



UFOP-SCHRIFTEN | AGRAR

ABSCHLUSSBERICHT

„Entwicklung einer nachhaltigen Bekämpfung von Rapsschädlingen unter Berücksichtigung populationsdynamischer Entwicklungen von Insektiziden bei Pyrethroid resistenten Rapsglanzkäfern“

Autoren

Dr. Udo Heimbach (Projektleitung), Meike Brandes (Projektbearbeitung)

Julius Kühn-Institut, Institut für Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland, Messeweg 11/12, 38104 Braunschweig

Abschlussbericht

zu dem Projektvorhaben

**„Entwicklung einer nachhaltigen Bekämpfung von
Rapsschädlingen unter Berücksichtigung populationsdynamischer
Entwicklungen von Insektiziden bei Pyrethroid resistenten
Rapsglanzkäfern“**

(Projektnummer 521/131)

Laufzeit: 15.04.2013 – 31.12.2015

Kostenneutrale Verlängerung bis 30. Juni 2016

Projektvorhaben des
Julius Kühn-Institut
Institut für Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland
Messeweg 11/12
38104 Braunschweig
Projektleitung: Dr. Udo Heimbach
Projektbearbeitung: Meike Brandes

und der

Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen e.V.
Claire-Waldoff-Straße 7
10117 Berlin

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---------------------------------------|-----------|
| 1 Einleitung | 1 |
| 2 Material und Methoden | 2 |
| 2.1 Freilandversuche des JKI | 2 |
| 2.1.1 Versuchsanlage | 2 |
| 2.2 Freilandversuche der Länder | 6 |
| 2.3 Gewächshausversuche | 8 |
| 2.4 Laborversuche | 9 |
| 2.5 Statistische Auswertung | 11 |
| 3 Ergebnisse | 12 |
| 3.1 Freilandversuche | 12 |
| 3.2 Gewächshausversuche | 56 |
| 3.3 Laborversuche | 59 |
| 4 Diskussion | 69 |
| 5 Schlussfolgerungen | 72 |
| 6 Zusammenfassung | 73 |
| 7 Literatur | 75 |
| Anhang | |
| Veröffentlichungen | |

1 Einleitung

Einer der Hauptschädlinge im Raps, dessen Vorkommen zu großen Ertragseinbußen führen kann, ist der Rapsglanzkäfer (*Meligethes aeneus* (F.), syn. *Brassicogethes aeneus* (F.)). Der verursachte Ertragsausfall kann über 80% betragen (Thieme & Gloyna 2008) bis hin zum Totalausfall. Besonders empfindlich gegenüber einem Befall sind die Pflanzen im Stadium, in dem die Knospen noch geschlossen sind (Slater et al. 2011). Durch Zerbeißen von Kelch- und Blütenblättern der Knospen gelangen die Rapsglanzkäfer an den Pollen. Dabei können Verletzungen im Inneren der Knospe entstehen, so dass diese vertrocknen und abfallen (Burkhardt & von Lengerken 1920, Friederichs 1921).

Das Ausmaß der Schäden wird von der Stärke des Befalls und vor allem durch die Witterung und die damit zusammenhängende Kompensationsfähigkeit des Rapses bestimmt, denn sie beeinflusst den Lebenszyklus der Rapsglanzkäfer und das Pflanzenwachstum. Treten die Rapsglanzkäfer in einem frühen Knospenstadium auf und zögert kühles Wetter den Blühbeginn hinaus, können starke Schäden durch Knospenfraß verursacht werden. Warme Witterung hingegen begünstigt das frühzeitige Blühen der Pflanzen und führt zu einem geringeren Schaden, da die Käfer dann am offenliegenden Pollen fressen können (Burkhardt & von Lengerken 1920, Friederichs 1921, Fritzsche 1957). Beim Anbau von Sommerraps bereitet häufig starker Befall mit Rapsglanzkäfern Probleme. Wenn die Winterrapsbestände abgeblüht sind, fallen die Rapsglanzkäfer oftmals in den Sommerraps, der später zu blühen beginnt, ein und verursachen hier besonders große Schäden (Williams 2010).

Zur Bekämpfung von Rapsglanzkäfern und anderen Rapsschädlingen wurden in der Vergangenheit besonders Insektizide aus der Gruppe der Pyrethroide eingesetzt (Thieme et al. 2010). Die häufige und einseitige Anwendung der Pyrethroide führte beim Rapsglanzkäfer zu Resistenz. Eine reduzierte Sensitivität von Rapsglanzkäfern gegenüber Pyrethroiden wurde erstmals 1999 für den Nordosten Frankreichs beschrieben (Thieme et al. 2010). Seitdem wurde Pyrethroidresistenz bei Rapsglanzkäfern in ganz Europa festgestellt (Hansen 2003, Nauen 2005, Wegorek 2005, Heimbach et al. 2006, Tiilikainen & Hokkanen 2008, Slater et al. 2011, Zimmer & Nauen 2011a). Inzwischen ist die Resistenz über ganz Deutschland verbreitet (Thieme et al. 2010). Das Ausweichen auf die Nutzung von Insektiziden mit anderen Wirkmechanismen ist nur bedingt möglich, da nur wenige solcher Produkte verfügbar sind (Slater et al. 2011, Heimbach & Müller 2012).

Die wenigen zur Verfügung stehenden Mittel müssen im Rahmen einer Antiresistenzstrategie gezielt eingesetzt werden. Sie sollten nicht nur einen direkten Effekt auf Altkäfer besitzen, sondern gleichzeitig die Vermehrung des Käfers reduzieren und damit das Schadpotential in folgenden Jahren verringern und somit auch den Insektizideinsatz.

Ziel der in Kooperation mit der Universität Göttingen und den Pflanzenschutzdiensten der Länder durchgeführten Untersuchungen in den Jahren 2013 bis 2015 war die Aufklärung der folgenden Fragen:

- Welchen Effekt haben die Insektizide Biscaya (Neonicotinoid, a.i. Thiacloprid), Mavrik (Pyrethroid Klasse I, tau-Fluvalinat) und Karate Zeon (Pyrethroid Klasse II, lambda-Cyhalothrin) sowie Trebon 30 EC (Pyrethroid Klasse I, Etofenprox), Avaunt (Oxadiazin, Indoxacarb), Plenum 50 WG (Pyridin-Azomethine, Pymetrozin) und Mospilan

(Neonicotinoid, Acetamiprid), appliziert im Feldversuch in unterschiedlichen Entwicklungsstadien von Winterraps, auf überwinterte Rapsglanzkäfer?

- Wie wirkt sich der Einsatz von Biscaya, Mavrik und Karate Zeon im Knospenstadium auf die Knospenbelegung mit Eiern aus?
- Werden durch den Einsatz von Biscaya, Mavrik, Karate Zeon, Trebon 30 EC, Avaunt, Plenum 50 WG und Mospilan in unterschiedlichen Entwicklungsstadien des Rapses die Larven des Rapsglanzkäfers und die Jungkäfer beeinflusst?
- Haben die Insektizide Biscaya, Mavrik und Karate Zeon einen Einfluss auf die Parasitierung der Rapsglanzkäferlarven durch *Phradis* spp. und *Tersilochus heterocerus*?
- Wie sieht die Sensitivität von Rapsglanzkäfern und Larven gegenüber den Wirkstoffen Thiacloprid, tau-Fluvalinat und lambda-Cyhalothrin aus?

2 Material und Methoden

2.1 Freilandversuche des JKI

Im Rahmen des Projektes wurden in den Jahren 2013 bis 2015 Feldversuche auf Schlägen des Julius Kühn-Institutes in der Nähe von Braunschweig durchgeführt. Diese werden im Folgenden näher vorgestellt.

2.1.1 Versuchsanlage

Die für die Freilandversuche genutzten Rapsschläge befanden sich in der Umgebung von Braunschweig, Niedersachsen. Im Versuchsjahr 2013 wurde ein Schlag in der Nähe der Ortschaft Wendhausen (52°32'80.29"N, 10°63'16.74"E, nach WGS 84) genutzt. 2014 befand sich die Versuchsfläche in der Nähe von Sickte (52°21'72.27"N, 10°62'72.30"E), im Jahr 2015 in der Nähe von Lucklum (52°21'00.81"N, 10°67'36.03"E). Die Bestände wurden jeweils mit praxisüblichen Herbizid-, Fungizid- und Düngemaßnahmen geführt. Sofern erforderlich wurden im Frühjahr auftretende Kohltriebrüssler und Große Rapsstängelrüssler mit einer Pyrethroidapplikation bekämpft. Die Versuchsfläche wurde in 20 Parzellen mit fünf Varianten (Tab. 1) unterteilt (Parzellengröße ungefähr 1000 m², Abb. 1). In den Parzellen wurden im Jahr 2013 die Insektizide Biscaya und Karate Zeon, in 2014 und 2015 Biscaya und Mavrik in unterschiedlichen Entwicklungsstadien der Rapspflanzen appliziert. Die Aufwandmenge betrug für Biscaya jeweils 300 ml ha⁻¹, für Karate Zeon 75 ml ha⁻¹ und für Mavrik 200 ml ha⁻¹ in je 300 l Wasser ha⁻¹. Die verschiedenen Varianten und Applikationstermine sind in Tab. 2 dargestellt. Die Vorgewende blieben jeweils unbehandelt. Der Aufbau einer Parzelle im Detail ist in Abb. 2 dargestellt.

Tab. 1: Übersicht über die Versuchsvarianten

| Variante | 2013 | 2014+2015 |
|----------|--------------------------------|------------------------|
| 1 | Unbehandelte Kontrolle | Unbehandelte Kontrolle |
| 2 | Biscaya in BBCH 53 | Biscaya in BBCH 55 |
| 3 | Biscaya in BBCH 60 | Biscaya in BBCH 62 |
| 4 | Biscaya in BBCH 65 | Mavrik in BBCH 55 |
| 5 | Karate Zeon in BBCH 53, 60, 65 | Mavrik in BBCH 62 |

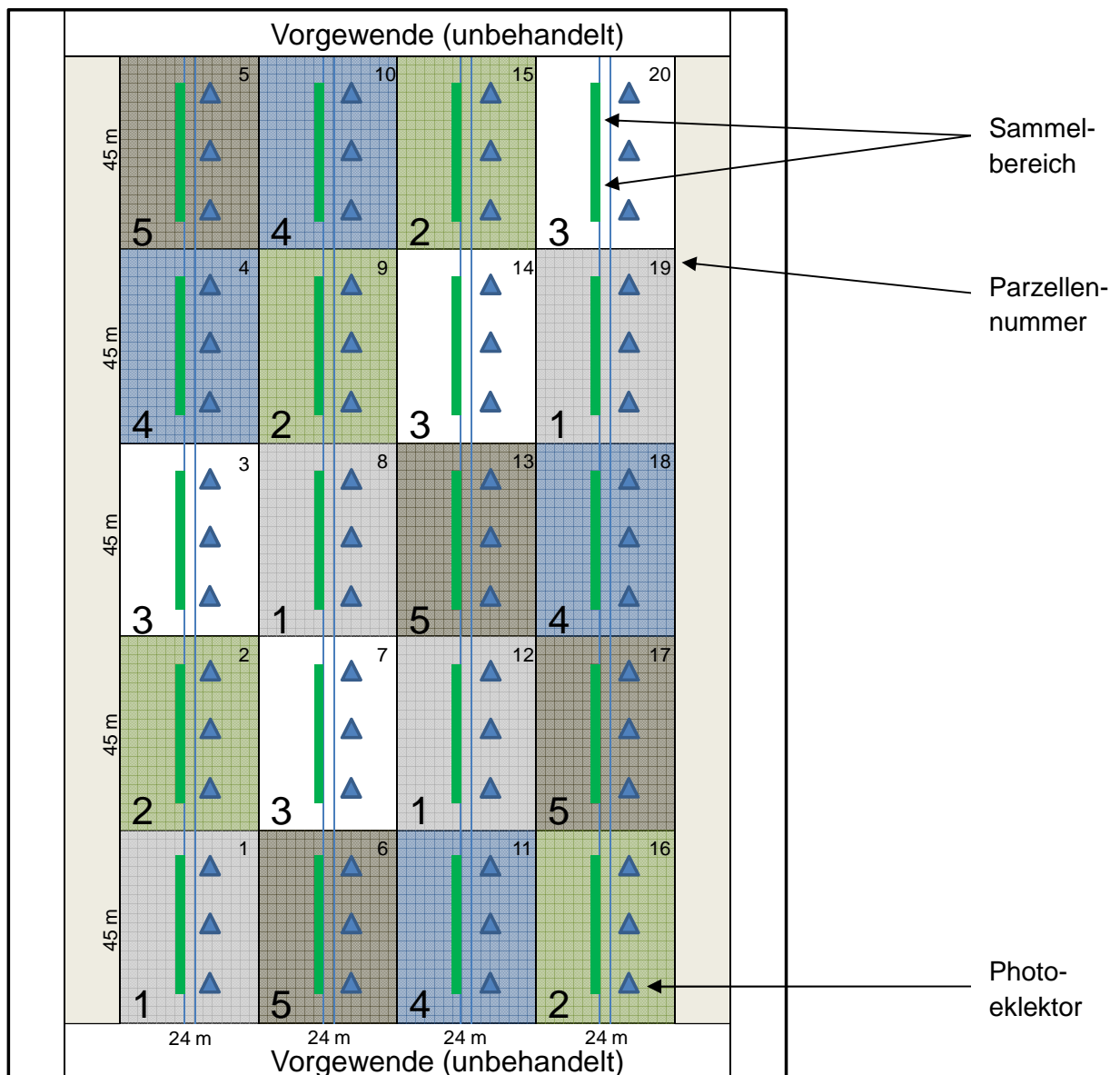


Abb. 1: Skizze der Versuchsanlage. 1 = Kontrollparzellen ohne Insektizid, 2 = Behandlung der Parzellen mit Biscaya in BBCH 53/55, 3 = Behandlung der Parzellen mit Biscaya in BBCH 60/62, 4 = Behandlung der Parzellen in 2013 mit Biscaya in BBCH 65 bzw. in 2014 und 2015 mit Mavrik in BBCH 55, 5 = Behandlung der Parzellen in 2013 mit Karate Zeon in BBCH 53, 60 und 65 bzw. in 2014 und 2015 mit Mavrik in BBCH 62

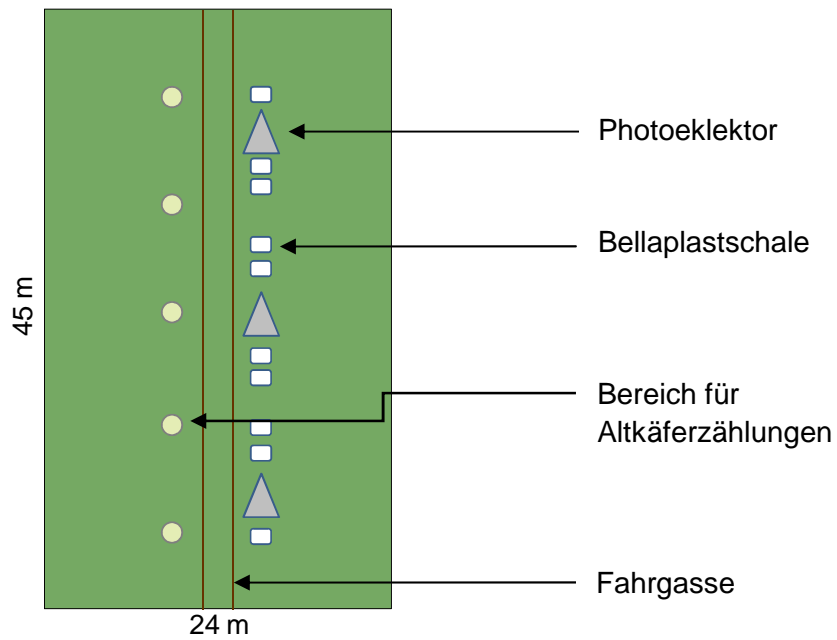


Abb. 2: Schematische Darstellung einer Parzelle

Tab. 2: Datum der Insektizidapplikation sowie Aufwandmenge, Wirkstoff und Entwicklungsstadium (BBCH) in Feldversuchen in der Nähe von Braunschweig 2013 bis 2015

| Jahr | Datum der Applikation | BBCH | Insektizid | Aufwandmenge | Wirkstoff |
|------|-----------------------|------|-------------|-------------------------|---|
| 2013 | 23. April | 53 | Biscaya | 300 ml ha ⁻¹ | 72 g ha ⁻¹ Thiacloprid |
| | | | Karate Zeon | 75 ml ha ⁻¹ | 7.5 g ha ⁻¹ lambda-Cyhalothrin |
| | 2. Mai | 60 | Biscaya | 300 ml ha ⁻¹ | 72 g ha ⁻¹ Thiacloprid |
| | | | Karate Zeon | 75 ml ha ⁻¹ | 7.5 g ha ⁻¹ lambda-Cyhalothrin |
| | 15. Mai | 65 | Biscaya | 300 ml ha ⁻¹ | 72 g ha ⁻¹ Thiacloprid |
| | | | Karate Zeon | 75 ml ha ⁻¹ | 7.5 g ha ⁻¹ lambda-Cyhalothrin |
| 2014 | 31. März | 55 | Biscaya | 300 ml ha ⁻¹ | 72 g ha ⁻¹ Thiacloprid |
| | | | Mavrik | 200 ml ha ⁻¹ | 48 g ha ⁻¹ tau-fluvalinat |
| | 16. April | 62 | Biscaya | 300 ml ha ⁻¹ | 72 g ha ⁻¹ Thiacloprid |
| | | | Mavrik | 200 ml ha ⁻¹ | 48 g ha ⁻¹ tau-fluvalinat |
| 2015 | 16. April | 55 | Biscaya | 300 ml ha ⁻¹ | 72 g ha ⁻¹ Thiacloprid |
| | | | Mavrik | 200 ml ha ⁻¹ | 48 g ha ⁻¹ tau-fluvalinat |
| | 29. April | 62 | Biscaya | 300 ml ha ⁻¹ | 72 g ha ⁻¹ Thiacloprid |
| | | | Mavrik | 200 ml ha ⁻¹ | 48 g ha ⁻¹ tau-fluvalinat |

2.1.2 Befallserfassung und Sammlung von Rapsglanzkäfern und Larven

In allen Parzellen wurde der Befall mit Altkäfern jeweils unmittelbar vor und an mehreren Terminen nach den Insektizidbehandlungen bestimmt. Dafür wurden in den behandelten Varianten und der Kontrolle direkt vor der Behandlung sowie 1, 3-4, 6-8 und 13-14 Tage nach der Behandlung (DAA) nach EPPO-Standard PP 1/178 (3) 50 Haupttriebe pro Parzelle in eine Schale (31,5 cm x 25,5 cm) ausgeklopft und die Tiere gezählt. Die Bonitur erfolgte immer am Vormittag etwa zwischen 9 und 11 Uhr.

Zusätzlich wurden in den Parzellen Altkäfer und Larven für anschließende Labortests gesammelt. Das Sammeln von Altkäfern und Larven erfolgte durch Abklopfen von den Pflanzen in einen Trichter mit darunter befindlicher perforierter Plastiktüte, in der die Tiere bis zur Sensitivitätsuntersuchung in einer Klimakammer bei 10°C und 16:8-Stunden L:D mit Futter- und Wasserversorgung aufbewahrt wurden.

Direkt vor der ersten Insektizidbehandlung im Knospenstadium wurden jeweils zehn mit 10%iger Natriumbenzoatlösung und Entspannungsmittel gefüllte Bellaplastschalen (17 x 12,1 cm) pro Parzelle aufgestellt, um die von den Pflanzen abfallenden Larven zu erfassen. Die Bellaplastschalen wurden nach dem Abfall der ersten Larven in BBCH 62 wöchentlich geleert und die gefangenen Larven ausgezählt. Hierbei wurden die beiden Larvenstadien L1 und L2 unterschieden. Die Larven wurden anschließend in 70% Ethanol gelagert und zu einem späten Zeitpunkt die Parasitierung durch *Tersilochus heterocerus* und *Phradis* spp. bestimmt.

Zwischen die Bellaplastschalen wurden drei Boden-Photoelektoren (Firma eco-Tech Bonn, Grundfläche jeweils 0,25 m²) eingegraben zur Erfassung des Jungkäferschlupfes aus dem Boden nach der Verpuppung. Zunächst wurden im Frühjahr vor Beginn des Längenwachstums der Pflanzen nur die Bodenringe der Photoelektoren etwa 1 m von der Fahrgasse entfernt eingegraben. Zu diesem Zeitpunkt wurde noch kein Schaden im Bestand angerichtet. Nachdem nur noch vereinzelt Rapsglanzkäferlarven in den Bellaplastschalen gefunden wurden, wurden die Zelte der Photoelektoren in BBCH 76-78 aufgezogen. Zunächst wurde die Öffnung der Zelte noch nicht verschlossen, damit z.B. Spinnen aus dem System entweichen konnten. Wenige Tage später wurden perforierte Plastiktüten über die Öffnung der Photoelektoren gestülpt und befestigt. Diese Tüten wurden regelmäßig kontrolliert. Die ersten Rapsglanzkäfer der neuen Generation konnten etwa ab BBCH 80 in den Tüten beobachtet werden. Die frisch geschlüpften Jungkäfer wurden bis BBCH 84 zweimal wöchentlich aus den auf den Photoelektoren befestigten perforierten Plastiktüten gesammelt und gezählt. Auch die Jungkäfer wurden für anschließende Laboruntersuchungen aufbewahrt.

2.1.3 Belegung der Rapsknospen mit Eiern in den Behandlungsvarianten

Zur Erfassung der Eiablage in die Knospen wurden in den Varianten 1, 2 und 4 (in 2014+2015) bzw. Variante 5 (in 2013) 1-2 Tage nach der ersten Applikation in BBCH 53/55 jeweils zehn Pflanzen mit Knospenständen pro Parzelle entnommen. Sie wurden zunächst dunkel in einer Klimakammer bei 5°C gelagert und die Belegung der Knospen mit Eiern durch Sektion unter dem Stereomikroskop in den folgenden Tagen bestimmt. 7-9 DAA und in den Versuchsjahren 2014 und 2015 auch 14 DAA wurde in den genannten Varianten eine weitere Probenahme von Pflanzen im

Feld durchgeführt, um die zeitliche Dynamik der Eiablage im Labor zu ermitteln (7-9 DAA ebenfalls zehn Pflanzen pro Parzelle, 14 DAA in 2014 5 Pflanzen pro Parzelle, 2015 10 Pflanzen).

Zusätzlich wurden 2014 und 2015 vor der Behandlung 15 Pflanzen pro Parzelle in den Varianten 2 und 4 markiert und mit Plastiksäcken abgedeckt (Tab. 3). Dabei wurde jeweils die gesamte Pflanze bis zum Boden eingetütet, so dass keine Benetzung der Pflanzen durch den Spritznebel erfolgen konnte. Die Tüten wurden nach der Spritzung wieder entfernt. Fünf Pflanzen pro Parzelle wurden jeweils 1-2, 7-9 und 14 DAA entnommen, die Belegung mit Eiern und Larven wie beschrieben untersucht und mit den behandelten Pflanzen verglichen.

Tab. 3: Datum der Probenahme und Anzahl Pflanzen in unterschiedlichen Entwicklungsstadien (BBCH) und Tagen nach der Applikation (DAA) in Feldversuchen in der Umgebung von Braunschweig 2013 bis 2015

| Jahr/ Applikations- termin | Probenahme | BBCH | DAA | Anzahl untersuchte Pflanzen pro Variante | | |
|----------------------------------|------------|-----------|-------|--|----------------------------------|----|
| | | | | nicht abgedeckte | während Applikation abgedeckt | |
| 2013 | 25. April | 53-55 | 2 | 40 | - | |
| | 23. April | 60 | 9 | 40 | - | |
| 2014 | 2. April | 55 | 2 | 40 | 20 | |
| | 31. März | 58 | 9 | 40 | 20 | |
| | 14. April | 60-62 | 14 | 20 | 20 | |
| 2015 | 17. April | 55 | 1 | 40 | 20 | |
| | 16. April | 23. April | 58-60 | 7 | 40 | 20 |
| | | 30. April | 62 | 14 | 40 | 20 |

2.2 Freilandversuche der Länder

Im Rahmen des Projektes wurden weitere Freilandversuche durchgeführt, die durch die Pflanzenschutzdienste der Länder betreut wurden. An den Versuchen beteiligten sich die Landwirtschaftskammer Niedersachsen, das Landesamt für Landwirtschaft, Lebensmittelsicherheit und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern sowie die Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft. Die Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein konnte sich aufgrund eines Versuchsfehlers in 2013 und des geringen Befallsdrucks, der 2014 am Versuchsstandort herrschte, erst im Jahr 2015 beteiligen. Eine Übersicht über verwendete Insektizide, Applikationstermine und BBCH-Stadien, sowie Parzellengrößen und verwendete Sorten in den Feldversuchen der Länder zeigt Tab. 4. Die verschiedenen Varianten wurden mit 4 Wiederholungen angelegt.

Tab. 4: Datum der Insektizidapplikation sowie Insektizide, Entwicklungsstadium (BBCH), Parzellengrößen und verwendete Sorten in Feldversuchen in Bayern, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen und Schleswig-Holstein in den Jahren 2013 bis 2015

| Jahr | Standort | Datum der Applikation | BBCH | Insektizid | Parzellengröße (m ²) | Sorte |
|------|--|-----------------------|-------|--|----------------------------------|-----------|
| 2013 | Puch Bayern | 23. April | 55-57 | Karate Zeon Biscaya Avaunt Plenum | 480 | Genie |
| | Cramonshagen Mecklenburg- Vorpommern | 8. Mai | 59 | Trebon Karate Zeon Biscaya | 72 | Avatar |
| | Stöckendrebber Niedersachsen | 28. April | 55-57 | Trebon Karate Zeon Biscaya Mavrik Avaunt Plenum | 120 | Visby |
| 2014 | Puch Bayern | 31. März | 55 | Karate Zeon Biscaya Avaunt Plenum | 300 | Genie |
| | Kleefeld Mecklenburg- Vorpommern | 31. März | 55 | Biscaya Mavrik Avaunt Plenum | 72 | Avatar |
| | Stöckendrebber Niedersachsen | 31. März | 53 | Trebon Biscaya Avaunt Plenum | 120 | Sherpa |
| 2015 | Puch Bayern | 16. April | 57 | Karate Zeon Biscaya Mavrik Avaunt | 122,5 | Avatar |
| | Kleefeld Mecklenburg- Vorpommern | 23. April | 57-59 | Biscaya Mavrik Mospilan Avaunt | 36 | Mercedes |
| | Niedernstöcken Niedersachsen | 16. April | 56 | Trebon Biscaya Avaunt Plenum | 120 | Sherpa |
| | Bovenau Schleswig- Holstein | 17. April | 55-59 | Trebon Biscaya Mavrik Mospilan Avaunt | 50 | Andromeda |

Befallserfassungen von Rapsglanzkäfern und Larvenfall

In den Versuchspartellen wurde der Befall mit Altkäfern jeweils unmittelbar vor und an mehreren Tagen nach den Insektizidbehandlungen durch Ausklopfen von 50 Haupttrieben pro Parzelle bestimmt (am Standorte Puch teilweise nur 25 Haupttriebe pro Parzelle, am Standort Bovenau nur 20). Durch die Aufstellung von 4 mit 10%iger Natriumbenzoatlösung und Entspannungsmittel gefüllten Bellaplastschalen (18,3 x 13,6 cm) pro Parzelle, wurden die zu Boden fallenden Larven aufgefangen. Die Bellaplastschalen wurden 2013 in BBCH 61 (Standort Puch), BBCH 63 (Stöckendrebber) und BBCH 70 (Cramonshagen) aufgestellt. In den Versuchsjahren 2014 und 2015 wurden die Schalen bereits im Knospenstadium in den Parzellen platziert und nach dem Abfall der ersten Larven in BBCH 62 wöchentlich geleert. Die Larven wurden ausgezählt und nach Entwicklungsstadien unterschieden. Anschließend wurden sie in 70% Ethanol gelagert, um zu einem späten Zeitpunkt die Parasitierung durch *T. heterocerus* und *Phradis* spp. bestimmen zu können.

2.3 Gewächshausversuche

Um das Eiablageverhalten von unbehandelten und Biscaya behandelten bzw. Mavrik behandelten Rapsglanzkäfern an jeweils unbehandelten, Biscaya und Mavrik behandelten Pflanzen unter kontrollierten Bedingungen zu untersuchen, wurden vor der Applikation auf der gesamten Fläche unbehandelte Rapsglanzkäfer gesammelt sowie etwa 30 Minuten nach der Insektizidspritzung behandelte Rapsglanzkäfer in den Varianten 2 und 4 (in 2014+2015) gesammelt. Die Tiere wurden bis zum Versuchsbeginn in einer Klimakammer bei 10°C und 16:8-Stunden L:D mit Futter- und Wasserversorgung aufbewahrt. Kurz vor Versuchsbeginn wurden die Käfer getrennt nach Varianten in eine Kiste gegeben und fitte Tiere herausgesucht. Käfer, die Schäden zeigten und sich nicht mehr koordiniert bewegen konnten, wurden nicht verwendet. Jeweils 10 Käfer wurden in ein Glas gesperrt.

Für den Gewächshausversuch wurden 1-2 DAA 40 unbehandelte Kontrollpflanzen und jeweils 20 Pflanzen aus Biscaya- und in 2014 und 2015 zusätzlich aus Mavrikparzellen geschnitten und bis zum Versuchsbeginn dunkel in einer Klimakammer bei 5°C gelagert. Am Tag des Versuchsbeginns wurden die Pflanzen im Gewächshaus bei 15°C einzeln in Erlenmeyerkolben mit Wasser aufgestellt. An jede Pflanze (bestehend aus Haupttrieb und 2 Nebentrieben (überflüssige Nebentriebe wurden entfernt) wurden 1-3 DAA 10 Rapsglanzkäfer mit Hilfe einer perforierten Plastiktüte aufgekäfigt (Tab. 5). Die untersuchten Kombinationen sind in Tab. 6 dargestellt. Nach drei- bis viertägiger Verweildauer an den Pflanzen wurden die Rapsglanzkäfer aus den Tüten entfernt und hinsichtlich ihrer Vitalität als tot, beeinträchtigt oder vital eingestuft. Die Pflanzen wurden dunkel und kühl gelagert (5°C) und die Knospen der Haupttriebe und von 2 Nebentrieben unter dem Stereomikroskop sezirt, um die Eier und bereits vorhandene Larven zu erfassen.

Tab. 5: Datum der RGK-Sammlung und Pflanzenprobenahme in Feldversuchen 2013 bis 2015, Aufkäfigen der RGK an Pflanzen im Gewächshausversuch und Ende der Versuche; DAA= Tage nach der Applikation

| Jahr | Datum der Probenahme | | Aufkäfigen RGK | Versuchsende |
|------|---------------------------------|-----------|-------------------|--------------|
| | RGK | Pflanzen | | |
| 2013 | 23. April (= Datum Applikation) | 25. April | 25. April (2 DAA) | 29. April |
| 2014 | 31. März (= Datum Applikation) | 2. April | 3. April (3 DAA) | 7. April |
| 2015 | 16. April (= Datum Applikation) | 17. April | 17. April (1 DAA) | 20. April |

Tab. 6: Varianten des Gewächshausversuches zur Bestimmung der Eiablage von unbehandelten, Biscaya und Mavrik behandelten Rapsglanzkäfern (RGK) an unbehandelten, Biscaya und Mavrik behandelten Pflanzen

| Varianten | Versuchsjahr |
|--|--------------|
| unbehandelte Pflanzen ohne RGK (Vorbefall im Feld) | 2013-2015 |
| unbehandelte Pflanzen + unbehandelte RGK (Kontrolle) | 2013-2015 |
| unbehandelte Pflanzen + mit Mavrik behandelte RGK | 2014+2015 |
| unbehandelte Pflanzen + mit Biscaya behandelte RGK | 2013-2015 |
| mit Biscaya behandelte Pflanzen + unbehandelte RGK | 2013-2015 |
| mit Biscaya behandelte Pflanzen + mit Biscaya behandelte RGK | 2013-2015 |
| mit Mavrik behandelte Pflanzen + unbehandelte RGK | 2014+2015 |
| mit Mavrik behandelte Pflanzen + mit Mavrik behandelte RGK | 2014+2015 |

2.4 Laborversuche

Die Sensitivitätsuntersuchungen im Labor konzentrierten sich auf die Wirkstoffe Thiacloprid und tau-Fluvalinat, da in den Feldversuchen die Wirkungen der Insektizide Biscaya und Mavrik geprüft wurden. Zudem wurde der Wirkstoff lambda-Cyhalothrin getestet.

Zur Prüfung der Sensitivität der Altkäfer und Jungkäfer gegenüber dem Wirkstoff Thiacloprid wurde der Adult-Vial-Test in Anlehnung an IRAC-Methode Nummer 21 (IRAC 2011) für Rapsglanzkäfer durchgeführt. Die für diese Tests genutzten Gläser wurden von Bayer CropScience mit verschiedenen Dosierungen des Wirkstoffs beschichtet und zur Verfügung gestellt. Sie wurden bis kurz vor Gebrauch kühl gelagert. Die geprüften Dosierungen reichten von 0,0288 µg Thiacloprid cm⁻² (entspricht 4% der Feldaufwandmenge) bis 1,4400 µg Thiacloprid cm⁻² (entspricht 200% der Feldaufwandmenge).

Um die Sensitivität der Alt- und Jungkäfer gegenüber der Wirkstoffe lambda-Cyhalothrin und tau-Fluvalinat zu überprüfen, wurde im Labor der Adult-Vial-Test leicht abgeändert nach IRAC-Methode Nummer 11 (IRAC 2009) durchgeführt. Für diesen Test wurden 30 ml-Gläser (Höhe 6,5 cm, Durchmesser von 2,4 cm; berücksichtigte Glasinnenfläche 53,53 cm²) genutzt. Für die Untersuchungen mit lambda-Cyhalothrin wurde zunächst aus dem pulverförmigen, technischen Wirkstoff lambda-Cyhalothrin der Syngenta Agro GmbH eine Stammlösung hergestellt. Aus der Reinheit der Charge ergab sich eine Dosis von 0,0082 g lambda-Cyhalothrin, in 250 ml Aceton (99% Reinheit). Aus dieser Stammlösung ließen sich Lösungen für unterschiedliche Dosierungen

herstellen. Diese reichten von $0,0150 \mu\text{g}$ lambda-Cyhalothrin cm^{-2} (20% Feldaufwandmenge) bis $0,3750 \mu\text{g}$ lambda-Cyhalothrin cm^{-2} (500% Feldaufwandmenge).

Für die Tests mit tau-Fluvalinat wurden für die Herstellung der Stammlösung $0,0534 \text{ g}$ tau-Fluvalinat in 250 ml Aceton gelöst. Aus der Stammlösung wurden Verdünnungen von $0,0192 \mu\text{g}$ tau-Fluvalinat cm^{-2} (4% Feldaufwandmenge) bis $1,2 \mu\text{g}$ tau-Fluvalinat cm^{-2} (250% Feldaufwandmenge) hergestellt. Die beschichteten Gläser wurden bis zum Gebrauch bei 5°C und Dunkelheit in einer Klimakammer aufbewahrt.

Die für die Sensitivitätsuntersuchungen verwendeten Rapsglanzkäfer wurden in den Kontrollparzellen und den zum jeweiligen Termin mit Biscaya bzw. Mavrik behandelten Parzellen gesammelt. Die Tiere aus den Biscaya behandelten Parzellen wurden mit Thiacloprid getestet, die in den mit Mavrik behandelten Parzellen mit lambda-Cyhalothrin und tau-Fluvalinat. Die aus der Kontrolle stammenden Käfer wurden Tests mit allen drei Wirkstoffen unterzogen. Je nach vorhandener Käferzahl wurden zwei bis vier Wiederholungen pro Dosierung geprüft. Die Bonitur der Tiere erfolgte nach fünf und 24 Stunden. Für die Bewertung der Sensitivität gegenüber lambda-Cyhalothrin und tau-Fluvalinat wurden abweichend von der IRAC-Methode nur die Daten der Bonitur nach fünf Stunden genutzt. Da die Pyrethroide eine schnellere Wirkung zeigen, erscheint die Bonitur nach fünf Stunden der geeigneteren Termin. Für die Auswertung der Thiacloprid-Tests wurden die Daten der 24-Stunden Bonitur verwendet.

Um auch die Larven des Rapsglanzkäfers hinsichtlich ihrer Sensitivität gegenüber Thiacloprid und lambda-Cyhalothrin untersuchen zu können, mussten diese zunächst aus dem Blütenmaterial, das beim Abklopfen der Larven in die Proben gelangte, isoliert werden. Hierzu wurden sie durch Einwirkung höherer Temperaturen ausgetrieben. Das Blütenmaterial mit den Larven wurde in ein Küchensieb (Maschenweite 4 mm) gegeben, welches auf einen Eimer aufgelegt war und anschließend für etwa 30 Minuten dicht unter eine Lampe mit 40 Watt -Glühbirne gestellt. Durch die Wärmeeinwirkung wanderten die Larven nach unten in das Auffanggefäß ab. Für die Versuche wurden ausschließlich Larven des zweiten Entwicklungsstadiums mit einer Länge von ca. 4 mm verwendet. Für die Tests wurden wie im Adult-Vial-Test beschichtete Gläser genutzt. Die verwendeten Dosierungen reichten von $0,0150$ bis $0,1875 \mu\text{g}$ lambda-Cyhalothrin cm^{-2} bzw. von $0,0072$ bis $0,1440 \mu\text{g}$ Thiacloprid cm^{-2} .

Jeweils zehn Larven wurden mit Hilfe eines Saugschlauches mit Pipettenspitze in das Glas überführt. Nach dem Einsetzen der Larven in die Gläser wurde an die Innenseite des Deckels ein Wassertropfen von $2 \mu\text{l}$ gesetzt. Dieser diente dazu, die Luftfeuchtigkeit im Glas zu erhöhen. Die Larven wurden dann wie die adulten Käfer bei 20°C und Dauerlicht in einen Klimaschrank gelegt. Nach fünf und 24 Stunden erfolgte die Bonitur unter dem Mikroskop bei zehnfacher Vergrößerung. Bei der Bonitur nach fünf Stunden wurden erneut $2 \mu\text{l}$ Wasser an den Deckel der Gläser angebracht. Für die Bonitur wurden die Larven aus dem Glas herausgeklopft, mit dem Saugschlauch in die Mitte eines Filterpapiers gelegt und auf den Rücken gedreht. Die Larven wurden wie bei dem Adult-Vial-Test in drei Kategorien unterteilt. Als vital galten Larven, die sich relativ schnell wieder auf die Beine drehten und dann zügig versuchten, das Filterpapier zu verlassen. Beeinträchtigte Larven brauchten deutlich länger, um wieder in die Bauchlage zurückzukehren oder waren dazu nicht mehr in der Lage. Bewegungslose Larven, die auch auf Anpieken mit der Pipettenspitze nicht reagierten, wurden als tot eingestuft. Wie bei dem Adult-Vial-Test wurden die letzten beiden Schädigungskategorien bei der Berechnung der Sensitivität zusammengefasst.

2.5 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung erfolgte nur für die Versuche des JKI mit der Software R, Version 3.1.2 (R Core Team 2014; packages: *lme4* (Bates et al. 2015), *multcomp* (Hothorn et al. 2008), *effects* (Fox 2003), *MASS* (Venables & Ripley 2002), *glmmADMB* (Fournier et al. 2012), *coin* (Hothorn et al. 2006)). Die Daten eines Jahres wurden aufgrund hoher Variabilität des Befallsdrucks, der Wetterbedingungen und unterschiedlicher Standorte separat analysiert. Um Unterschiede in der Anzahl Altkäfer pro Haupttrieb in den unterschiedlichen Behandlungen zu untersuchen, wurden generalisierte lineare gemischte Modelle (generalized linear mixed effect models GLMM, poisson für Zähldaten) genutzt. Die Behandlung und das Datum wurden in das Modell als Haupteffekte integriert und ihre Interaktion getestet. Die Wiederholungen wurden als Zufallseffekt integriert. Das optimale Modell wurde durch Nutzung des Akaike Informationskriteriums (AIC) (Zuur et al. 2009) selektiert. Die Varianten wurden paarweise für jeden Boniturtermin verglichen unter Nutzung des Pakets *lsmeans* (Lenth 2015) für Post-hoc Tests. P-Werte wurden mit der Hochberg Methode angepasst (Blakesley et al. 2009). Um eine mögliche einseitige Einwanderung der Käfer im Frühjahr in das Versuchsfeld zu überprüfen, wurde der Model Fit mit und ohne Autokorrelationsfunktion über AIC verglichen. Kumulierte Käfer-Tage wurden bis zu 15 Tage nach Applikation in BBCH 53/55 nach der Formel nach Ruppel (1983) berechnet. Unterschiede wurden analysiert durch Anwendung des nicht-parametrischen Kruskal-Wallis Tests mit anschließendem Post-hoc Wilcoxon-Mann-Whitney Test mit Benjamini und Hochberg Korrektur.

Um Unterschiede in der Belegung der Knospen mit Eiern zu untersuchen, wurden GLMM (binomial für proportion data) sowohl für die Freiland- als auch Gewächshausversuche genutzt. Als Haupteffekte wurden die Behandlung und das Datum in das Modell integriert und die Interaktion getestet. Die Wiederholungen wurden als Zufallseffekt integriert. Aufgrund von Überdispersion wurde eine spezifische ID für jede Pflanze in das Modell integriert. Der paarweise Vergleich wurde wie oben beschrieben durchgeführt.

Unterschiede in der Anzahl der Larven in den Varianten wurden analysiert durch Nutzung von generalisierten linearen Modellen (generalized linear model GLM). Ein negativ binomial Modell wurde gewählt und die Behandlung und das Datum in das Modell als Haupteffekte integriert und ihre Interaktion getestet. Um die Unterschiede in der Anzahl Bellaplastschalen zu berücksichtigen (manchmal wurden Schalen durch Tiere umgekippt oder zerstört) wurde ein offset in das Modell eingebaut. Der paarweise Vergleich der Varianten für jeden Sammelzeitraum wurde wie für die Altkäfer beschrieben durchgeführt. Um die über den gesamten Zeitraum kumulierte Anzahl L2-Larven in den Varianten zu vergleichen, wurde eine Varianzanalyse (ANOVA) durchgeführt. Die Varianzhomogenität und Normalverteilung der Residuen wurden visuell betrachtet. Die Unterschiede zwischen den Mittelwerten wurden mittels TukeyHSD Test evaluiert. Um Unterschiede in der Anzahl schlüpfender Jungkäfer in den unterschiedlichen Varianten zu untersuchen wurden GLMM (poisson) genutzt. Der Summenvergleich der geschlüpften Jungkäfer erfolgte wie für die L2-Larven beschrieben. Die Wirkungsgrade der Insektizide wurden nach der Formel nach Abbott (1925) berechnet.

