

Die Suche nach der Nadel im Heuhaufen: Prognose der Drahtwurmaktivität in der oberen Bodenschicht für den Integrierten Pflanzenschutz in Ackerkulturen

Förderkennzeichen: 2816ERA05L

Abschlussbericht

Laufzeit des Vorhabens: 01.10.2016 – 30.09.2019

Berichtszeitraum: 01.10.2016 – 30.09.2019

Zuwendungsempfänger:

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

Inhaltsverzeichnis

1 Beitrag des Ergebnisses zu den förderpolitischen Zielen	3
2 Aufzählung der wichtigsten wissenschaftlich-technischen Ergebnisse und anderer wesentlicher Ereignisse	3
2.2 Durchführung von Feldversuchen zur Datenerhebung	4
2.2.1 Material und Methoden	4
2.2.2 Ergebnisse und Diskussion	5
2.3 Erhebung der Halbfreilanddaten mit Drahtwürmern definierter Arten.....	14
2.3.1 Material und Methoden	14
2.3.2 Ergebnisse und Diskussion	15
2.4 Fraßwahlversuche und Fraßversuche mit verschiedenen Pflanzenarten unter Laborbedingungen.....	18
2.4.1 Material und Methoden	18
2.4.2 Ergebnisse und Diskussion	20
2.5. Drahtwurmzucht.....	22
Kurzfassung	24
Abstract.....	25

1 Beitrag des Ergebnisses zu den förderpolitischen Zielen

Mit der Richtlinie 2009/128/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über einen Aktionsrahmen der Gemeinschaft für die nachhaltige Verwendung von Pestiziden verpflichten sich die EU-Mitgliedsstaaten die mit der Verwendung von Pflanzenschutzmitteln verbundenen Risiken und Auswirkungen für die menschliche Gesundheit und die Umwelt zu reduzieren und die Anwendung des integrierten Pflanzenschutzes sowie alternativer Methoden oder Verfahren wie nichtchemischer Alternativen zu Pflanzenschutzmitteln zu fördern. Einen wichtigen Beitrag zur Umsetzung der Ziele des Integrierten Pflanzenschutzes können Entscheidungshilfesysteme und Prognosemodelle leisten. Mit dem Modell SIMAGRIO-W existiert seit 2015 ein Instrument zur Prognose des Risikos von Drahtwurmschäden. Der Einsatz des Modells in der Praxis zeigte jedoch, dass regional große Unterschiede in der Genauigkeit der Prognose auftraten. Daten aus Deutschland zeigten höhere Übereinstimmung mit der Prognose als Daten aus Österreich. Mit der internationalen Aufstellung des Projekts wurden neue Daten gewonnen, die der weiteren Validierung des Modells dienen und helfen, zusätzliche Modellparameter zu identifizieren. Hierzu wurden an verschiedenen europäischen Standorten Freilanddaten zur Drahtwurmaktivität sowie an zwei deutschen Standorten (JKI Braunschweig, ZEPP Bad Kreuznach) Halbfreilanddaten erhoben, die sich als wertvoll für die Validierung des Modells erwiesen. Weitere Validierungen sind dennoch nötig, so dass die Käfige weiter betrieben werden und weiter Daten der ZEPP zur Verfügung gestellt werden. Den europäischen Projektpartnern steht das Modell zur Verfügung und kann zur Planung weiterer Forschungsaktivitäten sowie zur Terminierung von Bestandeskontrollen eingesetzt werden. Eine weitere potentielle Möglichkeit zur Minderung des Drahtwurmauftretens auf ackerbaulichen Flächen, der Anbau von Drahtwürmern gemiedener Pflanzen als Zwischenfrüchte, wie aus der Praxis in Kanada berichtet, scheint jedoch bei den europäischen Arten weniger erfolgversprechend zu sein.

