



PROJEKTABSCHLUSSBERICHT

Zuwendungsempfänger: Saatzucht Steinach GmbH & Co KG Klockower Straße 11 17219 Bocksee Tel.: 039921 717-0 Fax: 039921 717-17	Förderkennzeichen: 2814EPS006
--	---

Vorhaben: Entwicklung von Strategien zur Kontrolle von Lupinenblattrandkäfern (Sitona spp.) im integrierten und ökologischen Lupinenanbau (SiLu)
--

Laufzeit des Vorhabens: 01.03.2015 – 28.02.2018	Berichtszeitraum: 01.03.2015 – 28.02.2018
---	---

Kooperationspartner: Universität Rostock Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät – Phytomedizin – PD Dr. Christine Struck	Projektkoordinator: PD Dr. C. Struck
--	--

Autor:

Universität Rostock
Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät- Phytomedizin -
PD Dr. Christine Struck
Satower Str. 48, 18051 Rostock
Tel.: 0381/498-3167 Christine.Struck@uni-rostock.de

Entwicklung von Strategien zur Kontrolle von Lupinenblattrandkäfern (*Sitona* spp.) im integrierten und ökologischen Lupinenanbau (SiLu)

Das übergeordnete Ziel dieses Projektes ist es, Strategien zur Regulierung der Lupinenblattrandkäferarten zu erarbeiten und zur Praxisreife zu führen, die sowohl im integrierten als auch im ökologischen Landbau zur Anwendung kommen können. Dadurch soll die Anbausicherheit von Lupinen (*Lupinus angustifolius*), die durch Schäden der Lupinenblattrandkäfer (*Sitona gressorius* und *S. griseus*) stark eingeschränkt wird, verbessert werden.

Um eine gezielte Kontrolle der Käfer zu erreichen, müssen geeignete Termine für Regulierungsmaßnahmen erkannt werden. Hierzu soll ein Entscheidungshilfesystem erarbeitet sowie Bekämpfungsschwellen definiert werden. Ein wichtiges Element des Projektes ist es daher, Daten zur Biologie der Käferarten zu ermitteln, die als Grundlage für die Modellierung der Prognosen für das Auftreten der Käfer im Frühjahr sowie der Erstellung von Bekämpfungsschwellen dienen. Darüber hinaus sollen in Gewächshaus- bzw. Laborversuchen Wirksamkeitsprüfungen des biologischen Wirkstoffs NeemAzal durchgeführt werden, deren Ergebnisse im dritten Projektjahr in Freilandversuche münden. Des Weiteren sollen in Feldversuchen verschiedene ökologische Regulierungsvarianten getestet werden. Dabei sollen naturstoffliche Substanzen zur Anwendung kommen sowie ein „Trap-cropping-Verfahren“ geprüft werden, bei dem eine Mantelsaat mit attraktiven Sorten die Käfer von den Lupinen der anbaustarken Kernsaat fernhält. Der Projektplan sieht vor, über die Feld- und Laborversuche hinaus in enger Zusammenarbeit mit dem „Modul Modellhafte Demonstrationsnetzwerke“ der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern (LfA-MV), die Ergebnisse in die Praxis zu kommunizieren.

Development of strategies for controlling lupin weevils (*Sitona* spp.) in integrated and ecological lupin cropping systems (SiLu)

The primary objective of the project is the development of strategies for controlling lupin weevils and implementing elaborated control measures in integrated as well as ecological cropping systems. This should allow a reliable cultivation of lupins, which is threatened by feeding damage caused by the lupin weevils *Sitona gressorius* und *S. griseus*.

To ensure an effective and successful pest management appropriate application dates are required. For this purpose a decision support system should be developed as well as a control threshold should be determined. Therefore, an important part of the project is to collect data on the biology of the weevils which present the basis for developing a simulation model for the appearance of the weevils in springtime. In addition, the data are needed to define a control threshold. Furthermore, in greenhouse and laboratory experiments the efficacy of the biological insecticide NeemAzal should be studied and, in the third year, the outcome of these experiments will be employed for a field experiment. Likewise, different ecological control tools using natural products should be evaluated in field trials. In addition, a trap-cropping system should be studied using a lupin cultivar more vulnerable to the pest compared to common varieties. The project plan also involves a close cooperation with the “Modul Modellhafte Demonstrationsnetzwerke” of the Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern (LfA-MV) to put the findings into practice.

Inhaltsverzeichnis

Inhalt

Inhaltsverzeichnis.....	3
Abkürzungsverzeichnis.....	4
Abbildungsverzeichnis.....	5
Tabellenverzeichnis.....	6
1. Einführung.....	7
1.1. Gegenstand des Vorhabens.....	7
1.2. Ziele und Aufgabenstellung.....	7
1.3. Planung und Ablauf des Vorhabens.....	8
2. Wissenschaftlicher und technischer Stand.....	8
3. Material und Methoden.....	8
Entscheidungshilfesystem (AP1).....	8
Wirksamkeitsprüfung NeemAzal-T/S (AP3).....	9
Ökologische Regulierungsvarianten (AP4).....	10
4. Darstellung der Ergebnisse.....	11
Entscheidungshilfesystem (AP1).....	11
Wirksamkeitsprüfung NeemAzal-T/S (AP3).....	13
Ökologische Regulierungsvarianten (AP4).....	14
5. Diskussion.....	17
Entscheidungshilfesystem (AP1).....	17
Wirksamkeitsprüfung NeemAzal-T/S (AP3).....	18
Ökologische Regulierungsvarianten (AP4).....	18
6. Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse.....	20
7. Gegenüberstellung geplante und erreichte Ziele.....	20
8. Zusammenfassung.....	20
9. Literaturverzeichnis.....	20
Literaturverzeichnis.....	20
10. Aktivitäten zur Verbreitung der Ergebnisse.....	20

Abkürzungsverzeichnis

AiF	Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen
AP	Arbeitspaket
BBCH	Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt und chemische Industrie
BLE	Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung
BMEL	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
BÖLN	Bundesprogramm Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft
ERA-Net	European Research Area - Net
FKZ	Förderkennzeichen
F&E	Forschung und Entwicklung
IRAC	Insecticide Resistance Action Committee
NSO	Normalstandort

Abbildungsverzeichnis

<i>Abbildung 1 Anzahl der Fraßstellen an den Blättern des Insektizidversuchs (2016 und 2017)</i>	11
<i>Abbildung 2 Anzahl der Fraßstellen an den Wurzeln des Insektizidversuchs (2016 und 2017)</i>	12
<i>Abbildung 3 Ertragswerte des Insektizidversuchs von 2016 und 2017 in dt ha⁻¹</i>	12
<i>Abbildung 4 Proteingehalte des Insektizidversuchs von 2016 und 2017 in %</i>	13
<i>Abbildung 5 Anzahl der Blatt- und Wurzelfraßstellen der Wirksamkeitsprüfung mit NeemAzal-T/S 2017</i>	13
<i>Abbildung 6 Ermittelte Ertragsdaten der Wirksamkeitsprüfung mit NeemAzal-T/S 2017</i>	14
<i>Abbildung 7 Ermittelter Proteingehalt der Wirksamkeitsprüfung mit NeemAzal-T/S 2017</i>	14
<i>Abbildung 8 Mittelwerte der Anzahl der Blatt- und Wurzelfraßstellen im Versuch mit unterschiedlichen Pflanzenschutz- und Pflanzenstärkungsmitteln</i>	15
<i>Abbildung 9 Ertragsdaten aus dem Versuch mit unterschiedlichen Pflanzenschutz- und Pflanzenstärkungsmitteln</i>	15
<i>Abbildung 10 Proteingehalt aus dem Versuch mit unterschiedlichen Pflanzenschutz- und Pflanzenstärkungsmitteln</i>	16
<i>Abbildung 11 Ertragsdaten des Trap-cropping-Verfahrens</i>	16

Tabellenverzeichnis

<i>Tabelle 1: Anbaudaten und Spritztermine Insektizidversuch (2016 und 2017)</i>	<i>9</i>
<i>Tabelle 2: Behandlungsvarianten der biologischen Bekämpfungsmaßnahmen</i>	<i>10</i>
<i>Tabelle 3: Versuchsvarianten des Trap-cropping-Verfahrens</i>	<i>10</i>

1. Einführung

1.1. Gegenstand des Vorhabens

Mit dem Vorhaben werden zwei wenig beachtete Schädikäferarten in den Fokus gerückt, über die bislang wenige Kenntnisse vorliegen. Den Schaden, den die Tiere im Lupinenanbau verursachen können, ist immens. Möglichkeiten zur Regulierung sind daher im konventionellen wie auch ökologischen Anbau dringend erforderlich. Sie sollen mit dem beantragten Vorhaben geschaffen werden, darüber hinaus wird die Basis einer fundierten Beratung zur Kontrolle der Lupinenblattrandkäfer gelegt werden.