In den Feldversuchen 2013 wurden die parasitierten Larven nicht nach Entwicklungsstadium getrennt. Die dargestellten Ergebnisse beziehen sich auf die gepoolten L1- und L2-Larven. In 2014 und 2015 wurde eine Unterteilung in L1- und L2-Larven vorgenommen. Um mögliche Unterschiede in der Parasitierung der Larven durch *T. heterocerus* in den Varianten zu untersuchen, wurden GLM genutzt. Weil das Poisson-Modell Überdispersion zeigte, wurde ein negativ binomial Modell

verwendet. Auch hier wurden die Behandlung und das Datum in das Modell als Haupteffekte integriert und ihre Interaktion getestet. Um die Summe der parasitierten Larven in den Varianten zu vergleichen wurde ein lineares Modell genutzt und die Konfidenzintervalle für die Interpretation der Effekte genutzt. Für die Untersuchung der Parasitierung der Larven durch *Phradis* spp. wurde ein GLM (binomial für proportion data) verwendet. Als Haupteffekte wurden auch hier die Behandlung und das Datum in das Modell integriert und die Interaktion getestet. Die Varianten wurden wie bereits beschrieben durch die Verwendung von *Ismeans* verglichen.

Im Rahmen des Projektes wurden Sensitivitätsuntersuchungen von Rapsglanzkäfern gegenüber verschiedenen Wirkstoffen durchgeführt. Die Berechnung der LD₅₀-Werte und der 95%-Konfidenzintervalle erfolgte mit dem Programm POLO PLUS 2.0 (LeOra Software).

3 Ergebnisse

3.1 Freilandversuche

3.1.1 Rapsglanzkäferbefall in den Parzellen vor und nach den Insektizidbehandlungen

Der Rapsglanzkäferbefall in den Parzellen vor und nach der Insektizidapplikation wurde durch Abklopfen von jeweils 50 Haupttrieben pro Parzelle ermittelt (Ausnahmen Standort Puch, hier teilweise nur 25 Haupttriebe, Standort Bovenau nur 20). Im Folgenden werden die Ergebnisse der Versuchsstandorte dargestellt.

3.1.1.1 Standorte des JKI

2013:

Bei der Prüfung der Unterschiede zwischen den einzelnen Behandlungsvarianten im Versuchsjahr 2013 am Standort Wendhausen lässt sich nur am ersten Tag nach der Behandlung in BBCH 53 ein Unterschied statistisch absichern. Die Anzahl der Altkäfer war in den Biscaya behandelten Parzellen einen Tag nach Applikation signifikant geringer als in der Kontrolle und den Karate Zeon Parzellen ($P < 0.05$) (Tab. 7). Am 24. und 25. April (1-2 DAA) kam es bei ansteigenden Temperaturen zu einem erneuten Zuflug von Rapsglanzkäfern. In den Kontrollparzellen wurden drei Tage nach Applikation 9,5 Rapsglanzkäfer pro Haupttrieb gezählt. Ähnlich war es in der Karate Zeon Variante. Die geringste Käferdichte wurde in den Biscaya behandelten Parzellen beobachtet, allerdings ohne signifikante Unterschiede zwischen den Varianten. Auch am folgenden Boniturtermin 7 Tage nach der Applikation gab es keine Unterschiede zwischen den Varianten. 13 Tage nach der Applikation war die Käferdichte in den Biscaya behandelten Parzellen signifikant erhöht.

Wie bereits bei der ersten Behandlung in BBCH 53 beschrieben, konnte auch nach der Applikation in BBCH 60 lediglich am ersten Tag nach Applikation in den Biscaya behandelten Parzellen eine signifikant geringere Zahl an Altkäfern im Vergleich zu den Kontroll- und Karate Zeon Parzellen verzeichnet werden ($P < 0.05$) (Tab. 7). An den nachfolgenden Terminen unterschieden sich die Käferzahlen in den Varianten nicht signifikant. Die letzte Behandlung erfolgte am 2. Mai 2013 in

BBCH 65. Auch hier wurde in den Parzellen vor und nach den Insektizidbehandlungen eine Erfassung des Altkäferbefalls am Haupttrieb durchgeführt. Da die Anzahl der Käfer pro Haupttrieb aber sehr gering war, ließen sich keine validen Daten erzeugen.

2014:

Am Versuchsstandort Sickte herrschte 2014 ein geringer Befallsdruck. Am 31. März 2014 (BBCH 55) wurde in den Kontrollparzellen ein Befall von 1,9 Altkäfern pro Haupttrieb ermittelt. Dies ist der maximale Befall, der in der Versuchssaison 2014 an diesem Standort beobachtet werden konnte. Im weiteren Verlauf nahm die Käferdichte kontinuierlich ab. Die Applikation fand am 31. März in der Mittagszeit bei 17°C, Windstille und Sonnenschein statt. Die Altkäferzählung einen Tag nach der Applikation zeigte eine deutliche Reduktion der Käferzahlen in den behandelten Parzellen (Tab. 7). Die Population in den Biscayapartellen wurde um 68% reduziert, Mavrik erreichte einen Wirkungsgrad von 82%. Auch drei Tage nach der Applikation zeigten beide Insektizide Wirkung und halbierten die Population im Vergleich zur Kontrolle. Ab 7 DAA gab es keine Unterschiede mehr zwischen den Behandlungen. Bei der Bonitur 15 Tage nach der Applikation traten durchschnittlich nur noch 0,1 Käfer pro Haupttrieb auf.

Ebenfalls erfasst wurde die mittlere Anzahl Altkäfer pro Haupttrieb zum Behandlungstermin BBCH 62 am 16. April 2014 in den verschiedenen Varianten. Wie bereits beschrieben, war die Käferdichte zu diesem Zeitpunkt extrem gering und die Ergebnisse daher kaum zu verwerten. Zumindest einen Tag nach Applikation ist ein ähnlicher Verlauf wie bei der ersten Applikation in BBCH 55 zu erkennen. Beide Insektizide erreichten eine Reduktion der Käfer von 70%. Drei Tage nach Applikation bestand kein Unterschied zwischen den Biscaya behandelten Parzellen und der Kontrolle. In den Mavrikpartellen kamen zu diesem Zeitpunkt fast keine Käfer vor. Im weiteren Verlauf nahm die Käferdichte wieder etwas zu, es bestanden aber keine Unterschiede zwischen den Varianten.

2015:

Im Versuchsjahr 2015 wurden in Lucklum in den unbehandelten Parzellen in BBCH 55 durchschnittlich 2,1 Altkäfer pro Haupttrieb gezählt. Wie auch in 2014 nahm die Käferdichte in allen Parzellen nach der Applikation ab und Biscaya und Mavrik zeigten ähnliche Effekte auf die Käferdichte (Tab. 7). Einen Tag nach der Applikation führte Biscaya zu einer Reduktion der Käfer von 70% und Mavrik von 96%. In den mit Insektiziden behandelten Parzellen war die Anzahl der Käfer bis einschließlich 7 Tage nach Applikation signifikant reduziert, mit etwas besseren Effekten in den Mavrik behandelten Parzellen. 14 Tage nach der Applikation wurden die meisten Käfer in den Biscaya Parzellen beobachtet. Die Anzahl der Käfer pro Haupttrieb in diesen Parzellen unterschied sich signifikant von der Kontrolle und den Mavrikpartellen. Nach der Behandlung in BBCH 62 war die Anzahl der Käfer in den Parzellen nur gering, aber der gleiche Trend wie nach der Behandlung im Knospentadium war erkennbar. Die Anzahl der Käfer war in Biscaya- und Mavrik behandelten Parzellen signifikant reduziert. Acht und 14 Tage nach der Applikation bestand kein signifikanter Unterschied mehr zwischen den Varianten.

Tab. 7: Mittlere Anzahl RGK (\pm SE) pro Haupttrieb in unbehandelten und Insektizid behandelten Parzellen direkt vor und mehrere Tage nach der Applikation (DAA) 2013-2015. Unterschiedliche Buchstaben innerhalb einer Spalte und eines Applikationstermins kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Varianten, GLMM, $p \leq 0.05$; n.a. = Daten nicht erfasst

| Datum der Applikation | Variante | 0 DAA MW \pm SE | 1 DAA MW \pm SE | 3-4 DAA MW \pm SE | 6-8 DAA MW \pm SE | 13-15 DAA MW \pm SE |
|------------------------------|-----------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| 23. April 2013 BBCH 53 | Kontrolle | 2.25 ± 0.15 A | 2.71 ± 0.18 A | 9.52 ± 0.47 A | 5.63 ± 0.25 A | 3.84 ± 0.20 A |
| | Biscaya | 2.05 ± 0.13 A | 1.45 ± 0.10 B | 6.43 ± 0.39 A | 4.97 ± 0.30 A | 6.93 ± 0.31 B |
| | Karate | 1.84 | 2.80 | 9.00 | 5.25 | 4.24 |
| | Zeon | ± 0.12 A | ± 0.18 A | ± 0.39 A | ± 0.23 A | ± 0.21 AB |
| 2. Mai 2013 BBCH 60 | Kontrolle | 3.80 ± 0.20 A | 2.11 ± 0.14 A | 3.84 ± 0.20 A | 2.07 ± 0.16 A | 0.22 ± 0.03 A |
| | Biscaya | 3.87 ± 0.19 A | 1.03 ± 0.08 B | 2.60 ± 0.20 A | 2.24 ± 0.16 A | 0.23 ± 0.03 A |
| | Karate | 3.52 | 2.11 | 4.24 | 1.67 | 0.12 |
| | Zeon | ± 0.17 A | ± 0.14 A | ± 0.21 A | ± 0.12 A | ± 0.02 A |
| 15. Mai 2013 BBCH 65 | Kontrolle | 0.25 ± 0.04 AB | 0.22 ± 0.03 AB | 0.14 ± 0.03 AB | 0.13 ± 0.03 AB | n.a. |
| | Biscaya | 0.33 ± 0.04 B | 0.31 ± 0.04 B | 0.35 ± 0.05 B | 0.32 ± 0.04 B | n.a. |
| | Karate | 0.18 | 0.12 | 0.10 | 0.09 | n.a. |
| | Zeon | ± 0.03 A | ± 0.02 A | ± 0.02 A | ± 0.02 A | |
| 31. März 2014 BBCH 55 | Kontrolle | 1.90 ± 0.26 A | 1.33 ± 0.11 A | 0.85 ± 0.14 A | 0.50 ± 0.06 A | 0.07 ± 0.02 A |
| | Biscaya | 1.57 ± 0.21 AB | 0.42 ± 0.05 B | 0.40 ± 0.08 B | 0.40 ± 0.07 A | 0.14 ± 0.03 A |
| | Mavrik | 1.17 ± 0.20 B | 0.24 ± 0.04 B | 0.42 ± 0.04 B | 0.47 ± 0.12 A | 0.11 ± 0.04 A |
| 16. April 2014 BBCH 62 | Kontrolle | 0.07 ± 0.03 A | 0.05 ± 0.01 A | 0.06 ± 0.01 A | 0.14 ± 0.03 A | 0.08 ± 0.01 A |
| | Biscaya | 0.09 ± 0.03 A | 0.02 ± 0.01 AB | 0.06 ± 0.03 A | 0.14 ± 0.03 A | 0.11 ± 0.04 A |
| | Mavrik | 0.08 ± 0.04 A | 0.02 ± 0.01 B | 0 ± 0 A | 0.12 ± 0.03 A | 0.06 ± 0.02 A |
| 16. April 2015 BBCH 55 | Kontrolle | 2.43 ± 0.14 A | 1.52 ± 0.09 A | 1.29 ± 0.13 A | 1.06 ± 0.06 A | 0.43 ± 0.03 A |
| | Biscaya | 1.96 ± 0.10 B | 0.46 ± 0.09 B | 0.29 ± 0.04 B | 0.25 ± 0.06 B | 0.76 ± 0.15 B |
| | Mavrik | 1.82 ± 0.14 B | 0.06 ± 0.03 C | 0.07 ± 0.03 C | 0.46 ± 0.03 C | 0.51 ± 0.07 A |
| 29. April 2015 BBCH 62 | Kontrolle | 0.53 ± 0.06 A | 0.43 ± 0.03 A | 0.22 ± 0.06 A | 0.11 ± 0.01 A | 0.03 ± 0.01 A |
| | Biscaya | 0.44 ± 0.04 A | 0.10 ± 0.03 B | 0.04 ± 0.02 B | 0.10 ± 0.03 A | 0.08 ± 0.04 A |
| | Mavrik | 0.37 ± 0.05 A | 0.10 ± 0.03 B | 0.05 ± 0.02 B | 0.08 ± 0.02 A | 0.02 ± 0.01 A |

Die Berechnung der kumulierten Käfer-Tage nach Ruppel (1983) zeigt, dass es 2013 in den Biscaya-behandelten Varianten geringere Käferzahlen gab, aber keine signifikanten Unterschiede

zwischen den Varianten vorlagen. Anders verhielt es sich 2014 und 2015, hier waren die kumulierten Käfer-Tage überwinterter Käfer in den insektizid behandelten Parzellen signifikant geringer als in der Kontrolle (Tab. 8).

Tab. 8: Kumulierte Käfer-Tage (\pm SE) überwinterter RGK in Insektizid behandelten und unbehandelten Varianten in Feldversuchen 2013-2015 bis zu 15 Tage nach Applikation in BBCH 53/55. Unterschiedliche Buchstaben innerhalb eines Jahres kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Behandlungen, Kruskal-Wallis Test mit anschließendem Wilcoxon-Mann-Whitney test, $p \leq 0.05$

| Jahr | Tage nach Applikation | Variante | Kumulierte Käfer-Tage \pm SE |
|------|-----------------------|-------------|--------------------------------|
| 2013 | 0-13 | Kontrolle | 1929.3 \pm 218.7 A |
| | | Biscaya | 1729.2 \pm 219.3 A |
| | | Karate Zeon | 1931.1 \pm 131.4 A |
| 2014 | 0-15 | Kontrolle | 421.5 \pm 43.6 A |
| | | Biscaya | 276.4 \pm 28.4 B |
| | | Mavrik | 266.7 \pm 28.9 B |
| 2015 | 0-14 | Kontrolle | 392.8 \pm 6.4 A |
| | | Biscaya | 171.0 \pm 20.8 B |
| | | Mavrik | 153.7 \pm 7.8 B |

3.1.1.2 Standorte der Landwirtschaftskammer Niedersachsen

2013:

Die erste Befallserfassung am Standort Stöckendrebber erfolgte am 26. April 2013 zwei Tage vor der Applikation. Im Durchschnitt über die zu diesem Zeitpunkt noch unbehandelten Parzellen wurden 8 Käfer pro Haupttrieb gezählt. Eine erneute Zählung erfolgte zwei Tage nach der Applikation am 30. April. Karate Zeon reduzierte die Altkäferdichte lediglich um 22% (Abb. 3). Alle anderen Insektizide zeigten relativ gute Wirkung. Biscaya erreichte einen Wirkungsgrad von 57%, Trebon 30 EC und Avaunt reduzierten die Population um jeweils 73%. Die beste Wirkung zeigten Mavrik und Plenum 50 WG. Hier wurden Wirkungsgrade von jeweils 84% erzielt.

Bei der Befallserfassung am 3. Mai 2013, fünf Tage nach der Insektizidbehandlung bestand kein Unterschied in den Altkäferzahlen in den Kontrollparzellen und den mit Karate Zeon behandelten Parzellen. Trebon 30 EC reduzierte die Population lediglich um 33%, Biscaya und Mavrik erreichten Wirkungsgrade von fast 50%. Eine starke Reduktion der Altkäfer fünf Tage nach Applikation bewirkten Avaunt (78% Wirkungsgrad) und Plenum (87% Wirkungsgrad). Zehn Tage nach Applikation glichen sich die Altkäferdichten in den unterschiedlichen Varianten an. Die meisten Käfer pro Haupttrieb konnten in der Biscaya Variante ermittelt werden. Plenum 50 WG zeigte auch zehn Tage nach Applikation noch einen Wirkungsgrad von 46%

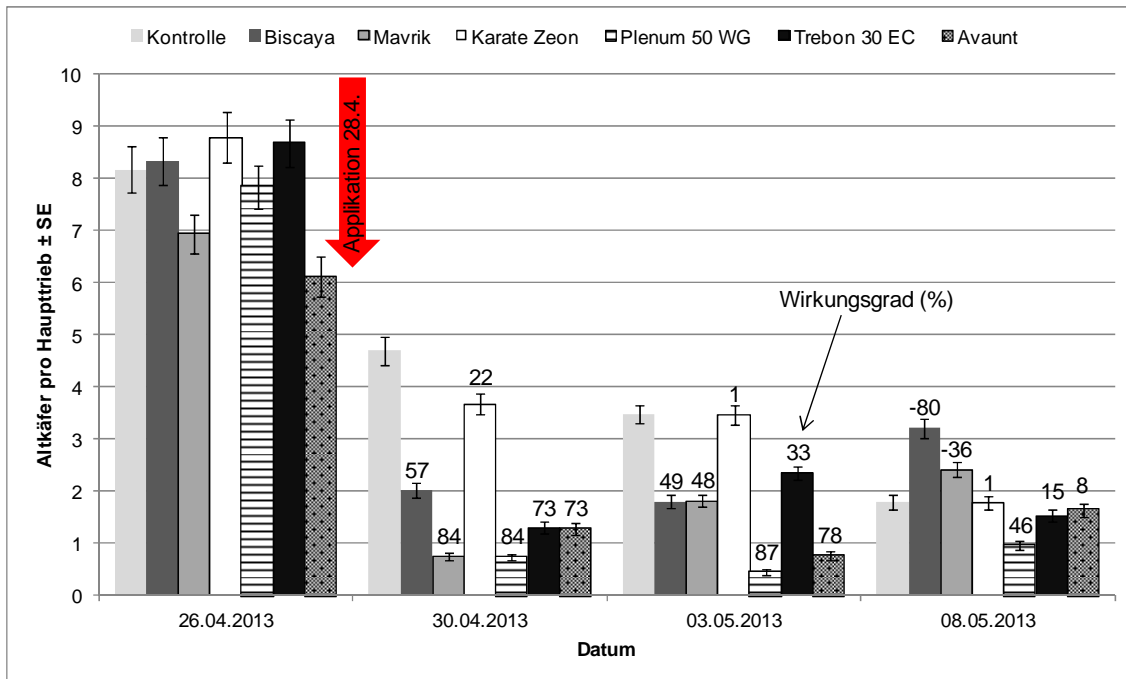


Abb. 3: Mittlere Anzahl Rapsglanzkäfer (\pm SE) pro Haupttrieb in unbehandelten und Insektizid behandelten Parzellen 2 Tage vor und 2, 5 und 10 Tage nach der Applikation in BBCH 55-57 am Standort Stöckendrebber im Versuchsjahr 2013, Wirkungsgrad (%) nach Abbott (1925)

2014:

Die erste Befallserfassung am Versuchsstandort Stöckendrebber erfolgte am 31. März 2014 (BBCH 53) direkt vor der Applikation. Im Durchschnitt der zu diesem Zeitpunkt noch unbehandelten Parzellen wurden 5 Käfer pro Haupttrieb gezählt. Eine erneute Zählung erfolgte zwei Tage nach der Applikation am 2. April. Alle Insektizide reduzierten die Altkäferdichte (Abb. 4). Die beste Wirkung zeigten Trebon 30 EC (Wirkungsgrad 75%) und Plenum 50 WG (Wirkungsgrad 76%). Biscaya und Avaunt erreichten 55% bzw. 58% Wirkung. Auch vier und sieben Tage nach Applikation zeigten sich deutliche Unterschiede zwischen allen behandelten Varianten und der Kontrolle. Den stärksten Effekt erzeugte die Behandlung mit Avaunt. Sieben Tage nach Applikation wurde noch ein Wirkungsgrad von 89% erreicht.

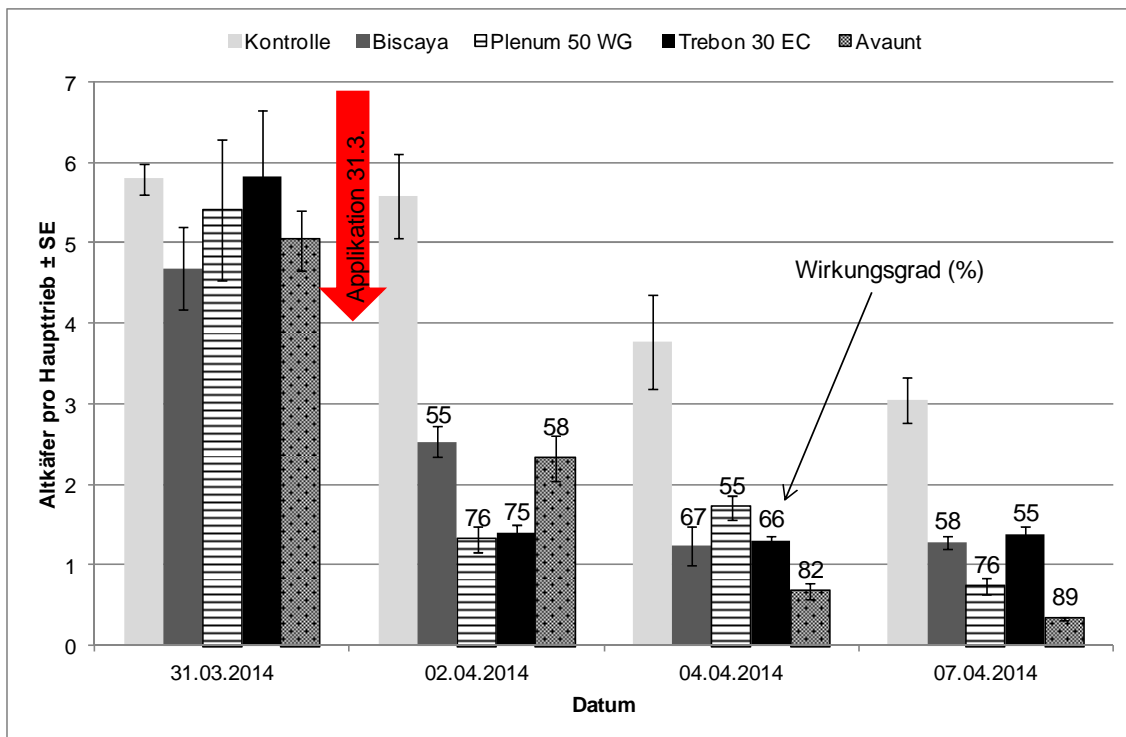


Abb. 4: Mittlere Anzahl Rapsgrünkäfer (\pm SE) pro Haupttrieb in unbehandelten und Insektizid behandelten Parzellen direkt vor und 2, 4 und 7 Tage nach der Applikation in BBCH 53 am Standort Stöckendrebber im Versuchsjahr 2014, Wirkungsgrad (%) nach Abbott (1925)

2015:

Am Standort Niedernstöcken erfolgte die erste Altkäferzählung einen Tag vor der Applikation in BBCH 56. Im Durchschnitt wurden in den unbehandelten Parzellen 1,7 Käfer pro Haupttrieb erfasst. Einen Tag nach der Applikation wurde die geringste Käferzahl in den Plenum behandelten Parzellen erfasst (Wirkungsgrad 95%) (Abb. 5). Trebon 30 EC erreichte einen Wirkungsgrad von 71%, Biscaya von 53%. Die geringste Wirkung wurde in den Parzellen verzeichnet, die mit Avaunt behandelt wurden (Wirkungsgrad 14%). Die nächste Bonitur erfolgte vier Tage nach der Applikation. Hier zeigten alle Insektizide gute Wirkung (Wirkungsgrade von 53 - 77%). Auch acht Tage nach der Applikation zeigten sich deutliche Unterschiede zwischen den behandelten Varianten und der Kontrolle. Die stärksten Effekte erzeugten die Behandlungen mit Plenum, Avaunt und Biscaya, während Trebon eine geringere Wirkung zeigte. 13 Tage nach der Applikation gab es keine großen Unterschiede zwischen den Varianten zu verzeichnen.

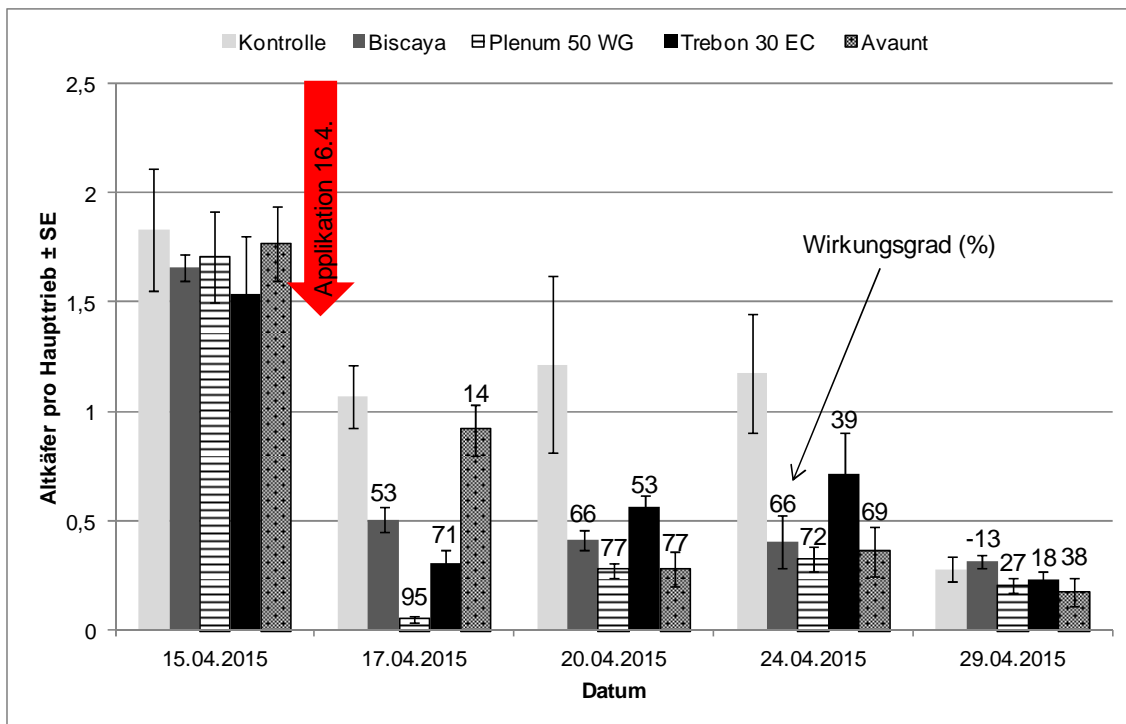


Abb. 5: Mittlere Anzahl Rapsglanzkäfer (\pm SE) pro Haupttrieb in unbehandelten und Insektizid behandelten Parzellen 1 Tag vor und 1, 4, 8 und 13 Tage nach der Applikation in BBCH 56 am Standort Niedernstücken im Versuchsjahr 2015, Wirkungsgrad (%) nach Abbott (1925)

3.1.1.3 Standorte des Landesamtes für Landwirtschaft, Lebensmittelsicherheit und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern

2013:

Am Standort Cramonshagen, an dem 2013 ein sehr geringer Befallsdruck herrschte, erfolgte lediglich eine Befallserfassung am 13. Mai fünf Tage nach Applikation der Insektizide. In den Kontrollparzellen wurde eine Altkäferdichte von durchschnittlich 0,3 Käfern pro Haupttrieb ermittelt. In der Karate Zeon Variante war die Altkäferdichte um 38% reduziert, Biscaya und Trebon 30 EC erzielten Wirkungsgrade von 54% bzw. 62% (Abb. 6).

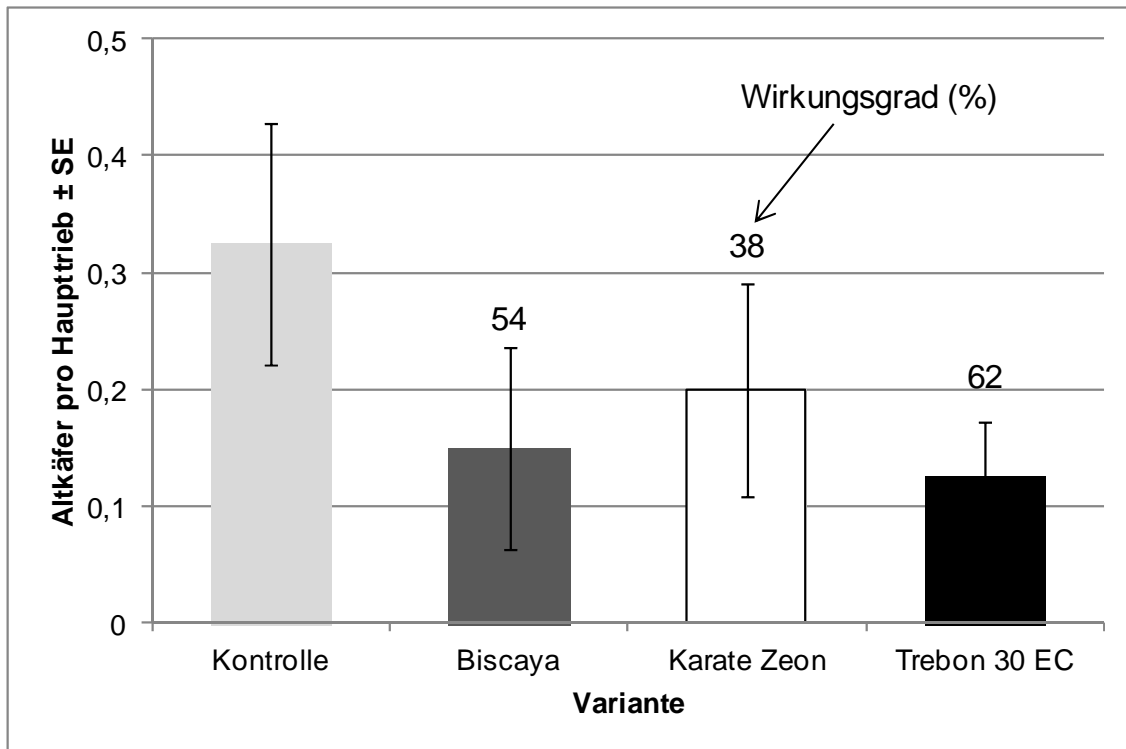


Abb. 6: Mittlere Anzahl Rapsglanzkäfer (\pm SE) pro Haupttrieb in unbehandelten und Insektizid behandelten Parzellen 5 Tage nach der Applikation in BBCH 59 am Standort Cramonshagen im Versuchsjahr 2013, Wirkungsgrad (%) nach Abbott (1925)

2014:

Am Versuchsstandort Kleefeld erfolgte die erste Altkäferzählung vor der Applikation am 31. März 2014 (BBCH 55) in den Kontrollparzellen. Pro Haupttrieb wurden im Mittel 4,8 Käfer ermittelt (Abb. 7). Bei der folgenden Erfassung des Rapsglanzkäferbefalls zwei Tage nach der Applikation hatte die Käferdichte in der Kontrolle abgenommen und betrug noch 3 Käfer pro Haupttrieb. Die beste Wirkung zeigte Mavrik mit einem Wirkungsgrad von 69%. Alle anderen Insektizide zeigten zu diesem Zeitpunkt nur eine relativ geringe Wirkung und unterschieden sich nicht voneinander. Sieben Tage nach der Applikation halbierte Biscaya die Käferdichte im Vergleich zur Kontrolle. Avaunt, Mavrik und Plenum 50 WG zeigten eine bessere Wirkung und erreichten Wirkungsgrade von 74 bis 79%. Die folgende Erfassung der Altkäferdichte wurde 15 Tage nach der Applikation durchgeführt und zeigte keine großen Unterschiede zwischen den behandelten Varianten. In der Kontrolle wurden 1,5 Rapsglanzkäfer pro Haupttrieb gezählt. Die beste Wirkung erreichte Avaunt mit einem Wirkungsgrad von 35%.

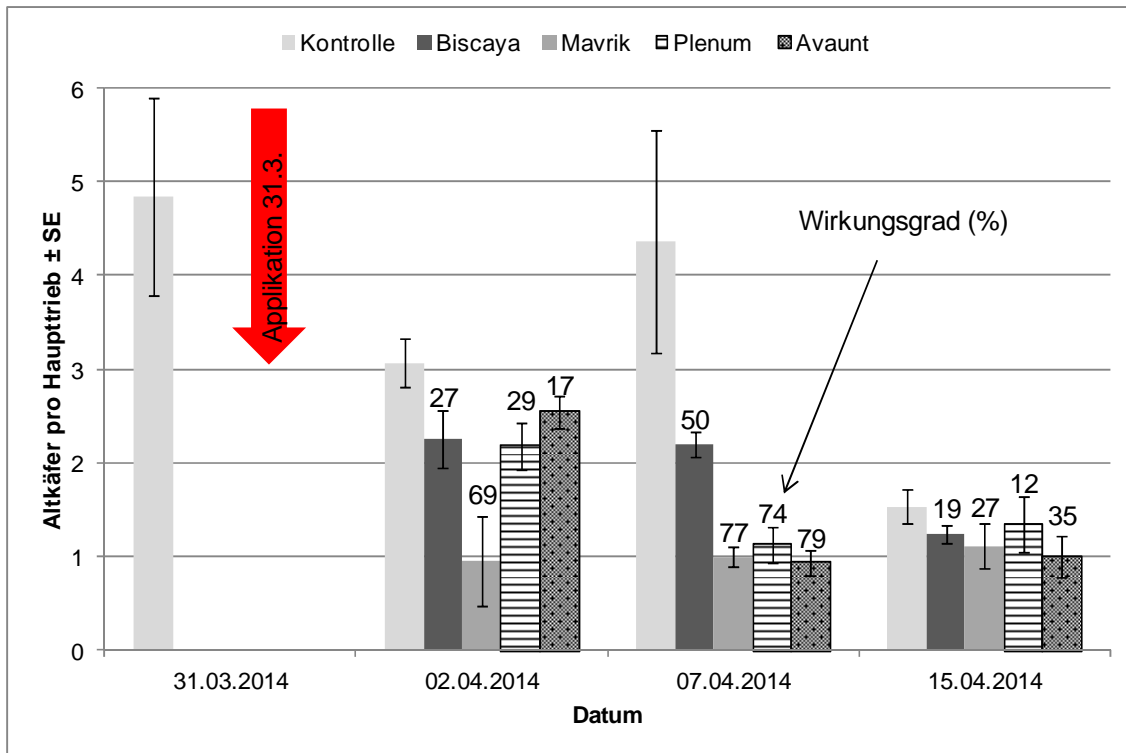


Abb. 7: Mittlere Anzahl Rapsglanzkäfer (\pm SE) pro Haupttrieb in unbehandelten und Insektizid behandelten Parzellen direkt vor und 2, 7 und 15 Tage nach der Applikation in BBCH 55 am Standort Kleefeld im Versuchsjahr 2014, Wirkungsgrad (%) nach Abbott (1925)

2015:

Die erste Altkäferzählung am Standort Kleefeld erfolgte am 23. April 2015 in den Kontrollparzellen direkt vor der Applikation in BBCH 57-59. Hier wurden im Mittel 3,9 Rapsglanzkäfer pro Haupttrieb gezählt (Abb. 8). Bei der folgenden Erfassung des Rapsglanzkäferbefalls einen Tag nach der Applikation betrug die Käferdichte in der Kontrolle 3,9 Käfer pro Haupttrieb. Die Insektizidbehandlungen zeigten ähnliche Wirkung mit Wirkungsgraden von 34% bis 41%. Die nächste Altkäferzählung erfolgte vier Tage nach Applikation. Die Behandlung mit Mospilan zeigte die geringste Wirkung (Wirkungsgrad 23%), Avaunt erreichte die stärkste Käferreduktion (Wirkungsgrad 56%).

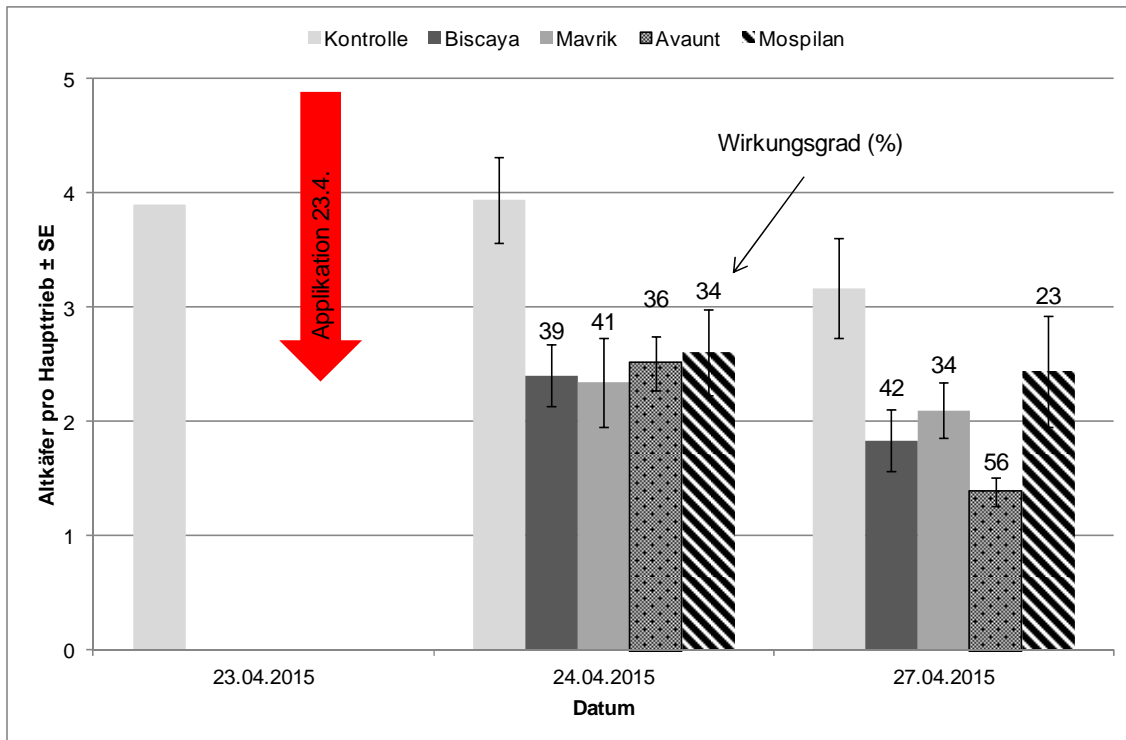


Abb. 8: Mittlere Anzahl Rapsgrünzäfer (\pm SE) pro Haupttrieb in unbehandelten und Insektizid behandelten Parzellen direkt vor und 1 und 4 Tage nach der Applikation in BBCH 57-59 am Standort Kleefeld im Versuchsjahr 2015, Wirkungsgrad (%) nach Abbott (1925)

3.1.1.4 Standorte der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft

2013:

Durch Abklopfen von 25 Haupttrieben pro Parzelle erfolgte am 23. April 2013 direkt vor der Insektizidapplikation in BBCH 55 – 57 die erste Altkäferzählung am Standort Puch. Zu diesem Zeitpunkt wurden durchschnittlich 7 Käfer pro Haupttrieb gezählt. Am 29. April, sechs Tage nach der Applikation erfolgte eine weitere Befallserfassung. In den Kontrollparzellen wurden im Durchschnitt 14 Käfer pro Haupttrieb erfasst. Karate Zeon und Biscaya reduzierten die Population um 29% bzw. 34% (Abb. 9). Eine sehr gute Wirkung zeigten Avaunt und Plenum 50 WG mit einem Wirkungsgrad von 82% und 77%. Eine wiederholte Befallserfassung wurde am 6. Mai, 13 Tage nach der Behandlung durchgeführt. In den mit Karate Zeon behandelten Parzellen und den mit Biscaya behandelten Parzellen wurden mit durchschnittlich jeweils 10 Käfer pro Haupttrieb die größten Käferdichten beobachtet. Avaunt und Plenum 50 WG zeigten eine lang anhaltende Wirkung. 13 Tage nach Applikation war hier noch ein Wirkungsgrad von 65% bzw. 60% zu verzeichnen.