2 Aufzählung der wichtigsten wissenschaftlich-technischen Ergebnisse und anderer wesentlicher Ereignisse

Drahtwürmer, die Larven der Schnellkäfer (Coleoptera: Elateridae) sind bodenbürtige Schadinsekten. Ein Schaden an der Kulturpflanze entsteht, wenn sich die Drahtwürmer in der oberen Bodenschicht bewegen und dort auf eine angebaute Kultur treffen. Besonders problematisch sind sie in Kulturen mit geringer Pflanzendichte (zum Beispiel Zuckerrüben oder Mais) und in Kulturen, in denen eine hohe Qualität des Ernteguts Voraussetzung für die Vermarktung ist (zum Beispiel Kartoffel und verschiedene Gemüse). Ihre versteckte Lebensweise, die Anzahl unterschiedlicher beteiligter Arten und der Fakt, dass je nach Kultur keine oder kaum Wirkstoffe gegen diese Bodenschädlinge zugelassen sind, machen sie zu einer der am schwierigsten zu bekämpfenden Gruppen von Schädlingen. Ein zuverlässig funktionierendes Instrument zur Prognose der Drahtwurmaktivität und des Drahtwurmauftretens wäre daher sehr nützlich für betroffene Landwirte. Ein Projektteil beruhte daher auf der Erfassung von Daten zur Weiterentwicklung des bereits bestehenden Entscheidungshilfesystems SIMAGRIO-W, das die Aktivität der im Feld vorhandenen Drahtwurmpopulationen berechnen soll. Das Modell berücksichtigte bislang keine weiteren Parameter, die für die vertikalen Bewegungen von Drahtwürmern von Bedeutung sein könnten, wie

z. B. weitere Bodentypen, Wurzelverfügbarkeit von als Nahrung geeigneten Pflanzen und flüchtige Bestandteile dieser Pflanzen. Hier bestehen eventuell auch art- oder altersspezifische Unterschiede, die die Prognose beeinflussen. In tiefere Bodenschichten wandern Drahtwürmer ab, wenn die Bodenbedingungen im Acker ungünstig werden, zum Beispiel wegen Trockenheit und Nahrungsmangel im Sommer oder Kälte während der Wintermonate. Die Überprüfung und Bewertung des Modells sollte daher anhand einer Anzahl mitteleuropäischer Feldstandorte sowie durch Halfreilandversuche mit artreinen Populationen verschiedener Agriotes-Drahtwürmer erfolgen. Zusätzlich sollten auch etwaige Präferenzen für verschiedene potentielle Nahrungspflanzen untersucht werden, da bei Meidung einer eventuell repellenten Kulturpflanze ein weiterer Bekämpfungsansatz denkbar wäre.

2.2 Datenerhebung im Feld für die Modellvalidierung

Gesucht wurde nach einem ackerbaulichen und einem Grünland-Standort. In allen Projektjahren war es aber sehr schwierig, Standorte mit starkem Drahtwurmbesatz in der Braunschweiger Region zu finden. In 2017 könnte die Ursache für die geringe Drahtwurmaktivität eine plötzliche kalte Wetterperiode im Frühjahr gewesen sein, während 2018 und 2019 wohl die sehr trockenen Bedingungen mit bereits früh starker Trockenheit auch tiefer in den Böden die Ursachen waren. Bei den Probenahmen wurde einem Erfassungsprotokoll gefolgt, das zuvor zwischen den Projektteilnehmern abgestimmt worden war. Teils wurden darüber hinaus weitere Daten erhoben, zum Beispiel wöchentliche statt 2-wöchentliche Fallenleerung oder häufigere Entnahme und Auswertung von Bodenproben.

2.2.1 Material und Methoden

Ackerbaulicher Standort

Als ein Versuchsstandort sollte eine Ackerfläche mit starkem Drahtwurmauftreten gefunden werden. Es musste eine Vielzahl von Standorten geprüft werden, bis überhaupt Standorte mit eventuell hinreichendem Drahtwurmbesatz gefunden waren.