Die Voraussetzungen zum Erreichen dieser Ziele sind aufgrund der fachlichen Kompetenz und bereits bestehender Kooperationsbeziehungen der Partner gegeben, jedoch sind für die unterschiedlichen Arbeitspakete, die das Projekt enthält (siehe Arbeitsplan), die personellen Kapazitäten der Partner unzureichend, und müssen deshalb für den Projektzeitraum aufgestockt werden.

Die primäre Geschäftstätigkeit der Saatzucht Steinach liegt in der Sortenzüchtung und Saatgutproduktion, so dass sich F&E-Ausgaben vornehmlich auf den Bereich Züchtung beschränken. Da im dargestellten Vorhaben von der Saatzucht Steinach keine züchterisch relevanten, sondern anbauwissenschaftliche Versuche durchgeführt werden, mit dem Ziel, Erkenntnisse für spätere Anbauempfehlungen zu gewinnen, ist eine Zuwendung unbedingt erforderlich, um die aufgewendeten Selbstkosten wenigstens zu einem Teil zu decken. Da es sich hierbei in erster Linie um Arbeiten im Sinne der industriellen Forschung (entsprechend der Richtlinien des BMEL das „... planmäßige und kritische Erforschen zur Gewinnung neuer Kenntnisse und Fertigkeiten mit dem Ziel neue Produkte und Verfahren zu entwickeln“) handelt, wird für die Saatzucht Steinach eine Zuwendung zu den Selbstkosten von 60 % beantragt.

1.2. Ziele und Aufgabenstellung

Das übergeordnete Ziel dieses Projektes war es, Strategien zur Regulierung der Lupinenblattrandkäferarten zu erarbeiten und zur Praxisreife zu führen, die sowohl im integrierten als auch im ökologischen Landbau zur Anwendung kommen können. Dadurch soll die Anbausicherheit von Lupinen (*Lupinus angustifolius*), die durch Schäden der Lupinenblattrandkäfer (*Sitona gressorius* und *S. griseus*) stark eingeschränkt wird, verbessert werden.

Um eine gezielte Kontrolle der Käfer zu erreichen, müssen geeignete Termine für Regulierungsmaßnahmen erkannt werden. Hierzu soll ein Entscheidungshilfesystem erarbeitet sowie Bekämpfungsschwellen definiert werden. Ein wichtiges Element des Projektes ist es daher, Daten zur Biologie der Käferarten zu ermitteln, die als Grundlage für die Modellierung der Prognosen für das Auftreten der Käfer im Frühjahr sowie der Erstellung von Bekämpfungsschwellen dienen. Darüber hinaus sollen in Gewächshaus- bzw. Laborversuchen Wirksamkeitsprüfungen des biologischen Wirkstoffs NeemAzal durchgeführt werden, deren Ergebnisse im dritten Projektjahr in Freilandversuche münden. Des Weiteren sollen in Feldversuchen verschiedene ökologische Regulierungsvarianten getestet werden. Dabei werden naturstoffliche Substanzen zur Anwendung kommen; außerdem wird ein „Trap-cropping-Verfahren“ untersucht, bei dem eine Mantelsaat mit attraktiven Sorten die Käfer von den Lupinen der anbaustarken Hauptkultur fernhält.

Mit dem geplanten Projekt soll ein Beitrag zur Ausweitung und Optimierung des Anbaus von Leguminosen in Deutschland geleistet werden, indem die Produktivität des Lupinenanbaus durch eine verbesserte Pflanzenschutzsituation gestärkt wird. Die Ertragssicherheit des Lupinenanbaus ist durch das Auftreten der Lupinenblattrandkäfer und ihrer kryptisch lebenden Larven erheblich beeinträchtigt. Die Tiere schädigen die Lupinen durch ihren Fraß an Blättern und Wurzeln. Dadurch ergeben sich einerseits Biomasseverluste, andererseits entstehen massive sekundäre Schäden durch

pflanzenpathogene Bodenpilze, denen die Fraßstellen der Käferlarven als Eintrittspforten in das Wurzelgewebe der Lupinenpflanzen dienen. Durch eine optimierte Strategie zur Regulierung der Käfer mit gezielten Bekämpfungsmöglichkeiten wird sich die Anbausicherheit von Lupinen verbessern. Somit wird eine wichtige Grundlage für die Erweiterung des Lupinenanbaus geschaffen und damit auch eine Voraussetzung für weitere züchterische Verbesserungen gesetzt.

1.3. Planung und Ablauf des Vorhabens

Entsprechend der Vorhabensbeschreibung wurden die Arbeitspakete bearbeitet.

2. Wissenschaftlicher und technischer Stand

Züchterisch beschäftigt sich die Saatzucht Steinach GmbH Co KG seit Mitte der 90er Jahre mit der Blauen Süßlupine. Die Saatzucht Steinach Station Bornhof verfügt über das europaweit größte Lupinenzuchtprogramm und stellt weiterhin den einzigen deutschen Lupinenzüchter für die Blaue Lupine dar. Seit 1997 wurden 14 Sorten der Blauen Süßlupine aus der Züchtung der Station Bornhof in das Sortenregister eingetragen. In F&E widmete sich die Saatzucht Steinach seit 2003 vor allem der Erforschung von Pilzkrankheiten und der Resistenzzüchtung (AiF KF0508101KMD3; AiF KF0516501MD5; BLE FKZ2814102706; ERANet PTJ 0313997C). Aufgrund der massiven Schädigungen an den Blauen Lupinen durch Blattrandkäfer steht seit dem Jahr 2008 auch dieser Aspekt der Blauen Süßlupine im Fokus. Erfahrungen mit der Erforschung des Blattrandkäfers liegen vor und es wurde mit der Uni Rostock als Kooperationspartner ein gemeinsames Projekt zur Bedeutung der Sekundärmetabolite von Lupinen für die Blattrandkäfer erfolgreich durchgeführt (s. oben, FKZ 511-06.01-28-1-43.008-07). Darüber hinaus beteiligte sich die Saatzucht Steinach von 2010-2013 an einem Forschungsprojekt zu möglichen Bekämpfungsstrategien gegen Blattläusen (FKZ 311-03.03-2814501210) und als Unterauftragnehmer an dem BÖLN-Projekt „Züchtungsmethodische Ansätze zur Erhöhung der Anbaubedeutung der Gelben und Weißen Lupine im Ökolandbau“.

3. Material und Methoden

Entscheidungshilfesystem (AP1)

Erfassung der Flugaktivität

Um den Beginn der Käferaktivität im Frühjahr zu dokumentieren, wurden Fenster- und Bodenfallen an zwei Standorten in Bocksee installiert. Die von der Uni Rostock zur Verfügung gestellten Fensterfallen wurden nach Himmelsrichtungen ausgerichtet und sollten den Zuflug auf den jeweiligen Lupinenschlag bzw. dem Zuchtgarten ermitteln. Für die Erfassung der am Boden aktiven Tiere wurden Bodenfallen aufgebaut. Die Fallen wurden im Frühjahr (März/April) aufgebaut und zweimal wöchentlich geleert. Gleichzeitig wurde im Umfeld der Fallen eine Pflanzenbonitur auf Fraßstellen von Blattrandkäfern durchgeführt.

Für den Versuch zur Erfassung der Flugaktivität wurden die Fensterfallen zweijährig und die Bodenfallen dreijährig im Zuchtgarten aufgebaut. 2015 und 2016 wurde in Bocksee ein zusätzlicher zweiter Standort mit Fenster- und Bodenfallen ausgestattet. Insgesamt wurden je Standort sechs Fensterfallen und in den Jahren 2015 und 2016 8 Bodenfallen und im Versuchsjahr 2017 25 Bodenfallen und keine Fensterfallen aufgestellt. Aufgrund der geringen Käferzahl in den Fensterfallen, wurden diese Daten für die Berechnung des Entscheidungshilfesystems nicht einbezogen, deshalb wurden im dritten Versuchsjahr keine Fensterfallen installiert.

Überwinterungsversuche

Für die Überwinterungsversuche wurden Mesokosmen dauerhaft in den Zuchtgarten in Bocksee installiert. Zur Lupinenernte im Juli/August wurden Käfer gesammelt und bis zum Versuchsbeginn im

Oktober/November in einer Kühlzelle gelagert. Die Mesokosmen wurden nach einem von der Uni Rostock vorgeschriebenen Konzept mit unterschiedlichen Materialien ausgestattet um unterschiedliche Umwelten zu simulieren.