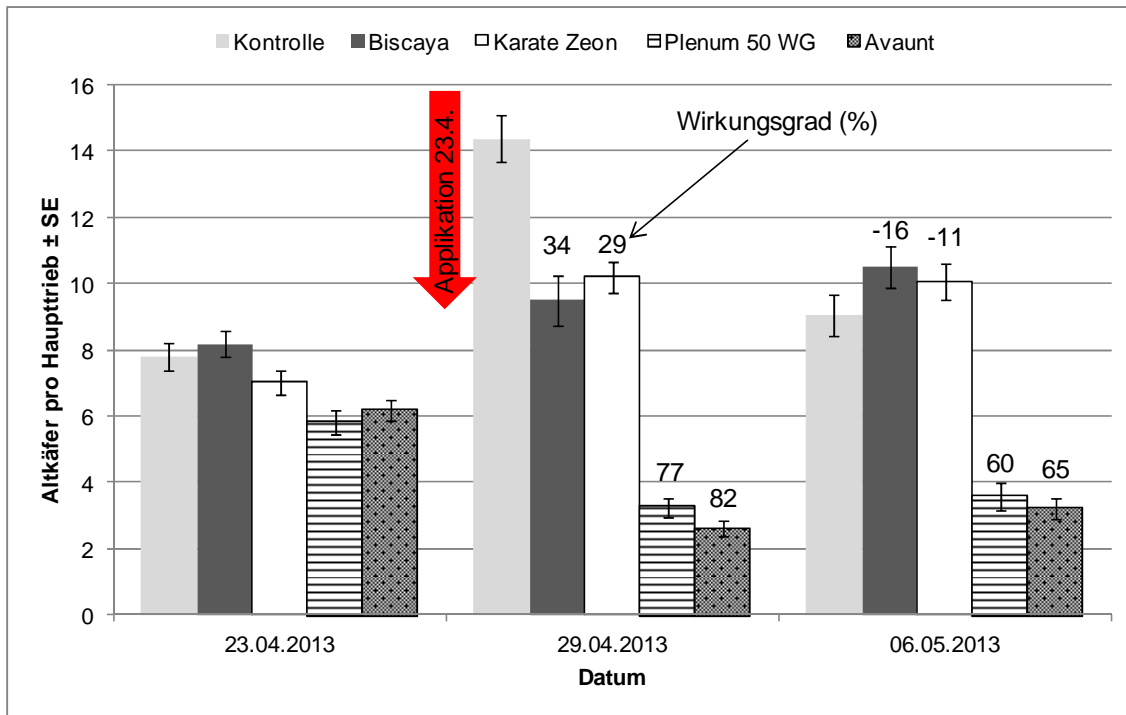


Abb. 9: Mittlere Anzahl Rapsgranzkäfer (\pm SE) pro Haupttrieb in unbehandelten und Insektizid behandelten Parzellen direkt vor und 6 und 13 Tage nach der Applikation in BBCH 55-57 am Standort Puch im Versuchsjahr 2013, Wirkungsgrad (%) nach Abbott (1925)

2014:

Die erste Befallserfassung am Versuchsstandort Puch wurde am 31. März 2014 in BBCH 55 vollzogen. 25 Haupttriebe pro Parzelle wurden abgeklopft. Im Durchschnitt wurden in den zu diesem Zeitpunkt noch unbehandelten Parzellen 2,4 Käfer pro Haupttrieb gezählt (Abb. 10). Drei Tage nach der Applikation wurden 50 Haupttriebe pro Parzelle bonitiert und die höchste Käferdichte in den mit Karate Zeon behandelten Parzellen gezählt (4,2 Käfer pro Haupttrieb). Die Insektizide Biscaya, Avaunt und Plenum 50 WG reduzierten die Population deutlich. Dabei zeigte Plenum 50 WG die stärkste Wirkung und reduzierte die Käferdichte um 82%. Zehn Tage nach der Applikation gab es keine Unterschiede zwischen der Kontrolle und der Karate Zeon Variante. Die anderen Insektizide zeigten allerdings Wirkung. Biscaya erreichte eine Reduktion von 56%, Avaunt von 72% und Plenum 50 WG von 86%. Die letzte Zählung erfolgte 16 Tage nach der Applikation. Zu diesem Zeitpunkt herrschte nur noch ein geringer Befallsdruck von durchschnittlich 0,5 Käfern pro Haupttrieb. Deutlich geringere Käferzahlen wurden in den Parzellen beobachtet, die mit Plenum 50 WG und Avaunt behandelt wurden.

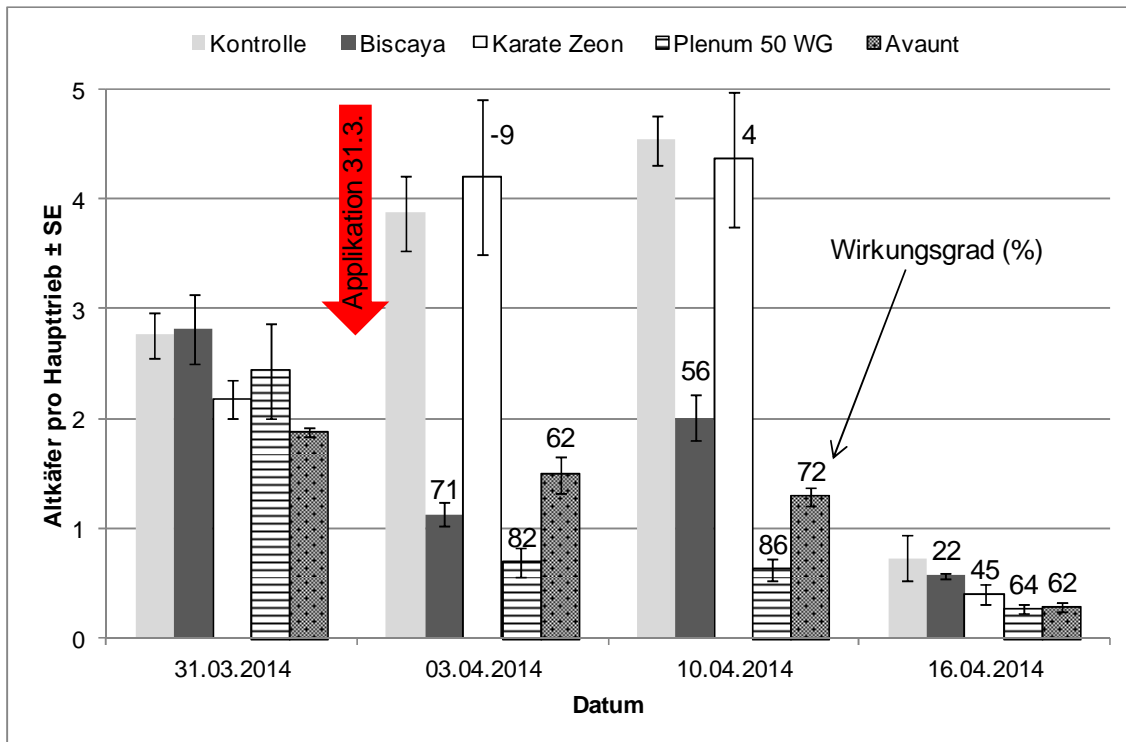


Abb. 10: Mittlere Anzahl Rapsglanzkäfer (\pm SE) pro Haupttrieb in unbehandelten und Insektizid behandelten Parzellen direkt vor und 3, 10 und 16 Tage nach der Applikation in BBCH 55 am Standort Puch im Versuchsjahr 2014, Wirkungsgrad (%) nach Abbott (1925)

2015:

Am 16. April 2015 wurde direkt vor der Insektizidapplikation in BBCH 57 der Befall mit Altkäfern durch Ausklopfen von 50 Haupttrieben pro Parzelle am Standort Puch erfasst. Im Durchschnitt wurden in den zu diesem Zeitpunkt noch unbehandelten Parzellen 2,5 Käfer pro Haupttrieb gezählt (Abb. 11). Vier Tage nach der Applikation wurden in der Kontrolle 3 Käfer pro Haupttrieb beobachtet. Die Insektizide reduzierten die Käferdichte, wobei Karate Zeon einen Wirkungsgrad von 42% aufwies und die anderen Insektizide eine deutlich bessere Wirkung zeigten. Biscaya erreichte einen Wirkungsgrad von 79%, Mavrik 92% und Avaunt 98%. Auch sieben Tage nach der Applikation waren die Käferdichten in den mit Insektiziden behandelten Parzellen gegenüber der Kontrolle reduziert, wobei Mavrik und Avaunt bessere Wirkung (75% Wirkungsgrad) aufzeigten als Biscaya (59%) und Karate Zeon (48%). 13 Tage nach der Applikation war die Anzahl Altkäfer pro Haupttrieb auch in der Kontrolle abgesunken (1 Käfer pro Haupttrieb). Die meisten Käfer wurden in den Biscaya behandelten Parzellen gezählt, die geringste Käferzahl in den Mavrikparzellen.

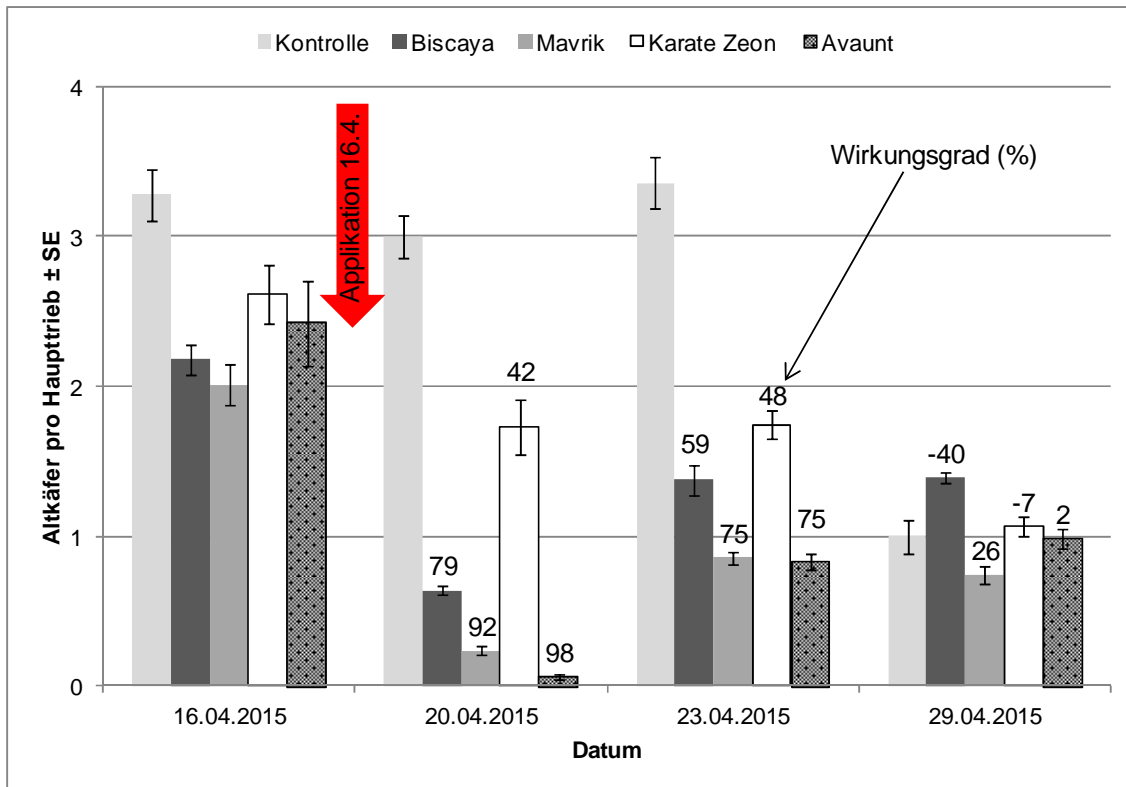


Abb. 11: Mittlere Anzahl Rapsglanzkäfer (\pm SE) pro Haupttrieb in unbehandelten und Insektizid behandelten Parzellen direkt vor und 4, 7 und 13 Tage nach der Applikation in BBCH 57 am Standort Puch im Versuchsjahr 2015, Wirkungsgrad (%) nach Abbott (1925)

3.1.1.5 Standort der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein

Die erste Altkäferzählung am Standort Bovenau erfolgte durch Abklopfen von 20 Haupttrieben pro Parzelle am 16. April 2015 in den Kontrollparzellen einen Tag vor der Applikation in BBCH 55 – 59. Hier wurden im Mittel 3,3 Rapsglanzkäfer pro Haupttrieb gezählt (Abb. 12). Einen Tag nach der Applikation war die Käferdichte insgesamt deutlich geringer (0,9 Rapsglanzkäfer pro Haupttrieb in der Kontrolle). Biscaya, Avaunt und Mospilan reduzierten die Käferdichte nur leicht, Mavrik und Trebon 30 EC erreichten Wirkungsgrade von 72% und 76%. Drei Tage nach der Applikation stieg die Käferdichte in den Kontrollparzellen wieder etwas an (1,8 Käfer pro Haupttrieb), wohingegen die Altkäferzahlen in den Insektizid behandelten Parzellen reduziert war (Wirkungsgrade 65% - 87%). Ein ähnlicher Trend zeigte sich auch fünf Tage nach der Behandlung. Hier wurden in den behandelten Parzellen Wirkungsgrade von 51% - 73% erzielt. Sieben Tage nach der Applikation ist lediglich eine leichte Käferreduktion in den Avaunt Parzellen zu erkennen. Zehn Tage nach der Applikation ist der Befall mit Rapsglanzkäfern an den Haupttrieben nur noch sehr gering (0,5 Rapsglanzkäfer pro Haupttrieb in der Kontrolle).

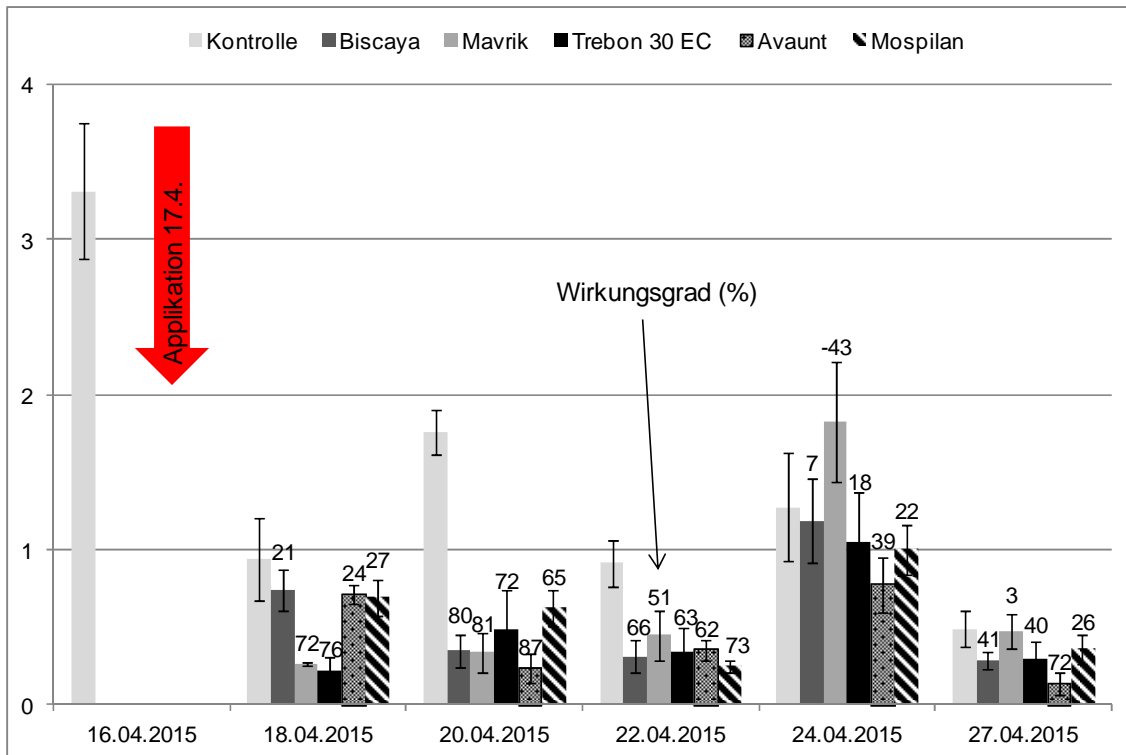


Abb. 12: Mittlere Anzahl Rapsglanzkäfer (\pm SE) pro Haupttrieb in unbehandelten und Insektizid behandelten Parzellen 1 Tag vor und 1, 3, 5, 7 und 10 Tage nach der Applikation in BBCH 55-59 am Standort Bovenau im Versuchsjahr 2015, Wirkungsgrad (%) nach Abbott (1925)

3.1.2 Knospenbelegung mit Eiern und Larven

2013:

Zur Erfassung der Eiablage in Knospen wurden Knospen des Haupttriebs von Rapspflanzen, die zwei Tage (25. April 2013) und neun Tage (2. Mai 2013) nach der Behandlung in BBCH 53 in den unterschiedlichen Varianten gezogen wurden bonitiert. Zwei Tage nach Applikation war zwischen den Knospen der Kontrolle und aus den Biscayapartellen kein signifikanter Unterschied erkennbar. In den mit Karate Zeon behandelten Partellen lag der Anteil der mit Eiern belegten Knospen etwas höher. Der Vergleich mit dem Termin neun Tage nach Behandlung (Abb. 13) zeigt deutlich, dass bei den Pflanzen der Biscaya behandelten Partellen innerhalb einer Woche keine Zunahme der Knospenbelegung erfolgte, wohingegen die Eiablage in den Kontroll- und Karate Zeon Partellen unvermindert fortgesetzt wurde. In den Biscaya behandelten Partellen waren neun Tage nach Behandlung nur 17,8% der Knospen mit Eiern und Larven belegt, während in der Kontrolle und Karate Zeon Variante 41,5% bzw. 43,7% der Knospen belegt waren. Damit unterschied sich die Biscaya Variante signifikant von der Kontrolle und der Karate Zeon Variante.

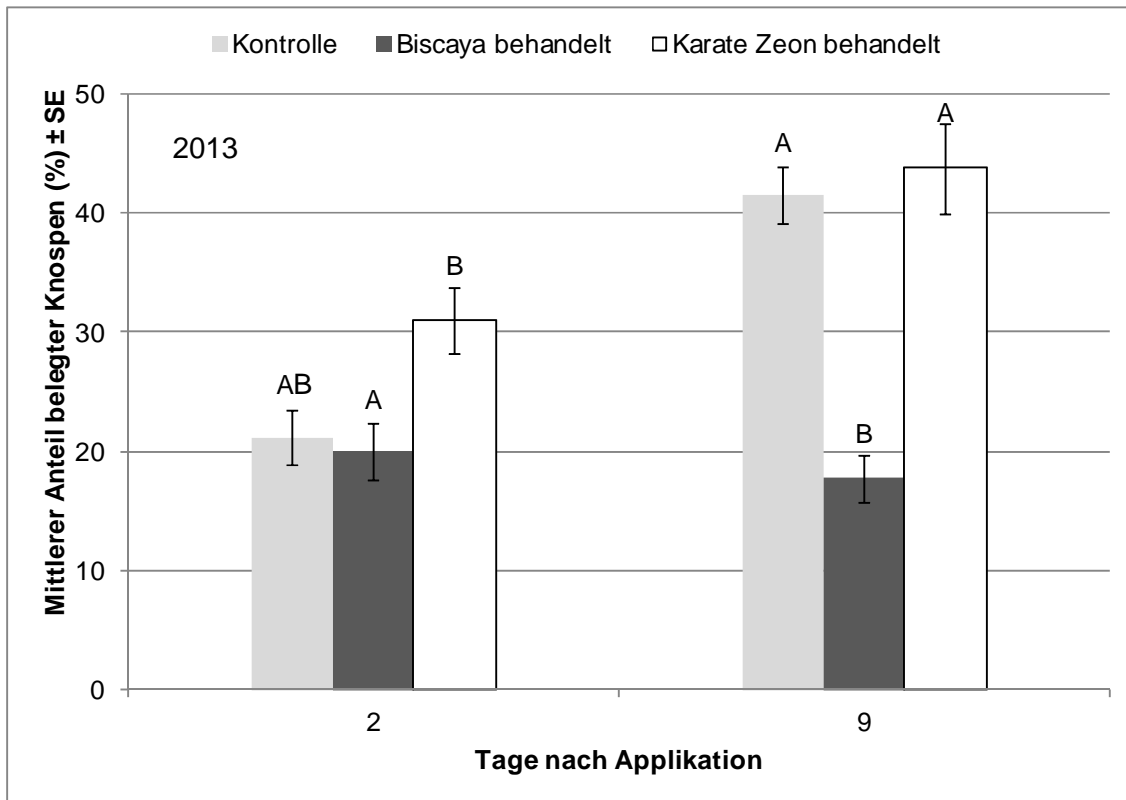


Abb. 13: Mittlerer Anteil mit Eiern und L1-Larven belegter Knospen (%) (\pm SE) am Haupttrieb von jeweils 40 Pflanzen pro Variante beprobt am 25. April (2 Tage nach Applikation) und 2. Mai 2013 (9 Tage nach Applikation) in den Varianten Kontrolle, Biscaya behandelt und Mavrik behandelt. Unterschiedliche Buchstaben an einem Tag kennzeichnen signifikante Unterschiede, GLMM, $p \leq 0.05$

2014:

Auch im Versuchsjahr 2014 wurde die Eiablage in die Knospen in den unterschiedlichen Varianten erfasst. Knospen des Haupttriebes von Rapspflanzen, die zwei Tage (2. April), neun Tage (9. April) und 14 Tage (14. April) nach der Behandlung in BBCH 55 in den unterschiedlichen Varianten gezogen wurden, wurden bonitiert. Insgesamt war der Belegungsgrad der Knospen im Versuchsjahr 2014 entsprechend des geringen Befalls mit Altkäfern sehr niedrig. Zwei Tage nach Applikation wurde ein heterogener Belegungsgrad zwischen den Varianten beobachtet (Abb. 14). Dies ist auf natürliche Variabilität zurückzuführen und signifikante Unterschiede zwischen den Varianten zu diesem Termin bestehen nicht. Der Vergleich mit dem Termin neun Tage nach Behandlung zeigt deutlich, dass bei den Pflanzen der Mavrik behandelten Parzellen (1,8% belegte Knospen) und insbesondere bei den Pflanzen der Biscaya behandelten Parzellen (1,0% belegte Knospen) innerhalb einer Woche kaum Eiablage erfolgte, wohingegen die Eiablage in den Kontrollparzellen unvermindert fortgesetzt wurde. Hier wurden 5,0% belegte Knospen gefunden und es bestand ein signifikanter Unterschied zu den Biscaya und Mavrik behandelten Parzellen. Dass die Varianten Biscaya und Mavrik neun Tage nach Applikation einen geringeren Belegungsgrad aufweisen als zwei Tage nach Applikation könnte auf einen Verdünnungseffekt zurückzuführen sein, der durch den Knospenzuwachs innerhalb einer Woche zustande kommen könnte, der die Anzahl der Eier legenden Käfer je Knospe reduziert.

Während der Insektizidapplikation waren in den Varianten 2 und 4 jeweils 15 Pflanzen pro Parzelle mit Plastiksäcken abgedeckt. Es zeigte sich deutlich, dass diese Pflanzen stärker mit Eiern belegt

wurden als die in unmittelbarer Nachbarschaft stehenden Pflanzen, die mit Biscaya bzw. Mavrik behandelt wurden. Die Knospenbelegung von Pflanzen die während der Behandlung abgedeckt waren, unterschied sich neun Tage nach der Applikation nicht signifikant von der Kontrolle. Allerdings bestand ein signifikanter Unterschied zu der Knospenbelegung von Biscaya-behandelten Pflanzen. Die Belegung der Knospen von Mavrik-behandelten Pflanzen und abgedeckten Pflanzen aus den Mavrikparzellen unterschied sich nicht signifikant.

Bis 14 Tage nach Behandlung waren in den Biscaya behandelten Parzellen nur 0,6% der Knospen mit Eiern belegt, während in der Kontrolle 3,9% und in der Mavrik Variante 1,9% der Knospen belegt waren. Die Biscaya Variante unterschied sich auch 14 Tage nach Behandlung signifikant von der Kontrolle und von den Pflanzen, die während der Biscaya-Behandlung abgedeckt waren. Die Knospenbelegung in der Mavrik Variante war zwar reduziert, unterschied sich aber nicht signifikant von der Kontrolle und von der Variante in der die Pflanzen während der Mavrik-Behandlung abgedeckt waren (Abb. 14).

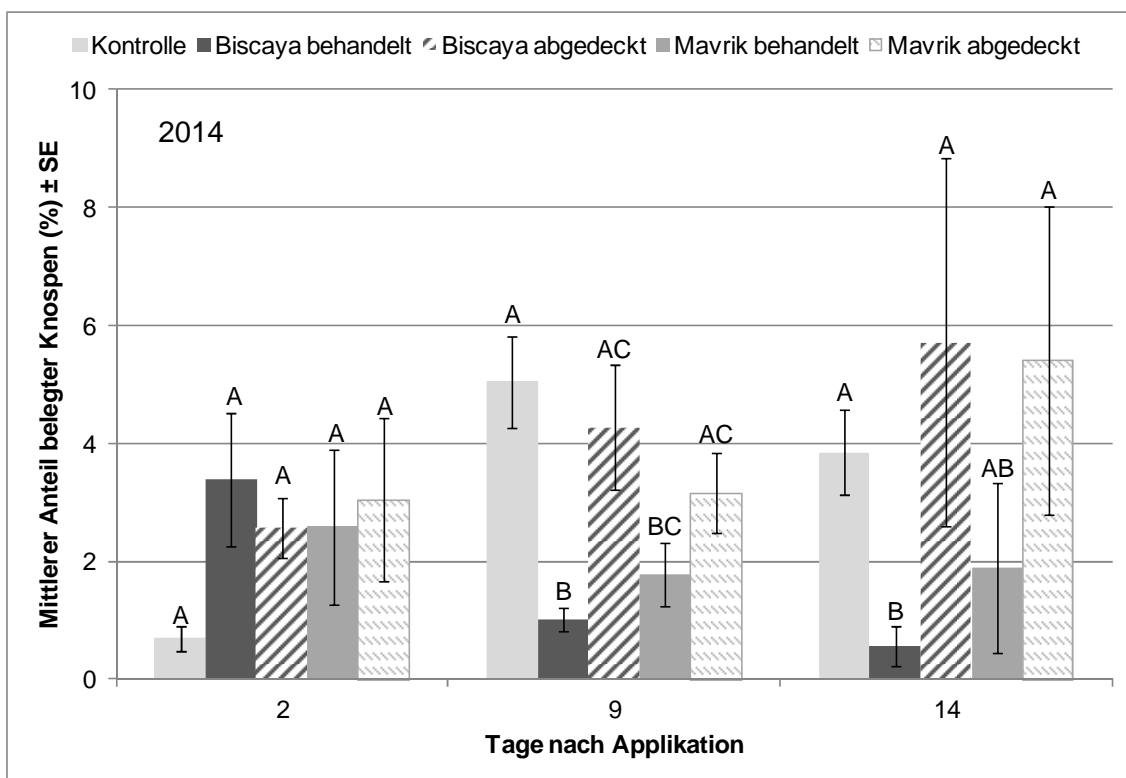


Abb. 14 : Mittlerer Anteil mit Eiern und L1-Larven belegter Knospen (%) (\pm SE) am Haupttrieb beprobt am 2. April (2 Tage nach Applikation), 9. April (9 Tage nach Applikation) und 14. April 2014 (14 Tage nach Applikation) in verschiedenen Varianten, 2 und 9 Tage nach Applikation: 40 Pflanzen pro Variante und Termin, 14 Tage nach Applikation: 20 Pflanzen, 2-14 Tage nach Applikation 20 Pflanzen abgedeckt während der Behandlung. Unterschiedliche Buchstaben an einem Tag kennzeichnen signifikante Unterschiede, GLMM, $p \leq 0.05$

2015:

Im Versuchsjahr 2015 wurden die ersten Pflanzenproben einen Tag nach der Applikation in BBCH 55 gezogen. Hier gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen den Varianten (Abb. 15). Auch

sieben Tage nach der Behandlung gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen den Varianten. Signifikante Unterschiede zeigten sich erst 14 Tage nach der Behandlung. Während in der Kontrolle 20,0% der Knospen mit Eiern oder L1-Larven befallen waren, waren in den Biscaya und Mavrikparzellen lediglich 3,6% bzw. 5,8% der Knospen befallen. Beide Varianten unterschieden sich signifikant von der Kontrolle. Der Anteil belegter Knospen an abgedeckten Pflanzen war höher im Vergleich zu den jeweils zugehörigen behandelten Pflanzen, allerdings ohne signifikante Unterschiede.

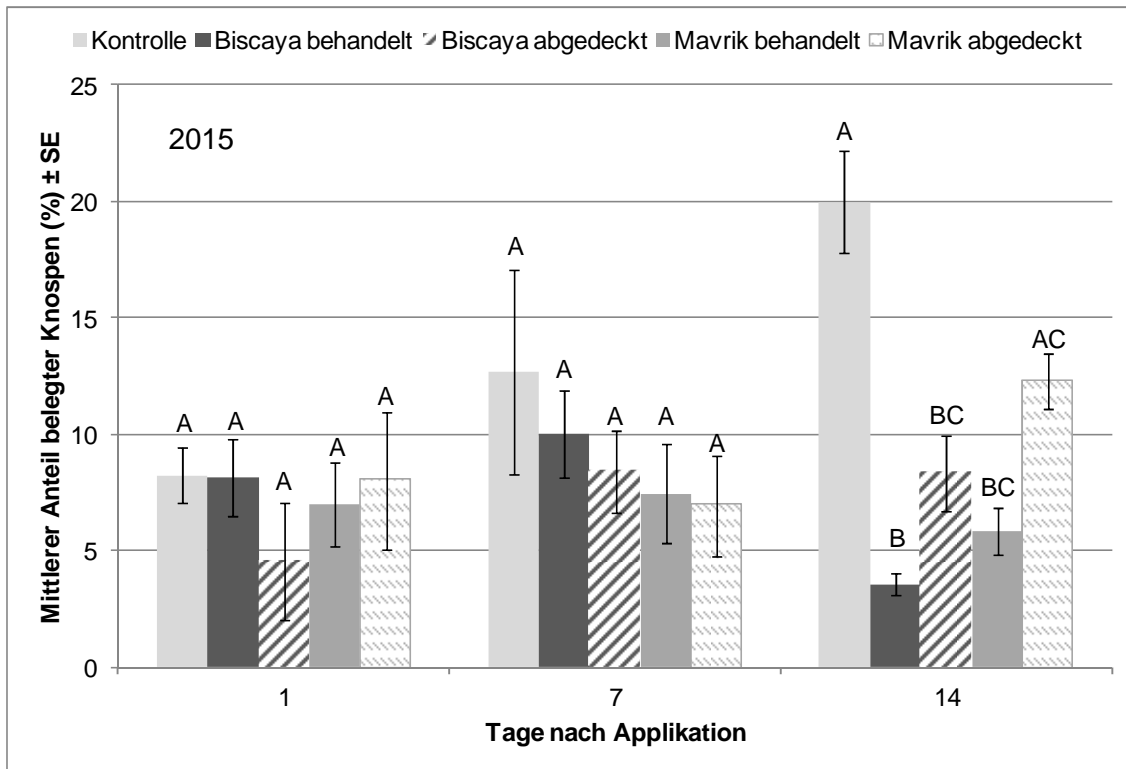


Abb. 15: Mittlerer Anteil mit Eiern und L1-Larven belegter Knospen (%) (\pm SE) am Haupttrieb beprobt am 17. April (1 Tag nach Applikation), 23. April (7 Tage nach Applikation) und 30. April 2015 (14 Tage nach Applikation) in verschiedenen Varianten, 2 und 9 Tage nach Applikation: 40 Pflanzen pro Variante und Termin, 14 Tage nach Applikation: 20 Pflanzen, 2-14 Tage nach Applikation 20 Pflanzen abgedeckt während der Behandlung. Unterschiedliche Buchstaben an einem Tag kennzeichnen signifikante Unterschiede, GLMM, $p \leq 0.05$

In allen Versuchsjahren wurde die Knospenbelegung auch an den Nebentrieben untersucht. Die Unterschiede, die an den Haupttrieben beobachtet wurden, konnten auch an den Nebentrieben erfasst werden. 2013 und 2014 war neun Tage nach Applikation die Knospenbelegung Biscaya-behandelter Pflanzen 82% bzw. 87% signifikant geringer im Vergleich zur Kontrolle (Tab. 8). 2015 war die Knospenbelegung sieben Tage nach der Applikation 44% geringer im Vergleich zur Kontrolle, allerdings war dieser Unterschied nicht signifikant. 2014 und 2015 war neun und sieben Tage nach der Behandlung die Knospenbelegung in Mavrik behandelten Parzellen 37% bzw. 54% geringer im Vergleich zur Kontrolle. Die Untersuchung der Knospen 14 Tage nach Applikation in 2014 und 2015 ergab eine signifikante Reduktion der Knospenbelegung in Biscaya (93% und 90% geringere Knospenbelegung) und Mavrik behandelten Parzellen (94% und 77% geringere Knospenbelegung). 2014 zeigte sich, wie auch schon am Haupttrieb beobachtet, neun und 14

Tage nach der Behandlung an den Biscaya-behandelten Pflanzen eine geringere Belegung der Knospen im Vergleich zu den abgedeckten Pflanzen. 14 Tage nach der Behandlung war der Unterschied signifikant. In 2014 zeigten auch die abgedeckten Pflanzen aus den Mavrik behandelten Parzellen neun und 14 Tage nach der Behandlung eine geringere Knospenbelegung im Vergleich zu Pflanzen aus behandelten Parzellen, allerdings ohne signifikante Unterschiede. 2015 bestand sieben Tage nach der Behandlung kein signifikanter Unterschied zwischen den Insektizid-behandelten Varianten und den abgedeckten Pflanzen. 14 Tage nach der Applikation war allerdings die Knospenbelegung abgedeckter Pflanzen signifikant erhöht im Vergleich zu der mit dem jeweiligen Insektizid behandelten Variante.

Tab. 8: Mittlerer Anteil mit Eiern und L1-Larven belegter Knospen (%) (\pm SE) an zwei **Nebentrieben** in unterschiedlichen Varianten 1-2 Tage nach Applikation (DAA) in BBCH 53 in 2013 und in BBCH 55 in 2014 und 2015, 7-9 DAA und 14 DAA in Feldversuchen, 40 Pflanzen pro Variante und Termin (Ausnahme 14 DAA in 2014: 20 Pflanzen), 20 während der Applikation abgedeckte Pflanzen. Unterschiedliche Buchstaben an einem Tag kennzeichnen signifikante Unterschiede, GLMM, $p \leq 0.05$

| Jahr/ | Variante | 1-2 DAA | 7-9 DAA | 14 DAA |
|-------|-------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| BBCH | | MW % belegte Knospen \pm SE | MW % belegte Knospen \pm SE | MW % belegte Knospen \pm SE |
| 2013 | Kontrolle | 6.59 \pm 0.85 AB | 39.94 \pm 3.60 A | |
| 53 | Biscaya behandelt | 3.21 \pm 0.54 A | 7.24 \pm 1.70 B | |
| | Karate behandelt | 11.10 \pm 1.52 B | 28.63 \pm 3.53 A | |
| 2014 | Kontrolle | 0.76 \pm 0.53 AB | 1.53 \pm 0.47 A | 1.58 \pm 0.78 AB |
| 55 | Biscaya behandelt | 0.60 \pm 0.36 AB | 0.21 \pm 0.07 B | 0.12 \pm 0.11 B |
| | Biscaya abgedeckt | 0.57 \pm 0.20 AB | 1.28 \pm 0.49 AB | 3.17 \pm 0.92 A |
| | Mavrik behandelt | 0.18 \pm 0.11 A | 0.96 \pm 0.51 AB | 0.10 \pm 0.09 B |
| | Mavrik abgedeckt | 1.95 \pm 0.91 B | 1.09 \pm 0.15 AB | 2.32 \pm 0.68 AB |
| 2015 | Kontrolle | 9.50 \pm 1.16 A | 12.16 \pm 2.90 A | 14.48 \pm 2.67 A |
| 55 | Biscaya behandelt | 7.08 \pm 1.76 AB | 6.86 \pm 2.16 AB | 1.51 \pm 0.13 B |
| | Biscaya abgedeckt | 2.86 \pm 1.34 B | 4.07 \pm 0.49 B | 5.06 \pm 0.92 CD |
| | Mavrik behandelt | 5.16 \pm 0.78 AB | 5.60 \pm 1.90 B | 3.30 \pm 0.94 BC |
| | Mavrik abgedeckt | 7.48 \pm 3.75 AB | 5.80 \pm 0.49 AB | 10.12 \pm 2.42 AD |

3.1.3 Larven und Jungkäfer

Mittels Bellaplastschalen wurden an allen Versuchsstandorten die von den Pflanzen herabfallenden Larven aufgefangen, ausgezählt und das Entwicklungsstadium bestimmt. Die nach der Verpuppung aus dem Boden geschlüpften Jungkäfer wurden lediglich an den Standorten des JKI mit Hilfe von Photoektoren erfasst.

3.1.3.1 Standorte des JKI

L1-Larven:

In allen drei Versuchsjahren wurden die ersten L1-Larven in den Bellaplastschalen in BBCH 62-65 gefunden. Nach der ersten Leerung der Bellaplastschalen 2013 (Sammelzeitraum BBCH 60-65) wurden die meisten L1-Larven in den Parzellen gefunden, die in BBCH 60 mit Biscaya behandelt wurden (Tab. 9). Hier fielen 706 L1-Larven m⁻² zu Boden. Diese Behandlung unterschied sich signifikant von allen anderen Varianten. 2014 und 2015 resultierte die Biscaya Behandlung in BBCH 62 in ähnlichen Effekten. In beiden Jahren wurden bei der ersten Leerung der Bellaplastschalen (BBCH 62-65) in den Parzellen, in denen Biscaya in BBCH 62 appliziert wurde, ein erhöhter Anteil L1-Larven beobachtet. 2014 wurden 425% mehr L1-Larven gezählt als in der Kontrolle, 2015 200% mehr. In beiden Versuchsjahren wurde in der Variante in der Mavrik in BBCH 55 appliziert wurde die geringste Zahl an L1 beobachtet.

Im zweiten Leerungszeitraum 2013 (BBCH 65-69) wurde die höchste Anzahl an L1-Larven in den Varianten gezählt, in denen Biscaya in BBCH 60 und 65 appliziert wurde (Tab. 9). In der Variante Biscaya BBCH 60 wurden 469 L1-Larven pro m² aufgefangen, in der Variante Biscaya BBCH 65 1122 L1-Larven pro m², während in der Kontrolle nur 293 Larven pro m² zu Boden fielen. Die Variante Biscaya BBCH 65 unterschied sich signifikant von der Kontrolle. 2014 fielen im zweiten Leerungszeitraum (BBCH 65-67) in allen Varianten nur wenig L1-Larven in die Bellaplastschalen, ohne signifikante Unterschiede. 2015 (BBCH 65-67) gingen in der Variante in der Biscaya in BBCH 62 appliziert wurde, im Vergleich zur Kontrolle signifikant mehr L1-Larven zu Boden (112%). Die im Vergleich zur Kontrolle signifikant geringste Anzahl L1-Larven wurde in den Varianten Biscaya BBCH 55 und Mavrik BBCH 55 beobachtet. Hier gingen etwa 63% weniger Larven zu Boden.

Die bei den Leerungsterminen der folgenden Wochen gefangene Anzahl an L1-Larven nahm im Lauf der Zeit kontinuierlich ab. 2013 gab es im dritten Leerungszeitraum (BBCH 69-71) keine signifikanten Unterschiede zwischen den Varianten. Im vierten Leerungszeitraum (BBCH 71-74) wurden in der Kontrolle signifikant mehr L1-Larven gefunden als in den Varianten Biscaya BBCH 53 (82% weniger L1) und BBCH 60 (70% weniger L1). 2014 und 2015 wurden im dritten (BBCH 67-69) und vierten (BBCH 69-72) Leerungszeitraum nur noch wenig L1-Larven gezählt, ohne signifikante Unterschiede zwischen den Varianten.

L2-Larven:

Auch die Anzahl der L2-Larven, die von den Pflanzen herabfielen, um sich im Boden zu Verpuppen wurde mittels Bellaplastschalen erfasst. In allen Versuchsjahren wurde der Höhepunkt der Abwanderung zum Zeitpunkt der abgehenden Blüte (BBCH 65-69) beobachtet. Die wenigsten L2-Larven wurden in allen Versuchsjahren in den Biscaya Varianten gezählt (Tab. 9). 2013 wurde der höchste Wirkungsgrad (58%) in der Variante Biscaya BBCH 60 festgestellt. Durch die Applikation von Biscaya in BBCH 53 und 65 wurden Wirkungsgrade von 25% und 38% erzielt. Die dreimalige Applikation von Karate Zeon hatte zur Folge, dass die Anzahl der zur Verpuppung abwandernden Larven im Vergleich zur Kontrolle um 10% erhöht war.

2014 wurde die Anzahl der abwandernden Larven durch die Insektizidbehandlungen beeinflusst. Die Applikation von Biscaya in BBCH 55 und 62 reduzierte signifikant die L2-Larven im Vergleich

zur Kontrolle (BBCH 55: Wirkungsgrad 34%, BBCH 62: 59%, Tab. 9). Die Anzahl der Larven in den Mavrik behandelten Parzellen war zwar ebenfalls reduziert, unterschied sich aber nicht signifikant von der Kontrolle (BBCH 55: Wirkungsgrad 30%, BBCH 62: 17%). Auch im Jahr 2015 wurden ähnliche Effekte beobachtet. Die Zahl der abwandernden L2-Larven wurde durch die Behandlung mit Biscaya in BBCH 55 und 62 signifikant reduziert (BBCH 55: Wirkungsgrad 64%, BBCH 62: 58%). Ebenso führte die Behandlung mit Mavrik in BBCH 55 zu einer signifikanten Reduktion der Larven (Wirkungsgrad: 53%). Die Applikation von Mavrik in BBCH 62 konnte die Larvenzahlen ebenfalls reduzieren (Wirkungsgrad: 13%), allerdings ohne signifikanten Unterschied zur Kontrolle.

Jungkäfer:

Die Dichte der neuen Generation von Rapsglanzkäfern wurde mit Hilfe von Photoektoren erfasst. Dabei zeigte sich 2013, passend zu der reduzierten Dichte abwandernder L2-Larven, eine signifikant verminderte Anzahl geschlüpfter Jungkäfer in den Varianten Biscaya BBCH 60 (37% weniger Jungkäfer im Vergleich zur Kontrolle) und Biscaya BBCH 65 (34% weniger Jungkäfer) (Tab. 9). In der Variante Biscaya BBCH 53 schlüpften 36% mehr Jungkäfer verglichen mit der Kontrolle und in den mit Karate Zeon behandelten Parzellen sogar 48% mehr Jungkäfer. Insgesamt fiel die Schlupfrate in allen Varianten mit durchschnittlich 3,5% in Wendhausen 2013 relativ gering aus. Grund dafür könnten trockenheitsbedingte tiefe Risse im Tonboden sein, die unter den Bodenringen der Photoektoren verliefen, diese dadurch nicht mehr dicht waren und die Käfer entweichen konnten.

2014 wurden erste Jungkäfer am 6. Juni (BBCH 80) in den Tüten der Photoektoren gezählt. In den folgenden Tagen bis zum 13. Juni erfolgte die Hauptschlupfphase (BBCH 81). Danach nahm die Anzahl der Jungkäfer deutlich ab. Der Schlupf zog sich bis zum 7. Juli hin. Über den gesamten Schlupfzeitraum zeigte sich, entsprechend der reduzierten Dichte abgewanderter L2-Larven, eine verminderte Anzahl geschlüpfter Jungkäfer in den behandelten Varianten. In der Kontrolle schlüpfen 223 Jungkäfer pro m² (Tab. 9). In den Parzellen in denen Biscaya in BBCH 55 appliziert wurde, schlüpfen 57% weniger Jungkäfer. Die Biscaya Behandlung zu Blühbeginn in BBCH 62 führte zu einer Reduktion um 59%. Auch die Mavrik Applikationen reduzierten die Populationsdichte. Die Behandlung in BBCH 55 reduzierte den Jungkäferschlupf um 47%, die Behandlung in BBCH 62 um 42%. Die Schlupfrate lag im Durchschnitt bei 23%.