2017 war der ackerbauliche Versuchsstandort ein Maisfeld. Die Vorjahreskultur war Kartoffel mit starken Drahtwurmschäden durch *Selatosomus aeneus*. Dieses Feld (52°29'01.4"N+10°23'02.3"E) lag zwischen Meinersen und Ettenbüttel auf lehmigen Sand. Die Fläche lag etwas näher an Meinersen und wird daher nachfolgend Meinersen 2017 genannt. 10 Köderfallen (Köder: Weizen/Mais-Gemisch 30ml/30ml, Substrat=Vermiculite 2-3 mm) wurden an diesem Standort aufgestellt und vom 19.4. – 28.12.2017 beprobt. Zusätzlich wurden monatlich 10 Bodenproben vom 13.4. - 9.9.2017 in Meinersen 2017 genommen. Diese Bodenproben wurden in 10cm Schritten bis 40cm Tiefe nach Drahtwürmern durchsucht, um unabhängig von den Köderfallen einen Drahtwurmnachweis zu führen und gleichzeitig die Tiefenverteilung der Drahtwürmer zu untersuchen.

Für 2018 wurde aufgrund des geringen Drahtwurmauftretens in Meinersen 2017 ein anderer Standort (52°29'34.4"N+10°24'22.7"E) nahe bei Ettenbüttel ausgewählt. Auch dieser Standort hatte als Bodengrund lehmigen Sand und nach Auskunft des Landwirts eine Vorgeschichte mit Schäden durch Drahtwürmer vor allem in Kartoffel. Auf dieser Fläche wurden 2018 Futtererbsen angebaut. Im Folgenden wird die Fläche als Ettenbüttel 2018 bezeichnet. Wie im Vorjahr wurden auch hier 10

Köderfallen aufgestellt und wöchentlich oder 14-tägig gelehrt. Auf der Fläche Ettenbüttel 2018 wurden außerdem an 4 Terminen über das Jahr jeweils 5 Bodenproben genommen. Diese wurden wie im Vorjahr in 4 10cm-Schichten bis in 40 cm Tiefe durchsucht.

In 2019 wurde ein Roggenfeld in Braunschweig nahe des JKI (52°16'28.0"N+10°34'16.3"E) als ackerbaulich genutzte Fläche gewählt. Auch aus dieser Fläche waren aus früheren Jahren Schäden in Kartoffel bekannt und die Bodenart war lehmiger Sand. Aufgrund der Sommertrockenheit wurden Bodenproben nur an 2 Terminen genommen. Die Drahtwurmbestimmung an den ackerbaulichen Standorten erfolgte rein morphologisch. Die hier gefundenen Tiere waren größtenteils über 10 mm groß, so dass die Identifikation vergleichsweise einfach war.

An allen Standorten wurden zusätzlich Pheromonfallen zur Erfassung der Aktivitäten der Schnellkäfer der Gattung *Agriotes* aufgestellt. Kombinierte Temperatur- und Feuchtemessgeräte (HOBO-Stationen) wurden ebenfalls an allen Standorten aufgestellt.

Grünlandstandort

Die am JKI Braunschweig in 2017 ausgewählte Fläche (52°16'25.3"N+10°34'05.3"E) war mindestens seit 17 Jahren extensiv genutztes Grasland. Diese Fläche wurde 2018 und 2019 als Monitoringfläche beibehalten und war auch schon in den Vorjahren im Zuge des bundesweiten Schnellkäfer-Monitorings eine der zur Erfassung ausgewählten Flächen. Die Fläche wird nachfolgend als Standort JKI Braunschweig bezeichnet.