Der Versuch erfolgte zweijährig. Im ersten Versuchsjahr wurden die Umweltvarianten Lupine, Laub und Klee-Gras ohne Wiederholung mit Käfern besetzt.

Im zweiten Versuchsjahr wurden die Mesokosmen Lupine und Klee-Gras in zweifacher Wiederholung mit 40 Käfern am 21.11.16 besetzt.

Insektizidversuch

Als begleitende Maßnahme zur Erhebung biologischer Daten zum Überwinterung, Beginn der Flugaktivität im Frühjahr und Zeitpunkt des höchsten Käferaufkommens wurde ein zweijährig durchgeführter Spritzversuch angelegt. Als Insektizid wurde das einzig zugelassene Mittel mit dem Wirkstoff lambda-Cyhalothrin eingesetzt. In Tabelle 1 sind die wichtigsten Daten zum Anbau und zur Behandlung zusammengefasst.

Tabelle 1: Anbaudaten und Spritztermine Insektizidversuch (2016 und 2017)

	2016	2017
Sorte	Boregine	
Drilltermin	1. April	30. März
Standort	Zuchtgarten Bocksee NSO 3	Zuchtgarten Bocksee NSO 4
Beizmittel	Smaragd Clothianidin	
Insektizid	Karate Zeon IRAC-Gruppe: 3A	
Aufwandmenge	75 ml ha ⁻¹	
Spritztermine	Karate 1 BBCH 30 Karate 2 BBCH 50 Karate 3 BBCH 65 Karate 4 BBCH 50 & 65	Karate 1 BBCH 23 Karate 2 BBCH 30 Karate 3 BBCH 61 Karate 4 BBCH 30 & 61
Erntetermin	28. Juli	1. August

Die Blattbonitur wurde 2016 an drei Terminen durchgeführt (8., 16. Und 24.Juni). Innerhalb dieser 16 Tage konnten nur sehr geringe Änderungen in der Anzahl der Fraßstellen dokumentiert werden, weshalb im zweiten Versuchsjahr die Bonitur nur einmalig durchgeführt wurde. Der Versuch wurde in 11 m² großen Parzellen, in viermaliger Wiederholung, randomisiert angelegt. In jeder Parzelle wurden 30 Pflanzen mit einem nummerierten Etikett versehen und zum Boniturdatum auf Fraßstellen untersucht.

Wirksamkeitsprüfung NeemAzal-T/S (AP3)

Die Wirksamkeitsprüfung von NeemAzal-T/S wurde im Freiland im Zuchtgarten der Saatzucht Steinach durchgeführt. 2016 wurde in einem kleinen Umfang eine Prüfung auf phytotoxische Eigenschaften durchgeführt. Bei einer Aufwandmenge von 3 l ha⁻¹ konnten keine phytotoxischen Auswirkungen auf die Pflanzen bonitiert werden (Daten nicht gezeigt). Mit dieser Aufwandmenge wurde der Versuch 2017 einjährig durchgeführt. Der Versuch wurde in Parzellen mit viermaliger Wiederholung und randomisiert angelegt und betreut. Als Versuchssorte wurde Boregine ausgewählt. Das Mittel wurde an unterschiedlichen Terminen und Häufigkeiten angewendet. Zusätzlich wurde eine Variante mit einem insektiziden Beizmittel in den Versuch aufgenommen. Für den Versuch wurden in zwei Wiederholungen je Parzelle jeweils 30 Pflanzen auf Blatt- und Wurzelfraß durch den Blattrandkäfer bonitiert.

Ökologische Regulierungsvarianten (AP4)

Biologische Bekämpfungsmaßnahmen

Dieses Arbeitspaket befasst sich mit der Prüfung unterschiedlicher Pflanzenschutz- und Pflanzenstärkungsmittel. Durch eine dreijährige, randomisierte Parzellenprüfung in vierfacher Wiederholung soll im Freiland geprüft werden, welche Bekämpfungsstrategie am wirkungsvollsten ist. Die Behandlungsvarianten sind in Tabelle 2 Tabelle 1 zusammengefasst.

Tabelle 2 Behandlungsvarianten der biologischen Bekämpfungsmaßnahmen

Nummer	Versuchsglied	Aufwandmenge	Beschreibung
1	Kontrolle	Keine	Keine Behandlung
2	Karate Zeon	75 ml/ha	Insektizid, Wirkstoff Lambda-Cyhalothrin
3	Mykorrhiza	500kg/ha	Bodenhilfsstoff, Endomykorrhizapilz
4	Trichoderma	5g/ 2kg	Bodenhilfsstoff, Trichoderma-Pilz
5	Naturalis	1 l/ha	Biologisches Insektizid, <i>Beauveria bassiana</i> , Stamm ATCC 74040
6	BroadBand	2,5 l/ha	Biologisches Insektizid, <i>Beauveria bassiana</i> , Stamm PPRI5339
7	Spruzit	10 l/ha	Biologisches Insektizid, Wirkstoff Pyrethrum
8	Steinernema carpocapsae	500.000 Einheiten je Parzelle	Biologischer Nematoden Pflanzenschutz,
9	Steinernema feltiae	500.000 Einheiten je Parzelle	Biologischer Nematoden Pflanzenschutz,
10	Steinernema kraussii	500.000 Einheiten je Parzelle	Biologischer Nematoden Pflanzenschutz,
11	TMTD	4 ml kg ⁻¹	Saatgutbeize, Wirkstoff Thiram
12	Smaragd	4 ml kg ⁻¹	Saatgutbeize, Wirkstoff Clothianidin

Trap-cropping-Verfahren

Das Verfahren des Trap-cropping wurde ebenfalls dreijährig durchgeführt. Für den Versuch wurden unterschiedliche Kombinationen zwischen Hauptkultur und Fangpflanze getestet. Außerdem wurden einige Varianten zusätzlich noch durch ein biologisches Insektizid behandelt (zusammengefasst in Tabelle 3). Nr. 1 und Nr. 6 sollen als Kontrollvariante angesehen werden.

Tabelle 3 Versuchsvarianten des Trap-cropping-Verfahrens

Nr.	Hauptsorte	Fangpflanze	Behandlung	Bezeichnung
1	Boregine	Boregine	Keine	Boregine
2	Boregine	Azuro	Keine	Boregine (Azuro)
3	Boregine	Vitabor	Keine	Boregine (Vitabor)
4	Boregine	Azuro	Spruzit	Boregine (Azuro Spruzit)
5	Boregine	Vitabor	Spruzit	Boregine (Vitabor Spruzit)
6	Mirabor	Mirabor	Keine	Mirabor
7	Mirabor	Azuro	Keine	Mirabor (Azuro)
8	Mirabor	Vitabor	Keine	Mirabor (Vitabor)
9	Mirabor	Azuro	Spruzit	Mirabor (Azuro Spruzit)
10	Mirabor	Vitabor	Spruzit	Mirabor (Vitabor Spruzit)

Die Fangpflanzen wurden in einem 6 m breiten Streifen um ein 15 x 15 m großes Feld der Hauptsorte angesät.

4. Darstellung der Ergebnisse

Entscheidungshilfesystem (AP1)

Erfassung der Flugaktivität

Die Boniturergebnisse und die gesammelten Käfer wurden zur Auswertung an die Uni Rostock übergeben.

Überwinterungsversuche

Aufgrund der hohen Sterblichkeit der im Sommer gesammelten Käfer konnten nur die ersten beiden Wiederholungen der Mesokosmen mit jeweils 40 Käfern (*Sitona gressorius*, *Sitona griseus*) am 30.10.15 ausgestattet werden. Am 4. Februar konnten 5 Käfer (*Sitona gressorius*) in dem Mesokosmos Lupine detektiert werden und wurden zur Auswertung an die Uni Rostock übergeben.

Im folgenden Frühjahr wurden keine Käfer in den belegten Mesokosmen detektiert.

Insektizidversuch

Aufgrund der unterschiedlichen BBCH Stadien bei der Behandlung, wurden die Bonitur- und Ertragsdaten für die beiden Jahre getrennt dargestellt (Abbildung 3, Abbildung 4, **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** & **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**).