2015 begann der Jungkäferschlupf am 17. Juni (BBCH 80). Die geringsten Jungkäferzahlen wurden in der Variante Biscaya BBCH 55 (Wirkungsgrad 76%) gefunden, gefolgt von der Variante Biscaya BBCH 62 (Wirkungsgrad 72%). Beide Varianten unterschieden sich signifikant von der Kontrolle (Tab. 9). Etwas schwächere Wirkung erzielten die Mavrik Behandlungen, allerdings konnte auch hier eine signifikante Reduktion der Jungkäfer festgestellt werden, wobei die Variante Mavrik BBCH 55 mit einem Wirkungsgrad von 57% bessere Effekte erzielte als die Variante Mavrik BBCH 62 (32%). Die Schlupfrate lag 2015 im Durchschnitt bei 40%.

Tab. 9: Mittlere Anzahl (\pm SE) L1-Larven, kumulierte mittlere Summe L2-Larven und Jungkäfer (NG RGK) m^{-2} in unterschiedlichen Varianten in Feldversuchen bei Braunschweig 2013-2015; Leerungstermin 1 = 2. – 15. Mai 2013 (BBCH 60 – 65)/ 16. – 23. April 2014 (BBCH 62 – 65)/ 29. April – 4. Mai 2015 (BBCH 62 – 65); Leerungstermin 2 = 15. – 23. Mai 2013 (BBCH 65 – 69)/ 23. – 30. April 2014 (BBCH 65 – 67)/ 4. – 11. Mai 2015 (BBCH 65 – 67). Unterschiedliche Buchstaben innerhalb einer Spalte und eines Jahres kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Varianten, L1-Larven: GLM, $p \leq 0.05$, L2-Larven und NG RGK: Tukey HSD-Test, $p \leq 0.05$

| Jahr | Variante/ BBCH | L1-Larven m^{-2} | L1-Larven m^{-2} | L2-Larven m^{-2} | NG RGK m^{-2} |
|------|----------------------|------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|
| | | \pm SE Termin 1 | \pm SE Termin 2 | \pm SE | \pm SE |
| 2013 | Kontrolle | 144.6 ± 12.1 A | 292.9 ± 45.9 A | 4831.7 ± 370.3 AC | 124.7 ± 19.6 AB |
| | Biscaya 53 | 108.2 ± 21.5 A | 260.1 ± 70.2 A | 3624.8 ± 375.2 AD | 171.0 ± 25.1 A |
| | Biscaya 60 | 706.1 ± 52.7 B | 469.1 ± 91.4 AB | 2051.5 ± 235.3 B | 78.3 ± 14.5 B |
| | Biscaya 65 | 143.4 ± 12.3 A | 1121.8 ± 433.2 B | 3003.2 ± 223.6 BD | 82.2 ± 15.0 B |
| | Karate 53, 60, 65 | 76.6 ± 22.3 A | 393.8 ± 71.8 A | 5310.7 ± 344.6 C | 186.0 ± 18.9 A |
| | 2014 | Kontrolle | 24.3 ± 9.5 AC | 14.6 ± 3.4 A | 809.4 ± 56.7 A |
| | Biscaya 55 | 23.1 ± 15.0 AC | 13.4 ± 4.2 A | 532.3 ± 36.2 BC | 95.3 ± 4.4 B |
| | Biscaya 62 | 127.6 ± 40.5 B | 23.1 ± 9.4 A | 334.2 ± 25.1 B | 92.3 ± 7.5 B |
| | Mavrik 55 | 3.6 ± 2.3 C | 7.3 ± 2.4 A | 570.0 ± 69.0 AB | 119.0 ± 17.2 B |
| | Mavrik 62 | 65.6 ± 24.2 AB | 8.5 ± 1.2 A | 673.3 ± 87.4 AC | 129.3 ± 13.3 B |
| 2015 | Kontrolle | 19.4 ± 6.0 AB | 160.2 ± 25.3 AC | 1716.1 ± 179.3 A | 862.7 ± 50.1 A |
| | Biscaya 55 | 20.7 ± 7.0 AB | 59.6 ± 6.4 B | 620.9 ± 70.7 B | 207.7 ± 7.3 B |
| | Biscaya 62 | 58.3 ± 18.9 A | 340.3 ± 65.7 C | 723.1 ± 77.6 B | 238.0 ± 36.7 BC |
| | Mavrik 55 | 15.8 ± 8.0 B | 58.9 ± 4.0 B | 810.4 ± 107.0 B | 372.3 ± 58.6 C |
| | Mavrik 62 | 19.4 ± 6.9 AB | 87.5 ± 22.2 AB | 1485.2 ± 189.2 A | 586.0 ± 62.6 D |

3.1.3.2 Standorte der Landwirtschaftskammer Niedersachsen

2013:

Die Erfassung der von den Pflanzen abfallenden L1- und L2-Larven erfolgte auch am Standort Stöckendrebber durch aufgestellte Bellaplastschalen über den Zeitraum vom 14. Mai bis 12. Juni 2013. Die meisten L1-Larven fielen jeweils in den Varianten Mavrik, Karate Zeon und der Kontrolle zu Boden (Abb. 16, Tab. 10). Die Anwendung von Biscaya, Plenum und Avaunt führte zu etwa 50% weniger L1-Larven und von Trebon 30 EC zu 37% weniger L1-Larven.

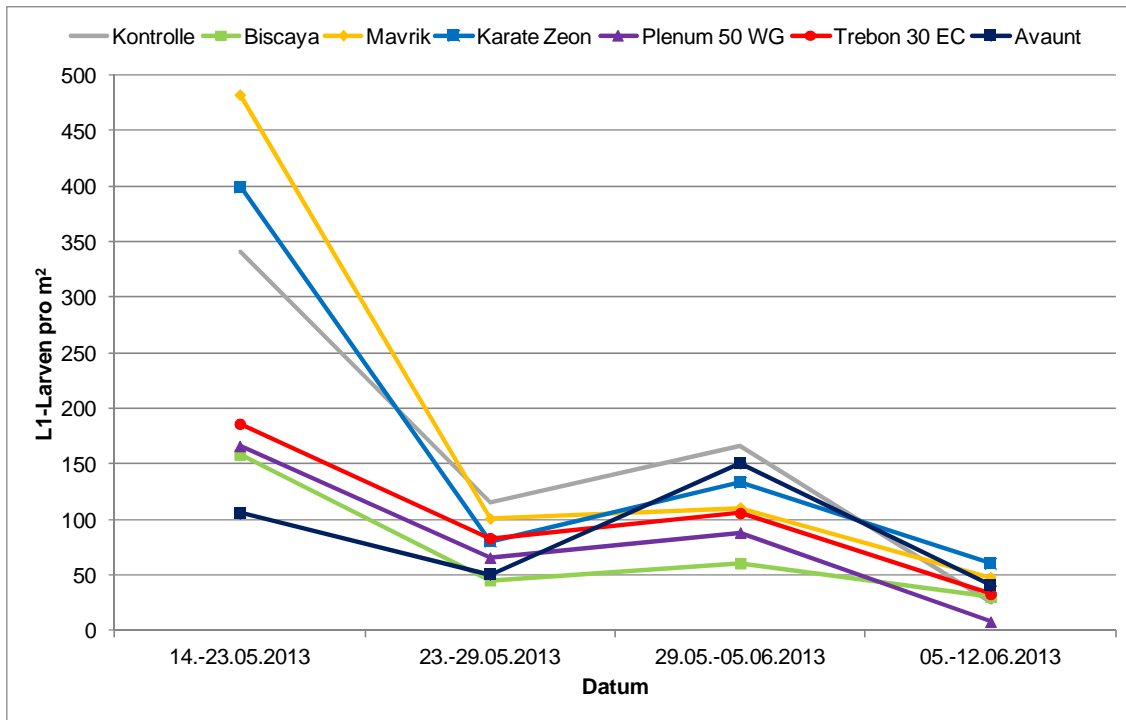


Abb. 16: Verlauf der L1-Larvenabwanderung in den unterschiedlichen Versuchsvarianten am Standort Stöckendrebber vom 14. Mai bis 12. Juni 2013

Die meisten L2-Larven wurden in der Kontrolle und der Karate Zeon Variante gezählt (Abb. 17, Tab. 10). Hier fielen über den Erfassungszeitraum etwa 3300 Larven pro m² zu Boden. Die Behandlung mit den Pyrethroiden der Klasse I, Mavrik und Trebon 30 EC bewirkte eine Reduktion der L2-Larven um etwa 20%. Plenum 50 WG und Avaunt erzielten Wirkungsgrade von etwa 40%. In den mit Biscaya behandelten Parzellen wurde die geringste Anzahl L2-Larven erfasst. Durchschnittlich fielen hier 1600 Larven pro m² zu Boden. Damit wurde in diesen Parzellen ein Wirkungsgrad von 51% erzielt.

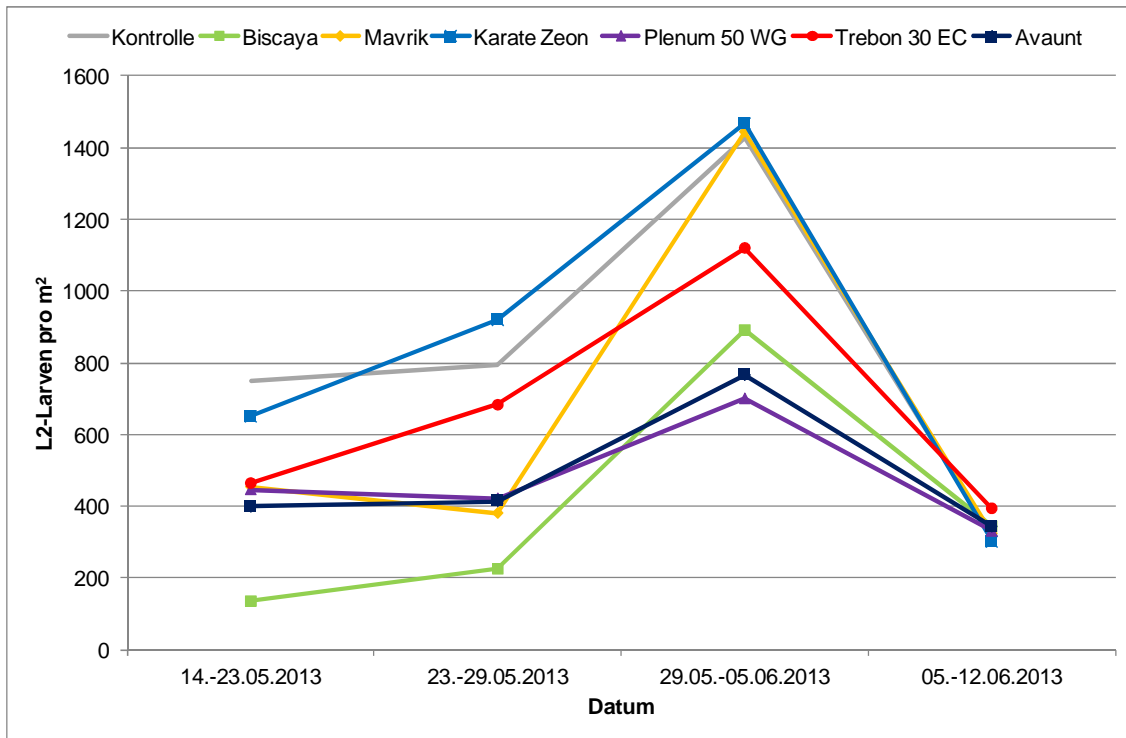


Abb. 17: Verlauf der L2-Larvenabwanderung in den unterschiedlichen Versuchsvarianten am Standort Stöckendrebber vom 14. Mai bis 12. Juni 2013

Tab. 10: Kumulierte mittlere Anzahl (\pm SE) L1- und L2-Larven m^{-2} die vom 14. Mai bis 12. Juni 2013 am Standort Stöckendrebber in unterschiedlichen Varianten zu Boden gefallen sind; WG = Wirkungsgrad (%) nach Abbott (1925)

| Variante | L1 m^{-2} | \pm SE | WG (%) | L2 m^{-2} | \pm SE | WG (%) |
|--------------|-------------|----------|--------|-------------|----------|--------|
| Kontrolle | 648 | 69,9 | | 3284 | 103,4 | |
| Biscaya | 294 | 22,6 | 54,7 | 1597 | 173,9 | 51,4 |
| Mavrik | 741 | 158,9 | -14,3 | 2604 | 257,7 | 20,7 |
| Karate Zeon | 673 | 94,0 | -3,9 | 3337 | 274,6 | -1,6 |
| Plenum 50 WG | 326 | 36,8 | 49,6 | 1901 | 31,6 | 42,1 |
| Trebon 30 EC | 407 | 82,3 | 37,2 | 2662 | 212,2 | 18,9 |
| Avaunt | 347 | 40,5 | 46,5 | 1924 | 224,6 | 41,4 |

2014:

Am Standort Stöckendrebber wurden die Bellaplastschalen am 31. März 2014 vor der Behandlung in BBCH 53 aufgestellt. Die erste Leerung erfolgte am 15. April, allerdings waren bis zum 22. April nur vereinzelt L1-Larven in den Schalen zu finden. Aus Abb. 18 wird deutlich, dass in den behandelten Parzellen der Peak des L1-Larvenfalls etwa 14 Tage nach hinten verschoben wurde. Dies ist durch die Wirkung der Insektizide auf die Altkäfer zu erklären. Für mindestens sieben Tage nach Applikation (danach keine Erfassung der Käferzahlen) war die Käferdichte in den behandelten Varianten im Vergleich zur Kontrolle deutlich reduziert, so dass auch weniger Eiablage stattfinden konnte und folglich weniger Larven schlüpfen konnten. Nachdem die Wirkung der Insektizide nachgelassen hatte, konnten die Knospen wieder mit Eiern belegt werden. Über den gesamten Zeitraum betrachtet, wird deutlich, dass die Insektizidbehandlungen in BBCH 53 den L1-Larvenfall zwar nach hinten verschoben hat, die Anzahl der zu Boden fallenden Larven sich

insgesamt aber nicht stark von der Kontrolle unterscheidet (Tab. 11). Biscaya, Plenum 50 WG und Avaunt reduzierten die L1-Larvendichte zwischen 18% und 24%. Die wenigsten L1-Larven fielen in der Variante Trebon 30 EC zu Boden (43% weniger L1-Larven im Vergleich zur Kontrolle).

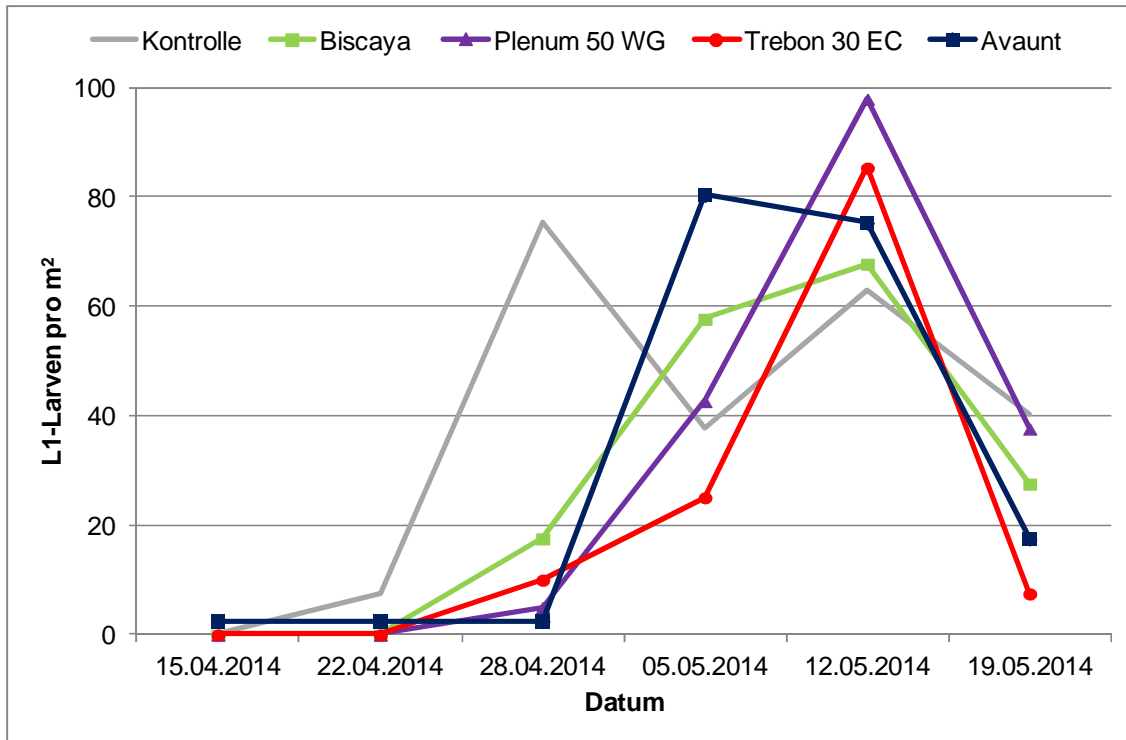


Abb. 18: Verlauf der L1-Larvenabwanderung in den unterschiedlichen Versuchsvarianten am Standort Stöckendrebber vom 31. März bis 19. Mai 2014

Auch die Abwanderung der L2-Larven wurde am Standort Stöckendrebber erfasst. Abb. 19 zeigt, dass die L2-Larvenabwanderung in den behandelten Varianten ebenfalls nach hinten verschoben wurde. Aus Abb. 19 geht aber auch hervor, dass die Bellaplastschalen am Standort Stöckendrebber zu früh eingezogen wurden, bevor die Abwanderung beendet war. Ein bis zwei weitere Leerungstermine wären nötig gewesen, um die Abwanderung der L2-Larven vollständig zu erfassen. Eine Addition der Anzahl der L2-Larven, die über den gesamten Beobachtungszeitraum zu Boden gegangen sind, ergibt, dass alle Insektizidbehandlungen zu einer Reduktion der Larven geführt haben (Abb. 19, Tab. 11). Zwischen den Varianten Trebon 30 EC, Biscaya und Plenum 50 WG bestanden keine großen Unterschiede (Wirkungsgrad 32 – 36%). Avaunt reduzierte die Population um 55%. Der starke Effekt von Avaunt ist wahrscheinlich auf die Altkäferwirkung zurückzuführen. Sieben Tage nach Applikation war die Käferdichte in den mit Avaunt behandelten Parzellen um 89% reduziert. Da Avaunt für eine lange Wirkdauer bekannt ist, ist davon auszugehen, dass auch nach der letzten Erfassung der Käferdichte sieben Tage nach Applikation noch eine Wirkung gegeben war. Für alle Varianten ist aber zu beachten, dass das Ende der Abwanderung nicht mit erfasst wurde und so nicht die tatsächliche Populationsstärke abgebildet werden kann.

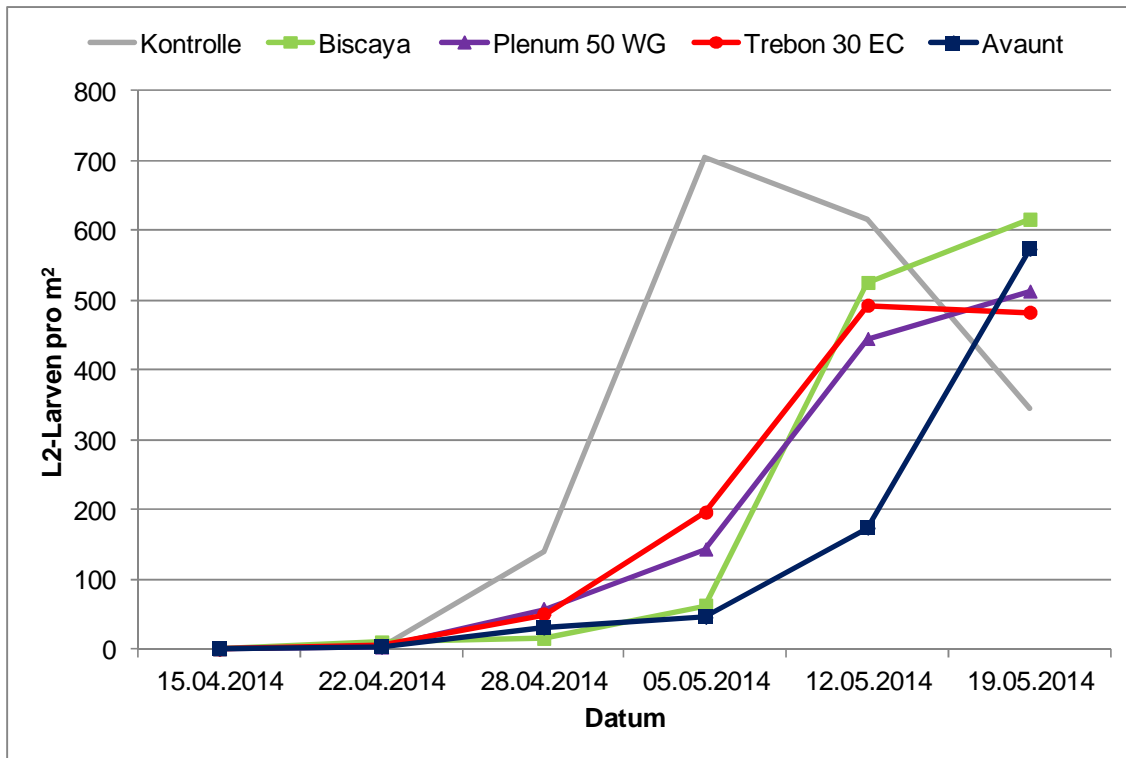


Abb. 19: Verlauf der L2-Larvenabwanderung in den unterschiedlichen Versuchsvarianten am Standort Stöckendrebber vom 31. März bis 19. Mai 2014

Tab. 11: Kumulierte mittlere Anzahl (\pm SE) L1- und L2-Larven m^{-2} die vom 31. März bis 19. Mai 2014 am Standort Stöckendrebber in unterschiedlichen Varianten zu Boden gefallen sind; WG = Wirkungsgrad (%) nach Abbott (1925)

| Variante | L1 m^{-2} | \pm SE | WG (%) | L2 m^{-2} | \pm SE | WG (%) |
|--------------|-------------|----------|--------|-------------|----------|--------|
| Kontrolle | 224 | 33,7 | | 1806 | 119,7 | |
| Biscaya | 171 | 18,3 | 23,6 | 1218 | 121,4 | 32,5 |
| Plenum 50 WG | 183 | 45,7 | 18,0 | 1158 | 96,8 | 35,9 |
| Trebon 30 EC | 128 | 23,3 | 42,7 | 1221 | 53,5 | 32,4 |
| Avaunt | 181 | 39,1 | 19,1 | 821 | 93,2 | 54,5 |

2015:

Am Standort Niedernstöcken wurden am 20. April 2015 in BBCH 58-60 die Bellaplastschalen aufgestellt. Die erste Leerung erfolgte am 29. April. Über die ersten vier Leerungstermine ist kein klarer Unterschied zwischen den Varianten zu beobachten. Am fünften Leerungstermin am 28. Mai wurden deutlich mehr L1-Larven in den Varianten gefunden, in denen Plenum 50 WG und Trebon 30 EC appliziert wurden (Abb. 20). Die kumulierte mittlere Anzahl L1-Larven, ermittelt über den gesamten Auffangzeitraum, zeigt, dass in der Varianten Trebon 30 EC 63% mehr L1-Larven zu Boden fielen als in der Kontrolle. Die übrigen Behandlungsvarianten unterschieden sich nicht deutlich von der Kontrolle (Tab. 12).

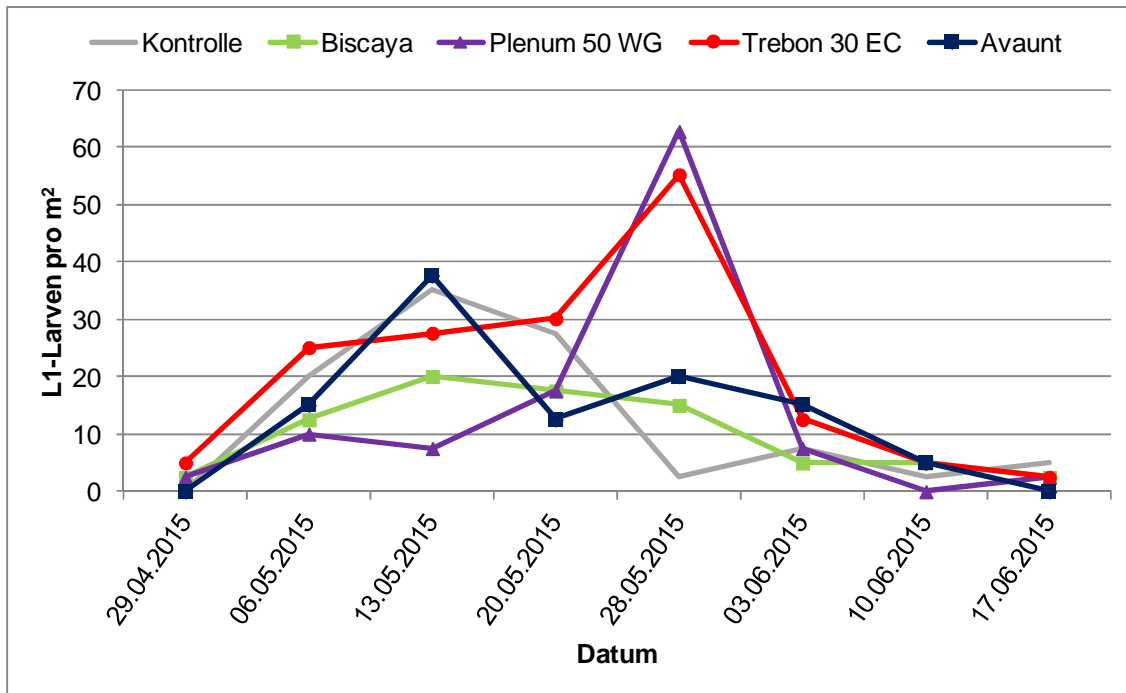


Abb. 20: Verlauf der L1-Larvenabwanderung in den unterschiedlichen Versuchsvarianten am Standort Niedernstöcken vom 20. April bis 17. Juni 2015

2015 wurde am Standort Niedernstöcken die Abwanderung der L2-Larven optimal erfasst. Zwischen dem 13. und 20. Mai (BBCH 67-70) fielen in der Kontrolle mit über 500 Larven pro m² die meisten Larven zu Boden. Alle Insektizidbehandlungen reduzierten die Anzahl der L2-Larven (Abb. 21, Tab. 12). Die stärkste Reduktion wurde durch Plenum 50 WG (Wirkungsgrad 62%) erzielt, gefolgt von Biscaya (54%) und Avaunt (49%). Die Behandlung mit Trebon 30 EC resultierte in einem Wirkungsgrad von 31%.

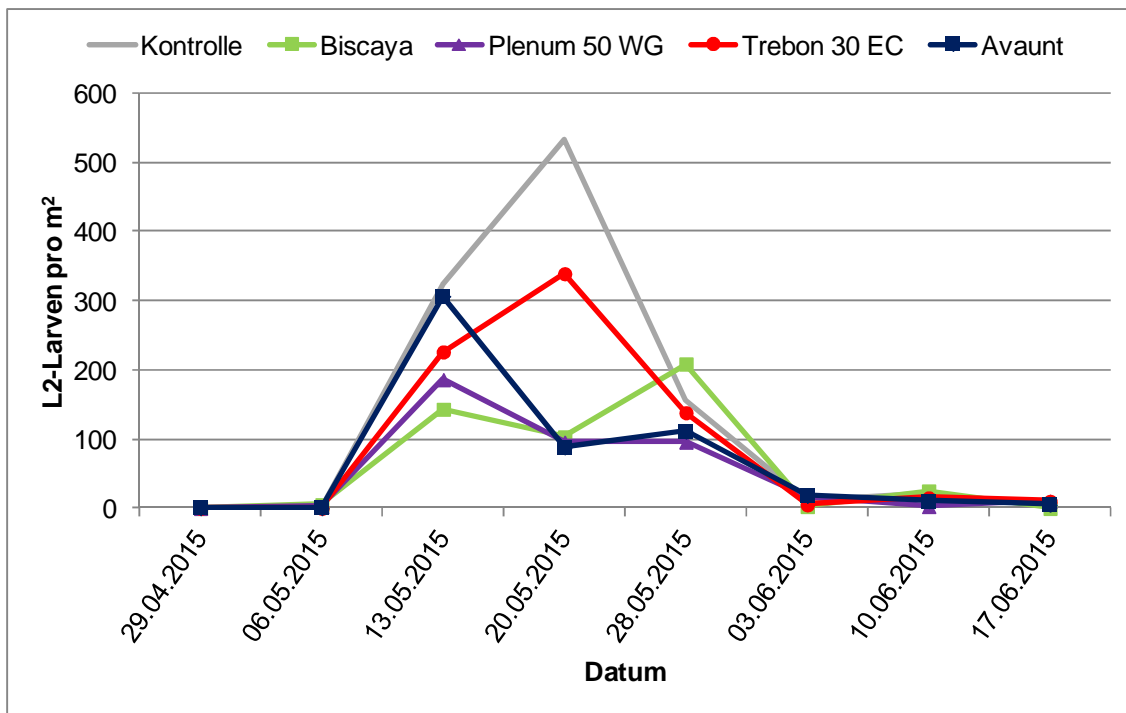


Abb. 21: Verlauf der L2-Larvenabwanderung in den unterschiedlichen Versuchsvarianten am Standort Niedernstöcken vom 20. April bis 17. Juni 2015

Tab. 12: Kumulierte mittlere Anzahl (\pm SE) L1- und L2-Larven m^{-2} die vom 20. April bis 17. Juni 2015 am Standort Niedernstöcken in unterschiedlichen Varianten zu Boden gefallen sind; WG = Wirkungsgrad (%) nach Abbott (1925)

| Variante | L1 m^{-2} | \pm SE | WG (%) | L2 m^{-2} | \pm SE | WG (%) |
|--------------|-------------|----------|--------|-------------|----------|--------|
| Kontrolle | 100 | 30,4 | | 1045 | 80,9 | |
| Biscaya | 80 | 7,1 | 20,0 | 482 | 26,3 | 53,8 |
| Plenum 50 WG | 110 | 26,6 | -10,0 | 394 | 92,4 | 62,3 |
| Trebon 30 EC | 163 | 33,4 | -62,5 | 723 | 116,8 | 30,8 |
| Avaunt | 105 | 22,6 | -5,0 | 532 | 45,5 | 49,0 |

3.1.3.3 Standorte des Landesamtes für Landwirtschaft, Lebensmittelsicherheit und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern

2013:

Der Larvenfall wurde am Standort Cramonshagen vom 28. Mai bis 18. Juni 2013 erfasst. In den mit Biscaya behandelten Parzellen gingen in diesem Zeitraum fast 50% mehr L1-Larven zu Boden als in der Kontrolle (Abb. 22, Tab. 13). Ähnlich war es in den mit Karate Zeon behandelten Parzellen. In der Variante Trebon 30 EC fielen ähnlich viele L1-Larven von den Pflanzen wie in der Kontrolle. Leider wurden die Schalen zu früh eingezogen und dadurch nicht der gesamte Larvenfall erfasst.

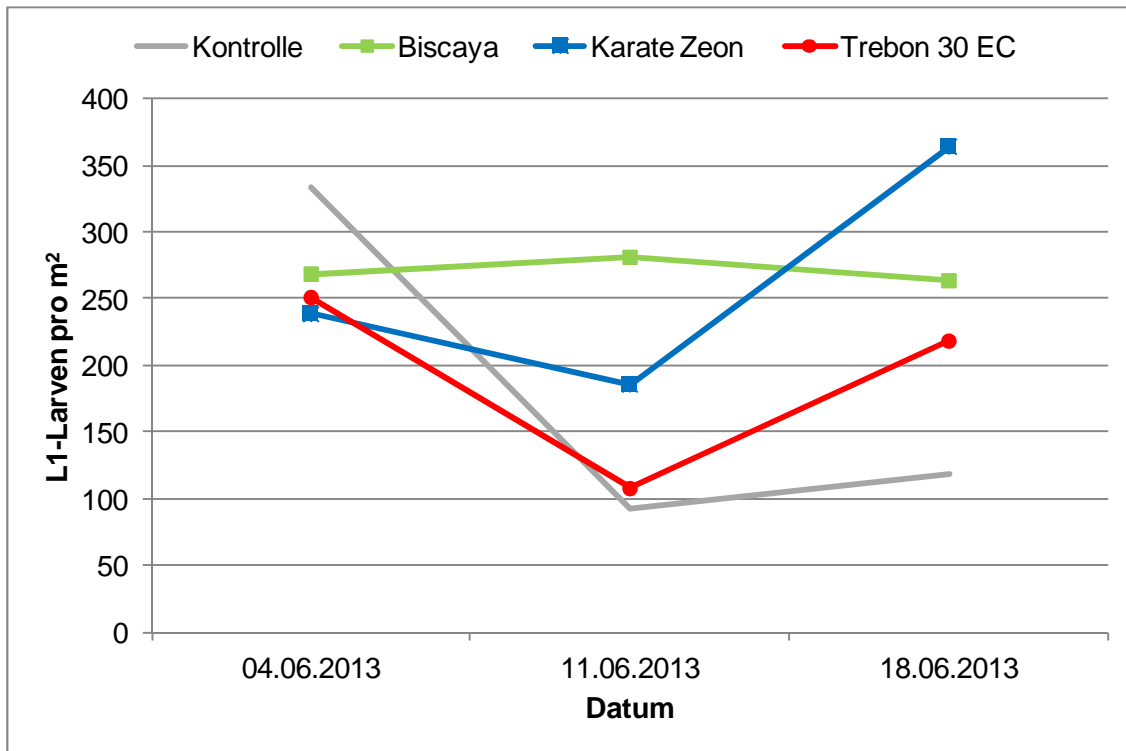


Abb. 22: Verlauf der L1-Larvenabwanderung in den unterschiedlichen Versuchsvarianten am Standort Cramonshagen vom 28. Mai bis 18. Juni 2013

Die meisten L2-Larven gingen am Standort Cramonshagen in den mit Karate Zeon behandelten Parzellen zu Boden (Abb. 23, Tab. 13). Hier wurden 751 L2-Larven pro m² erfasst. Dies waren etwa 29% mehr Larven als in der Kontrolle. In den Varianten Biscaya und Trebon 30 EC wurde die Anzahl L2-Larven im Vergleich zur Kontrolle lediglich um etwa 17% reduziert. Allerdings muss beachtet werden, dass durch den verfrühten Abbau der Schalen das Ende der Abwanderung nicht mit erfasst wurde und so nicht die komplette Larvenabwanderung abgebildet werden kann.

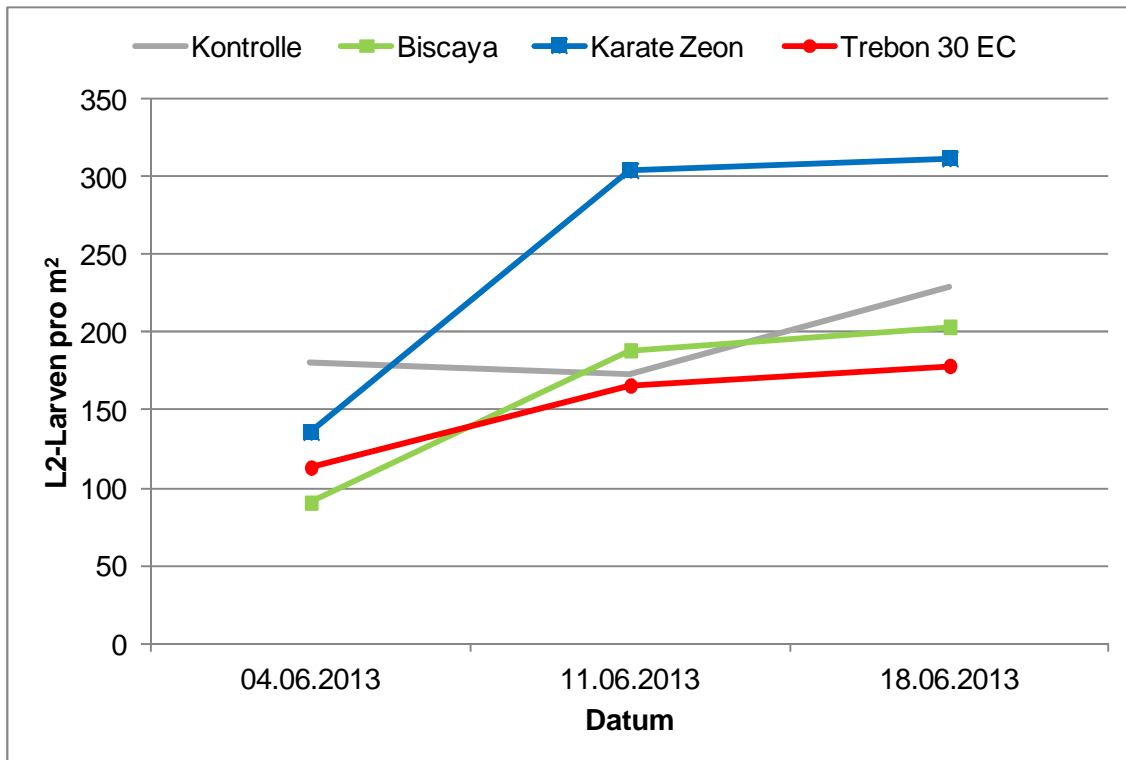


Abb. 23: Verlauf der L2-Larvenabwanderung in den unterschiedlichen Versuchsvarianten am Standort Cramonshagen vom 28. Mai bis 18. Juni 2013

Tab. 13: Kumulierte mittlere Anzahl (\pm SE) L1- und L2-Larven m^{-2} die vom 28. Mai bis 18. Juni 2013 am Standort Cramonshagen in unterschiedlichen Varianten zu Boden gefallen sind; WG = Wirkungsgrad (%) nach Abbott (1925)

| Variante | L1 m^{-2} | \pm SE | WG (%) | L2 m^{-2} | \pm SE | WG (%) |
|--------------|-------------|----------|--------|-------------|----------|--------|
| Kontrolle | 545 | 85,4 | | 583 | 88,6 | |
| Biscaya | 814 | 152,1 | -49,3 | 482 | 126,3 | 17,2 |
| Karate Zeon | 789 | 195,6 | -44,7 | 751 | 65,0 | -28,9 |
| Trebon 30 EC | 578 | 116,9 | -6,0 | 487 | 68,7 | 16,4 |

2014:

Am Standort Kleefeld wurden 2014 nur in den Varianten Kontrolle, Biscaya und Mavrik Bellaplastschalen aufgestellt. Die Aufstellung erfolgte vor der Insektizidbehandlung am 31. März in BBCH 55. Bis zum 22. April befanden sich keine Larven in den Schalen. Der L1-Larvenfall verlief in der Kontrolle und in den mit Biscaya behandelten Parzellen ähnlich (Abb. 24). In den mit Biscaya behandelten Parzellen fielen 27% mehr Larven zu Boden (Tab. 14). Die Mavrik Variante weicht aufgrund eines Ausreißers in einer Wiederholung bei der Leerung am 12. Mai von den anderen beiden Varianten ab.

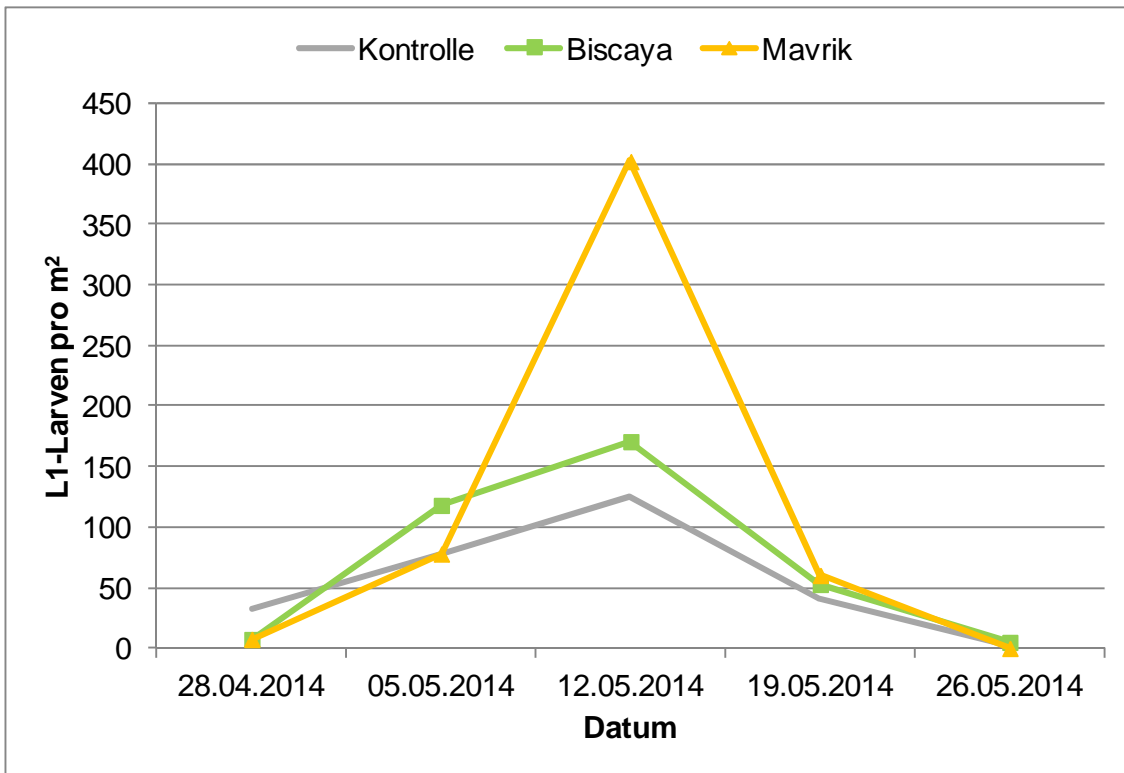


Abb. 24: Verlauf der L1-Larvenabwanderung in den unterschiedlichen Versuchsvarianten am Standort Kleefeld vom 22. April bis 26. Mai 2014

Die Abwanderung der L2-Larven am Standort Kleefeld ist in Abb. 25 dargestellt. Es deutet sich an diesem Standort eine Verschiebung der Larvenabwanderung in den behandelten Varianten an. Außerdem wurden die Bellaplastschalen etwa eine Woche zu früh eingezogen. Die Addition der Larven über den Zeitraum vom 22. April bis 26. Mai ergibt keine Unterschiede zwischen den Varianten (Tab. 14).