Auf dieser Fläche wurden 10 Köderfallen (Köder: Weizen/Mais-Gemisch 30ml/30ml, Substrat=Vermiculite 2-3 mm) aufgestellt und wöchentlich auf Drahtwurmbesatz untersucht. Während sehr heißer oder sehr kalter Zeiträume mit geringerer Aktivität der Drahtwürmer wurden diese Fallen im zweiwöchentlichen Rhythmus beprobt. Bei gefrorenem Boden wurde die Beprobung ausgesetzt. Im Jahr 2017 und 2018 waren hier zusätzlich als Teil des bundesweiten Schnellkäfer- und Drahtwurmmonitorings mobile und stationäre Fallen mit dem gleichen Köder (Weizen/Mais-Gemisch 30ml/30ml), aber Erde vom Standort als Substrat aufgestellt, die zum Vergleich der Fängigkeit herangezogen wurden. Bodenproben zur Ermittlung der Drahtwurmverteilung in den verschiedenen Bodentiefen wurden monatlich von Februar 2017 bis Januar 2018 und danach dreimal bis Dezember 2018 genommen. Dabei wurde eine Fläche von 30 x 30 cm in 10cm Schichten bis in 60cm Tiefe beprobt. An allen Standorten wurden zusätzlich Pheromonfallen zur Erfassung der Aktivitäten der Schnellkäfer der Gattung *Agriotes* aufgestellt. Kombinierte Temperatur- und Feuchtemessgeräte (HOBO-Stationen) wurden ebenfalls an allen Standorten aufgestellt.

2.2.2 Ergebnisse und Diskussion

Im Folgenden werden die Ergebnisse der 10 Köderfallen an den Standorten in jedem Jahr (extensives Grünland am JKI und unterschiedliche ackerbaulich genutzte Flächen bei verschiedenen Landwirten) vorgestellt. Jeweils 10 Köderfallen für Drahtwürmer waren nach dem vereinbarten Protokoll aufgestellt und wurden bei jeder Probenahme um 50cm versetzt.

Ackerbauliche Standorte

Meinersen 2017

In Meinersen wurden 2017 über die Saison nur wenige Drahtwürmer in den Köderfallen gefunden, obwohl in 2016 in Kartoffel deutliche Schäden aufgetreten waren und im Frühjahr 2017 vor der Maisaussaat noch Drahtwürmer der Art *Selatosomus aeneus* in Kartoffeln eingefressen auf dem Feld

zu finden waren. In den aufgestellten Köderfallen wurden 2 *Cidnopus aeruginosus*, 4 *Agriotes obscurus* and 15 *Selatosomus aeneus* gefunden. Diese geringe Anzahl Drahtwürmer ist für eine Modellvalidierung nicht ausreichend, zumal berücksichtigt werden muss, dass mit dem Wachstum der Maispflanzen den Drahtwürmern eine wachsende Menge von Maiswurzeln als alternative Nahrungsquellen zur Verfügung stand.

In den Bodenproben aus Meinersen 2017 wurde nur ein einzelner *Selatosomus aeneus* in der Schicht von 0-10 cm Tiefe gefunden. Zu keinem weiteren Zeitpunkt waren Drahtwürmer in den Schichten von 0-40cm festzustellen.

Die Pheromonfallenfänge adulter Schnellkäfer stimmten teilweise mit den an den verschiedenen ackerbaulichen Standorten gefundenen Drahtwürmern überein. Mit den Schnellkäfer-Pheromonfallen werden nur die *Agriotes*-Arten erfasst. In den Pheromonfallenfängen war *Agriotes obscurus* die häufigste Art in Meinersen 2017, also die Art, die dort auch als einziger *Agriotes*-Drahtwurm im Feld gefunden wurde.