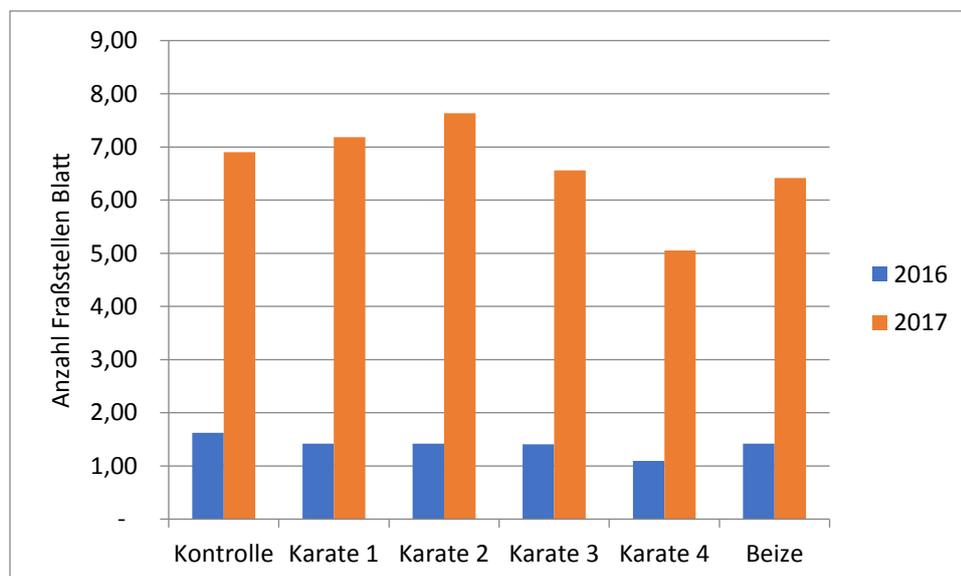


Abbildung 1 Anzahl der Fraßstellen an den Blättern des Insektizidversuchs (2016 und 2017)

In beiden Versuchsjahren wurden in der Karate 4 Variante ein geringerer Blattfraß ermittelt. Diese Variante wurde als Einzige doppelt behandelt.

In Abbildung 2 sind die Fraßstellen an den Wurzeln als Mittelwerte aufgezeigt.

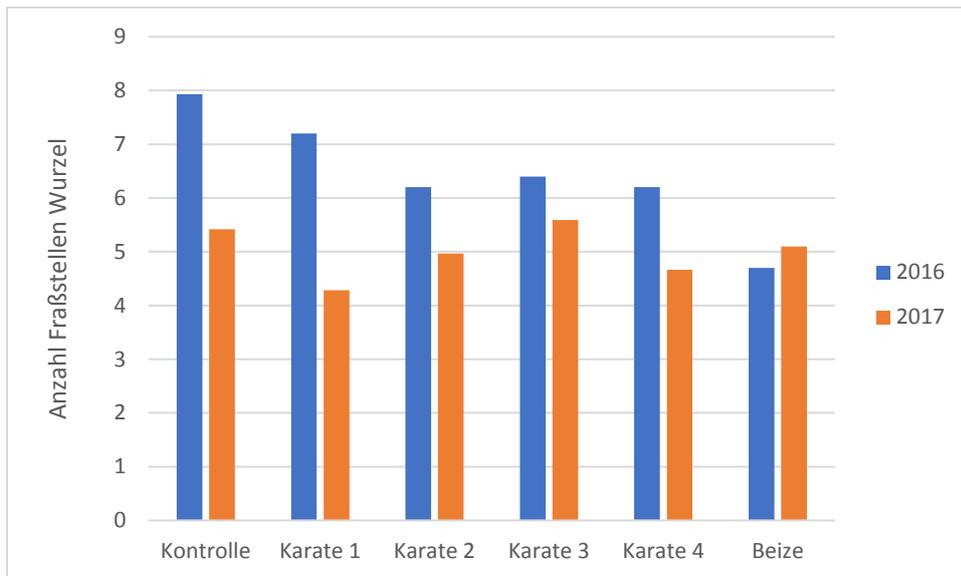


Abbildung 2 Anzahl der Fraßstellen an den Wurzeln des Insektizidversuchs (2016 und 2017)

2016 wies die Beizvariante die geringsten Fraßstellen an den Wurzeln auf und 2017 die Karate 4 Variante. Das Ergebnis aus dem ersten Versuchsjahr konnte im zweiten Jahr nicht wieder dokumentiert werden.

An den Blättern traten 2017 deutlich mehr Fraß auf als 2016 und an den Wurzeln mehr Fraß 2016 (ausgenommen die Beizvariante).

Die Ertragsdaten werden in Abbildung 3 dargestellt.

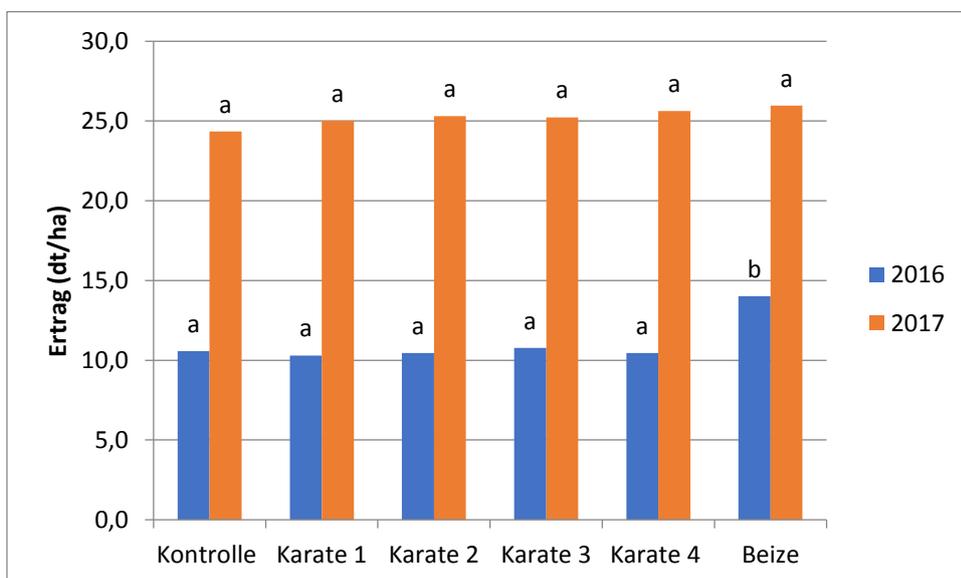


Abbildung 3 Ertragswerte des Insektizidversuchs von 2016 und 2017 in dt ha⁻¹

Im trockenen, niederschlagsarmen Jahr 2016 wurde ein als die Kontrolle (10,6 dt ha⁻¹) signifikant höherer Ertrag in der Beizvariante (14 dt ha⁻¹) festgestellt. Dies konnte 2017 nicht bestätigt werden. Die Ertragsunterschiede sind zwischen den Versuchsjahren mit bis zu 15 dt ha⁻¹ sehr hoch (Karate 4 Variante).

In Abbildung 4 werden die Proteingehalte aus dem Insektizidversuch dargestellt.

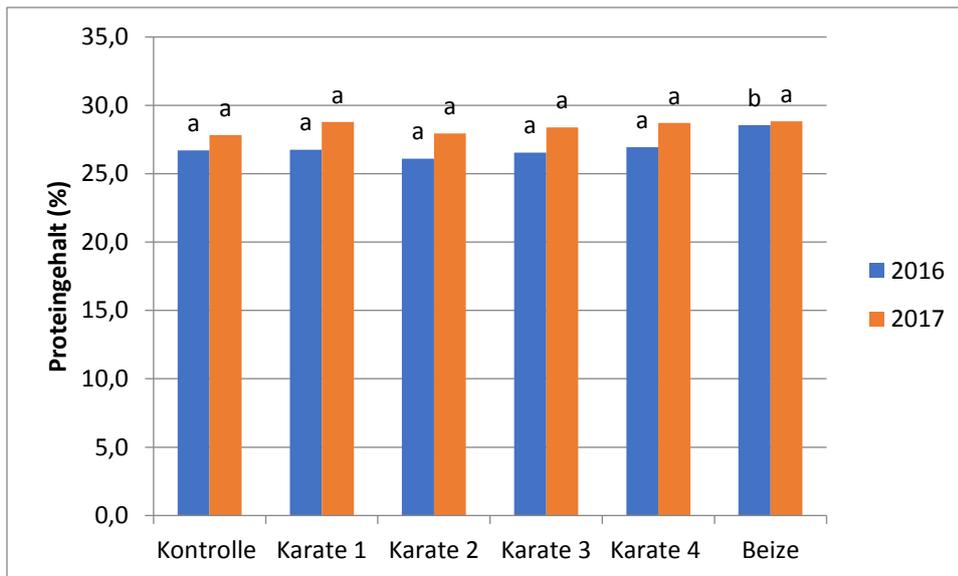


Abbildung 4 Proteingehalte des Insektizidversuchs von 2016 und 2017 in %

Im Versuchsjahr 2016 konnte ein signifikant höherer Proteingehalt in der Beizvariante ermittelt werden (28,6%). Die Kontrolle hatte einen Gehalt von 26,7% im Korn. Dieses Ergebnis konnte 2017 nicht reproduziert werden.