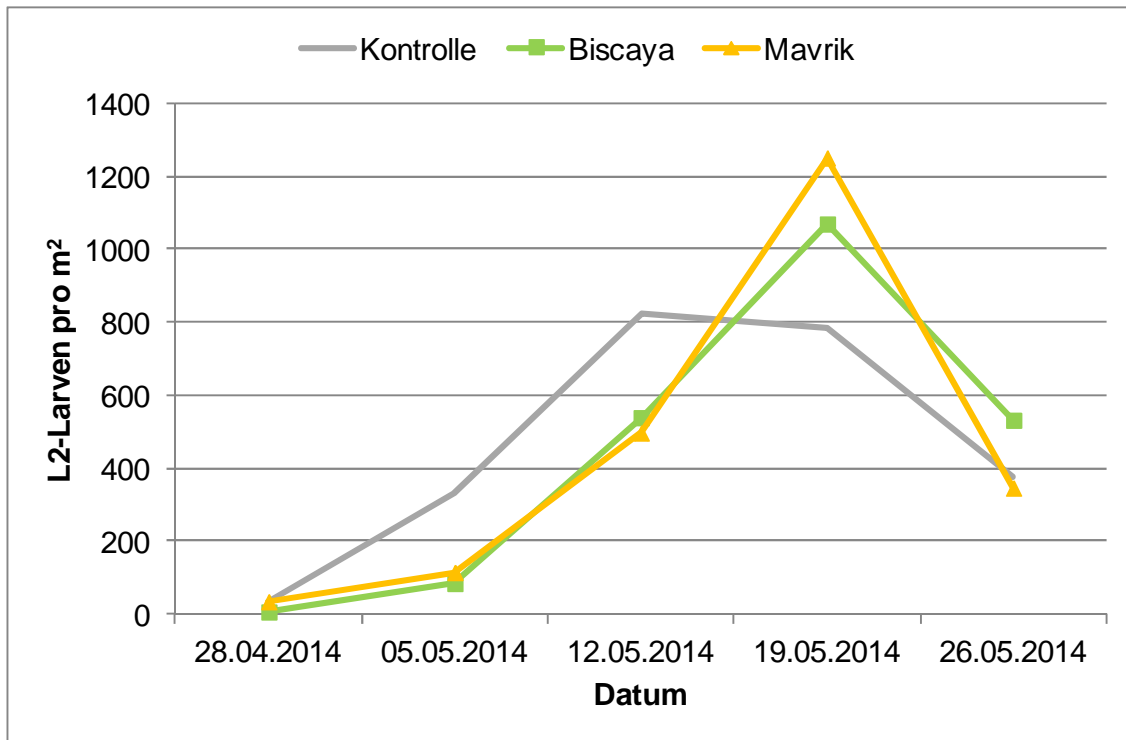


Abb. 25: Verlauf der L2-Larvenabwanderung in den unterschiedlichen Versuchsvarianten am Standort Kleefeld vom 22. April bis 26. Mai 2014

Tab. 14: Kumulierte mittlere Anzahl (\pm SE) L1- und L2-Larven m^{-2} die vom 22. April bis 26. Mai 2014 am Standort Kleefeld in unterschiedlichen Varianten zu Boden gefallen sind; WG = Wirkungsgrad (%) nach Abbott (1925)

| Variante | L1 m^{-2} | \pm SE | WG (%) | L2 m^{-2} | \pm SE | WG (%) |
|-----------|-------------|----------|--------|-------------|----------|--------|
| Kontrolle | 279 | 50,1 | | 2351 | 238,2 | |
| Biscaya | 354 | 64,5 | -27,0 | 2235 | 228,1 | 4,9 |
| Mavrik | 547 | 260,2 | -96,4 | 2245 | 279,4 | 4,5 |

2015:

Am 4. Mai 2015 wurden die Bellaplastschalen am Standort Kleefeld in BBCH 60-61 aufgestellt. Wie Abb. 26 zeigt, gab es an diesem Standort keinen Unterschied zwischen der Kontrolle und der Biscaya Behandlung in BBCH 57-59. Die Applikation von Mavrik führte zu einer geringen Reduktion der L1-Larven (Tab. 15).

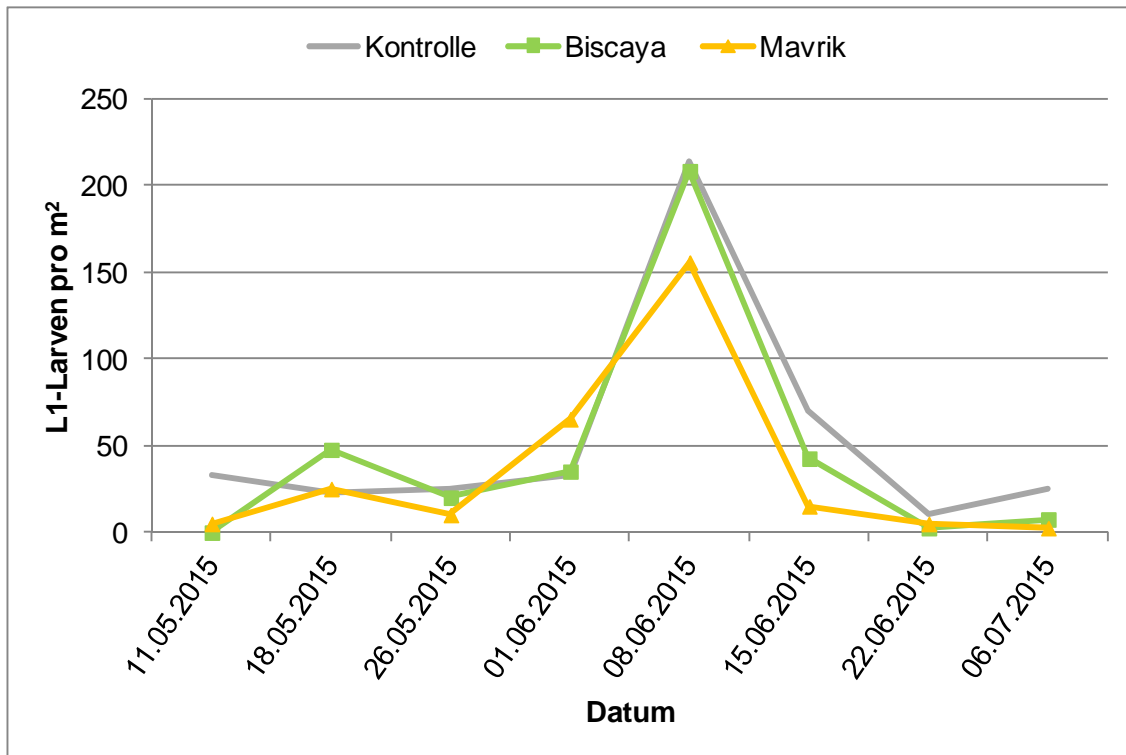


Abb. 26: Verlauf der L1-Larvenabwanderung in den unterschiedlichen Versuchsvarianten am Standort Kleefeld vom 04. Mai bis 06. Juli 2015

Die Abwanderung der L2-Larven war am Standort Kleefeld in den behandelten Varianten etwa um zwei Wochen nach hinten verschoben (Abb. 27). Die Hauptabwanderung erfolgte in BBCH 69 vom 1. bis 8. Juni. Die Anzahl der Larven war über den gesamten Zeitraum im Vergleich zur Kontrolle um 35% (Biscaya) bzw. 36% (Mavrik) reduziert (Tab. 15).

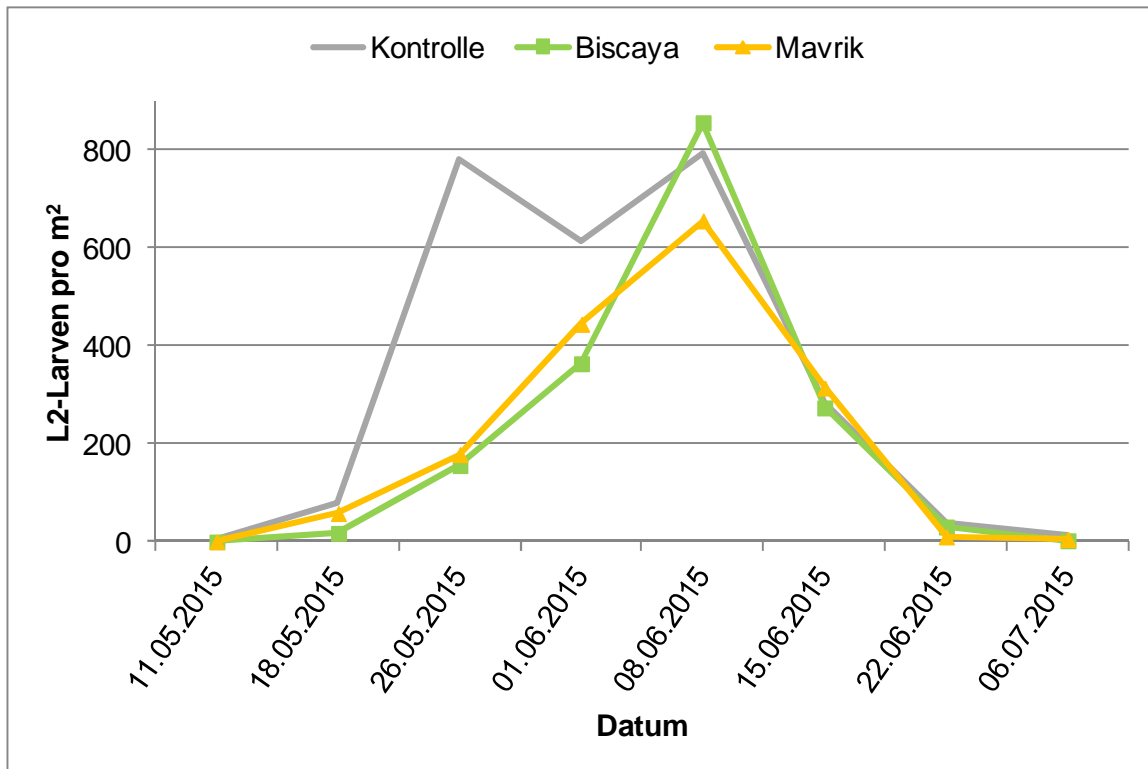


Abb. 27: Verlauf der L2-Larvenabwanderung in den unterschiedlichen Versuchsvarianten am Standort Kleefeld vom 04. Mai bis 06. Juli 2015

Tab. 15: Kumulierte mittlere Anzahl (\pm SE) L1- und L2-Larven m^{-2} die vom 04. Mai bis 06. Juli 2015 am Standort Kleefeld in unterschiedlichen Varianten zu Boden gefallen sind; WG = Wirkungsgrad (%) nach Abbott (1925)

| Variante | L1 m^{-2} | \pm SE | WG (%) | L2 m^{-2} | \pm SE | WG (%) |
|-----------|-------------|----------|--------|-------------|----------|--------|
| Kontrolle | 432 | 79,8 | | 2604 | 271,4 | |
| Biscaya | 364 | 61,7 | 15,7 | 1700 | 153,7 | 34,7 |
| Mavrik | 284 | 55,5 | 34,3 | 1665 | 190,7 | 36,1 |

3.1.3.4 Standorte der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft

2013:

Am Standort Puch wurde der Larvenfall vom 6. Mai bis 5. Juni 2013 erfasst. Die meisten L1-Larven fielen in den Parzellen zu Boden, in denen Karate Zeon appliziert wurde (776 L1-Larven pro m^2 , dies entspricht 24% mehr L1-Larven als in der Kontrolle) (Abb. 28, Tab. 16). In der Biscaya Variante wurden 16% weniger L1-Larven gezählt als in der Kontrolle und Avaunt und Plenum führten zu 47% bzw. 58% weniger L1-Larven verglichen mit der Kontrolle.

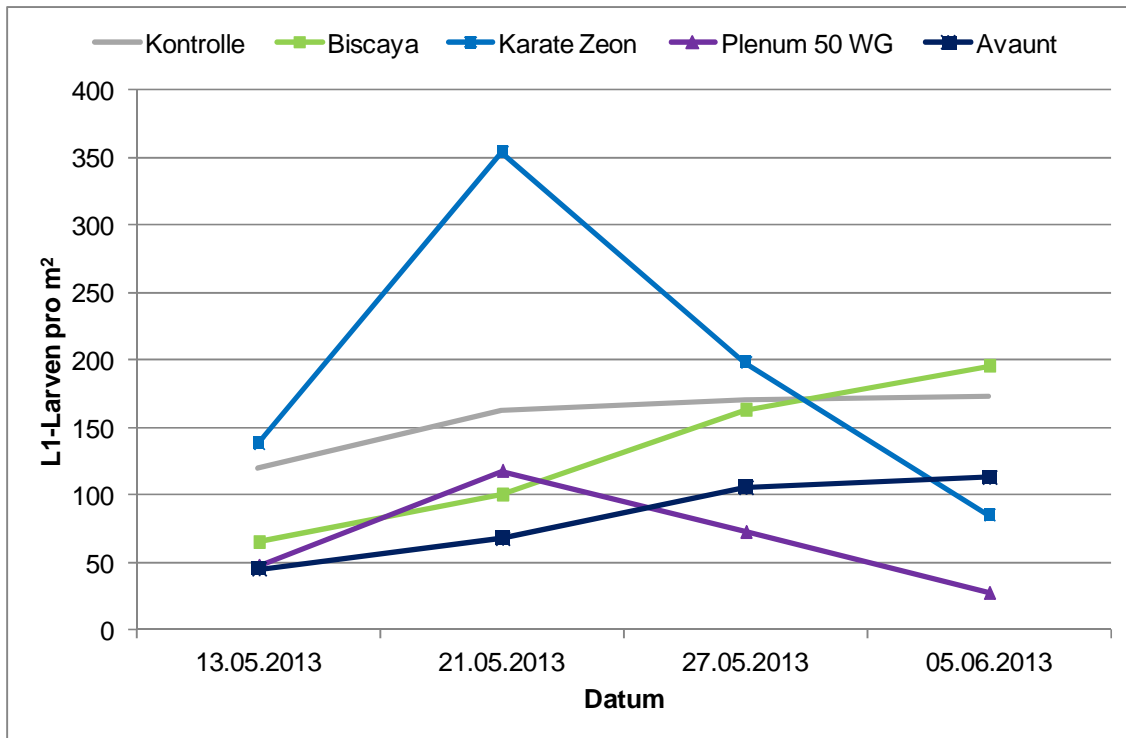


Abb. 28: Verlauf der L1-Larvenabwanderung in den unterschiedlichen Versuchsvarianten am Standort Puch vom 06. Mai bis 05. Juni 2013

Die größte L2-Larvendichte wurde 2013 in Puch in den mit Karate Zeon behandelten Parzellen festgestellt. In dieser Variante gingen 4842 L2-Larven pro m² zu Boden. Im Vergleich zur Kontrolle entspricht dies 37% mehr Larven. Biscaya zeigte am Standort Puch eine Reduktion der Population um 27%, Avaunt und Plenum 50 WG erreichten einen Wirkungsgrad von 38% bzw. 35% (Tab. 16). Die Bellaplastschalen wurden leider etwa ein bis zwei Wochen zu früh eingezogen, so dass das Ende der Abwanderung nicht erfasst werden konnte (Abb. 29).

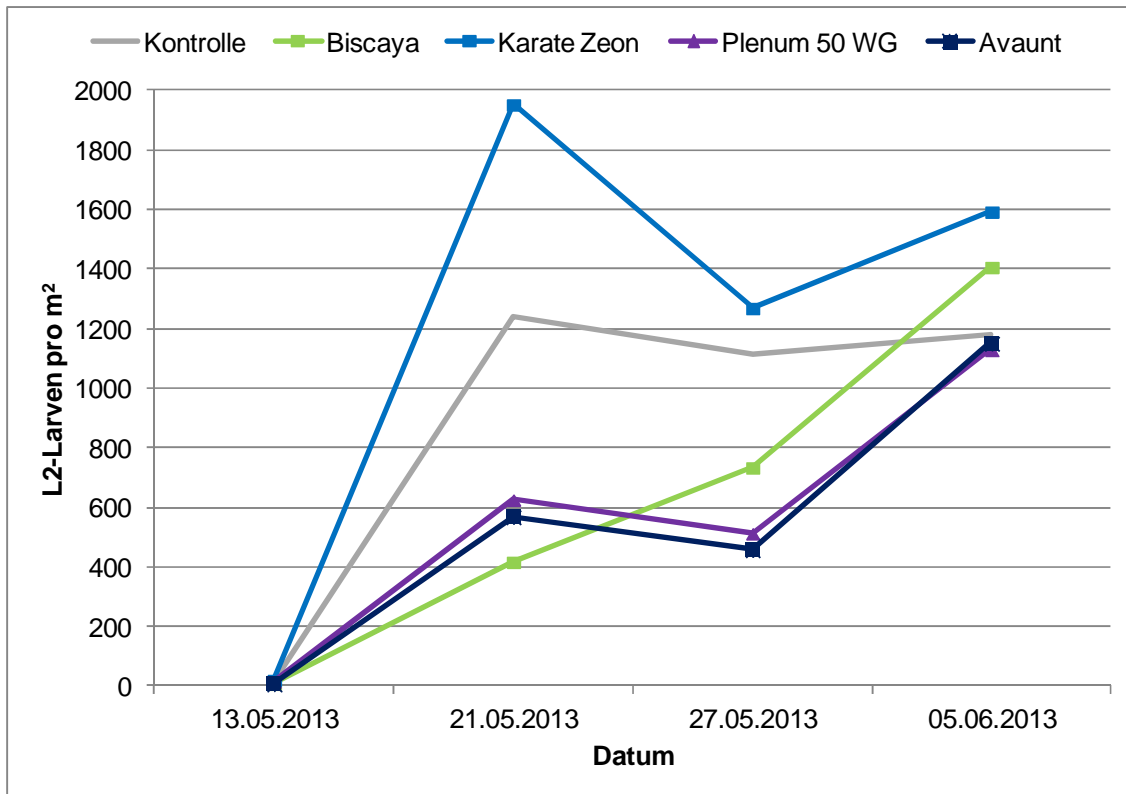


Abb. 29: Verlauf der L2-Larvenabwanderung in den unterschiedlichen Versuchsvarianten am Standort Puch vom 06. Mai bis 05. Juni 2013

Tab. 16: Kumulierte mittlere Anzahl (\pm SE) L1- und L2-Larven m^{-2} die vom 06. Mai bis 05. Juni 2013 am Standort Puch in unterschiedlichen Varianten zu Boden gefallen sind; WG = Wirkungsgrad (%) nach Abbott (1925)

| Variante | L1 m^{-2} | \pm SE | WG (%) | L2 m^{-2} | \pm SE | WG (%) |
|--------------|-------------|----------|--------|-------------|----------|--------|
| Kontrolle | 628 | 80,4 | | 3546 | 381,5 | |
| Biscaya | 525 | 92,1 | 16,4 | 2574 | 122,9 | 27,4 |
| Karate Zeon | 776 | 125,8 | -23,6 | 4842 | 121,6 | -36,5 |
| Plenum 50 WG | 266 | 67,2 | 57,6 | 2290 | 268,4 | 35,4 |
| Avaunt | 331 | 72,6 | 47,2 | 2192 | 226,2 | 38,2 |

2014:

Am 3. April 2014 wurden am Standort Puch die Bellaplastschalen aufgestellt. Die Behandlungen wurden zuvor am 31. März in BBCH 55 durchgeführt. Die erste Leerung der Schalen erfolgte am 10. April. Bis zum 23. April waren nur vereinzelt Larven zu finden. Ähnlich wie am Standort Stöckendrebber in 2014 fällt auf, dass in den behandelten Varianten (Ausnahme Karate Zeon) der Peak des L1-Larvenfalls nach hinten verschoben ist (Abb. 30). Da am Standort Puch die Leerung der Schalen zu früh eingestellt wurde, lässt sich nicht genau sagen, wie weit die Verschiebung reicht. Die Addition der L1-Larven bis zum Abbruch der Leerungen zeigt, dass zwischen der Karate Zeon Variante, der Biscaya Variante und der Kontrolle keine Unterschiede bestehen (Tab. 17). Als Folge der guten und langanhaltenden Altkäferwirkung von Plenum 50 WG (10 Tage nach der Applikation 86% Wirkungsgrad) und Avaunt (72%) ist die Zahl der L1-Larven in diesen Varianten am stärksten reduziert.

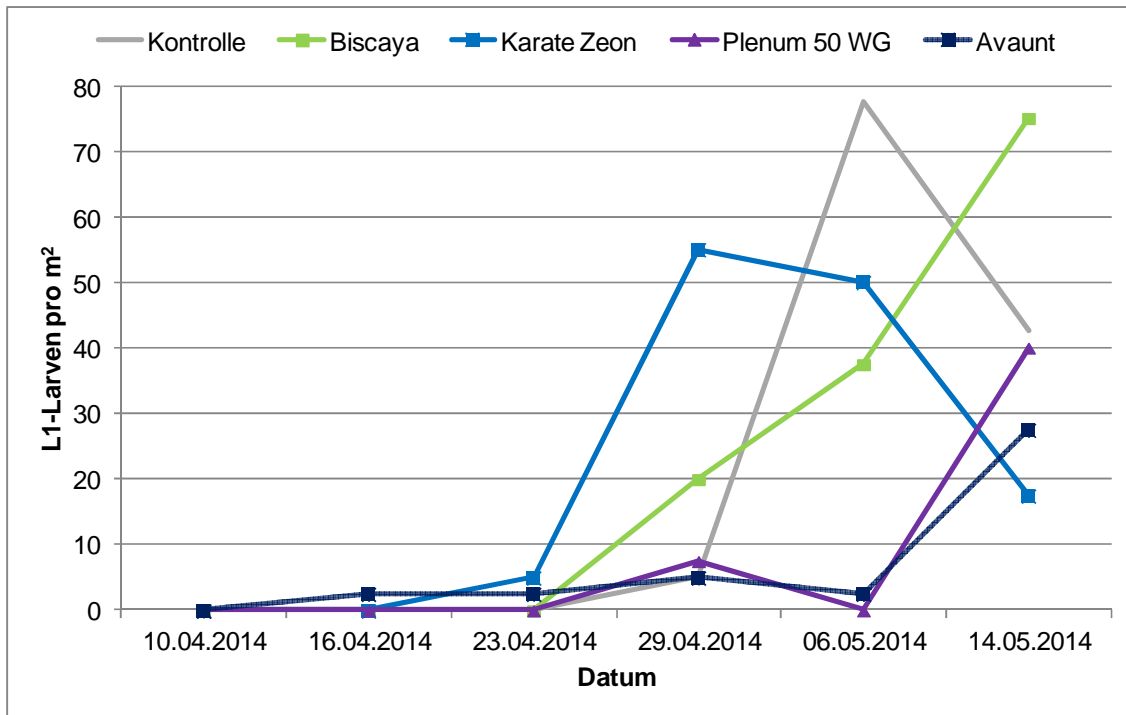


Abb. 30: Verlauf der L1-Larvenabwanderung in den unterschiedlichen Versuchsvarianten am Standort Puch vom 03. April bis 14. Mai 2014

Die ersten L2-Larven wurden am 29. April 2014 in den Bellaplastschalen gefunden. Abb. 31 zeigt deutlich, dass die Schalen am Standort Puch am 14. Mai in BBCH 69 zu früh eingezogen wurden, bevor die Abwanderung beendet war. Es deutet sich aber an, dass ein Unterschied zwischen der Kontrolle und der Karate Zeon Variante zu den Varianten Biscaya, Avaunt und Plenum 50 WG besteht. Die Addition der L2-Larven über den Beobachtungszeitraum vom 3. April bis 14. Mai ergibt in der Kontrolle eine Summe von 1153 L2-Larven pro m². Die meisten Larven sind in den mit Karate Zeon behandelten Parzellen abgewandert. Hier fielen 31% mehr Larven zu Boden im Vergleich zur Kontrolle. Die geringen L2-Larvenzahlen in den Varianten Avaunt und Plenum 50 WG sind durch die gute Altkäferwirkung zu begründen. Durch die Behandlung mit Avaunt wurde die L2-Population um 39% reduziert, in der Plenum 50 WG Variante um 53%. Durch die Biscaya-Behandlung wurde die Population um 44% reduziert (Tab. 17).

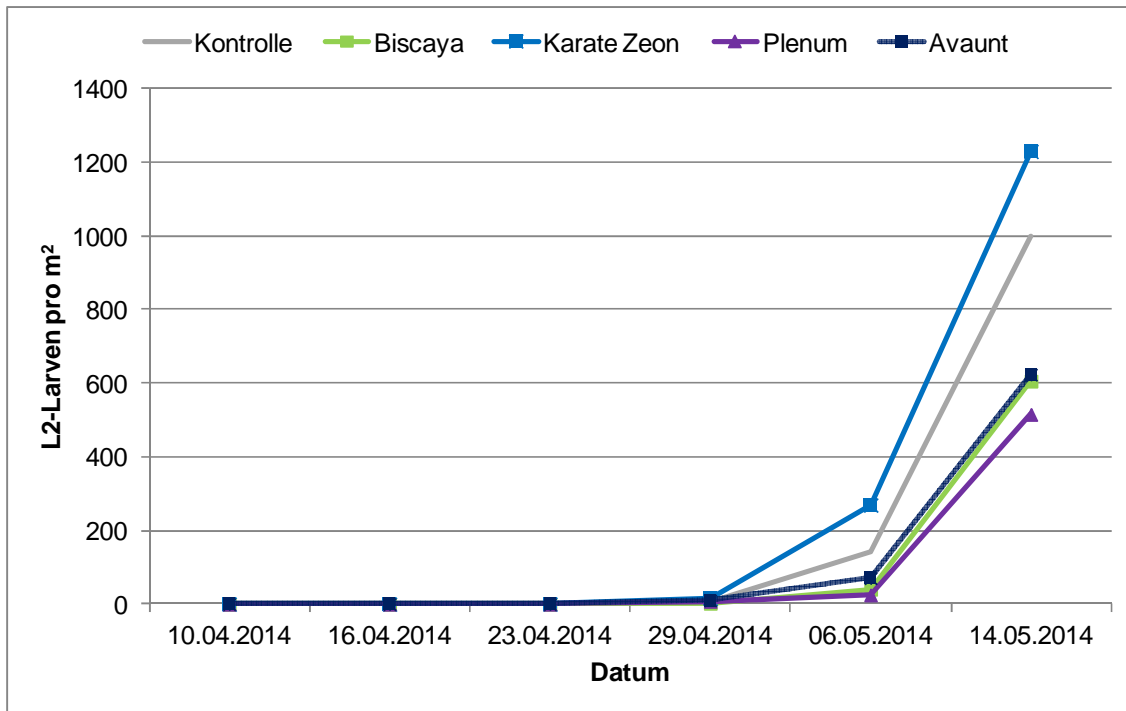


Abb. 31: Verlauf der L2-Larvenabwanderung in den unterschiedlichen Versuchsvarianten am Standort Puch vom 03. April bis 14. Mai 2014

Tab. 17: Kumulierte mittlere Anzahl (\pm SE) L1- und L2-Larven m^{-2} die vom 03. April bis 14. Mai 2014 am Standort Puch in unterschiedlichen Varianten zu Boden gefallen sind; WG = Wirkungsgrad (%) nach Abbott (1925)

| Variante | L1 m^{-2} | \pm SE | WG (%) | L2 m^{-2} | \pm SE | WG (%) |
|--------------|-------------|----------|--------|-------------|----------|--------|
| Kontrolle | 126 | 16,7 | | 1153 | 56,4 | |
| Biscaya | 133 | 22,6 | -6 | 648 | 84,9 | 43,8 |
| Karate Zeon | 128 | 23,0 | -2 | 1512 | 151,9 | -31,2 |
| Plenum 50 WG | 48 | 11,1 | 62 | 547 | 15,6 | 52,5 |
| Avaunt | 40 | 7,1 | 68 | 703 | 45,1 | 39,0 |

2015:

Am Standort Puch wurden im Versuchsjahr 2015 die Bellaplastschalen in BBCH 61 aufgestellt und bis BBCH 79 wöchentlich geleert. In der Zeit vom 21. bis 28. Mai (BBCH 69 bis 75) erfolgte der höchste Abfall der L1-Larven in allen Varianten (Abb. 32). Die meisten Larven (fast 250 L1 pro m^2) fielen in der Variante Avaunt zu Boden. Über den gesamten Auffangzeitraum betrachtet, unterschieden sich die Larvenzahlen in der Variante Avaunt und der Kontrolle allerdings nicht (Tab. 18). In den Varianten Karate Zeon und Biscaya waren die L1-Larvenzahlen im Vergleich zur Kontrolle etwa um 20% reduziert. Die geringsten Larvenzahlen wurden in der Variante Mavrik gezählt (Wirkungsgrad 43%).

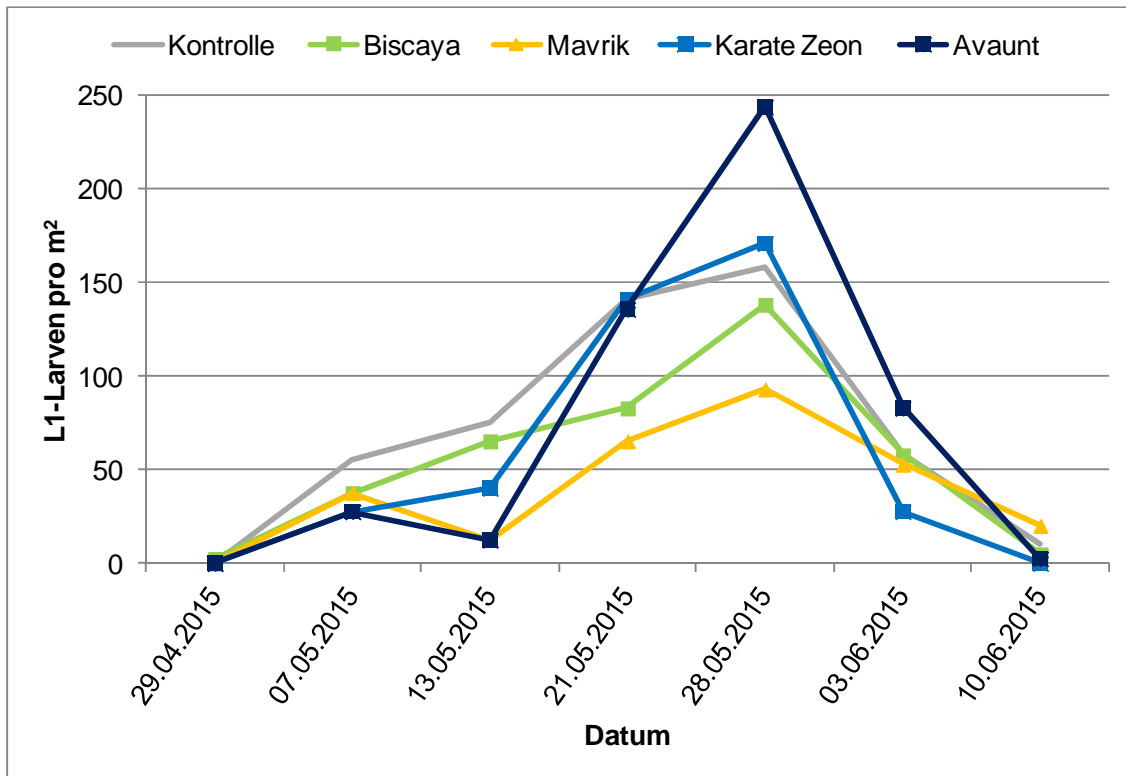


Abb. 32: Verlauf der L1-Larvenabwanderung in den unterschiedlichen Versuchsvarianten am Standort Puch vom 23. April bis 10. Juni 2015

Die Hauptabwanderung der L2-Larven erfolgte zwischen dem 13. und 28. Mai 2015 (BBCH 67-75) (Abb. 33). Über den gesamten Erfassungszeitraum betrachtet zeigte sich, dass die meisten L2-Larven in der Variante Karate Zeon abgewandert sind. Hier gingen mit 2486 L2-Larven pro m² 42% mehr Larven zu Boden als in der Kontrolle (Tab. 18). Biscaya und Avaunt unterschieden sich hinsichtlich der Anzahl der abgewanderten L2-Larven nicht von der Kontrolle. Mavrik reduzierte die L2-Larven um 31%.

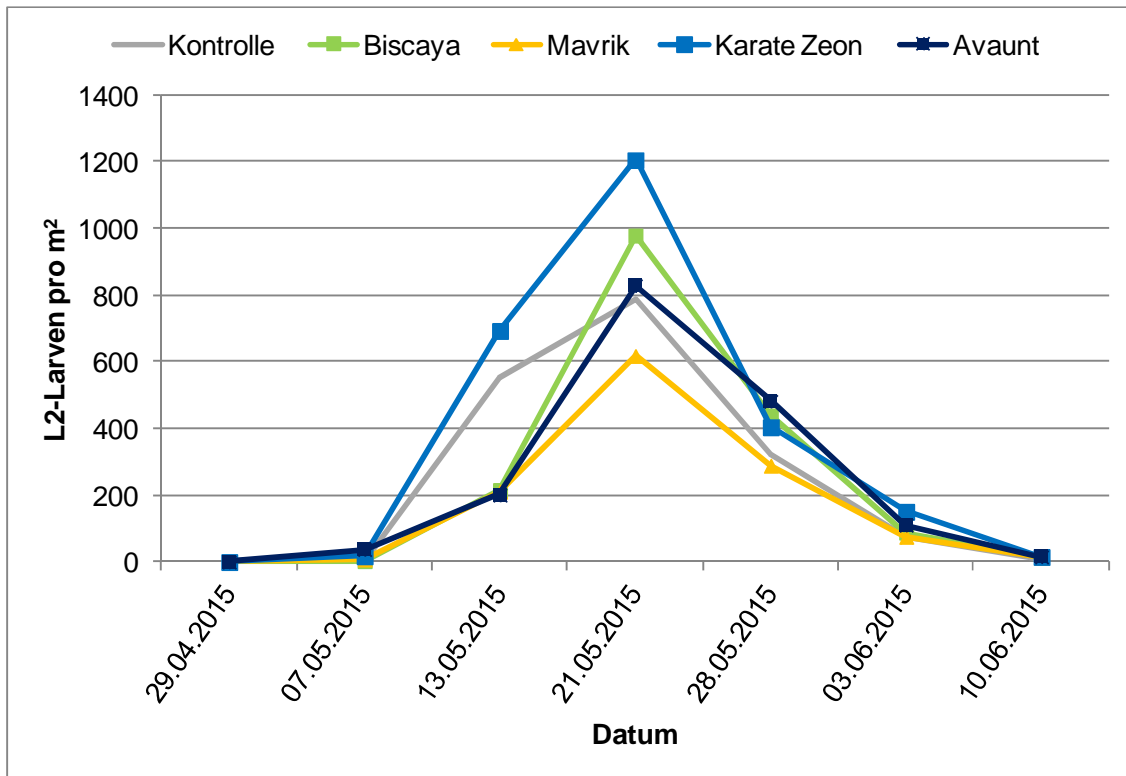


Abb. 33: Verlauf der L2-Larvenabwanderung in den unterschiedlichen Versuchsvarianten am Standort Puch vom 23. April bis 10. Juni 2015

Tab. 18: Kumulierte mittlere Anzahl (\pm SE) L1- und L2-Larven m^{-2} die vom 23. April bis 10. Juni 2015 am Standort Puch in unterschiedlichen Varianten zu Boden gefallen sind; WG = Wirkungsgrad (%) nach Abbott (1925)

| Variante | L1 m^{-2} | \pm SE | WG (%) | L2 m^{-2} | \pm SE | WG (%) |
|-------------|-------------|----------|--------|-------------|----------|--------|
| Kontrolle | 497 | 34,9 | | 1750 | 139,5 | |
| Biscaya | 389 | 54,2 | 21,7 | 1738 | 78,8 | 0,7 |
| Mavrik | 281 | 38,3 | 43,4 | 1213 | 111,7 | 30,7 |
| Karate Zeon | 407 | 38,1 | 18,2 | 2486 | 96,1 | -42,0 |
| Avaunt | 505 | 62,1 | -1,5 | 1675 | 124,3 | 4,3 |

3.1.3.5 Standort der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein

Im Versuchsjahr 2015 erfolgte die Aufstellung der Bellaplastschalen am Standort Bovenau am 22. Mai in BBCH 69. Dies war zu spät, um den Abfall der L1-Larven von Beginn an zu verfolgen. Bei der ersten Leerung am 1. Juni zeigte sich, dass in den Varianten Biscaya, Mavrik und Mospilan deutlich mehr L1-Larven zu Boden fielen als in der Kontrolle (Abb. 34). Im Verlauf der folgenden Wochen zeigte sich kein Unterschied zwischen den Varianten (Tab. 19).

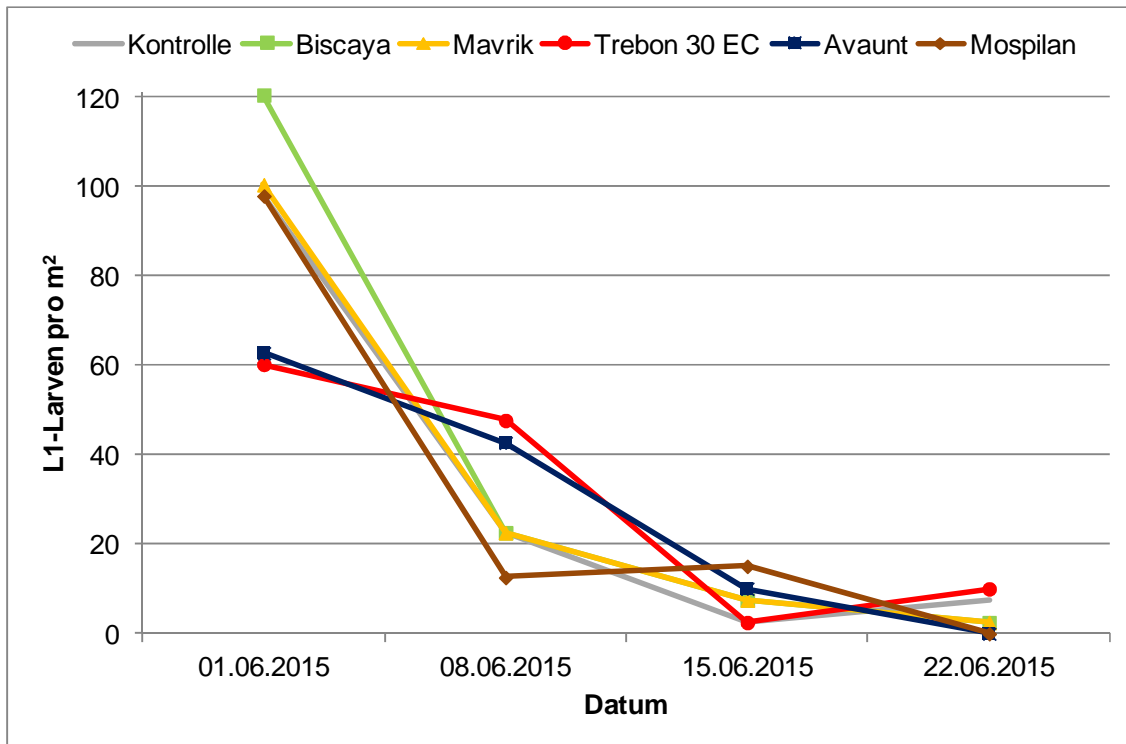


Abb. 34: Verlauf der L1-Larvenabwanderung in den unterschiedlichen Versuchsvarianten am Standort Bovenau vom 22. Mai bis 22. Juni 2015

Die Abwanderung der L2-Larven am Standort Bovenau konnte trotz der späten Schalenaufstellung weitestgehend erfasst werden. Der Höhepunkt der Larvenabwanderung erfolgte in allen Varianten zwischen dem 1. und 8. Juni (BBCH 69-71) (Abb. 35). Über den vierwöchigen Auffangzeitraum aufsummiert, wurden die wenigsten Larven in der Mavrik Variante gefunden (Wirkungsgrad 48%), gefolgt von Avaunt (41%) und Trebon (22%). Keine Beeinflussung der Anzahl L2-Larven zeigten die Behandlungen mit Biscaya und Mospilan (Tab. 19).