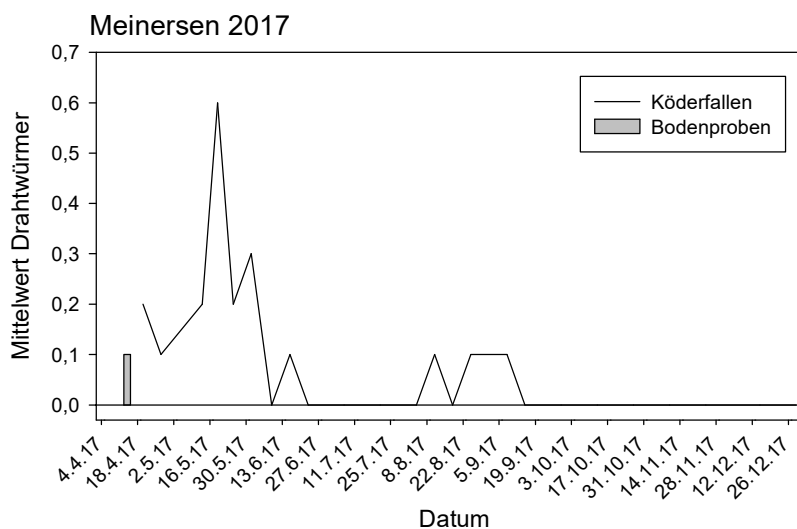


Abb. 1: Mittlere Drahtwurmanzahlen im Maisfeld 2017 (Vorfrucht 2016 Kartoffel mit deutlichen Schäden) in Meinersen (je 10 Köderfallen von 19.4. – 28.12.2017, Bodenproben in Schichten von 10cm an 4 Terminen vom 13.4. - 9.9.2017)

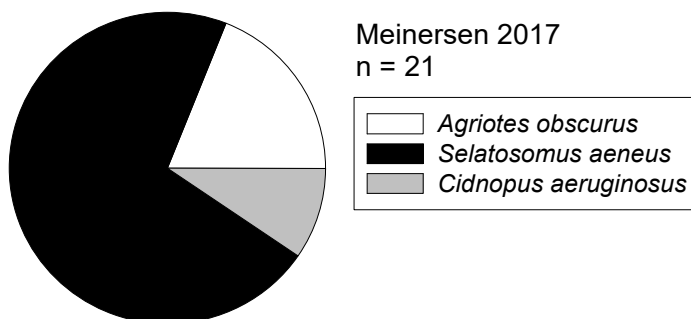


Abb. 2: Drahtwurm- Artenszusammensetzung in den Köderfallen in Meinersen 2017

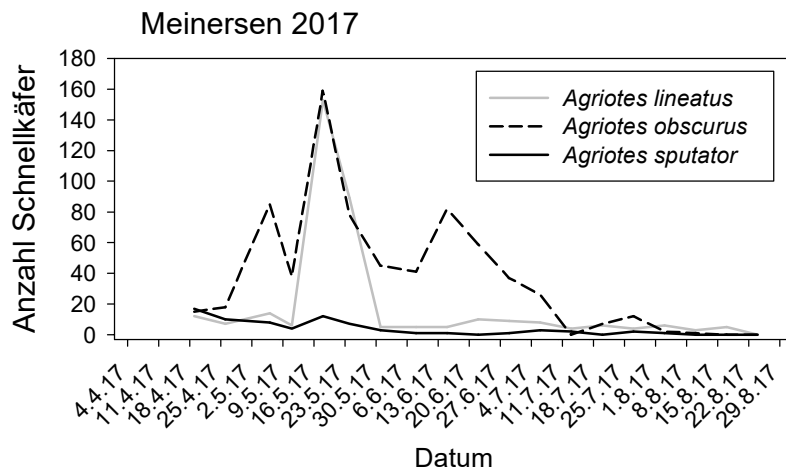


Abb. 3: Schnellkäferfänge mittels Pheromonfallen in Meinersen 2017

Ettenbüttel 2018

In dem Erbsenfeld in Ettenbüttel 2018 wurden über den gesamten Fangzeitraum 2018 überhaupt keine Drahtwürmer in den Köderfallen gefangen, obwohl der Landwirt dort in den Vorjahren wiederholt Drahtwurmschäden in verschiedenen Kulturen beobachtet hatte.