Wirksamkeitsprüfung NeemAzal-T/S (AP3)

Die Mittelwerte der Blatt- und Wurzelbonituren sind in Abbildung 5 und dargestellt.

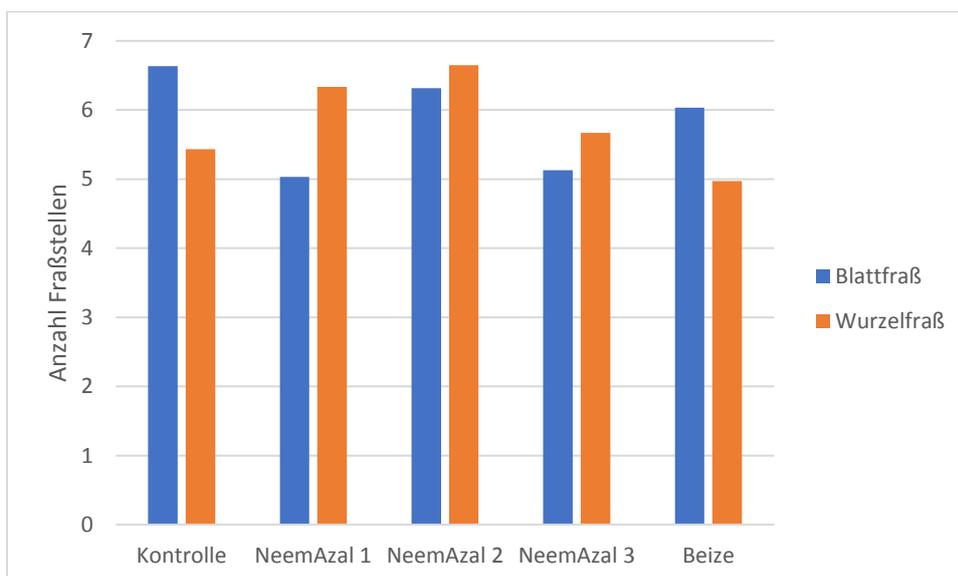


Abbildung 5 Anzahl der Blatt- und Wurzelfraßstellen der Wirksamkeitsprüfung mit NeemAzal-T/S 2017

Die Variante NeemAzal 1 wurde zum BBCH Stadium 23, NeemAzal 2 zum BBCH Stadium 30 und NeemAzal 3 zum BBCH Stadium 30 und 61 ausgebracht.

Einen geringeren Blattfraß als bei der Kontrolle wurde in allen Varianten beobachtet. Die frühe NeemAzal Behandlung (NeemAzal 1) und die doppelte Behandlung (NeemAzal 3) hatten den geringsten Blattfraß zu verzeichnen. Im Bereich der Wurzeln wies die Beizvariante als Einzige einen geringeren Fraß auf als die Kontrolle.

Die Ertragsdaten für diesen Versuch sind in Abbildung 6 und Abbildung 7 zu sehen.

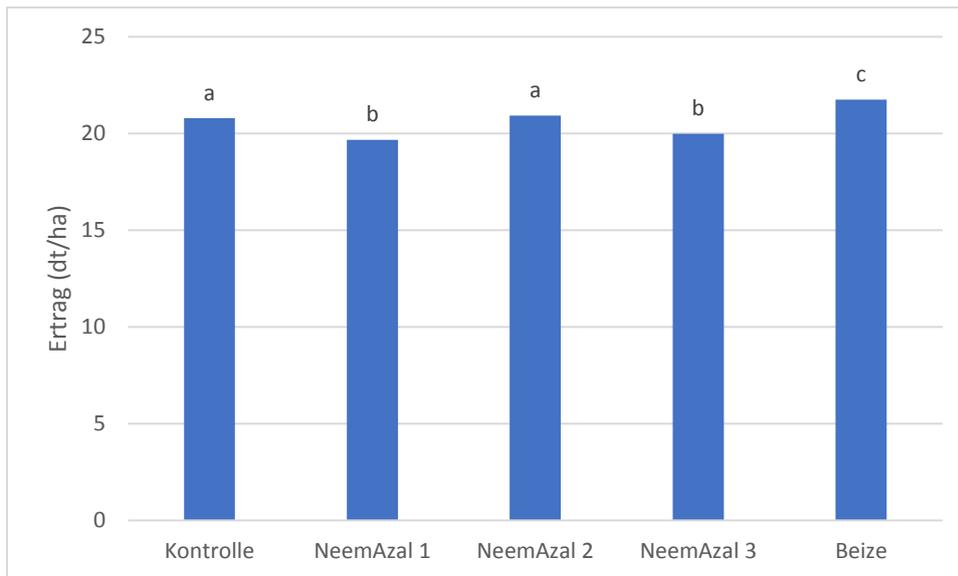


Abbildung 6 Ermittelte Ertragsdaten der Wirksamkeitsprüfung mit NeemAzal-T/S 2017

Die Kontrolle erreichte einen Ertrag von 20,8 dt ha⁻¹. NeemAzal 1 mit 19,7 dt ha⁻¹ und NeemAzal 3 mit 20 dt ha⁻¹ erreichten ein signifikant geringeres Erntegewicht als die Kontrolle. Nur die Beizevariante konnte einen signifikant höheren Ertrag als die Kontrolle mit 21,8 dt ha⁻¹ vorweisen.

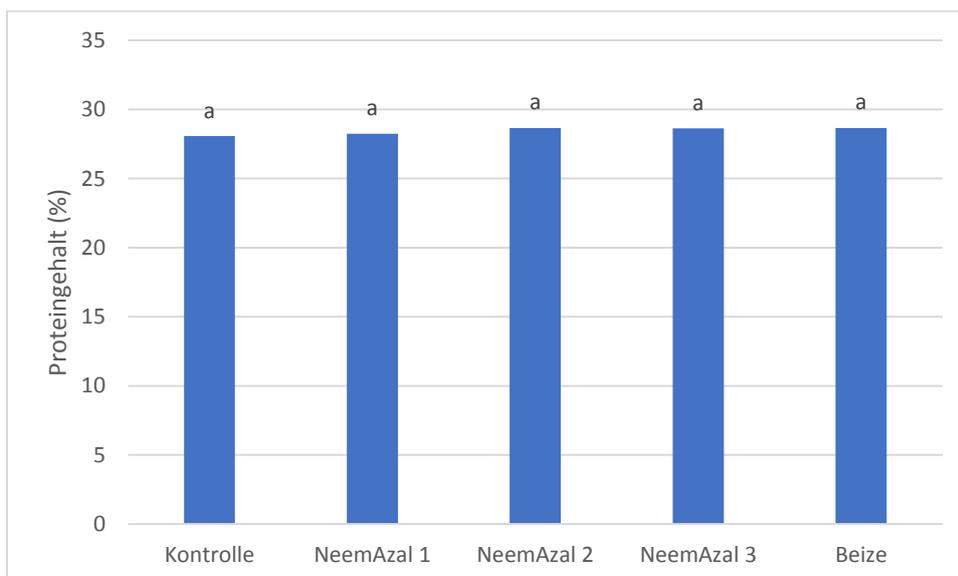


Abbildung 7 Ermittelter Proteingehalt der Wirksamkeitsprüfung mit NeemAzal-T/S 2017

Der Proteingehalt unterschied sich in keiner Variante signifikant von der Kontrolle.

Ökologische Regulierungsvarianten (AP4)

Biologische Bekämpfungsmaßnahmen

Neben den Ertragsparametern wurden auch die Schäden durch den Käfer an Blatt und Wurzel dokumentiert (siehe Abbildung 8).