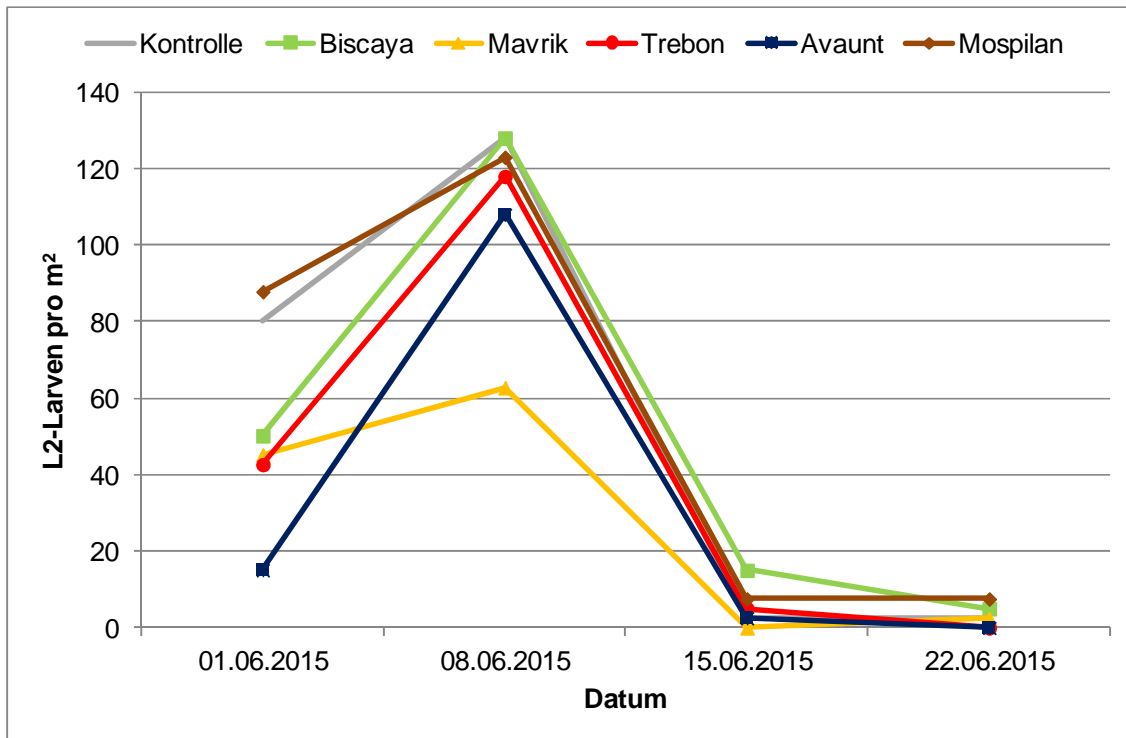


Abb. 35: Verlauf der L2-Larvenabwanderung in den unterschiedlichen Versuchsvarianten am Standort Bovenau vom 22. Mai bis 22. Juni 2015

Tab. 19: Kumulierte mittlere Anzahl (\pm SE) L1- und L2-Larven m^{-2} die vom 22. Mai bis 22. Juni 2015 am Standort Bovenau in unterschiedlichen Varianten zu Boden gefallen sind; WG = Wirkungsgrad (%) nach Abbott (1925)

| Variante | L1 m^{-2} | \pm SE | WG (%) | L2 m^{-2} | \pm SE | WG (%) |
|-----------|-------------|----------|--------|-------------|----------|--------|
| Kontrolle | 131 | 50,4 | | 213 | 50,6 | |
| Biscaya | 153 | 28,2 | -17,3 | 198 | 17,6 | 7,1 |
| Mavrik | 133 | 34,9 | -1,9 | 110 | 28,7 | 48,2 |
| Trebon | 121 | 14,8 | 7,7 | 166 | 24,1 | 22,4 |
| Avaunt | 116 | 21,1 | 11,5 | 126 | 29,1 | 41,2 |
| Mospilan | 126 | 15,6 | 3,8 | 226 | 19,5 | -5,9 |

3.1.4. Parasitierung der Larven

2013:

Abb. 36 zeigt die prozentuale Parasitierung von L1- und L2-Larven durch *T. heterocerus* an den unterschiedlichen Versuchsstandorten 2013. An allen Standorten konnte die Parasitierung mit *T. heterocerus* nachgewiesen werden. Die geringste Parasitierung wurde am Standort Stöckendrebber beobachtet. Hier zeigte die Karate Zeon Variante mit 3,4% die höchste Parasitierungsrate. In Wendhausen wurden ab BBCH 63 parasitierte Larven gefunden. Für die gesamte Sammelperiode wurde in der Kontrolle mit 8,0% die höchste Parasitierung beobachtet. Innerhalb des Auffangzeitraums von BBCH 61-65 wurden am bayerischen Standort Puch vereinzelt erste parasitierte Larven entdeckt. Für den gesamten Sammelzeitraum wurde in Puch die höchste Parasitierungsrate in der Karate Zeon Behandlung mit 13,2% festgestellt. Die höchste Parasitierung im Jahr 2013 wurde am Standort Cramonshagen beobachtet. Hier waren in der

Variante Karate Zeon 16,8% der Larven parasitiert. An allen Standorten gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen den Varianten. Für die Standorte Cramonshagen und Puch ist zu beachten, dass die Schalen zu früh eingezogen wurden, so dass das Ende der Larvenabwanderung nicht erfasst wurde. Die Applikation von Biscaya in BBCH 60 und 65 in Wendhausen resultierte in etwas geringeren Parasitierungsraten im Vergleich mit der Behandlung in BBCH 53. Allerdings waren auch diese Unterschiede nicht signifikant.

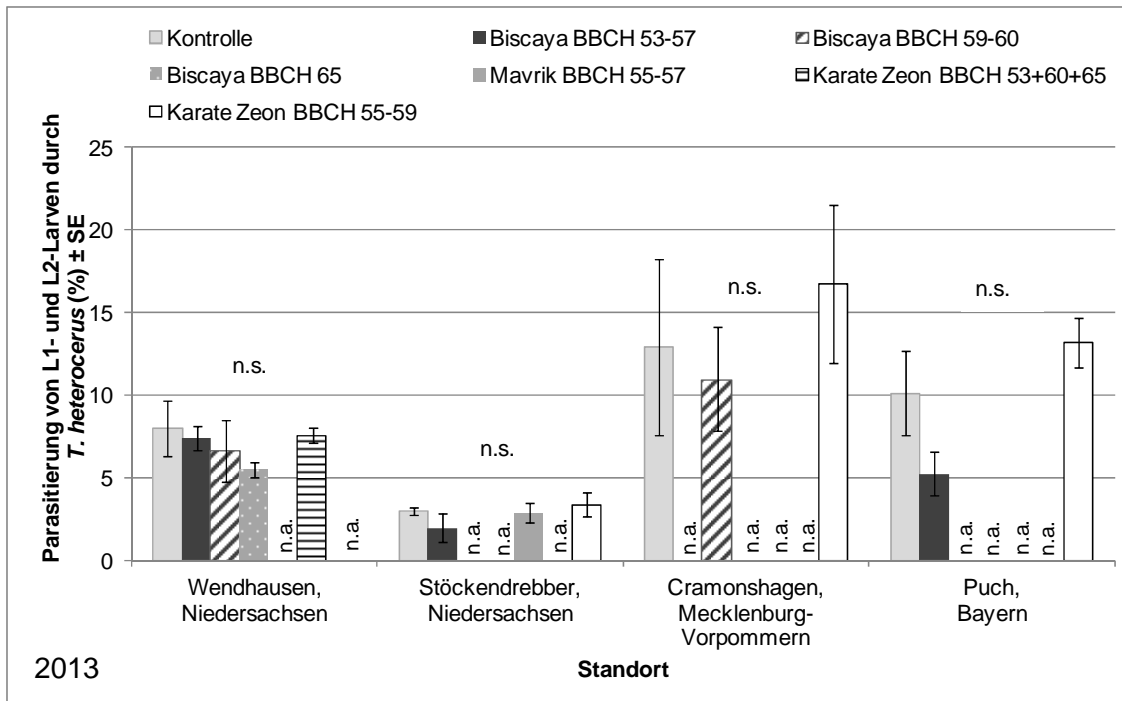


Abb. 36: Parasitierung (%) (\pm SE) von L1- und L2-Larven durch *T. heterocerius* im Feldversuch 2013 am Standort Wendhausen (Sammelzeitraum 2. Mai – 21. Juni, BBCH 60 – 80), Stöckendrebber (14. Mai – 12. Juni, BBCH 63 – 79), Cramonshagen (28. Mai – 18. Juni, BBCH ca. 70 – 78) und Puch (6. Mai – 5. Juni, BBCH 61 – 75). GLM, $p \leq 0,05$; n.s. = keine signifikanten Unterschiede zwischen den Behandlungen an einem Standort, n.a. = Variante nicht geprüft

2014:

Ab 2014 wurden die Entwicklungsstadien der Rapsglanzkäferlarven unterschieden. Die Parasitierung von L1-Larven mit *T. heterocerius* wurde 2014 nur in Bayern und Mecklenburg-Vorpommern, aber nicht in Niedersachsen beobachtet. Die parasitierten L1-Larven wurden nicht vor BBCH 65 entdeckt und die Parasitierungsrate war sehr gering (Puch: höchste Parasitierung 5,4% in Biscaya Variante, Kleefeld: 2,6% in Mavrik Variante). Es bestanden keine signifikanten Unterschiede zwischen den Varianten an den jeweiligen Standorten.

Die Parasitierung der L2-Larven durch *T. heterocerius* wurde 2014 an allen Feldversuchsstandorten beobachtet. In Stöckendrebber wurde in der Kontrolle die höchste Parasitierung mit 8,3% festgestellt, in Kleefeld waren in der Kontrolle 9,4% der Larven parasitiert (Abb. 37). Am Standort Sickte fand sich die höchste Parasitierungsrate in der Kontrolle (17,4%), am Standort Puch in der Karate Zeon Variante (22,4%). An allen Standorten wurden vor BBCH 65 keine parasitierten L2-Larven gefunden. Die Parasitierung der Larven unterschied sich an den

jeweiligen Standorten nicht signifikant zwischen den Varianten. Die Applikation der Insektizide Mavrik und Biscaya in BBCH 62 resultierte am Standort Sickte in einer reduzierten Parasitierungsrate der Larven im Vergleich zu der Behandlung mit dem jeweiligen Insektizid in BBCH 55, allerdings ohne signifikante Unterschiede.

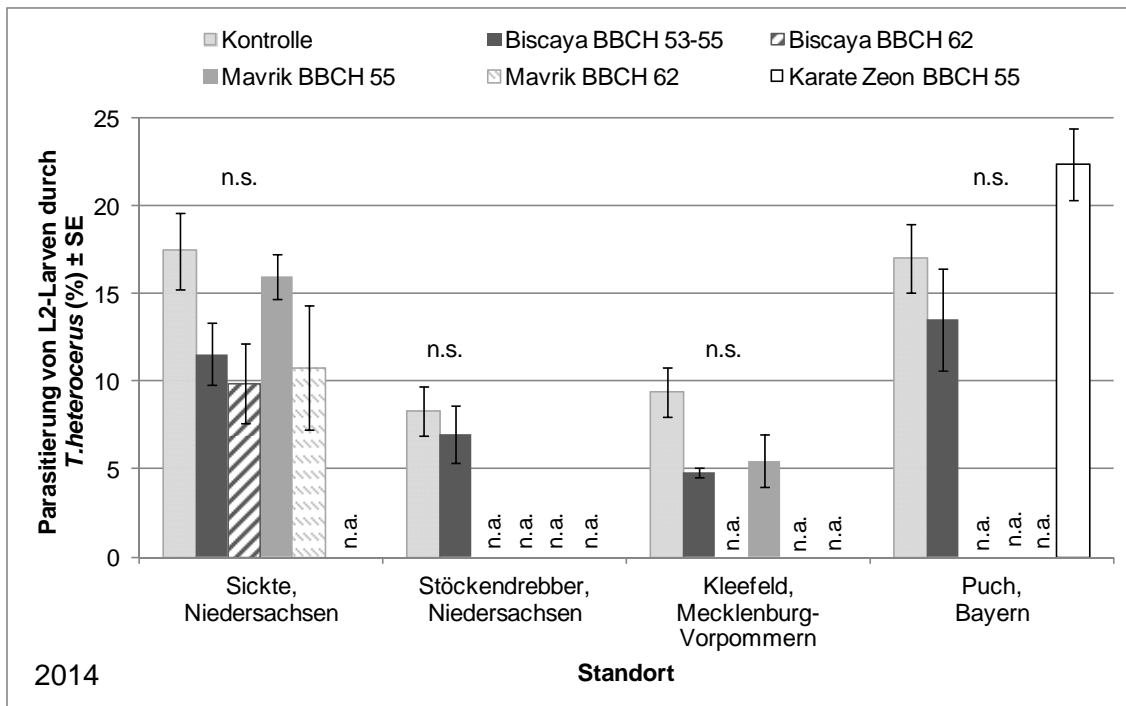


Abb. 37: Parasitierung (%) (\pm SE) von L2-Larven durch *T. heterocerius* im Feldversuch 2014 am Standort Sickte (Sammelzeitraum 16. April – 21. Mai, BBCH 62 – 76), Stöckendrebber (15. April – 19. Mai, BBCH 62 – 79), Kleefeld (22. April – 26. Mai, BBCH 64 - 80) und Puch (23. April – 14. Mai, BBCH 65 – 69). GLM, $p \leq 0.05$; n.s. = keine signifikanten Unterschiede zwischen den Behandlungen an einem Standort, n.a. = Variante nicht geprüft

2015:

Die Parasitierung von L1-Larven durch *T. heterocerius* wurde 2015 an allen Standorten, außer in Niedernstöcken festgestellt. Vor BBCH 65 wurden wie schon in 2014 beobachtet, keine parasitierten L1-Larven gefunden. In Lucklum betrug die höchste Parasitierung 2,1% in der Mavrik Variante. In Kleefeld war die Parasitierung in der Kontrolle mit 10,6% am höchsten und in Puch betrug die höchste Parasitierung 4,7% in den Biscaya behandelten Parzellen. An allen Standorten gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen den Varianten.

Die Parasitierung der L2-Larven durch *T. heterocerius* wurde auch 2015 an allen Standorten festgestellt, aber auch hier nicht vor BBCH 65. Am Standort Niedernstöcken wurde die höchste Parasitierung in den Biscaya behandelten Parzellen beobachtet (11,1%). In Puch betrug die höchste Parasitierungsrate 14,1% (Kontrolle), in Lucklum wurde die höchste Parasitierung (15,2%) in der Variante Biscaya BBCH 55 beobachtet. Am Standort Kleefeld konnte in der Biscaya Variante mit 29,1% die höchste Parasitierung festgestellt werden (Abb. 38). Wie bereits in den Jahren zuvor bestanden an keinem Versuchsstandort signifikante Unterschiede zwischen den Varianten. Wie auch 2014 war die Parasitierungsrate in den Varianten in denen Biscaya und Mavrik in BBCH 62

appliziert wurde im Vergleich zur Applikation des jeweiligen Insektizids in BBCH 55 reduziert, allerdings auch hier ohne signifikante Unterschiede.

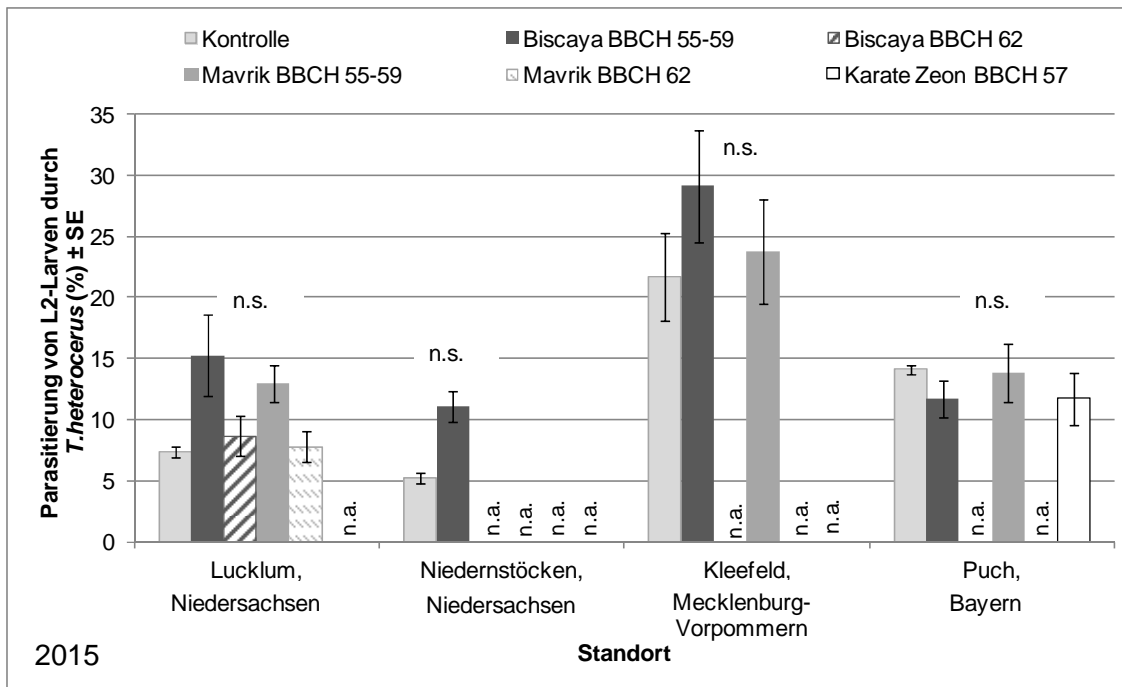


Abb. 38: Parasitierung (%) (\pm SE) von L2-Larven durch *T. heteroceris* im Feldversuch 2015 am Standort Lucklum (Sammelzeitraum 4. Mai – 9. Juni, BBCH 65 – 78), Niederstöcken (29. April – 10. Juni, BBCH 62 – 79), Kleefeld (11. Mai – 22. Juni, BBCH 63 - 80) und Puch (29. April – 10. Juni, BBCH 65 – 79). GLM, $p \leq 0.05$; n.s. = keine signifikanten Unterschiede zwischen den Behandlungen an einem Standort, n.a. = Variante nicht geprüft

Im Versuchsjahr 2015 wurde durch die Sektion von L2-Larven die Parasitierung mit *Phradis* spp. stichprobenartig untersucht. Im Gegensatz zu *T. heteroceris* konnte *Phradis* spp. nicht an allen Versuchsstandorten beobachtet werden. Am Standort Kleefeld in Mecklenburg-Vorpommern konnte keine Parasitierung mit *Phradis* spp. in Larven festgestellt werden, die zwischen BBCH 65 und 67 sowie BBCH 67 und 69 gesammelt wurden. Auch am niedersächsischen Standort Niederstöcken wurde im Sammelzeitraum von BBCH 65 bis 67 und BBCH 67 bis 70 keine Parasitierung der Larven mit *Phradis* spp. festgestellt. Erst die folgende Sektion der Larven, die in BBCH 70 bis 75 gesammelt wurden, zeigte eine Parasitierungsrate von 4,2% in der Kontrolle. Zwischen den Varianten bestanden keine signifikanten Unterschiede.

Auch am Standort Lucklum wurde keine Parasitierung mit *Phradis* spp. vor BBCH 69 festgestellt. Im Sammelzeitraum von BBCH 69 bis 71 wurde in allen Varianten eine Parasitierungsrate von 3,3% beobachtet, mit Ausnahme der Variante Biscaya BBCH 62, in der keine Parasitierung mit *Phradis* spp. gefunden wurde (Abb. 39). Eine Woche später zeigte die Sektion der Larven, die in BBCH 71 bis 76 gesammelt wurden, in der Kontrolle eine Parasitierung von 9,4%. Die Parasitierungsrate in den behandelten Varianten war geringer, allerdings gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen den behandelten Varianten und der Kontrolle.

Auch L2-Larven des Standortes Puch wurden hinsichtlich der Parasitierung mit *Phradis* spp. untersucht. Larven, die im BBCH-Stadium 67 bis 69 gesammelt wurden wiesen in allen Varianten eine Parasitierungsrate von 3,3% auf, bis auf Larven der Variante Mavrik BBCH 57 (Abb. 39). In dieser Variante lag die Parasitierungsrate bei 8,3%. Bei den Larven, die eine Woche später in BBCH 69 bis 75 in den Kontroll- und den Karate Zeon Parzellen aufgefangen wurden, betrug die Parasitierungsrate 8,3%. Die höchste Parasitierung wurde in der Variante festgestellt, in der Biscaya in BBCH 57 appliziert wurde (18,3%), gefolgt von der Variante mit der Mavrik Applikation in BBCH 57 (13,3%). Die Unterschiede zwischen den Varianten waren nicht signifikant.

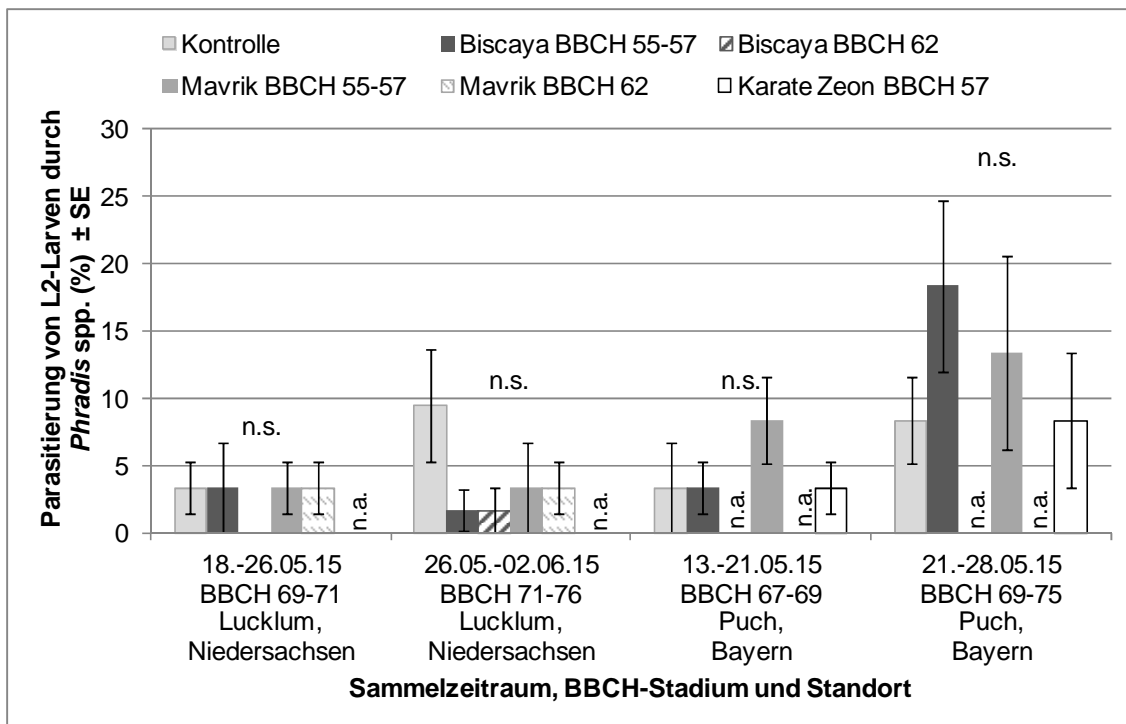


Abb. 39: Parasitierung (%) (\pm SE) von L2-Larven durch *Phradis* spp. im Feldversuch 2015 am Standort Lucklum und Puch. GLM, $p \leq 0.05$; n.s. = keine signifikanten Unterschiede zwischen den Behandlungen an einem Standort und Termin, n.a. = Variante nicht geprüft

3.2 Gewächshausversuche

In allen Versuchsjahren gab es in den Gewächshausversuchen keine signifikanten Unterschiede in der Knospenbelegung von Kontrollpflanzen (unbehandelte Pflanzen kombiniert mit unbehandelten Käfern) und den Varianten in denen unbehandelte Pflanzen mit Biscaya-/Mavrik-behandelten Käfern kombiniert wurden (Abb. 40-42). Die geringste Knospenbelegung wurde an Biscaya-behandelten Pflanzen beobachtet. Besonders die Kombination von unbehandelten Käfern und Biscaya-behandelten Pflanzen resultierte in einer signifikant geringeren Knospenbelegung im Vergleich zur Kontrolle. Diese Variante unterschied sich nicht signifikant vom Vorbefall im Feld. Die Knospenbelegung von Mavrik-behandelten Pflanzen hingegen unterschied sich nicht signifikant von der Kontrolle, unabhängig von der Behandlung der Käfer. Die an den Knospen der Haupttriebe beobachteten Unterschiede zwischen den Varianten konnten ebenfalls an den Knospen der Nebentriebe festgestellt werden (Daten nicht dargestellt).

Die Anzahl der Eier und L1-Larven pro belegter Knospe am Haupttrieb betrug in allen Versuchen 2,1 und unterschied sich nicht signifikant zwischen den Behandlungen. Die Behandlung der Käfer mit Mavrik oder Biscaya im Feld hatte keinen signifikanten Effekt auf die Käfermortalität in den Gewächshausversuchen, ebenso wie die Behandlung der Pflanzen mit Mavrik. Allerdings führte die Behandlung der Pflanzen mit Biscaya zu einer erhöhten Mortalität der Käfer, wenn diese bereits einen oder zwei Tage nach der Behandlung aufgekäfigt wurden. 2013 wurden die Käfer zwei Tage nach der Applikation aufgekäfigt. Bei den Tieren, die auf unbehandelte Pflanzen aufgekäfigt wurden lag die Mortalität nach dem Versuchszeitraum bei 3%, bei den Käfern die die Zeit auf Biscaya-behandelten Pflanzen verbrachten bei 14%. 2015 wurden die Käfer bereits einen Tag nach der Behandlung aufgekäfigt. Die Mortalität von Käfern, die auf unbehandelten Pflanzen aufgekäfigt wurden lag bei 1%, die Mortalitätsrate von Käfern die den Versuchszeitraum auf Biscaya-behandelten Pflanzen verbrachten betrug 41%. Das Aufkäfigen der Käfer drei Tage nach der Behandlung der Pflanzen im Feld im Jahr 2014 verursachte keinen signifikanten Effekt auf die Vitalität der Tiere.

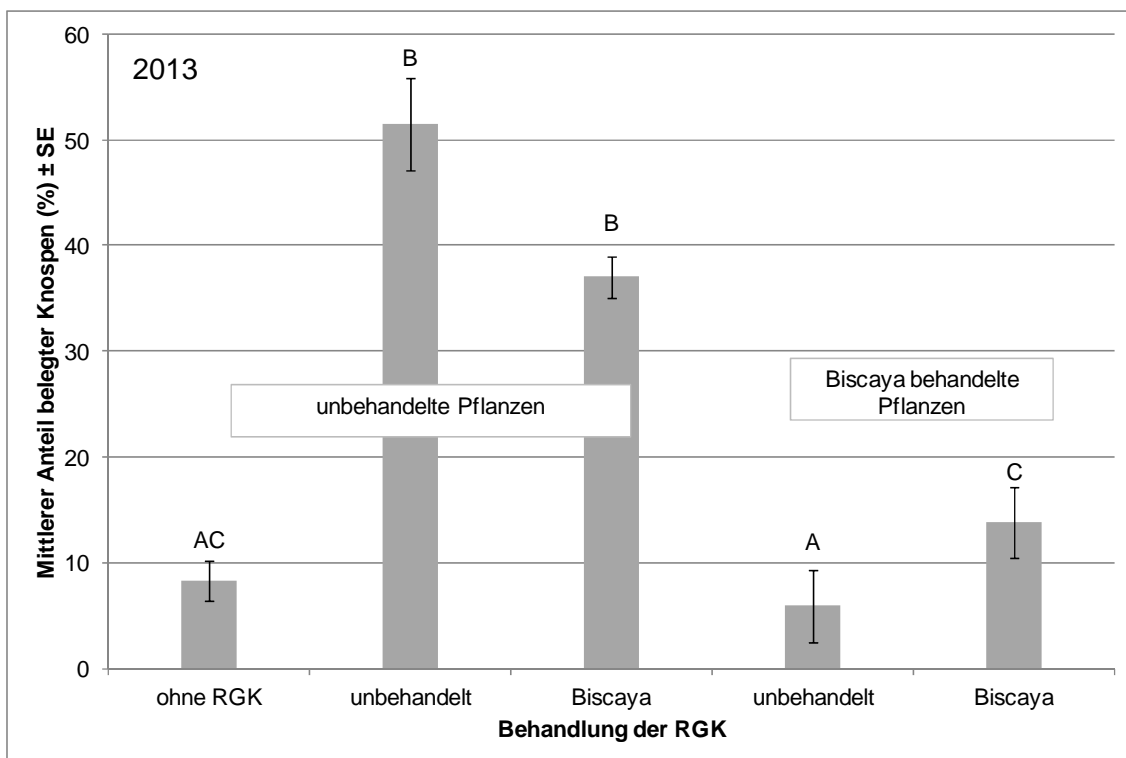


Abb. 40: Mittlerer Anteil mit Eiern und L1-Larven belegter Knospen (%) (\pm SE) des Haupttriebes unterschiedlicher Kombinationen von insektizid-behandelten und unbehandelten Pflanzen und Rapsglanzkäfern im Gewächshausversuch **2013**. Beginn des Experiments 2 Tage nach Applikation des Insektizids im Feldversuch in BBCH 53, Verweildauer der Käfer an Pflanzen 4 Tage; 10 Wiederholungen pro Kombination. Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Behandlungen, GLMM, $p \leq 0.05$

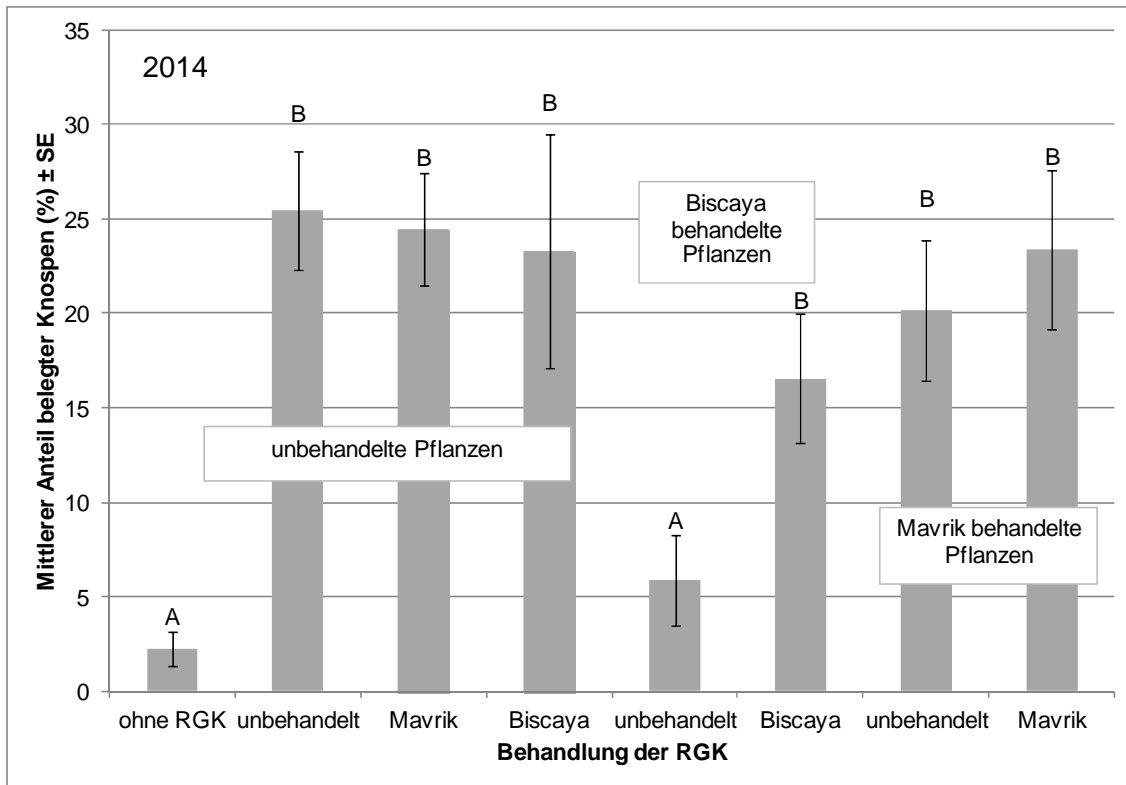


Abb. 41: Mittlerer Anteil mit Eiern und L1-Larven belegter Knospen (%) (\pm SE) des Haupttriebes unterschiedlicher Kombinationen von insektizid-behandelten und unbehandelten Pflanzen und Rapsglänzkäfern im Gewächshausversuch **2014**. Beginn des Experiments 3 Tage nach Applikation der Insektizide im Feldversuch in BBCH 55, Verweildauer der Käfer an Pflanzen 4 Tage; 10 Wiederholungen pro Kombination. Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Behandlungen, GLMM, $p \leq 0.05$

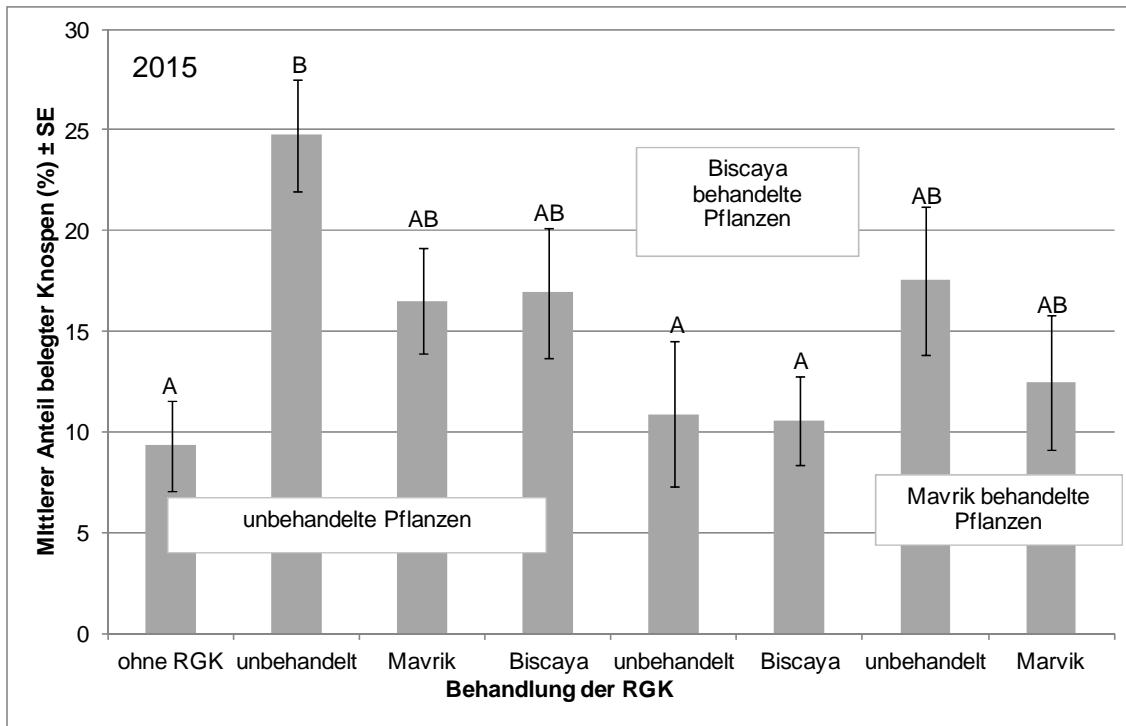


Abb. 42: Mittlerer Anteil mit Eiern und L1-Larven belegter Knospen (%) (\pm SE) des Haupttriebes unterschiedlicher Kombinationen von insektizid-behandelten und unbehandelten Pflanzen und Rapsglanzkäfern im Gewächshausversuch **2015**. Beginn des Experiments 1 Tag nach Applikation der Insektizide im Feldversuch in BBCH 55, Verweildauer der Käfer an Pflanzen 3 Tage; 10 Wiederholungen pro Kombination. Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Behandlungen, GLMM, $p \leq 0.05$

3.3 Laborversuche

In den Versuchsjahren 2014 und 2015 war der Umfang der durchgeführten Sensitivitätsuntersuchungen von adulten Käfern aufgrund des niedrigen Befalls und des damit verbundenen Problems, ausreichend Käfer zu sammeln nur gering. Die Untersuchungen zur Empfindlichkeit der Larven erwiesen sich aufgrund der wenigen verfügbaren Tiere als noch schwieriger, so dass nur wenige Tests durchgeführt werden konnten.

3.3.1 Sensitivität der in den Feldversuchsvarianten gesammelten adulten Rapsglanzkäfer

2013:

Zur Ermittlung der Sensitivität der adulten Rapsglanzkäfer gegenüber Thiacloprid wurden Käfer direkt vor einer Behandlung und einen Tag bzw. eine Woche nach einer Behandlung aus den Kontroll-, Biscaya- sowie Karate Zeon Parzellen gesammelt und mittels Adult-Vial-Test untersucht. Die Sensitivität der Käfer wies über die Sammeltermine Schwankungen auf, die LD_{50} -Werte lagen insgesamt zwischen 0,06 und 0,44 μg Thiacloprid cm^{-2} . Der LD_{50} -Wert von Thiacloprid der Tiere aus den Biscayaparzellen lag zumindest nach den Applikationen in BBCH 53 und 60 höher, als die Werte der Tiere aus den Kontroll- und Karate Zeon Parzellen, die kaum auf die Behandlung reagierten (Abb. 43).

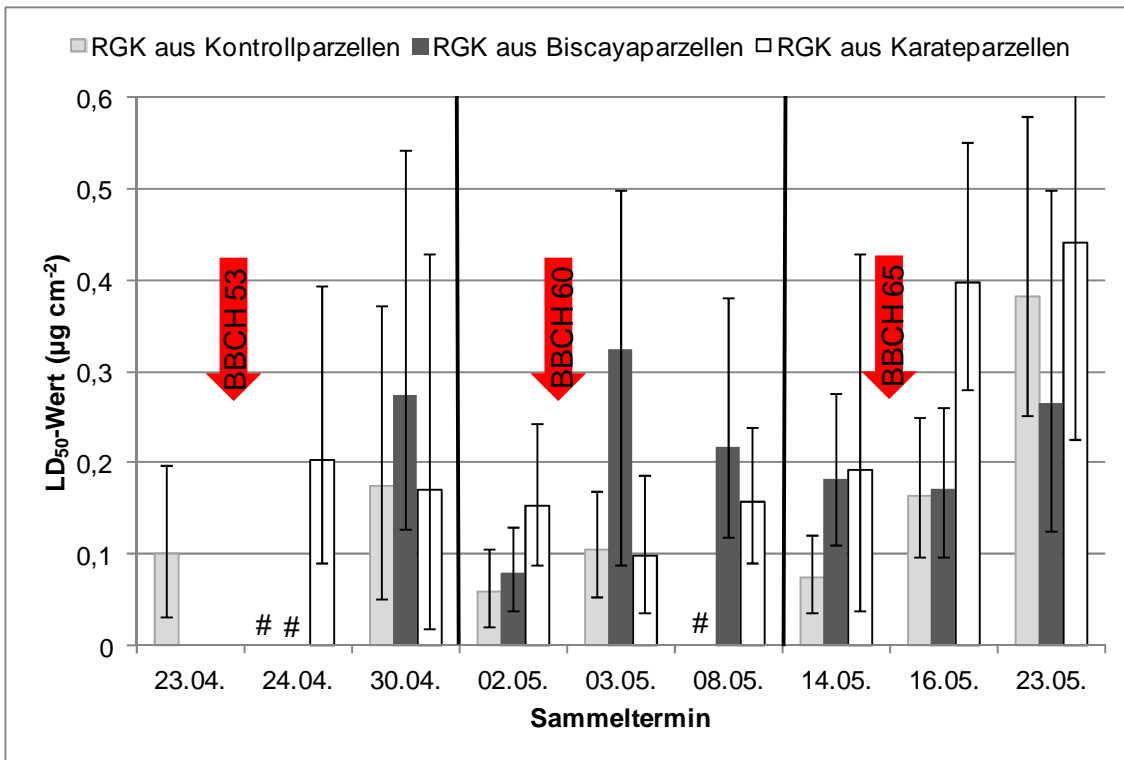


Abb. 43: LD₅₀-Werte (µg cm⁻²) und 95% Konfidenzintervalle von **Thiacloprid** bei adulten Rapsglanzkäfern (RGK) aus den Kontroll-, Biscaya sowie Karate Zeon Partellen (Adult-Vial-Test). Sammlung der Käfer vor oder nach Applikation in BBCH 53, 60 oder 65 (Pfeil) im Versuchsjahr **2013**; # keine Berechnung des LD₅₀-Wertes möglich

Abb. 44 zeigt den Verlauf der Sensitivität gegenüber lambda-Cyhalothrin von Rapsglanzkäfern, die vor einer Behandlung und einen Tag bzw. eine Woche nach der Applikation gesammelt wurden. Auch hier sind Schwankungen der Sensitivität erkennbar, allerdings sind diese geringer im Vergleich zu Thiacloprid (maximaler Faktor von 2,4 im Vergleich zu Thiacloprid mit einem Faktor von 7,3). Unterschiede zwischen den Tieren aus den verschiedenen Partellen sind nicht deutlich.

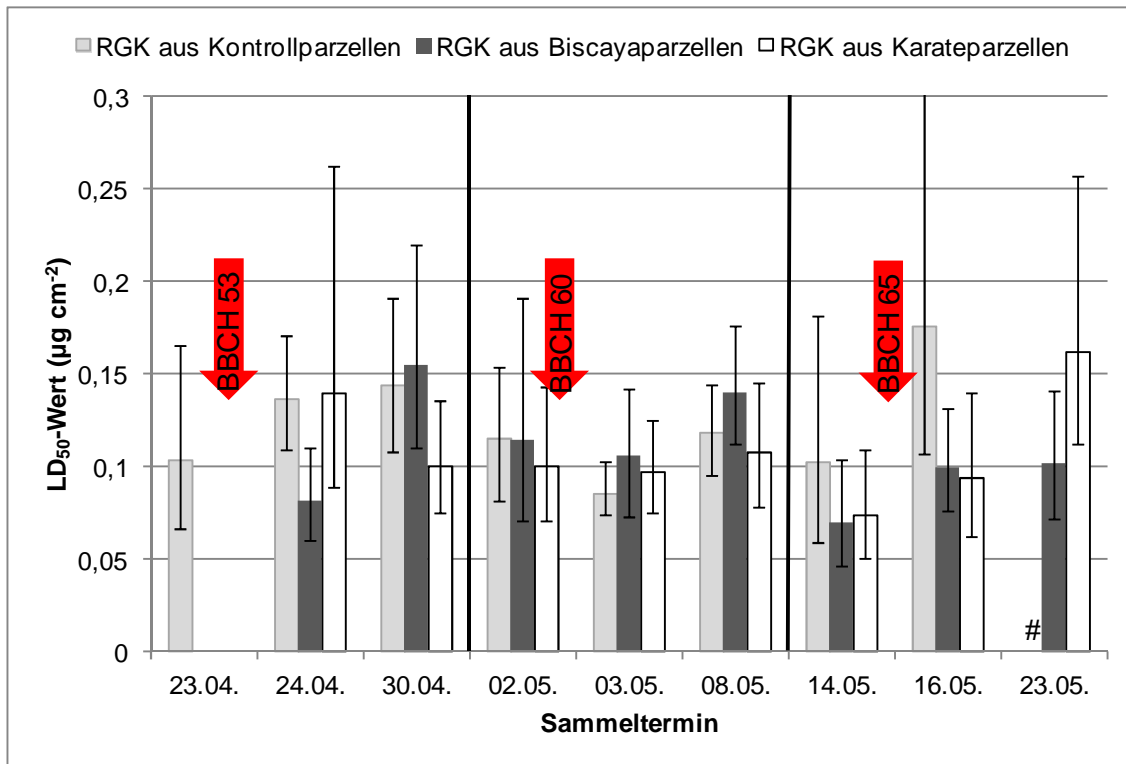


Abb. 44: LD₅₀-Werte (µg cm⁻²) und 95% Konfidenzintervalle von **lambda-Cyhalothrin** bei adulten Rapsglanzkäfern (RGK) aus den Kontroll-, Biscaya sowie Karate Zeon Parzellen (Adult-Vial-Test). Sammlung der Käfer vor oder nach Applikation in BBCH 53, 60 oder 65 (Pfeil) im Versuchsjahr **2013**; # keine Berechnung des LD₅₀-Wertes möglich

2014:

Zur Ermittlung der Sensitivität der adulten Rapsglanzkäfer gegenüber Thiacloprid wurden Altkäfer am 31. März 2014 auf dem gesamten noch unbehandelten Schlag gesammelt. Danach erfolgte in den Parzellen der Variante 2 die Applikation von Biscaya in BBCH 55. Einen Tag nach der Behandlung wurden in den mit Biscaya behandelten Parzellen und den unbehandelten Kontrollparzellen erneut Rapsglanzkäfer gesammelt und mittels Adult-Vial-Test untersucht. Der LD₅₀-Wert der am 31. März gesammelten Population lag bei 0,18 µg Thiacloprid cm⁻² (Abb. 45). Die Untersuchung der Tiere, die einen Tag später in den unbehandelten Kontrollparzellen gesammelt wurden, wiesen einen ähnlichen Wert auf (0,12 µg Thiacloprid cm⁻²). Bei den Käfern, die am 1. April einen Tag nach Applikation in den Biscaya behandelten Parzellen gesammelt wurden, wurde ein etwas höherer LD₅₀-Wert von 0,24 µg Thiacloprid cm⁻² festgestellt. Am 16. April konnten in den zu diesem Zeitpunkt noch unbehandelten Varianten 1, 3 und 5 erneut ausreichend Käfer gesammelt werden. Diese Käfer waren deutlich unempfindlicher als die zuvor untersuchten Tiere. Die Untersuchung dieser Population ergab einen LD₅₀-Wert von 0,53 µg Thiacloprid cm⁻².