Anders sah dies bei den Bodenproben aus. Auf der Fläche Ettenbüttel 2018 wurden an 4 Terminen über das Jahr jeweils 5 Bodenproben genommen. Diese wurden wie im Vorjahr in 4 10cm-Schichten bis in 40cm Tiefe durchsucht. Nur 47 Drahtwürmer traten in diesen Proben auf. In der ersten Erfassung traten nur in den beiden oberen Bodenschichten von 0-10cm und von 10-20 cm Drahtwürmer auf. Dafür waren die Zahlen in den tieferen Bodenschichten Ende Juni und Ende August höher, während im November in allen Schichten Drahtwürmer zu finden waren. Bei den gefundenen Arten handelte es sich hauptsächlich um *Agriotes sputator* (31 Individuen), aber auch 5 *Agriotes lineatus*, 1 *Agriotes obscurus*, 4 *Agrypnus murinus*, 5 *Selatosomus aeneus* und 1 *Melanotus punctolineatus* wurden festgestellt. Wie im Vorjahr zeigte sich hier wieder, dass Drahtwurmpopulationen meist nicht von nur einer Art gebildet werden.

In den Pheromonfallenfängen war die am häufigsten festgestellte Art ebenfalls *Agriotes sputator*, gefolgt von *Agriotes obscurus*, während *Agriotes lineatus* nur in wenigen Exemplaren gefangen wurde.

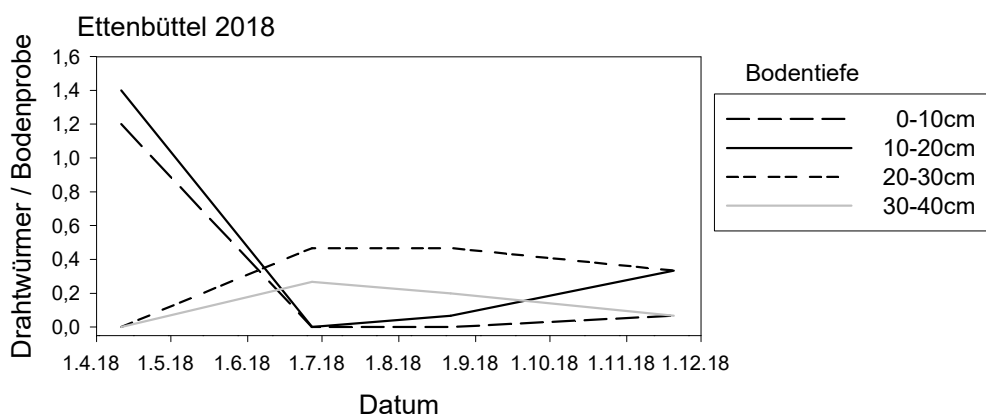


Abb. 4: Drahtwurmauftreten in Bodenproben aus unterschiedlichen Tiefen in der Versuchsfläche Ettenbüttel 2018 (Kultur: Erbse)