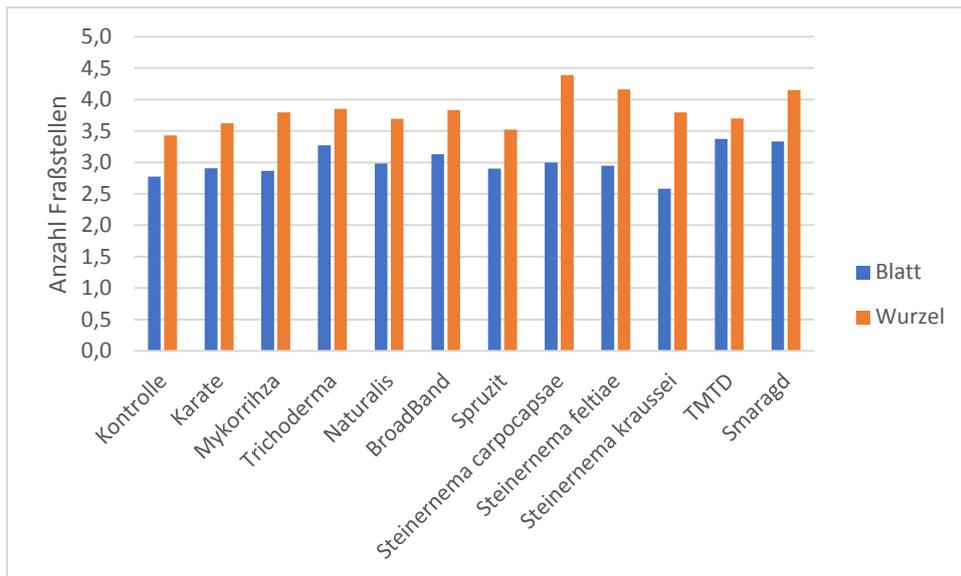


Abbildung 8 Mittelwerte der Anzahl der Blatt- und Wurzelfraßstellen im Versuch mit unterschiedlichen Pflanzenschutz- und Pflanzenstärkungsmitteln

Die Blattbonituren ergaben, dass die Variante mit der Nematodenart *Steinernema kraussei* einen geringeren Fraß an den Blättern aufwies als die Kontrolle. Hinsichtlich des Wurzelfraßes konnte keine der Behandlungsvarianten weniger Fraßstellen aufweisen als die Kontrollvariante.

Welchen Einfluss die verschiedenen Behandlungen auf den Ertrag und den Proteingehalt haben, wird in Abbildung 9 und Abbildung 10 dargestellt.

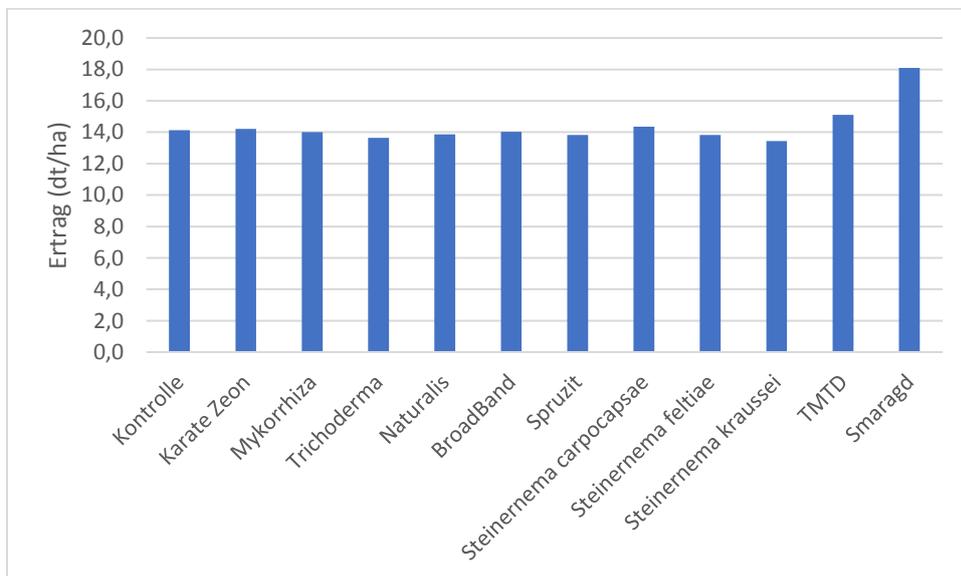


Abbildung 9 Ertragsdaten aus dem Versuch mit unterschiedlichen Pflanzenschutz- und Pflanzenstärkungsmitteln

Die Kontrolle erzielte einen Ertrag von $14,1 \text{ dt ha}^{-1}$, deutlich über dem Ertrag der Kontrolle lag die Smaragdvariante mit $18,1 \text{ dt ha}^{-1}$.

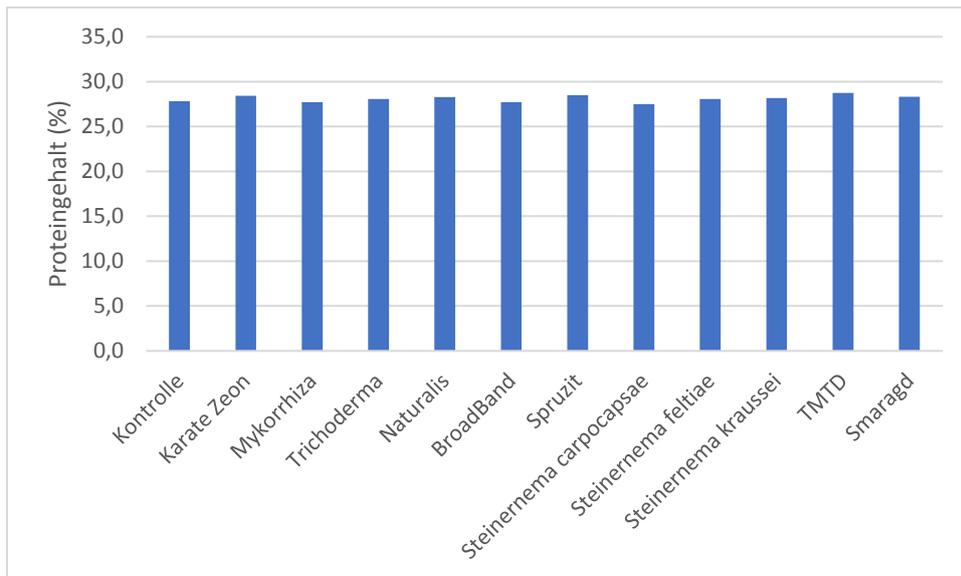


Abbildung 10 Proteingehalt aus dem Versuch mit unterschiedlichen Pflanzenschutz- und Pflanzenstärkungsmitteln

Unterschiede im Proteingehalt wurden nur in kleinem Maßstab ermittelt. Die Kontrolle erreichte einen Gehalt von 27,8%. Den höchsten Proteingehalt wurde für die Variante mit der TMTD Beize mit 28,7 % dokumentiert.

Trap-cropping-Verfahren

In Abbildung 11 sind die ermittelten Ertragsdaten aufgeführt.

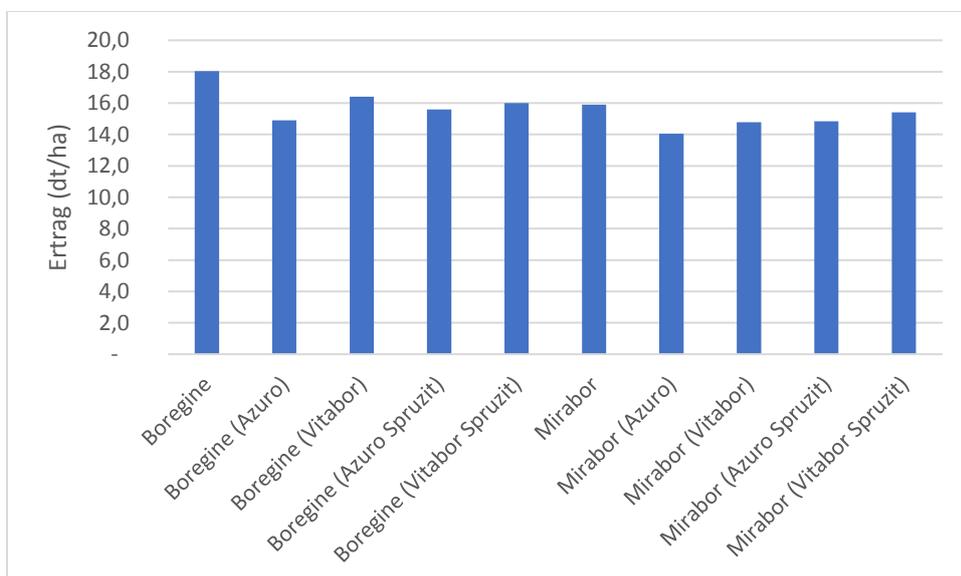


Abbildung 11 Ertragsdaten des Trap-cropping-Verfahrens

Im Vergleich zu den Kontrollen konnten die Varianten mit Fangpflanzen bzw. mit Fangpflanzen und Insektizidbehandlung keinen höheren Ertrag erzielen.