Ebenfalls untersucht wurde die Empfindlichkeit der aus dem Boden schlüpfenden Jungkäfer gegenüber Thiacloprid. Die Käfer wurden mittels Photoelektoren im Zeitraum vom 06. bis 20. Juni 2014 in den Kontrollparzellen und den in BBCH 55 bzw. 62 behandelten Biscayapartellen gefangen. Bis zum Test am 23. bzw. 24. Juni wurden die Jungkäfer in der Klimakammer aufbewahrt. Die LD₅₀-Werte der aus den verschiedenen Varianten geschlüpfen Jungkäfer lagen zwischen 0,24 und 0,38 µg Thiacloprid cm⁻² (Abb. 45).

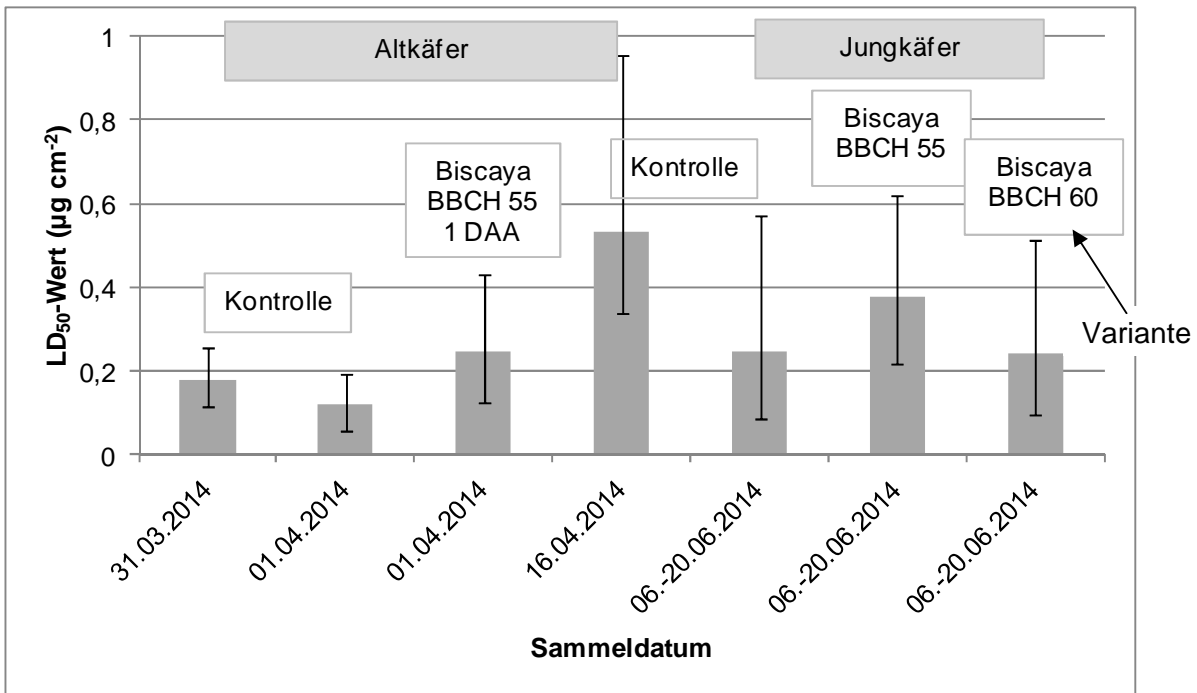


Abb. 45: LD₅₀-Werte (µg cm⁻²) und 95% Konfidenzintervalle von **Thiacloprid** von Alt- und Jungkäfern, die zu unterschiedlichen Terminen im Versuchsjahr **2014** in der Kontroll- und Biscaya Variante gesammelt wurden (Adult-Vial-Test)

Ebenfalls untersucht wurde die Sensitivität der Rapsglanzkäfer gegenüber dem Wirkstoff tau-Fluvalinat. Die Käfer, die am 31. März 2014 im unbehandelten Schlag gesammelt wurden, wiesen einen LD₅₀-Wert von 0,08 µg tau-Fluvalinat cm⁻² auf (Abb. 46). Einen Tag nach der Behandlung wurden in den mit Mavrik behandelten Parzellen und den unbehandelten Kontrollparzellen erneut Rapsglanzkäfer gesammelt. Bei den Käfern aus der Kontrolle wurde ein LD₅₀-Wert von 0,04 µg tau-Fluvalinat cm⁻² festgestellt. Die Käfer, die bereits Kontakt mit dem Wirkstoff hatten und in den Mavrikparzellen gesammelt wurden, waren im Vergleich zu den Käfern aus der Kontrolle unempfindlicher gegenüber tau-Fluvalinat (LD₅₀-Wert: 0,14 µg tau-Fluvalinat cm⁻²). Die Tiere die am 16. April in den noch unbehandelten Varianten 1, 3 und 5 gesammelt wurden wiesen einen LD₅₀-Wert von 0,1 µg tau-Fluvalinat cm⁻² auf.

Die Jungkäfer, die vom 6. bis 20. Juni 2014 aus den Photoelektoren gesammelt wurden, waren ähnlich empfindlich (Abb. 46). Bei den Jungkäfern aus der Kontrollparzelle lag der LD₅₀-Wert bei 0,14 µg tau-Fluvalinat cm⁻², die Käfer der Variante 4 (Mavrik Behandlung in BBCH 55) wiesen einen LD₅₀-Wert von 0,17 µg tau-Fluvalinat cm⁻² auf. Für die in der Variante 5 geschlüpften Jungkäfer konnte kein LD₅₀-Wert berechnet werden.

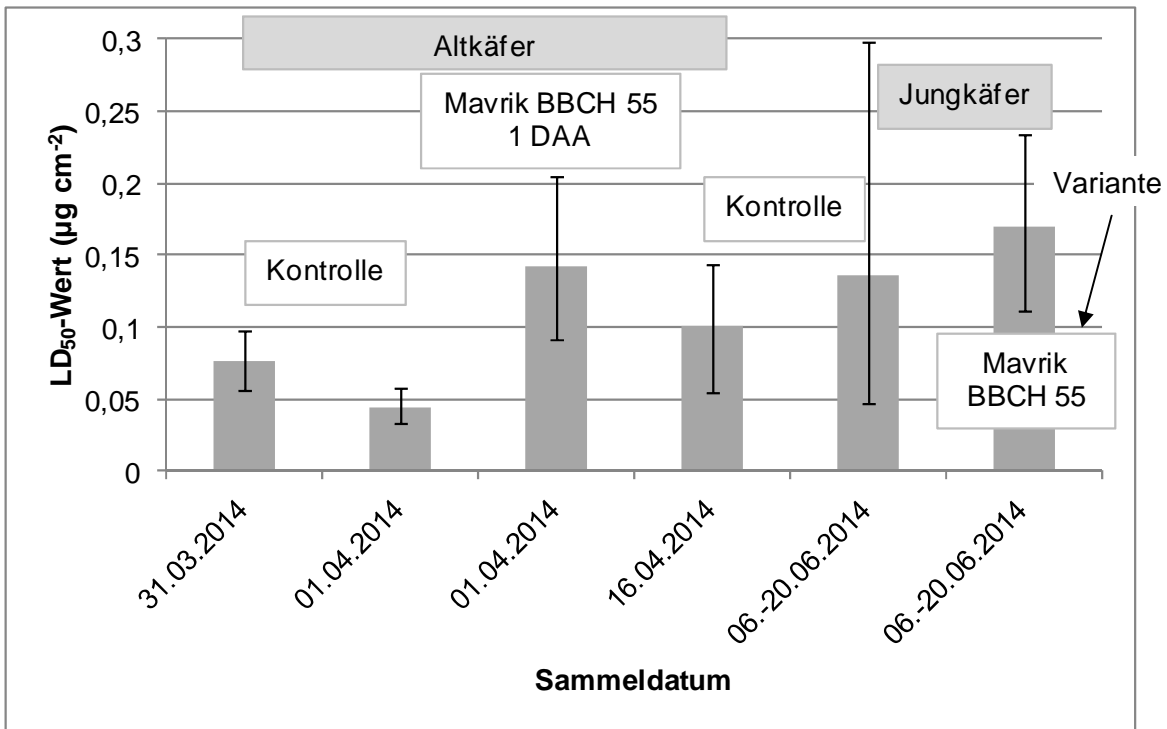


Abb. 46: LD₅₀-Werte (µg cm⁻²) und 95% Konfidenzintervalle von **tau-Fluvalinat** von Alt- und Jungkäfern, die zu unterschiedlichen Terminen im Versuchsjahr **2014** in der Kontroll- und Mavrik Variante gesammelt wurden (Adult-Vial-Test)

Zusätzlich zu den Wirkstoffen Thiacloprid und tau-Fluvalinat wurde für die Sensitivitätsuntersuchungen der Rapsglanzkäfer auch lambda-Cyhalothrin eingesetzt. In den Kontrollparzellen wurden am 31. März, 1. April und 16. April 2014 Tiere gesammelt und mittels Adult-Vial-Test untersucht. Dabei bestätigten sich die Ergebnisse des Versuchsjahres 2013. Bei den Altkäfern zeigten sich keine großen Sensitivitätsunterschiede im Zeitverlauf. Die LD₅₀-Werte lagen bei 0,1 µg lambda-Cyhalothrin cm⁻² (Abb. 47). Die Jungkäfer waren etwas empfindlicher als die Altkäfer. Hier lagen die LD₅₀-Werte zwischen 0,04 und 0,09 µg lambda-Cyhalothrin cm⁻².

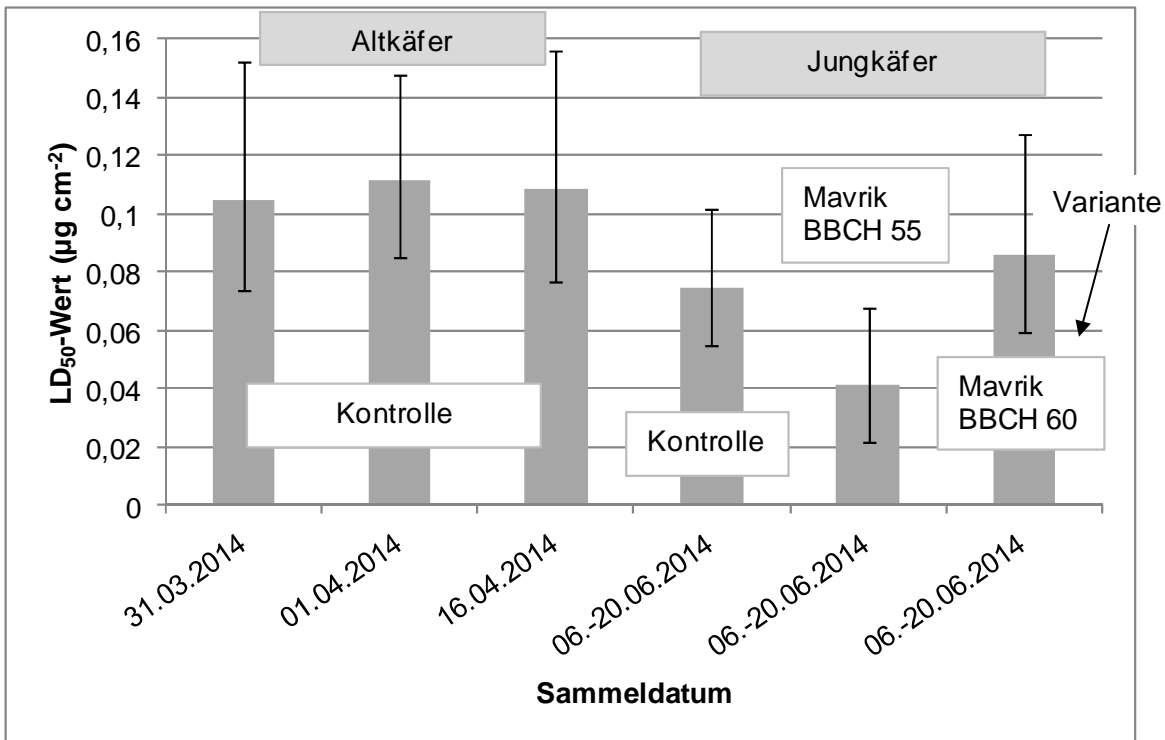


Abb. 47: LD₅₀-Werte (µg cm⁻²) und 95% Konfidenzintervalle von **lambda-Cyhalothrin** von Alt- und Jungkäfern, die zu unterschiedlichen Terminen im Versuchsjahr **2014** in der Kontroll- und Mavrik Variante gesammelt wurden (Adult-Vial-Test)

2015:

Auch im Versuchsjahr 2015 wurde die Sensitivität adulter Rapsglanzkäfer gegenüber Thiacloprid ermittelt. Am 16. April 2015 wurden auf dem gesamten noch unbehandelten Schlag Altkäfer gesammelt. Der LD₅₀-Wert lag bei 0,14 µg Thiacloprid cm⁻². Danach erfolgte in den Parzellen der Variante 2 die Applikation von Biscaya in BBCH 55. Einen Tag nach der Behandlung wurden in den mit Biscaya behandelten Parzellen und den unbehandelten Kontrollparzellen erneut Rapsglanzkäfer gesammelt und mittels Adult-Vial-Test untersucht. Die Untersuchung der Tiere, die einen Tag später in den unbehandelten Kontrollparzellen gesammelt wurden, wiesen einen ähnlichen Wert auf wie die Käfer tags zuvor (0,16 µg Thiacloprid cm⁻²) (Abb. 48). Bei den Käfern die einen Tag nach der Applikation in den Biscaya behandelten Parzellen gesammelt wurden, wurde ein höherer LD₅₀-Wert von 0,58 µg Thiacloprid cm⁻² festgestellt. An den darauffolgenden Terminen konnten nur noch in den Kontrollparzellen ausreichend Altkäfer gesammelt werden. Die LD₅₀-Werte schwankten zwischen 0,08 und 0,4 µg Thiacloprid cm⁻².

Ebenfalls wurde 2015 die Empfindlichkeit der aus dem Boden schlüpfenden Jungkäfer gegenüber Thiacloprid untersucht. Die Käfer wurden im Zeitraum vom 19. bis 26. Juni 2015 bzw. 26. Juni bis 10. Juli 2015 in den Kontrollparzellen und den in BBCH 55 bzw. 62 behandelten Biscayaparzellen gefangen. Die LD₅₀-Werte der aus den verschiedenen Varianten geschlüpfen Jungkäfer lagen zwischen 0,12 und 0,48 µg Thiacloprid cm⁻² (Abb. 48).

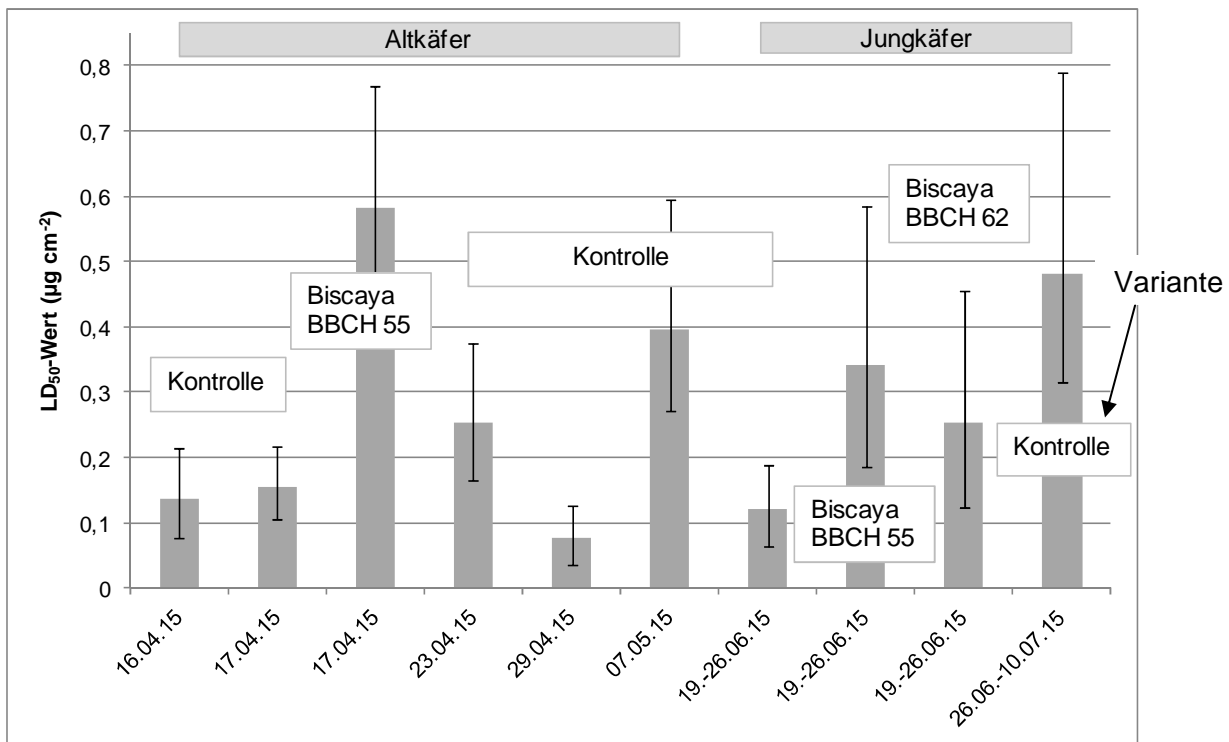


Abb. 48: LD₅₀-Werte (µg cm⁻²) und 95% Konfidenzintervalle von **Thiacloprid** von Alt- und Jungkäfern, die zu unterschiedlichen Terminen im Versuchsjahr **2015** in der Kontrolle und den Biscaya Varianten gesammelt wurden (Adult-Vial-Test)

Ebenfalls untersucht wurde die Sensitivität der Rapsglanzkäfer gegenüber dem Wirkstoff tau-Fluvalinat. Die Käfer, die am 16. April 2015 im unbehandelten Schlag gesammelt wurden, wiesen einen LD₅₀-Wert von 0,09 µg tau-Fluvalinat cm⁻² auf (Abb. 49). Einen Tag nach der Behandlung war in den mit Mavrik behandelten Parzellen eine Sammlung von Käfern aufgrund des geringen Vorkommens nicht möglich. Es konnten nur Käfer in den Kontrollparzellen gesammelt werden. Bei diesen Käfern wurde ein LD₅₀-Wert von 0,13 µg tau-Fluvalinat cm⁻² festgestellt. Im weiteren Verlauf konnten nur Käfer aus der Kontrolle getestet werden. Die LD₅₀-Werte lagen zwischen 0,10 und 0,16 µg tau-Fluvalinat cm⁻².

Die Jungkäfer, die aus den Photoelektoren der Kontrollparzellen gesammelt wurden, waren ähnlich empfindlich (Abb. 49). Der LD₅₀-Wert lag bei 0,11 (19.-26.6.) bzw. 0,18 (26.6.-10.7.) µg tau-Fluvalinat cm⁻², die Käfer der Variante 4 (Mavrik Behandlung in BBCH 55), gesammelt im Zeitraum vom 19.-26.6. wiesen einen LD₅₀-Wert von 0,05 µg tau-Fluvalinat cm⁻² auf. Die Jungkäfer aus dem zweiten Sammelzeitraum waren etwas unempfindlicher (LD₅₀-Wert 0,15 µg tau-Fluvalinat cm⁻²). Auch bei den geschlüpften Jungkäfern aus der Variante 5 (Mavrik in BBCH 62) zeigte sich ein ähnlicher Trend. Der LD₅₀-Wert der Käfer aus dem ersten Sammelzeitraum betrug 0,06 µg tau-Fluvalinat cm⁻², für die Käfer aus dem zweiten Sammelzeitraum lag der Wert bei 0,18 µg tau-Fluvalinat cm⁻².

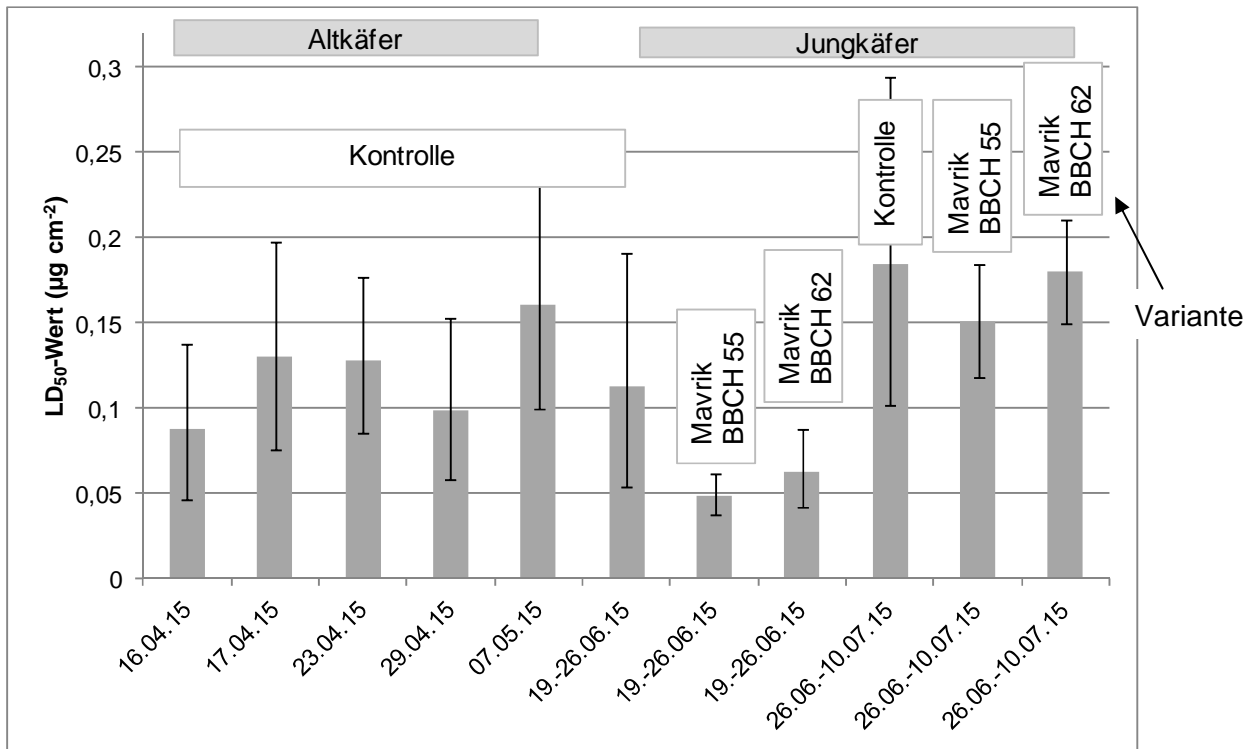


Abb. 49: LD₅₀-Werte (µg cm⁻²) und 95% Konfidenzintervalle von **tau-Fluvalinat** von Alt- und Jungkäfern, die zu unterschiedlichen Terminen im Versuchsjahr **2015** in der Kontrolle und den Mavrik Varianten gesammelt wurden (Adult-Vial-Test)

Zusätzlich zu den Wirkstoffen Thiacloprid und tau-Fluvalinat wurde auch die Sensitivität der Rapsglanzkäfer gegenüber lambda-Cyhalothrin getestet. In den Kontrollparzellen wurden am 16. April, 23. April, 29. April und am 7. Mai 2015 Tiere gesammelt und mittels Adult-Vial-Test untersucht. Bei den Altkäfern zeigten sich keine großen Sensitivitätsunterschiede im Zeitverlauf. Die LD₅₀-Werte lagen zwischen 0,10 und 0,13 µg lambda-Cyhalothrin cm⁻² (Abb. 50). Die Jungkäfer waren wie auch schon 2014 etwas empfindlicher als die Altkäfer. Hier lagen die LD₅₀-Werte zwischen 0,05 und 0,08 µg lambda-Cyhalothrin cm⁻².

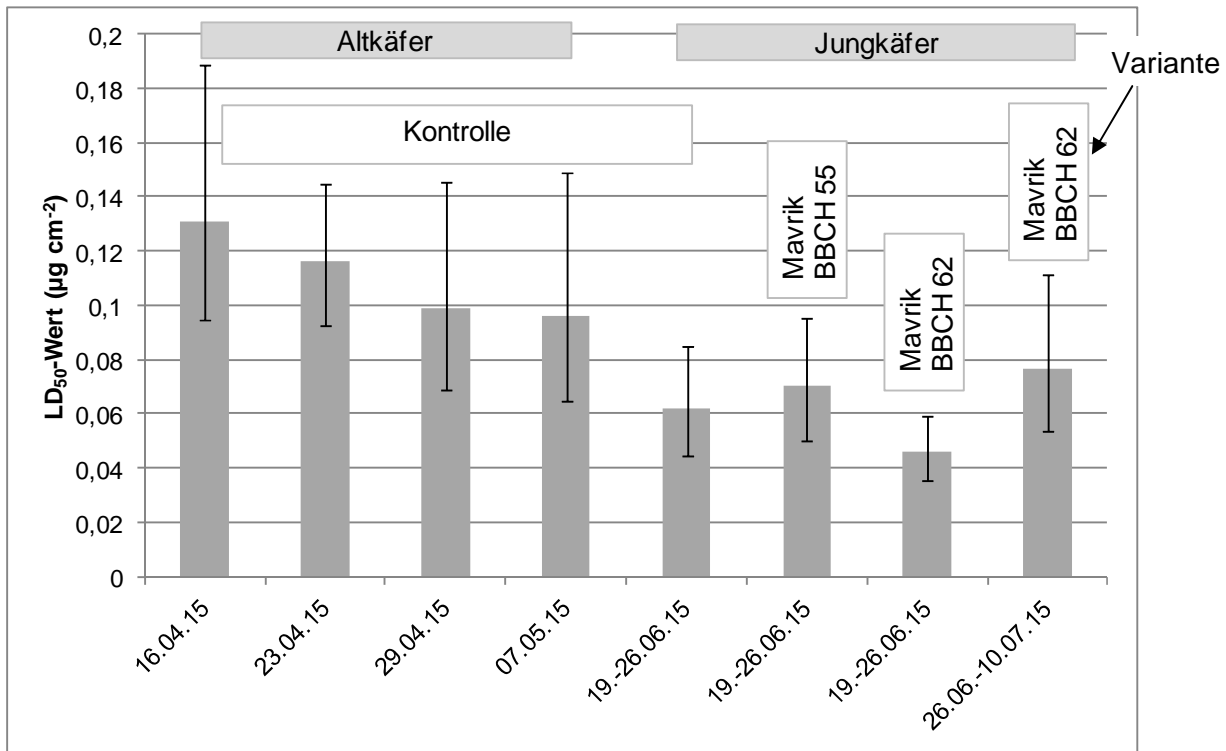


Abb. 50: LD₅₀-Werte (µg cm⁻²) und 95% Konfidenzintervalle von **lambda-Cyhalothrin** von Alt- und Jungkäfern, die zu unterschiedlichen Terminen im Versuchsjahr **2015** in der Kontrolle und den Mavrik Varianten gesammelt wurden (Adult-Vial-Test)

3.3.2 Sensitivität der in den Feldversuchsvarianten gesammelten Larven

Im Rahmen des Projektes wurde auch die Sensitivität der in den Feldversuchsvarianten gesammelten Rapsglanzkäferlarven gegenüber Thiaclopid und lambda-Cyhalothrin untersucht. Die Mortalität der Larven aus den Kontrollparzellen des Versuchs 2013 in mit Thiaclopid beschichteten Gläsern war sehr hoch. Selbst bei geringen Dosierungen (0,0144 µg Thiaclopid cm⁻²) lag die Mortalität bereits nach fünf Stunden bei 100%. Die Untersuchung der Sensitivität gegenüber lambda-Cyhalothrin zeigte, dass selbst bei einer Dosierung von 0,1875 µg cm⁻² keine 100%ige Mortalität erreicht wurde (Abb. 51).

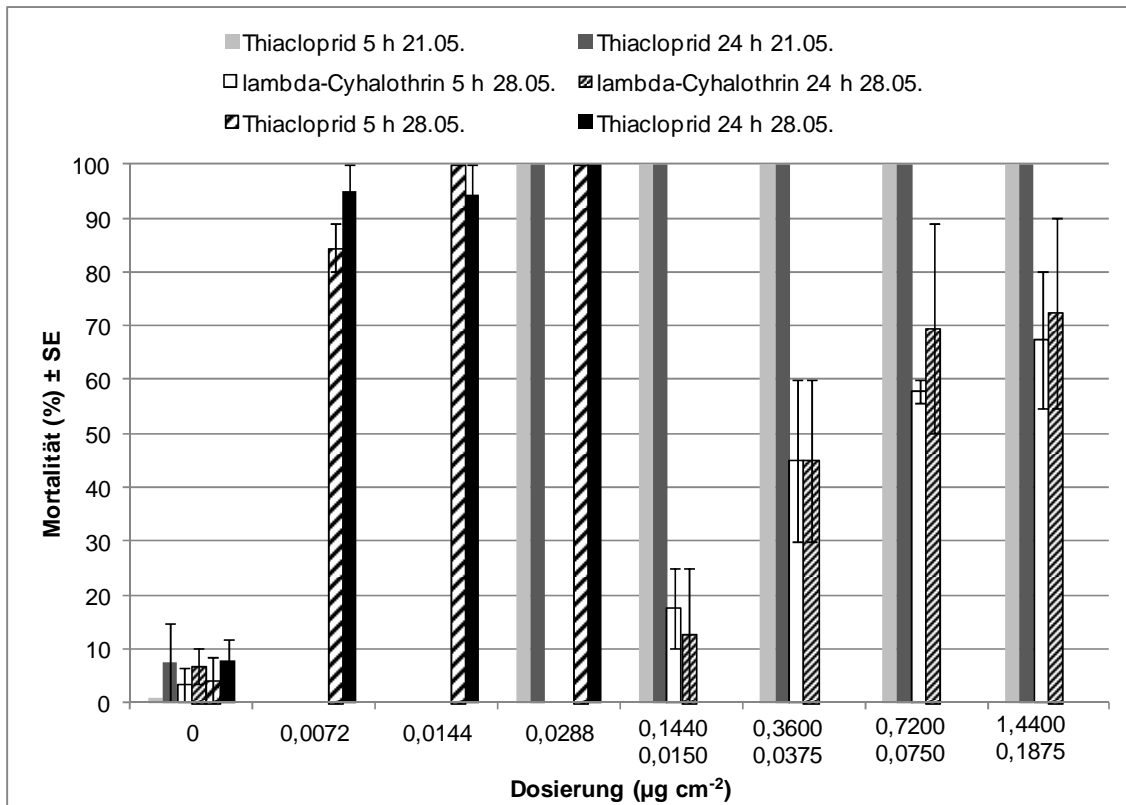


Abb. 51: Mittlere Mortalität (%) (\pm SE) der L2-Rapsglanzkäferlarven aus Kontrollparzellen bei unterschiedlichen Dosierungen der Wirkstoffe Thiocloprid und lambda-Cyhalothrin nach fünf und 24 Stunden; Sammlung der Larven am 21. Mai 2013; je 3 Wiederholungen, Sammlungen der Larven am 28. Mai 2013; je 2 Wiederholungen

Im Versuchsjahr 2014 konnten aufgrund des geringen Befallsdrucks mit Altkäfern nicht genügend Larven für eine Sensitivitätsuntersuchung gesammelt werden. 2015 waren wenige Tests möglich, allerdings werden im Folgenden nur die Boniturergebnisse nach 5 Stunden dargestellt, da nach 24 Stunden die Mortalität der Kontrolltiere über 20% lag. 2015 war es sogar möglich für die untersuchten Larven LD_{50} -Werte zu berechnen, diese sind in Tab. 20 dargestellt. Alle getesteten Larven wurden an drei unterschiedlichen Terminen in den Kontrollparzellen gesammelt. Die LD_{50} -Werte für Larven die mit Thiocloprid getestet wurden lagen zwischen 0,0015 und 0,0055 $\mu\text{g Thiocloprid cm}^{-2}$. Für lambda-Cyhalothrin zwischen 0,0368 und 0,0843 $\mu\text{g cm}^{-2}$.

Tab. 20: Übersicht über die LD₅₀-Werte (μg lambda-Cyhalothrin / Thiacloprid cm^{-2}), untere und obere 95% Konfidenzintervalle (KI) nach fünf Stunden für Larven, die am 11. (BBCH 65), 20. (BBCH 69) und 26. Mai 2015 (BBCH 71) in den Kontrollparzellen gesammelt wurden

| Sammeldatum | Wirkstoff | LD ₅₀ ($\mu\text{g cm}^{-2}$) | Unteres KI | Oberes KI |
|-------------|--------------------|--|------------|-----------|
| 11.05.15 | Lambda-Cyhalothrin | 0,0843 | 0,0577 | 0,12486 |
| | Thiacloprid | 0,0055 | 0,00383 | 0,00756 |
| 20.05.15 | Lambda-Cyhalothrin | 0,0470 | 0,01748 | 0,08531 |
| | Thiacloprid | 0,0015 | 0,00043 | 0,00256 |
| 26.05.15 | Lambda-Cyhalothrin | 0,0368 | 0,0719 | 0,07574 |
| | Thiacloprid | 0,0020 | 0,00047 | 0,00354 |

4 Diskussion

Winterraps beherbergt im Laufe seiner Entwicklung eine Vielzahl von Schädlingen (Alford et al. 2003). Einige davon treten lange Zeit im Raps auf, oft zeitgleich mit anderen Schädlingen. Zur Bekämpfung dieser Schädlinge werden vorrangig Insektizide eingesetzt. Der Behandlungsindex in Raps betrug in Deutschland im Mittel über die Jahre 2007 bis 2013 2,7, wobei die meisten Behandlungen gegen Kohlschotenrüssler und Rapsglanzkäfer erfolgten (Freier et al. 2015). Hauptsächlich wurden in der Vergangenheit Insektizide aus der Gruppe der Pyrethroide genutzt (Nauen 2005, Heimbach et al. 2006, Müller et al. 2008, Thieme et al. 2010), was beim Rapsglanzkäfer in der Ausbildung von Resistenz endete, die mittlerweile über ganz Europa verbreitet ist (Hansen 2003, Nauen 2005, Wegorek 2005, Heimbach et al. 2006, Tiilikainen & Hokkanen 2008, Slater et al. 2011, Zimmer & Nauen 2011a). Auch für weitere Rapsschädlinge wie Kohlschotenrüssler (*Ceutorhynchus obstrictus* (Marsham)), Rapserdfloh (*Psylliodes chrysocephala* (L.)) und Schwarzer Kohltriebrüssler (*C. pycitarsis* Gyllenhal) ist Resistenz bekannt (Heimbach & Müller 2013, Robert et al. 2015).

Aufgrund der Pyrethroidresistenz und nur wenig verfügbaren Insektiziden mit anderen Wirkmechanismen erweist sich die Bekämpfung des Rapsglanzkäfers als schwierig. Die wenigen zur Verfügung stehenden Mittel müssen gezielt eingesetzt werden. Sie sollten nicht nur einen direkten Effekt auf Altkäfer besitzen sondern gleichzeitig die Vermehrung des Käfers reduzieren und damit auch das Schadpotential und den Insektizideinsatz in folgenden Jahren. Die Populationsentwicklung des Rapsglanzkäfers wird durch zahlreiche Faktoren wie dem Einsatz von Insektiziden beeinflusst. Im Rahmen des Projektes wurde der Einfluss der Insektizide Biscaya, Mavrik und Karate Zeon, appliziert in BBCH 53/55 oder 60 bis 65 auf die Populationsentwicklung des Rapsglanzkäfers untersucht. Außerdem wurden in den Versuchen, die durch die Pflanzenschutzdienste betreut wurden teilweise auch die Insektizide Plenum 50 WG, Trebon 30 EC, Avaunt und Mospilan getestet. Die Ergebnisse zeigen, dass alle Insektizide (außer Karate Zeon) eine Reduktion der Rapsglanzkäferpopulation bewirken. Durch die Behandlung mit Karate Zeon wurde die Anzahl der Nachkommen allerdings erhöht. Die Reduktion der Populationsstärke durch Biscaya und Mavrik wurde durch verschiedenen Mechanismen hervorgerufen.

2013 zeigte Biscaya nach der Applikation in BBCH 53 im Versuch des JKI nur eine moderate Wirkung. Lediglich einen Tag nach der Applikation wurde die Altkäferdichte in den Biscaya behandelten Parzellen signifikant reduziert. An den darauffolgenden Boniturterminen konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den Varianten festgestellt werden. Die geringe Wirkung von Biscaya auf die Altkäferdichte im Feldversuch 2013 könnte durch eine erneute Zuwanderung von Rapsglanzkäfern nach der Applikation bedingt sein. Die eingewanderten Käfer wurden nicht direkt exponiert. In 2014 und 2015 war die Anzahl der Altkäfer nach der Behandlung mit Biscaya und Mavrik für drei bzw. sieben Tage nach der Applikation signifikant reduziert. Effekte auf die Altkäfer durch Biscaya und Mavrik bis mehrere Tage nach der Applikation konnten auch an den anderen Versuchsstandorten beobachtet werden und sind auch aus anderen Feldversuchen bekannt (Jansen & San Martin y Gomez 2014, Tölle 2014). Auch für Mavrik sind signifikante Effekte über mehrere Tage nach der Applikation aus anderen Versuchen bekannt (Vaitelyte et al. 2011).

Die genauen Gründe für die Reduktion der Altkäferzahlen in Biscaya und Mavrik behandelten Parzellen wurden nicht im Detail untersucht. Die geringe Käferdichte könnte durch direkte Mortalität verursacht worden sein. Wäre dies der alleinige Grund, wäre die Knospenbelegung an den Pflanzen, die während der Applikation abgedeckt waren, ebenfalls nur gering, ähnlich wie bei den behandelten Pflanzen. Die Reduktion der Altkäfer und die reduzierte Knospenbelegung mit Eiern könnte durch eine Kombination aus direkt letalen, repellenten und subletalen Effekten erfolgt sein. Repellente Effekte von Insektiziden sind bekannt (Longley & Jepson 1996, Neumann 2010) und könnten zu einer geringeren Käferdichte in Biscaya und Mavrik behandelten Parzellen und folglich einer geringeren Knospenbelegung beigetragen haben. Zusätzlich zu repellenten Effekten könnten auch subletale Effekte der Insektizide das Verhalten der Käfer beeinflusst haben (Desneux et al. 2004, Neumann 2010). Subletale Effekte können die Koordination von Bewegungen beeinflussen oder eine erhöhte Aktivität hervorrufen (Desneux et al. 2007). Diese Effekte könnten der Grund für die von Gödeke (2016) beschriebene Beobachtung sein, dass nach einer Biscayabehandlung bis mindestens sieben Tage nach der Applikation verstärkt Rapsglanzkäfer zu Boden fallen. Für Mavrik konnte der erhöhte Käferfall in den Versuchen von Gödeke (2016) nicht beobachtet werden.

Außerdem zeigen die vorliegenden Ergebnisse, dass Biscaya trotz der geringen Altkäferwirkung im Versuch des JKI in 2013 und den etwas geringeren Effekten auf Altkäfer im Vergleich zu Mavrik in den Versuchen 2014 und 2015 die Knospenbelegung deutlich reduzierte. Insektizidrückstände auf den Pflanzen könnten trotz der Präsenz der Käfer, die Ablage von Eiern in die Knospen verhindert haben. Dies wurde in Gewächshausversuchen bestätigt, in denen nur an Biscaya-behandelten Pflanzen die Knospenbelegung deutlich reduziert war. Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Applikation von Biscaya und Mavrik im Knospenstadium durch direkte und repellente Effekte zu einer Reduktion der Altkäfer und der Knospenbelegung führt. Für Biscaya wurden zusätzliche subletale Effekte beobachtet. Folglich wurden weniger Larven gezählt, die zur Verpuppung abgewandert sind und weniger Jungkäfer schlüpften in den Biscaya- und Mavrikparzellen.

Im Gegensatz zu Biscaya und Mavrik zeigte Karate Zeon keine Effekte auf die Altkäfer und die Knospenbelegung. Die fehlende Wirkung im Feld kann auf die weit verbreitete Pyrethroidresistenz des Rapsglanzkäfers zurückgeführt werden (Slater et al. 2011). Die unterschiedlichen Ergebnisse der Pyrethroide Mavrik und Karate Zeon in den vorliegenden Feldversuchen können durch die unterschiedliche Empfindlichkeit der Käfer gegen die Wirkstoffe erklärt werden (Makunas et al. 2011, Heimbach & Müller 2013).