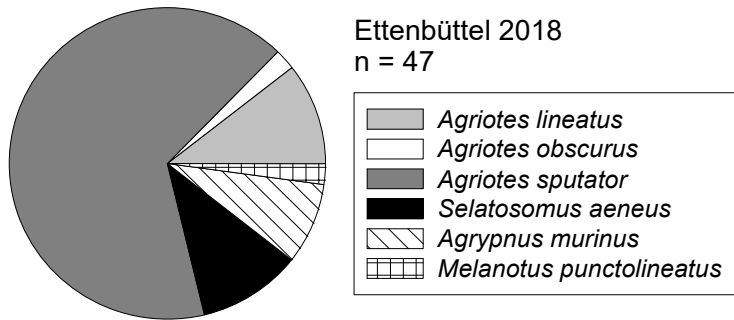


Abb. 5: Drahtwurm-Artenszusammensetzung in Bodenproben in Ettenbüttel 2018

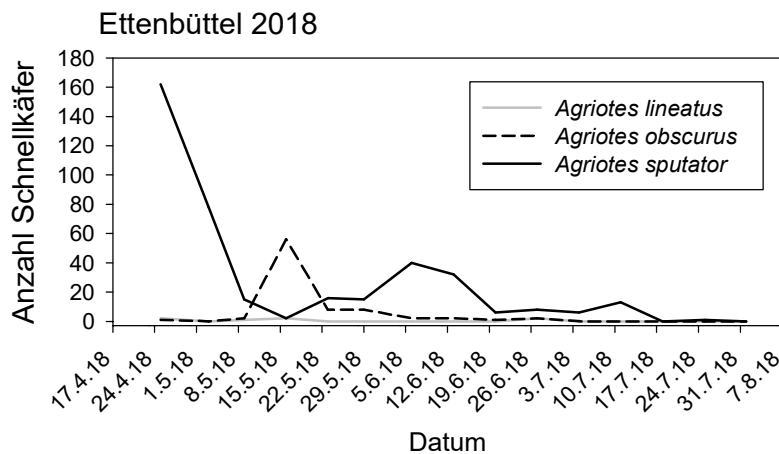


Abb. 6: Schnellkäferfänge mittels Pheromonfallen in Ettenbüttel 2018

Braunschweig 2019

In den 10 Köderfallen in Braunschweig 2019 wurden hauptsächlich Drahtwürmer der Art *Agriotes obscurus* gefunden. Die weiteren auftretenden Arten waren *Hemicrepidius niger* und *Agriotes sputator*. Außerdem wurden bei den 2 durchgeführten Bodenproben 23 Drahtwürmer am 21.04.2019 und 40 Drahtwürmer am 17.10.2019 gefunden. Insgesamt waren es in den Bodenproben 54 *Agriotes obscurus*, 4 *Hemicrepidius niger*, 2 *Agrypnus murinus*, 1 *Agriotes lineatus*, 1 *Agriotes sputator* und 1 *Adrastus rhachifer*.

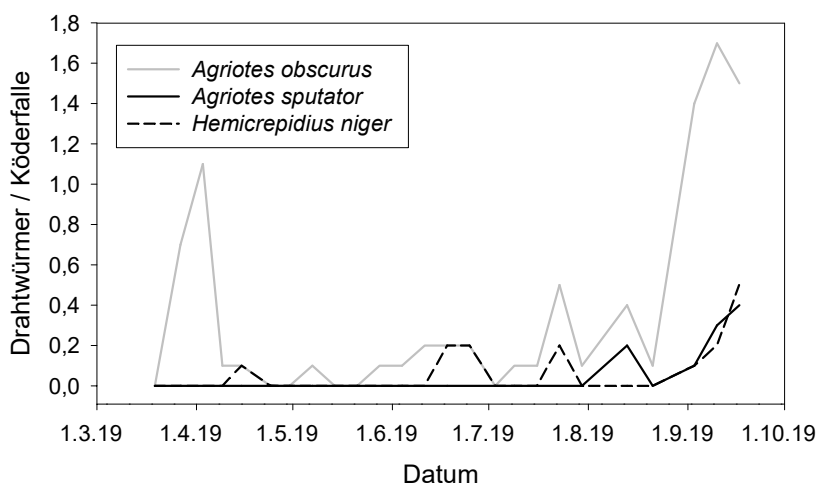


Abb. 7: Drahtwurmauftreten in Köderfallen aus der Versuchsfläche Braunschweig (Kultur: Kartoffel/Roggen)