5. Diskussion

Entscheidungshilfesystem (AP1)

Erfassung der Flugaktivität

In diesem Projekt wurden unterschiedliche Varianten zur Erfassung des Aktivitätsbeginns des Lupinenblattrandkäfers im Frühjahr getestet. Am effektivsten konnten durch Bodenfallen das aktuelle Käfervorkommen aufgenommen werden. Jedoch kann dadurch nicht der Zuflug der Käfer bestimmt werden. Die Annahme, dass die Käfer im Frühjahr zum Feld fliegen, kann nur durch Bodenfallen nicht genau geklärt werden. Im ersten und zweiten Versuchsjahr wurden Fensterfallen zur Bestimmung der Einflugsrichtung aufgestellt. Die Fallen wurden im ersten Jahr innerhalb des Lupinenbestandes aufgestellt. Im zweiten Jahr wurden die Fallen am Rand des Zuchtgartens bzw. Lupinenfeldes aufgestellt. Die Platzierung dieser Fallen hat, je nach Überwinterungsort, einen wichtigen Einfluss auf den Käferfang. Aufgrund der Größe des Lupinenfeldes war es nicht möglich die Fensterfallen rund um den Schlag zu positionieren. Da die Käfer bereits vor dem Drilltermin aktiv sein können, ist das rechtzeitige Aufstellen der Fallen für ein korrektes bestimmen des ersten Käferaufkommens sehr wichtig.

Überwinterungsversuche

Der Überwinterungsversuch mit dem Mesokosmen gestaltete sich als schwierig. Die Mesokosmen wurden für die Überwinterung vorbereitet und mit dem jeweiligen Substrat (Laub, Klee-Gras, Lupine) ausgestattet. Im Sommer wurden zum Zeitpunkt der Ernte Käfer für den Versuch gesammelt. Da das Einsetzen der Käfer erst im Herbst erfolgen sollte, mussten die gesammelten Käfer in Kühlkammern verbracht werden. Bis zum Beginn des Überwinterungsversuchs zeigte sich die hohe Sterblichkeit der Käfer, sodass nicht alle Mesokosmen mit Käfern gefüllt werden konnten. Durch die Ernte wird möglicherweise die Mortalität nicht stark beeinflusst, jedoch scheinen Pflanzenschutzmittel zur Bekämpfung von Lagerschädlingen in den Lagerhallen wo die Käfer zum großen Teil gesammelt wurden die Lebensfähigkeit der Blattrandkäfer sehr herabzusetzen. Da es bisher noch nicht gelungen ist die Käfer in einer Zucht ständig zu vermehren, ist man für Versuche auf die „mitgeernteten“ Insekten angewiesen. So kann in kurzer Zeit eine große Menge an Käfer gesammelt werden. Die Sterblichkeit muss dabei unbedingt beachtet werden, damit genügend Blattrandkäfer zur Verfügung stehen.

Die Installation, Vorbereitung und Pflege der Mesokosmen war sehr einfach zu handhaben. Für die Substrate in den Mesokosmen wurden für die zweite Überwinterung noch einmal Lupinen (*L. polyphyllus*) nachgepflanzt, da einige Pflanzen eingegangen sind.

Warum nur so wenig Tiere im Frühjahr gefangen wurden ist unklar. Durch die Gaze waren die Mesokosmen abgeschlossen.

Insektizidversuch

Um die Auswirkungen der Trockenheit auf die unterschiedlichen Behandlungsvarianten zu bestätigen, sind weitere Versuchsjahre notwendig. Der Einsatz eines Beizmittels hat den Vorteil, dass bereits zum Aufgang der Lupinen ein Pflanzenschutz gewährt wird, welcher durch die systemische Wirkung lange anhält. Dies ist insofern hilfreich, da bereits zum Drilltermin die ersten Blattrandkäfer aktiv sind. Jedoch ist dieses geringe Vorkommen für einen Spritztermin nicht attraktiv, da das Spritzmittel nicht systemisch wirkt und bei wüchsigem Wetter die nach der Behandlung gewachsenen Pflanzenteile ungeschützt sind. Da, mit wärmeren Temperaturen, die Käferzahl ständig zunimmt, ist eine zu zeitige Behandlung nicht empfehlenswert.

Der Unterschied im Blattfraß der Variante Karate 4 spiegelt sich nicht in einem höheren Ertrag und Proteingehalt wieder. Die Beizvariante, welche im Vergleich zur Kontrolle nur im geringem Maße, aber nicht signifikant weniger Fraßstellen aufwies, konnte im niederschlagsarmen Versuchsjahr 2016 einen

signifikant höheren Ertrag und Proteingehalt aufzeigen. Der Einfluss von Blatt- und Wurzelfraß auf die Ertragsparameter Erntegewicht und Proteingehalt konnte nicht eindeutig geklärt werden. Warum die Beizvariante in einem trockenen Anbaujahr sich trotz Blatt- und Wurzelfraß signifikant in Ertrag und Proteingehalt von den anderen Varianten unterscheidet, ist ebenfalls unklar.

Wirksamkeitsprüfung NeemAzal-T/S (AP3)

In diesem Versuch sollte evaluiert werden, ob eine fraßhemmende und fertilitätseinschränkende Wirkung von NeemAzal-T/S im Freiland zu beobachten ist.

Für eine genauere Aussage zu diesen Projektzielen, wären mehrjährige Ergebnisse aussagekräftiger.

Für das Versuchsjahr 2017 konnten keine Ertragssteigerungen oder höhere Proteingehalte dokumentiert werden. Der Blattfraß der behandelten Varianten war geringer im Vergleich zur Kontrolle. Eine mehrmalige Behandlung hat keinen Einfluss auf die Ertragsparameter.

Um den optimalen Spritzzeitpunkt zu treffen, sollten noch weitere Versuche durchgeführt werden.

Ökologische Regulierungsvarianten (AP4)

Biologische Bekämpfungsmaßnahmen

Die Vielfalt der Käferbekämpfungen ist groß. In diesem Projekt wurde ein kleiner Teil der Möglichen Behandlungen zum Schutz der Pflanzen gegen den Blattrandkäfer getestet. Neben dem zugelassenen Insektizid für den konventionellen Anbau, wurden zahlreiche weitere Maßnahmen für den konventionellen oder ökologischen Lupinenanbau überprüft.

Die Strategien zur Käferbekämpfung reichten von der direkten Käferbekämpfung, zur direkten Larvenbekämpfung bis hin zur Stärkung der Pflanzengesundheit, um die Toleranz gegen die Fraßschäden zu erhöhen.

Der Einsatz von Pilzpräparaten zur Verbesserung der Bodenstruktur (Mykorrhiza und Trichoderma) zielte auf den Effekt ab, dass die bodenbürtigen Pilzkrankheiten die von der Larve geschädigte Wurzel der Lupine verdrängt werden und somit die Wurzelgesundheit so lange wie möglich erhalten bleibt. Dies konnte sich im Ertrag und Proteingehalt nicht dokumentiert werden.

Beauveria bassiana ist ein insektenpathogener Pilz. Durch die Aufnahme der Pilzsporen in den Käfer, sollen die Blattrandkäfer von dem Pilz befallen werden und absterben. Die zwei unterschiedlichen Stämme (Naturalis, BroadBand), die in diesem Projekt getestet wurden, konnten den Blatt- und Wurzelfraß nicht verhindern. Auch der Ertrag und der Proteingehalt konnten nicht gesteigert werden. Das biologische Insektizid mit dem Wirkstoff Pyrethrum (Spruzit) konnte ebenfalls keinen deutlichen Unterschied im Blatt- und Wurzelfraß sowie im Ertrag und im Proteingehalt erzielen.

Um die im Boden wachsenden Larven zu bekämpfen, wurden unterschiedliche Nematodenarten eingesetzt. Die Ausbringung der Nematoden erfordert eine feuchte Witterung, damit sie direkt in den Boden eingespült werden können. Auf dem leichten Sandboden in Bocksee könnte die Wirkung der Nematoden durch die Witterung negativ beeinflusst worden sein, wenn sie nicht tief genug in den Boden gelangt sind. Innerhalb der Nematodenvarianten gab es Unterschiede in der Anzahl der Fraßstellen. Die Variante mit *Steinernema kraussei* wurde oberirdisch weniger vom Blattrandkäfer angefressen als die Kontrolle. Allerdings hatte dies keinen Einfluss auf einen höheren Ertrag bzw. Proteingehalt.

Die TMTD Beize enthält als Wirkstoff Thiram (Fungizid). Dies sollte die Wurzelgesundheit erhalten. Smaragd ist eine insektizide Beize und sollte den Fraß an Blättern und Wurzel verringern. Die Beize mit der insektiziden Wirkung hatte einen positiven Effekt auf den Ertrag, obwohl der Blatt- und Wurzelfraß nicht maßgeblich gegenüber der Kontrolle reduziert war.

Die Auswahl an Bekämpfungsstrategien in diesem Projekt war sehr vielfältig. Jedoch konnten die spezifischen Wirkmechanismen Ertrag und Proteingehalt nicht verbessern (ausgenommen Smaragd).