Eine weitere Beeinflussung der Population wurde durch den starken L1-Larvenfall nach den Biscaya-Behandlungen in BBCH 60-65 hervorgerufen. Ein Abfall der Larven durch mechanische Effekte der Spritzung können ausgeschlossen werden, denn dann wären diese Effekte in allen behandelten Varianten aufgetreten. Die L1-Larven können direkt mit dem Wirkstoff in Berührung kommen, wenn sie sich während der Spritzung in den offenen Blüten befinden, an kontaminiertem Pflanzenmaterial fressen oder mit Rückständen des Wirkstoffs in Berührung kommen, wenn die Blüten sich kurze Zeit nach der Behandlung öffnen. Es wurde nicht geprüft, ob der verstärkte Larvenfall durch direkt letale Effekte von Thiacloprid hervorgerufen wurde oder subletale Effekte die Koordination der Larven eingeschränkt haben. Da bekannt ist, dass Thiacloprid eine toxische Wirkung auf L2-Larven hat (Zimmer et al. 2014), kann davon ausgegangen werden, dass auch die L1-Larven empfindlich auf den Wirkstoff reagieren.

Die Applikation von Biscaya resultierte in den meisten Feldversuchen in einer signifikanten Reduktion der L2-Larven im Vergleich zur Kontrolle. Auch Mavrik reduzierte die Larvenzahlen, allerdings in den meisten Fällen nicht so effektiv wie Biscaya. Eine signifikante Reduktion der L2-Larven wurde ebenfalls durch Jansen & San Martin y Gomez (2014) und Tölle (2014) beschrieben. Auch der Einsatz von Avaunt, Plenum 50 WG und Trebon 30 EC führte zu einer Reduktion der L2-Larven. Karate Zeon hingegen erhöhte die Anzahl der Larven in den vorliegenden Feldversuchen um bis zu 42% im Vergleich zur Kontrolle. Es ist bekannt, dass lambda-Cyhalothrin natürliche Gegenspieler der Rapsglanzkäferlarven, wie Spinnen oder Staphyliniden, eliminieren kann (Wehling & Heimbach 1991, Devotto et al. 2007, Felsmann 2008, Liu et al. 2013). Dies könnte auch in den präsentierten Feldversuchen der Fall gewesen sein, so dass sich in den Karate Zeon Parzellen die Larven ungestört entwickeln konnten. Außerdem könnte es möglich sein, dass bedingt durch den schnellen Abbau des Pyrethroids durch Monooxygenasen (Zimmer & Nauen 2011b) nur geringen Mengen des Wirkstoffs am Wirkort ankommen. Diese geringen Mengen könnten eine Stimulation der Eiablage der Weibchen zur Folge haben und folglich zu einer erhöhten Anzahl Larven führen. Stimulierende Effekte durch Insektizide wurden von Luckey (1968) als Hormoligosis beschrieben.

Die beschriebenen Effekte von Biscaya und Mavrik resultierten in einem verringerten Jungkäferschlupf. In den Parzellen mit geringen Zahlen an abgewanderten L2-Larven schlüpfen folglich auch nur wenige Jungkäfer, wobei Mavrik weniger effektiv war als Biscaya. Ähnliche Effekte von Biscaya auf den reduzierten Jungkäferschlupf wurden durch Tölle (2014) beschrieben.

Nicht nur Insektizide können die Populationsentwicklung des Rapsglanzkäfers beeinflussen, auch Parasitoiden wie *T. heterocerus* und *Phradis* spp. können einen Einfluss haben (Nitzsche 1998, Nilsson 2003, Ulber et al. 2010). Die Hauptaktivitätsphase der genannten Parasitoide wurde in der Zeit kurz vor Blühbeginn bis zur Vollblüte beobachtet (Ulber & Nitzsche 2006). Die Applikation von Insektiziden in dieser Zeit kann die Parasitoiden negativ beeinflussen (Johnen & Ulber 2004). Im Rahmen dieser Studie konnte gezeigt werden, dass die Insektizide Biscaya, Mavrik und Karate Zeon die Parasitierung der Rapsglanzkäferlarven nicht signifikant beeinflussen, unabhängig von einer Applikation im Knospenstadium, zu Blühbeginn oder in der Vollblüte. In einigen Fällen war die Parasitierungsrate in Biscaya oder Mavrik behandelten Parzellen geringer als in der Kontrolle, allerdings bestanden hier keine signifikanten Unterschiede. Natürliche Gegenspieler können eine Abhängigkeit zur Dichte der Schädlinge zeigen (Zaller et al. 2009). Wie beschrieben wurden in den Biscaya- und Mavrikparzellen weniger Larven gefunden. Folglich standen hier auch weniger Larven zur Eiablage für die Parasitoiden zur Verfügung und damit könnten diese Parzellen weniger attraktiv gewesen sein. Außerdem können flüchtige Verbindungen des Rapses einen Effekt auf

das Suchverhalten von *T. heterocerus* und *Phradis* spp. (Jönsson et al. 2005) haben. Synomone werden nach Fraß der Insekten an den Pflanzen freigesetzt und können natürliche Gegenspieler anlocken (Mattiacci et al. 1994). In Bereichen in denen sich nur wenig Käfer und Larven aufhalten, werden auch nur geringe Mengen der Synomone durch Fraßschaden freigesetzt und damit wenig Parasitoide angelockt.

Im Gegensatz zu den vorliegenden Ergebnissen beschreiben einige Studien negative Effekte von Insektiziden auf Parasitoide des Rapsglanzkäfers (Veromann et al. 2006, Neumann 2010, Jansen & San Martin y Gomez 2014, Tölle 2014). Allerdings gibt es in der Literatur keine klaren und einheitlichen Effekte von Thiacloprid, tau-Fluvalinat und lambda-Cyhalothrin auf die Parasitierung von Rapsglanzkäferlarven. Die Effekte einzelner Insektizide unterscheiden sich zwischen Autoren und zwischen Jahren innerhalb einer Quelle. Häufig werden nur einjährige Versuche präsentiert oder es wird nicht berücksichtigt, dass eine Insektizidapplikation die Anzahl der Altkäfer und Larven signifikant reduziert. Parzellen mit geringer Ei- und Larvendichte können aber für Parasitoide weniger attraktiv sein.

Bei den Resistenzuntersuchungen zeigte sich eine hohe Variabilität der Sensitivität vor allem bei Thiacloprid während die LD₅₀-Werte bei tau-Fluvalinat und lambda-Cyhalothrin deutlich weniger stark schwankten. Auch deutete sich bei Thiacloprid an, dass die Sensitivität der nach Behandlung gesammelten Tiere in den Biscaya Parzellen eher abnahm als die Pyrethroidempfindlichkeit der Aufsammlungen in Pyrethroid behandelten Parzellen. Im Jahr 2015 war die reduzierte Empfindlichkeit gegenüber Thiacloprid auch noch bei den Jungkäfern sichtbar, die in den Biscaya Varianten schlüpfen. Dies könnte auf eine vererbte geringere Empfindlichkeit hinweisen, was dann klar auf eine Resistenzentwicklung deuten würde. Dies müsste allerdings noch bestätigt werden. Allerdings kam es auch über die drei Versuchsjahre hinweg zu einer sich verringernden Sensitivität gegenüber Thiacloprid.

5 Schlussfolgerungen

In den Versuchen, die im Rahmen dieses Projektes durchgeführt wurden, reduzierten alle Insektizide (außer Karate Zeon) mehr oder weniger stark die Rapsglanzkäferpopulation. Biscaya zeigte Effekte auf die Entwicklung der Rapsglanzkäferpopulation, die bei der Wirksamkeitsprüfung von Insektiziden nach EPPO Standard PP 1/178 (3) (EPPO 2005) nicht erfasst werden. Biscaya beeinflusste das Populationswachstum nicht nur durch direkt letale Effekt auf die überwinterten Altkäfer, sondern durch zusätzliche Effekte, die die Knospenbelegung mit Eiern beeinflussen. Die Applikation von Biscaya zu Beginn der Blüte oder in der Blüte führte zu einer signifikanten Reduktion der L1-Larven. Auch Mavrik zeigte gute Effekte auf die Altkäfer, Effekte auf die Knospenbelegung waren aber deutlich geringer und Effekte auf die L1-Larven fehlten komplett. Ob die Reduktion der zur Verpuppung abwandernden L2-Larven in den Varianten die mit Plenum 50 WG, Avaunt oder Trebon 30 EC behandelt wurden nur durch die Altkäferreduktion bedingt war oder auch noch weitere Effekte zur Reduktion der Larvenzahlen führte, wurde nicht untersucht. Die Applikation von Karate Zeon hatte kaum Einfluss auf die Altkäferdichte und führte zu einer Erhöhung der Anzahl Nachkommen.

Es konnte gezeigt werden, dass Biscaya und Mavrik nicht die Parasitierung der Larven durch *T. heterocerus* und *Phradis* spp. beeinflussen. Insbesondere die Applikation von Biscaya im

Knospenstadium reduzierte den Befallsdruck und damit den Insektizideinsatz in folgenden Jahren. Die Behandlung von Rapsglanzkäfern in der Blüte, wie sie in den präsentierten Versuchen durchgeführt wurde, ist in der Praxis nicht üblich, da die Käfer zu diesem Zeitpunkt keinen Schaden mehr anrichten. Ist allerdings eine Bekämpfung von Kohlschotenrüsslern oder Kohlschotenmücken notwendig, zeigt Biscaya positive Nebeneffekte auf gleichzeitig vorkommende Rapsglanzkäfer. Biscaya kann als wichtiger Baustein im nachhaltigen Resistenzmanagement von pyrethroidresistenten Rapsglanzkäfern eingesetzt werden und durch die Reduktion der Rapsglanzkäferdichten zu einer insgesamt geringeren Notwendigkeit von Insektizidanwendungen führen. Allerdings sollte Biscaya nur zurückhaltend eingesetzt werden, da sich eine Abnahme der Sensitivität zumindest gegen die letale Wirkung gegen die Rapsglanzkäfer im Labor andeutet.

6 Zusammenfassung

Der Rapsglanzkäfer (*Meligethes aeneus* (F.), syn. *Brassicogethes aeneus* (F.)) ist ein bedeutender Schädling im Rapsanbau, der durch Fraß an den Knospen erheblichen Schaden verursachen kann. Die Kontrolle des Rapsglanzkäfers ist aufgrund von weit verbreiteter Pyrethroidresistenz und einer nur geringen Verfügbarkeit von Insektiziden mit anderen Wirkmechanismen eingeschränkt. Insektizide, die nicht nur Ertragsverluste durch Altkäfer verhindern, sondern die Vermehrung des Käfers minimieren werden benötigt, um nachhaltig den Befallsdruck und damit die Notwendigkeit von Insektizidbehandlungen in kommenden Jahren zu reduzieren.

In der vorliegenden Arbeit wurde in Feld- und Gewächshausversuchen die Wirkung des Neonicotinoids Biscaya (a.i. Thiacloprid, 72 g ha⁻¹) und der Pyrethroide Mavrik (tau-Fluvalinat, 48 g ha⁻¹) und Karate Zeon (lambda-Cyhalothrin, 7,5 g ha⁻¹) auf die Populationsentwicklung des Rapsglanzkäfers untersucht. Weniger ausführlich wurde in Feldversuchen die Wirkung von Avaunt (Indoxacarb), Plenum 50 WG (Pymetrozin), Trebon 30 EC (Etofenprox) und Mospilan (Acetamiprid) getestet. Die Feldversuche in den Jahren 2013 bis 2015 wurden in der Nähe von Braunschweig etabliert sowie an weiteren Standorten in Niedersachsen, Mecklenburg-Vorpommern und Bayern. Praxisübliche Aufwandmengen der Insektizide wurden im Knospenstadium, zu Beginn der Blüte oder in der Vollblüte appliziert. Die Wirkung der Insektizide auf überwinterte Altkäfer wurde durch Auszählung der Altkäfer pro Haupttrieb vor der Applikation und bis zu zwei Wochen nach der Applikation erfasst. Außerdem wurde der Einfluss der Applikation der Insektizide Biscaya, Karate Zeon und Mavrik im Knospenstadium auf die Knospenbelegung mit Eiern untersucht. Auch Effekte auf die Larven und Jungkäfer wurden betrachtet. Zusätzlich wurde auch geprüft, ob die Insektizide Biscaya, Mavrik und Karate Zeon die Parasitierung der Larven durch *Tersilochus heterocerus* und *Phradis* spp. beeinflussen.

Alle geprüften Insektizide (außer Karate Zeon) führten über einen gewissen Zeitraum zu einer Reduktion der Altkäfer. Die Knospenbelegung mit Eiern wurde bis zu 14 Tage nach der Applikation von Biscaya und Mavrik reduziert. Im Gegensatz zeigte Karate Zeon in den Feldversuchen kaum Wirkung auf die Altkäfer und auch die Knospenbelegung wurde nicht beeinflusst. Biscaya zeigte stärkere Effekte auf die Knospenbelegung als Mavrik. Dies wurde auch in Gewächshausversuchen bestätigt. Hier deutete sich an, dass die geringe Knospenbelegung in Mavrikparzellen durch die Reduktion der Altkäfer hervorgerufen wurde, während bei Biscaya zusätzliche Effekte einwirken. Außerdem führte die Applikation von Biscaya in der Blüte in allen Versuchsjahren zu einem verstärkten L1-Larvenfall. Die Zahl der verpuppungsreifen L2-Larven wurde durch die Behandlung

mit Mavrik und besonders Biscaya reduziert. Auch die anderen Insektizide führten in den meisten Fällen zu einer Reduktion. In den mit Karate Zeon behandelten Parzellen hingegen war die Anzahl L2-Larven im Vergleich zur Kontrolle in den meisten Fällen sogar erhöht. Entsprechend der verringerten L2-Larvenzahlen in Biscaya und Mavrik behandelten Parzellen war auch der Schlupf der Jungkäfer reduziert. Biscaya, Mavrik und Karate Zeon zeigten keine signifikante Beeinflussung der Parasitierungsrate der Rapsglanzkäferlarven durch *T. heterocerus* und *Phradis* spp. *T. heterocerus* kam in allen Versuchsjahren und -standorten vor, allerdings nicht vor BBCH 65. Larven von *Phradis* spp. hingegen konnten nicht in allen Versuchen nachgewiesen werden und wurden nicht vor BBCH 67 gefunden.

Die vorliegende Arbeit zeigt, dass die geprüften Insektizide (außer Karate Zeon) das Populationswachstum des Rapsglanzkäfers beeinflussen und wichtige Bausteine im Management von pyrethroidresistenten Rapsglanzkäfern darstellen. Insbesondere Biscaya führt durch Effekte auf Altkäfer, Knospenbelegung und Larven zu einer nachhaltigen Reduktion des Käfers, ohne die Parasitierung durch Parasitoide zu beeinflussen und minimiert so den Befallsdruck und damit auch den Insektizideinsatz in folgenden Jahren. Beim Einsatz von Biscaya deuten sich aber Verschiebungen in der Sensitivität an, die auf eine Resistenzentwicklung hindeuten.

7 Literatur

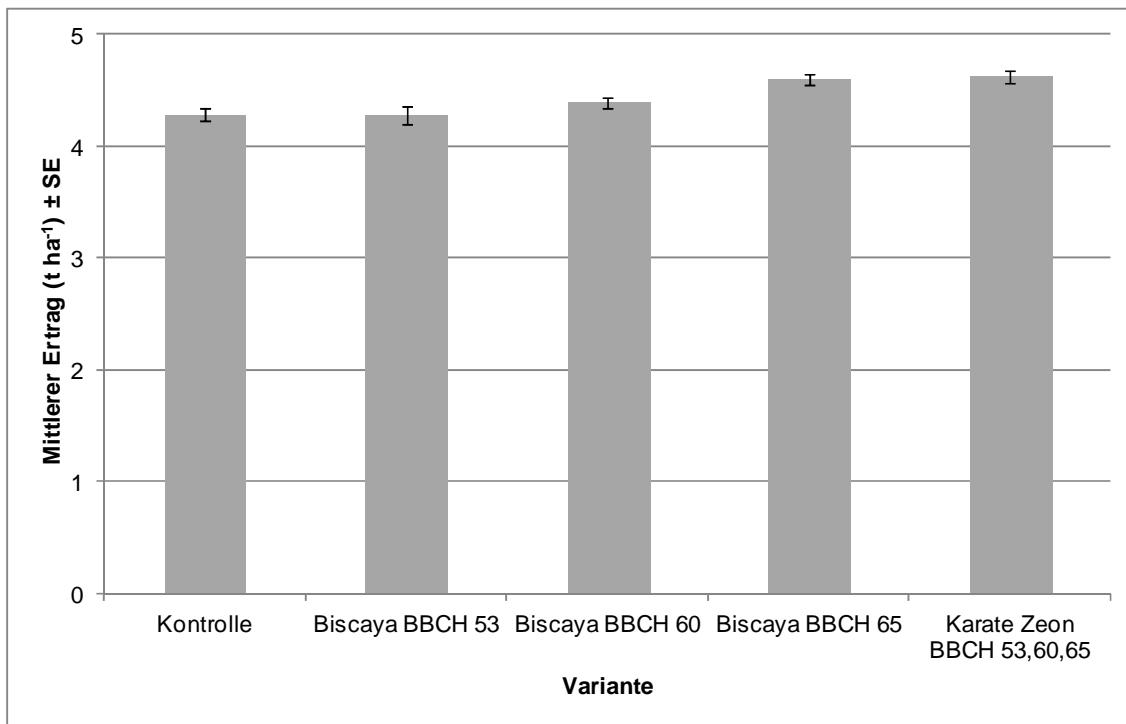
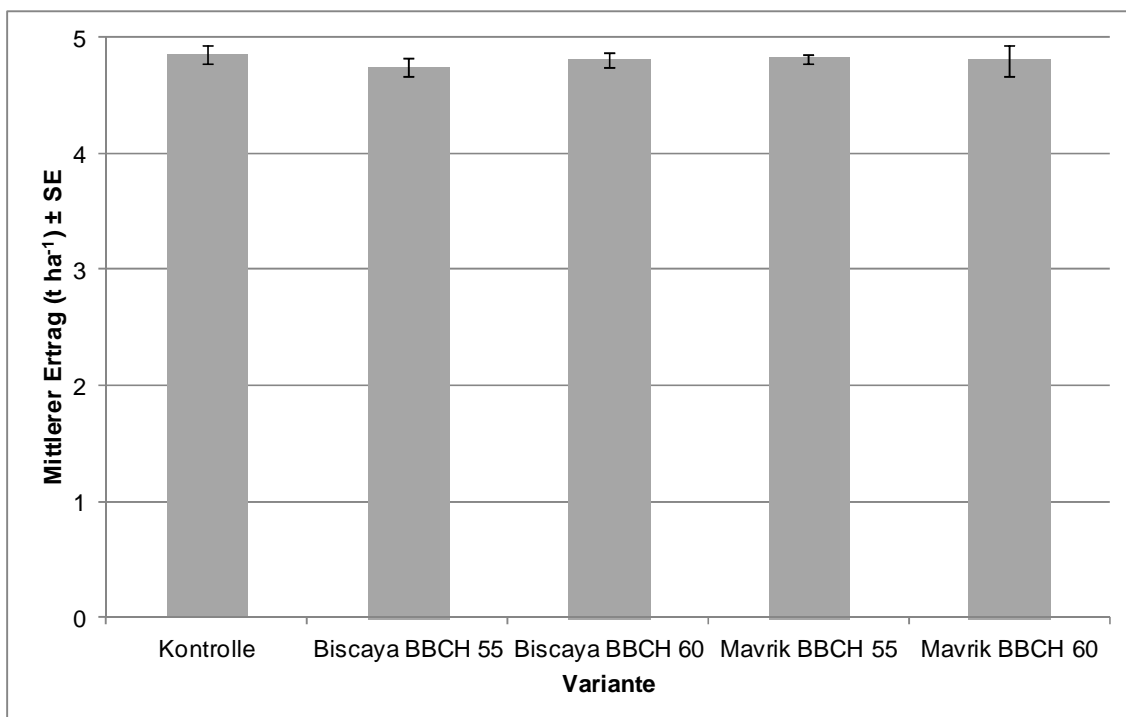
- Abbott, W.S., 1925: A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology* 18, 265-267.
- Alford, D.V., C. Nilsson & B. Ulber, 2003: Insect Pests of Oilseed Rape Crops. In: *Biocontrol of Oilseed Rape Pests* (ed. D.V. Alford), Blackwell Science, 9-41.
- Bates, D., M. Maechler, B. Bolker & S. Walker, 2015: Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. *Journal of Statistical Software*, 67(1), 1-48.
- Blakesley, R.E., S. Mazumdar, M.A. Dew, P.R. Houck, G. Tang, C.F. Reynolds III & M.A. Butters, 2009: Comparisons of Methods for Multiple Hypothesis Testing in Neuropsychological Research. *Neuropsychology* 23, 255-264.
- Burkhardt, F. & H. von Lengerken, 1920: Beiträge zur Biologie des Rapsglanzkäfers (*Meligethes aeneus* Fabr.). *Zeitschrift für angewandte Entomologie* 6, 270-295.
- Desneux, N., M.H. Pham-Delègue & L. Kaiser, 2004: Effects of sub-lethal and lethal doses of lambda-cyhalothrin on oviposition experience and host-searching behaviour of a parasitic wasp, *Aphidius ervi*. *Pest Management Science* 60, 381-389.
- Desneux, N., A. Decourtye & J.M. Delpuech, 2007: The Sublethal Effects of Pesticides on Beneficial Arthropods. *Annual Review of Entomology* 52, 81-106.
- Devotto, L., R. Carrillo, E. Cisternas & M. Gerding, 2007: Effects of lambda-cyhalothrin and *Beauveria bassiana* spores on abundance of Chilean soil surface predators, especially spiders and carabid beetles. *Pedobiologia* 51, 65-73.
- EPPO, 2005: European and Mediterranean Plant Protection Organization; PP 1/178 (3), Efficacy evaluation of insecticides. *Meligethes aeneus* on rape. *EPPO Bulletin* 35, 183-185.
- Felsmann, D.S., 2008: The spatio-temporal dynamics of epigaeic predators and insect pests in different oilseed rape management systems. Dissertation, Universität Braunschweig.
- Fournier, D.A., H.J. Skaug, J. Ancheta, J. Ianelli, A. Magnusson, M. Maunder, A. Nielsen & J. Sibert, 2012: AD Model Builder: using automatic differentiation for statistical inference of highly parameterized complex nonlinear models. *Optimization Methods and Software* 27, 233-249.
- Fox, J., 2003: Effect Displays in R for Generalised Linear Models. *Journal of Statistical Software*, 8(15), 1-27.
- Freier, B., J. Sellmann, J. Strassemeyer, J. Schwarz, B. Klocke, H. Kehlenbeck & W. Zornbach, 2015: Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz. Jahresbericht 2013 - Analyse der Ergebnisse der Jahre 2007 bis 2013. *Berichte aus dem Julius Kühn-Institut* 178.
- Friederichs, K., 1921: Untersuchungen über Rapsglanzkäfer in Mecklenburg. *Zeitschrift für angewandte Entomologie* 7, 1-36.
- Fritzsche, R., 1957: Zur Biologie und Ökologie der Rapsschädlinge aus der Gattung *Meligethes*. *Zeitschrift für angewandte Entomologie* 40, 222-280.

- Gödeke, J., 2016: Untersuchungen zur Wirksamkeit von zwei Insektiziden bei Applikation mit konventioneller Spritztechnik und mit Dropleg-Technik. Masterarbeit, Universität Göttingen.
- Hansen, L.M., 2003: Insecticide-resistant pollen beetles (*Meligethes aeneus* F) found in Danish oilseed rape (*Brassica napus* L) fields. *Pest Management Science* 59, 1057-1059.
- Heimbach, U., A. Müller & T. Thieme, 2006: First steps to analyse pyrethroid resistance of different oilseed rape pests in Germany. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes* 58, 1-5.
- Heimbach, U. & A. Müller, 2013: Incidence of pyrethroid-resistant oilseed rape pests in Germany. *Pest Management Science* 69, 209-216.
- Hothorn, T., K. Hornik, M.A. van de Wiel & A. Zeileis, 2006: A Lego System for Conditional Inference. *The American Statistician* 60(3), 257-263.
- Hothorn, T., F. Bretz & P. Westfall, 2008: Simultaneous Inference in General Parametric Models. *Biometrical Journal* 50(3), 346-363.
- IRAC, 2009: Insecticide Resistance Action Committee; IRAC Susceptibility Test Methods Series, Method No: 011. (http://www.irc-online.org/content/uploads/Method_011_v3_june09.pdf), besucht am 11. Oktober 2016.
- IRAC, 2011: Insecticide Resistance Action Committee; IRAC Susceptibility Test Methods Series, Method No: 021. (http://www.irc-online.org/content/uploads/Method_021_v3.4_Oct11.pdf), besucht am 11. Oktober 2016.
- Jansen, J.P. & G. San Martin y Gomez, 2014: A large field trial to assess the short-term and long-term effects of 5 insecticides used to control the pollen beetle on parasitic hymenoptera in oilseed rape. *IOBC-WPRS Bulletin* 103, 9-16.
- Jönsson, M., A. Lindkvist & P. Anderson, 2005: Behavioural responses in three ichneumonid pollen beetle parasitoids to volatiles emitted from different phenological stages of oilseed rape. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 115, 363-369.
- Johnen, A. & B. Ulber, 2004: Perspektiven der Nützlingschonung im Winterraps durch die Entwicklung von phänologischen Modellen. *Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft* 396, 278.
- Lenth, R., 2015: lsmeans: Least-Squares Means. R package version 2.20-23 (<http://CRAN.R-project.org/package=lsmeans>).
- Liu, T.X., R.W. Irungu, D.A. Dean & M.K. Harris, 2013: Impacts of spinosad and λ -cyhalothrin on spider communities in cabbage fields in south Texas. *Ecotoxicology* 22, 528-537.
- Longley, M. & P.C. Jepson, 1996: Effects of honeydew and insecticide residues on the distribution of foraging aphid parasitoids under glasshouse and field conditions. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 81, 189-198.
- Luckey, T.D., 1968: Insecticide Hormologisis. *Journal of Economic Entomology* 61, 7-12.

- Makunas, V., I. Brazauskiene & R. Smatas, 2011: Resistance of *Meligethes aeneus* to pyrethroids in Lithuania. *Zemdirbyste-Agriculture* 98, 431-438.
- Mattiacci, L., M. Dicke & M.A Posthumus, 1994: Induction of parasitoid attracting synomone in Brussels sprouts plants by feeding of *Pieris brassicae* larvae: Role of mechanical damage and herbivore elicitor. *Journal of Chemical Ecology* 20, 2229-2247.
- Müller, A., U. Heimbach & T. Thieme, 2008: Pyrethroid sensitivity monitoring in Germany of oilseed rape pest insects other than pollen beetle. *EPPO Bulletin* 38, 85-90.
- Nauen, R., 2005: Insecticide resistance in European agriculture: Research instead of rumours. *Proc Brighton Crop Protection Conference - Crop Science & Technology* 3, 123-130.
- Neumann, N., 2010: Lethal and sublethal effects of insecticides on mortality, migration and host searching behaviour of tersilochine parasitoids on winter oilseed rape. Dissertation, Universität Göttingen.
- Nilsson, C., 2003: Parasitoids of Pollen Beetles. In: *Biocontrol of Oilseed Rape Pests* (ed. D.V. Alford), Blackwell, Oxford, 73-85.
- Nitzsche, O., 1998: Auftreten und Effizienz von Parasitoiden als natürliche Gegenspieler von Schadinsekten im Winterraps unter besonderer Berücksichtigung unterschiedlicher Bodenbearbeitungsmaßnahmen nach Winterraps. Dissertation, Universität Göttingen.
- R Core Team, 2014: R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria (<http://www.R-project.org/>).
- Robert, C., L. Ruck & J. Carpezat, 2015: Integrated pest management of the rape winter stem weevil (*Ceutorhynchus picitarsis*) in France. 14th International Rapeseed Congress. Saskatoon, 5–9 July 2015, 109.
- Ruppel, R.F., 1983: Cumulative Insect-Days as an Index of Crop Protection. *Journal of Economic Entomology* 76, 375-377.
- Slater, R., S. Ellis, J.P. Genay, U. Heimbach, G. Huart, M. Sarazin, C. Longhurst, A. Müller, R. Nauen, J.L. Rison & F. Robin, 2011: Pyrethroid resistance monitoring in European populations of pollen beetle (*Meligethes* spp.): a coordinated approach through the Insecticide Resistance Action Committee (IRAC). *Pest Management Science* 67, 633-638.
- Thieme, T. & K. Gloyna, 2008: Endbericht für das von der UFOP geförderte Projekt Nr. 521/071: Analyse der Mortalität von Rapsglanzkäfern im Winterlager und Bestimmung des Anteils von Tieren mit Resistenz gegen Pyrethroide.
- Thieme, T., U. Heimbach & A. Müller, 2010: Chemical Control of Insect Pests and Insecticide Resistance in Oilseed Rape. In: *Biocontrol-Based Integrated Management of Oilseed Rape Pests* (ed. I.H. Williams), Verlag Springer, Heidelberg, 313-335.
- Tiilikainen, T.M. & H.M.T. Hokkanen, 2008: Pyrethroid resistance in Finnish pollen beetle (*Meligethes aeneus*) populations – is it around the corner? *EPPO Bulletin* 38, 99-103.

- Tölle, M.L., 2014: Factors regulating the population dynamics and damage potential of pollen beetle (*Meligethes aeneus* F.) on crops of oilseed rape. Dissertation, Universität Göttingen.
- Ulber, B. & O. Nitzsche, 2006: Phenology of parasitoids (Hym., Ichneumonidae-Tersilochinae) of oilseed rape pests in northern Germany from 1995-1997. IOBC-WPRS Bulletin 29(7), 173-179.
- Ulber, B., I.H. Williams, Z. Klukowski, A. Luik & C. Nilsson, 2010: Parasitoids of Oilseed Rape Pests in Europe: Key Species for Conservation Biocontrol. In: Biocontrol-Based Integrated Management of Oilseed Rape Pests (ed. I.H. Williams), Springer, Heidelberg, 45-76.
- Vaitelyte, B., E. Petraitiene, R. Smatas & I. Brazauskiene, 2011: Control of *Meligethes aeneus*, *Ceutorhynchus assimilis* and *Dasineura brassicae* in winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). Zemdirbyste-Agriculture 98, 175-182.
- Venables, W.N. & B.D. Ripley, 2002: Modern Applied Statistics with S (eds. W.N. Venables & B.D. Ripley), Springer, New York.
- Veromann, E., A. Luik & R. Kevvää, 2006: Oilseed rape pests and their parasitoids in Estonia. IOBC-WPRS Bulletin 29(7), 165-172.
- Wegorek, P., 2005: Preliminary data on resistance appearance of Pollen beetle PB (*Meligethes aeneus* F.) to selected pyrethroids, organophosphorous and chloronicotynyls insecticide, in 2004 year in Poland. Resistant Pest Management Newsletter 14(2), 19-21.
- Wehling, A. & U. Heimbach, 1991: Untersuchungen zur Wirkung von Pflanzenschutzmitteln auf Spinnen (Araneae) am Beispiel einiger Insektizide. Nachrichtenblatt des deutschen Pflanzenschutzdienstes 43, 24-30.
- Williams, I., 2010: The Major Insect Pests of Oilseed Rape in Europe and Their Management: An Overview. In: Biocontrol-Based Integrated Management of Oilseed Rape Pests (ed. I.H. Williams), Verlag Springer, Heidelberg, 1-43.
- Zaller, J.G., D. Moser, T. Drapela, C. Schmöger & T. Frank, 2009: Parasitism of stem weevils and pollen beetles in winter oilseed rape is differentially affected by crop management and landscape characteristics. BioControl 54, 505-514.
- Zimmer, C.T. & R. Nauen, 2011a: Pyrethroid resistance and thiacloprid baseline susceptibility of European populations of *Meligethes aeneus* (Coleoptera: Nitidulidae) collected in winter oilseed rape. Pest Management Science 67, 599-608.
- Zimmer, C.T. & R. Nauen, 2011b: Cytochrome P450 mediated pyrethroid resistance in European populations of *Meligethes aeneus* (Coleoptera: Nitidulidae). Pesticide Biochemistry and Physiology 100, 264-272.
- Zimmer, C.T., H. Köhler & R. Nauen, 2014: Baseline susceptibility and insecticide resistance monitoring in European populations of *Meligethes aeneus* and *Ceutorhynchus assimilis* collected in winter oilseed rape. Entomologia Experimentalis et Applicata 150, 1-10.
- Zuur, A.F., E.N. Ieno, N.J. Walker, A.A. Saveliev & G.M. Smith, 2009: Mixed Effects Models and Extensions in Ecology with R, Springer, New York.

Anhang

Abb. A1: Mittlerer Ertrag (t ha⁻¹) (± SE) in unterschiedlichen Varianten im Feldversuch 2013 in WendhausenAbb. A2: Mittlerer Ertrag (t ha⁻¹) (± SE) in unterschiedlichen Varianten im Feldversuch 2014 in Sickinge

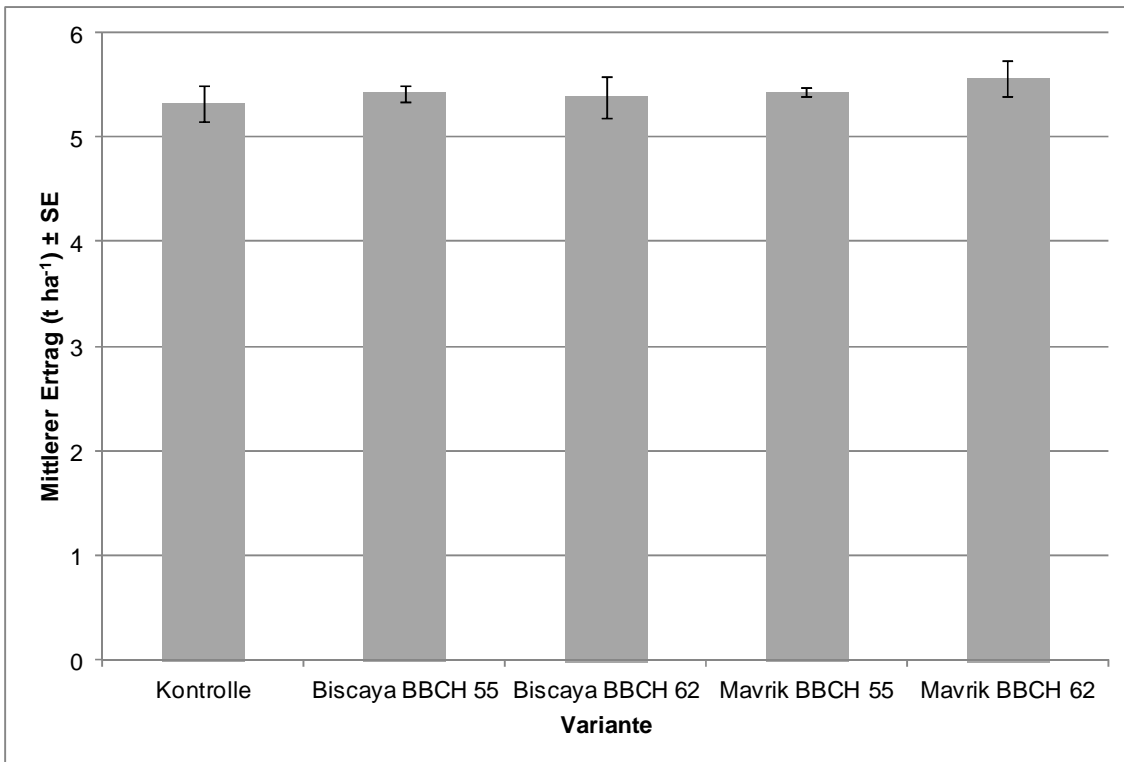


Abb. A3: Mittlerer Ertrag (t ha⁻¹) (± SE) in unterschiedlichen Varianten im Feldversuch 2015 in Lucklum

Tab. A1: Kumulierte mittlere Anzahl (\pm SE) L2-Larven m^{-2} , die zur Verpuppung in unterschiedlichen Varianten zu Boden gefallen in Feldversuchen in Bayern, Mecklenburg-Vorpommern und Niedersachsen 2013-2015. Unterschiedliche Buchstaben innerhalb eines Standortes und Jahres kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Varianten, Tukey HSD-Test, $p \leq 0.05$, Wirkungsgrad (WG %) berechnet nach Abbott (1925)

| Jahr | Standort/ Applikation in BBCH | Variante | L2-Larven $m^{-2} \pm$ SE | WG (%) | |
|---|--|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------|
| 2013 | Puch, Bayern BBCH 55-57 | Kontrolle | 3545.9 \pm 381.5 A | | |
| | | Biscaya | 2574.0 \pm 122.9 B | 27.4 | |
| | | Karate Zeon | 4841.7 \pm 121.6 C | -36.5 | |
| | Cramonshagen, Mecklenburg-Vorpommern BBCH 59 | Kontrolle | 582.6 \pm 88.6 A | | |
| | | Biscaya | 482.2 \pm 126.3 A | 17.2 | |
| | | Karate Zeon | 750.9 \pm 65.0 A | -28.9 | |
| | Stöckendrebber, Niedersachsen BBCH 55-57 | Kontrolle | 3283.9 \pm 103.4 A | | |
| | | Biscaya | 1597.2 \pm 173.9 B | 51.4 | |
| | | Karate Zeon | 3337.5 \pm 274.6 A | -1.6 | |
| | | Mavrik | 2604.2 \pm 257.7 A | 20.7 | |
| | 2014 | Puch, Bayern BBCH 55 | Kontrolle | 1152.7 \pm 56.4 A | |
| | | | Biscaya | 647.9 \pm 84.9 B | 43.8 |
| Karate Zeon | | | 1511.8 \pm 151.9 A | -31.2 | |
| Kleefeld, Mecklenburg- Vorpommern BBCH 55 | | Kontrolle | 2350.5 \pm 238.2 A | | |
| | | Biscaya | 2235.0 \pm 228.1 A | 4.9 | |
| | | Mavrik | 2245.1 \pm 279.4 A | 4.5 | |
| Stöckendrebber, Niedersachsen BBCH 53 | | Kontrolle | 1805.6 \pm 119.7 A | | |
| | | Biscaya | 1218.0 \pm 121.4 B | 32.5 | |
| 2015 | | Puch, Bayern BBCH 57 | Kontrolle | 1750.3 \pm 139.5 A | |
| | Biscaya | | 1737.8 \pm 78.8 A | 0.7 | |
| | Karate Zeon | | 2486.1 \pm 96.1 B | -42.0 | |
| | Mavrik | | 1212.9 \pm 111.7 C | 30.7 | |
| | Kleefeld, Mecklenburg- Vorpommern BBCH 57-59 | Kontrolle | 2599.1 \pm 274.6 A | | |
| | | Biscaya | 1700.1 \pm 153.7 B | 34.6 | |
| | | Mavrik | 1665.0 \pm 190.7 B | 35.9 | |
| | Niedernstöcken, Niedersachsen BBCH 56 | Kontrolle | 1044.7 \pm 80.9 A | | |
| | | Biscaya | 482.2 \pm 26.3 B | 53.8 | |

Veröffentlichungen im Rahmen des Projektes

Brandes, M., U. Heimbach, G. Hogrefe & B. Ulber, 2014: Effect of two different insecticides on the reproduction of pollen beetles in field tests. In: IOBC/WPRS bulletin Proceedings of the meeting at the Centre de Recherche Public – Gabriel Lippmann, Belvaux, Luxembourg, 8th – 10th October, 2013 (eds. Koopmann, Cook, Evans & Eickermann), IOBC/WPRS, Montfavet, 62.

Brandes, M., U. Heimbach & B. Ulber, 2014: Kontrolle von pyrethroid-resistenten Rapsglanzkäfern – Populationsdynamische Effekte. In: 59. Deutsche Pflanzenschutztagung: 23.-26. September 2014, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg (ed. JKI), Julius Kühn-Archiv, Quedlinburg, 195-196.

Brandes, M. & U. Heimbach, 2015: Aktueller Stand der Pyrethroidresistenz bei Rapsschädlingen. RAPS 33(1), 26-29.

Brandes, M., U. Heimbach & B. Ulber, 2015: Einfluss von Biscaya, Karate Zeon und Mavrik auf die Populationsdynamik des Rapsglanzkäfers in den Versuchsjahren 2013 und 2014. In: Entomologentagung : Programm und Abstracts ; 02.-05.03.2015 Frankfurt/M. (eds. Schmitt, Blank, Köhler, Kramp, Weyer), DGaE, Frankfurt am Main, 49-50.

Brandes, M., U. Heimbach & B. Ulber, 2015: Control of pyrethroid resistant pollen beetles – effect of thiacloprid and two pyrethroids on population dynamics. In: 14th International Rapeseed Congress, July 05-09, 2015 TCU Place, Saskatoon, Saskatchewan, Canada (ed. Canola council of Canada), 84.

Brandes, M. & U. Heimbach, 2016: Resistenz bei Rapsschädlingen – Management in 2016. RAPS 34(2), 16-19.

Brandes, M. & U. Heimbach, 2016: Pyrethroid sensitivity of adults and larvae of *Meligethes aeneus*. In: IOBC/WPRS bulletin Proceedings of the meeting „Prospects and progress for sustainable oilseed crop protection" at Tartu (Estonia) September 07 – 09, 2016 (eds. Cook, Jedryczka, Kaczmarek, Truman, Veromann), IOBC/WPRS, Darmstadt, 34.

Brandes, M., U. Heimbach & B. Ulber, 2016: Effects of thiacloprid on population dynamics of pollen beetle in field studies 2013-2015. In: IOBC/WPRS bulletin Proceedings of the meeting „Prospects and progress for sustainable oilseed crop protection" at Tartu (Estonia) September 07 – 09, 2016 (eds. Cook, Jedryczka, Kaczmarek, Truman, Veromann), IOBC/WPRS, Darmstadt, 32.

Brandes, M., U. Heimbach & B. Ulber, 2016: Einfluss verschiedener Insektizide auf die Populationsdynamik des Rapsglanzkäfers. In: 60. Deutsche Pflanzenschutztagung: 20.-23. September 2016, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg (ed. JKI), Julius Kühn-Archiv, Quedlinburg, 240.

Heimbach, U. & M. Brandes 2014: Insektizide gegen Rapsschädlinge – kein Stillstand der Resistenzentwicklung. RAPS 32(1), 8-11.

Heimbach, U. & M. Brandes 2014: Resistenzstrategien gegen Rapsschädlinge in 2014. Land & Forst, März 2014.



Herausgeber:

UNION ZUR FÖRDERUNG VON
OEL- UND PROTEINPFLANZEN E.V. (UFOP)

Claire-Waldoff-Straße 7 · 10117 Berlin

info@ufop.de · www.ufop.de