Die Nutzung von Beizmitteln scheint eine geeignete Variante zur Blattrandkäferbekämpfung darzustellen. Durch die systemische Verteilung des Wirkstoffes könnten Blätter und Wurzeln geschützt werden. Außerdem ist die Wirksamkeit weniger von Witterungsbedingungen beeinträchtigt und die Behandlung des Saatgutes vor der Aussaat erspart den Einsatz von Feldspritzungen. Feldspritzungen sind abhängig von Witterung und Bodenbefahrbarkeit, somit kann der optimale Spritzzeitpunkt durch Regen verpasst werden.

Da der Einsatz von neonicotinoide Beizen nicht mehr zulässig ist, wäre die Entwicklung biologischer Beizmittel von großem Interesse. Antimikrobielle Wirkstoffe und Synthesehemmer könnten die Larvenaktivität reduzieren und so den Schaden an den ertragsbildenden Wurzelknöllchen vermindern. Auch bereits entwickelte Mittel, welche Hefe und Pilze enthalten und bereits gegen Drahtwürmer im Boden eingesetzt werden, können ein neuer Ansatzpunkt zur Bekämpfung des Blattrandkäfers sein.

Der Lupinenblattrandkäfer ist ein sehr wirtsspezifischer Käfer. Die derzeitigen Möglichkeiten für eine Bekämpfung sind sehr wenig. Da auch im Erbsen- und Ackerbohnenanbau der Blattrandkäfer (*Sitona lineatus*) großen Schaden verursacht, könnte ein weiterer Forschungsansatz im gesamten Leguminosenbereich angesetzt werden.

Trap-cropping-Verfahren

Aus dem vorangegangenen Käferprojekt (FKZ: 2814300807) ging hervor, dass bestimmte Sorten der schmalblättrigen Lupine bevorzugt vom Blattrandkäfer angefliegen und angefressen werden. Zwei der attraktivsten Sorten waren Azuro (Bitterlupine) und Vitabor (Süßlupine). Demzufolge scheint der Alkaloidgehalt auf das Fraßverhalten keinen Einfluss zu haben. Auf dieser Grundlage wurden die beiden Sorten als Fangpflanzen ausgewählt. Als Hauptkultur dienten die ertragsstarken Sorten Boregine und Mirabor. Aufgrund der Größe der Versuchsanlage konnten keine Wiederholungen im jeweiligen Versuchsjahr angelegt werden. Die Ertragsdaten in Abbildung 11 sind als Mittelwerte der drei Jahre zusammengefasst. Geerntet wurde nur die Hauptsorte. Die Fangpflanzen wurden nach der Blüte abgemulcht. Im ersten Versuchsjahr wurden die Insektizidvarianten nur einmalig behandelt. Im zweiten und dritten Jahr wurde die Behandlung zweimalig durchgeführt.

Die Kontrollvarianten erzielten jeweils den höchsten Ertrag und den niedrigsten Ertrag konnte für die Variante mit Azuro als Fangpflanze dokumentiert werden. Die Nutzung von schmalblättrigen Lupinen als Fangpflanzen scheint einen Effekt auf den Ertrag der Hauptsorte zu haben.

Der zusätzliche Einsatz eines biologischen Insektizides hatte nur geringen Einfluss auf den Ertrag. Boregine und Mirabor erreichten einen höheren Ertrag mit Vitabor als Fangpflanze und Insektizidbehandlung als die Variante mit Azuro als Fangpflanze. Im Vergleich mit den Kontrollvarianten schnitten die behandelten Varianten nicht besser ab. Der ein- bzw. zweimalige Einsatz des Insektizides auf die Fangpflanzen führt nicht zu einer Ertragsverbesserung.

Da die Versuchsglieder direkt aneinander angelegt wurden, muss beachtet werden, dass der Käferzuflug möglicherweise beeinflusst wurde. Die Versuchsglieder, die sich am Feldrand befanden, könnten vom Käferbefall stärker frequentiert worden sein, als die Versuchsglieder (Kontrollvarianten) zur Feldmitte hin. Da der Versuch auch nicht mittig im Feld platziert werden konnte, könnte der Befall je nach Zuflugsrichtung unbeabsichtigt beeinflusst worden sein. Den Versuchsaufbau im Freiland so anzulegen, dass von allen Seiten ein Käferzuflug ermöglicht werden kann, war aus wirtschaftlichen Gründen nicht möglich.

Der Einsatz anderer Lupinenarten oder anderen Kulturarten als Fangpflanzen ergeben einen großen Spielraum für weitere Versuche. Zudem könnte die Nutzung unterschiedlicher Drilltermine und unterschiedlich schnell reifender Sorten ein Ansatzpunkt für die Bekämpfung des Blattrandkäfers darstellen. In Zusammenhang mit dem zu entwickelnden Prognosemodell für den Käferzuflug könnte der Einsatz der ersten Insektizidbehandlung optimiert werden.

6. Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse

Aufbauend auf den Ergebnissen des Projektes sind weitere mögliche Bekämpfungsstrategien entwickelt worden, um den hochspezialisierten Lupinenblattrandkäfer zu bekämpfen.

Das Prognosemodell wird nach der Fertigstellung in die Anbauberatung der Saatzucht Steinach aufgenommen und weiter kommuniziert. Für die Landwirte soll dies den Anwendungstermin des Insektizides erleichtern.

Ein ständiges Monitoring auf Käfervorkommen und Fraßschäden ist für den richtigen Spritzzeitpunkt unerlässlich. Das Wissen, dass die Käfer schon sehr zeitig aktiv sind, macht es umso wichtiger durch z.B. Bodenfallen das Käfervorkommen zu bonitieren. Auch Blattbonituren geben Information darüber wann der Zuflug einsetzt. Über das Prognosemodell soll dann der optimale Einsatz von Insektiziden definiert werden.

7. Gegenüberstellung geplante und erreichte Ziele

Durch das Erfassen der Flugaktivität und das Anlegen von Überwinterungsversuchen konnten viele Daten zur Biologie des Käfers gewonnen werden. Diese fließen in die Entwicklung des Prognosemodells ein und geben mehr Einblick in den wenig bekannten Lebenszyklus des Lupinenblattrandkäfers. Der bevorzugte Überwinterungsort ist noch nicht bekannt und eine ständige Käferzucht für Versuche ist bislang noch nicht gelungen.

Die gewonnen Informationen des Insektizidversuchs zur Bestimmung des optimalen Spritztermins fließen ebenfalls in das Modell ein.

Eine effiziente Kontrolle der Blattrandkäfer im Feld konnten durch den einjährigen Versuch an einem Standort nicht nachgewiesen werden. Außerdem scheint eine mehrfache Behandlung mit dem Mittel nicht sinnvoll.

Die unterschiedlichen Bekämpfungsstrategien des Versuchs „biologische Bekämpfungsmaßnahmen“ zeigten, wie spezialisiert der Käfer an seine Wirtspflanze angepasst ist. Es wurden weitere Ansätze für Bekämpfungsstrategien entwickelt.

Aus dem Trap-cropping Versuch geht hervor, dass die präferierten Fangpflanzen keinen Einfluss auf eine Ertragssteigerung haben. Andere Sorten oder Arten könnten vielversprechend sein.

8. Zusammenfassung

In diesem Projekt wurden viele Daten zur Biologie des Blattrandkäfers gewonnen. Dennoch besteht weiterer Bedarf Daten zu sammeln um noch detailliertere Informationen zur Überwinterung und Lebenszyklus zu erhalten. Diese Informationen könnten zur Entwicklung gezielterer Bekämpfungsstrategien beitragen. Während des Projektes wurden weitere Strategien entwickelt, welche überprüft werden können. Der Forschungsbedarf zum Lupinenblattrandkäfer ist weiterhin sehr groß. Dennoch ist mit der Entwicklung des Prognosemodells ein wichtiges Werkzeug für den Landwirt und Lupinenanbauer erstellt worden. Damit kann ein günstiger Spritztermin abgeleitet werden.

9. Literaturverzeichnis

Literaturverzeichnis

A.M. Shelton and F.R. Badenes-Perez. (2006). *CONCEPTS AND APPLICATIONS OF TRAP CROPPING IN PEST MANAGEMENT*. Annu. Rev. Entomol. 51:285–308.

10. Aktivitäten zur Verbreitung der Ergebnisse

Das Vorhaben wurde 2016 auf der Jahrestagung der Gesellschaft zur Förderung der Lupine vorgestellt. 2017 zum Feldtag der Saatzucht Steinach wurden die Parzellenversuche vorgestellt.