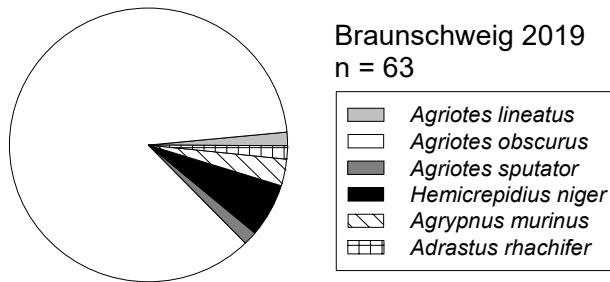


Abb. 8: Drahtwurm- Artenzusammensetzung in den Bodenproben in Braunschweig 2019

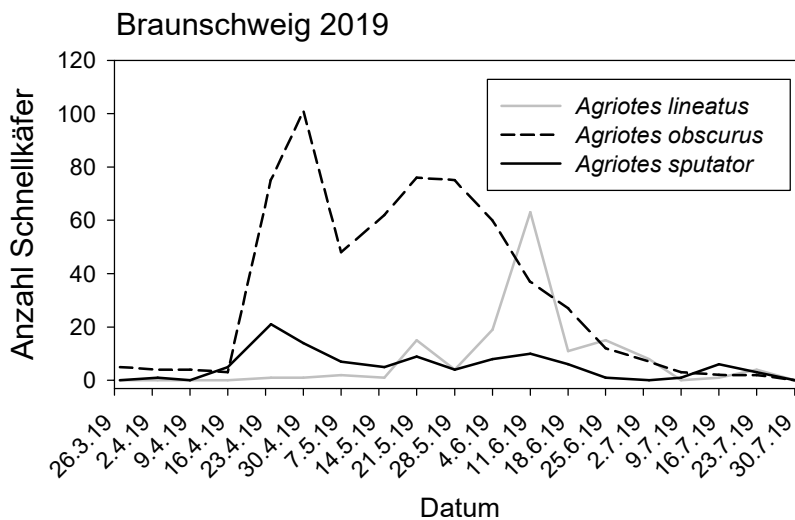


Abb. 9: Schnellkäferfänge mittels Pheromonfallen in Braunschweig 2019

Grünland-Standort

JKI Braunschweig 2017-2019

Es wurden 10 Köderfallen (Köder: Weizen/Mais-Gemisch 30ml/30ml, Substrat=Vermiculite 2-3 mm) aufgestellt mit Beginn der Beprobung im März 2017. In den Jahren 2017 und 2018 wurden zusätzlich zum Vergleich der Fängigkeit mobile und stationäre Fallen mit dem gleichen Köder (Weizen/Mais-Gemisch 30ml/30ml) und Erde vom Standort ausgewertet. Diese Fallen standen bereits im Januar 2017. In allen Versuchsjahren wurden in den Köderfallen aus dem extensiv genutzten Grünland am JKI Braunschweig hauptsächlich *Agriotes sputator* gefunden. In geringeren Anzahlen traten daneben *Agriotes obscurus* und *Agrypnus murinus* auf. Weitere Arten wurden nur in Einzelexemplaren gefunden (*Agriotes lineatus*, *Cidnopus aeruginosus*, *Athous haemorrhoidalis*, *Athous bicolor*, *Hemicrepidius niger*, *Adrastus sp.*). Die Aktivitätsperiode der Drahtwürmer reichte über den Frühling bis in den November/Dezember ohne eine deutliche Aktivitätsminderung im Sommer. Von Dezember bis in den März hinein war die Aktivität vor allem in der stationären Falle, aber auch in den beiden mobilen Fallentypen deutlich vermindert. Die meisten Drahtwürmer wurden in den mobilen Fallen mit Boden vom Standort als Substrat gefangen. Deutlich weniger Drahtwürmer wurden mit der stationären Falle und der mobilen Falle mit Vermiculite als Substrat gefangen. Dies galt insbesondere für *Agriotes sputator*. Da der Köder in allen Fallen gleich war, können nur die übrigen Bedingungen das Ergebnis beeinflusst haben. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass auch die einzelnen Drahtwurmart

unterschiedlich auf die Fallen reagierten. Da aber von *A. obscurus* und *Agr. murinus* nur vergleichsweise wenige Tiere gefangen wurden, lässt sich dies nicht abschließend klären.

In 2019 wurden nur die mobilen Fallen mit Vermiculite aufgestellt. Dies geschah aufgrund erkrankungsbedingter Mitarbeiterausfälle erst im März. Auch in 2019 war Aktivität unter Grünland vom Frühjahr bis in den Herbst feststellbar und *Agriotes sputator* war die dominante Art.

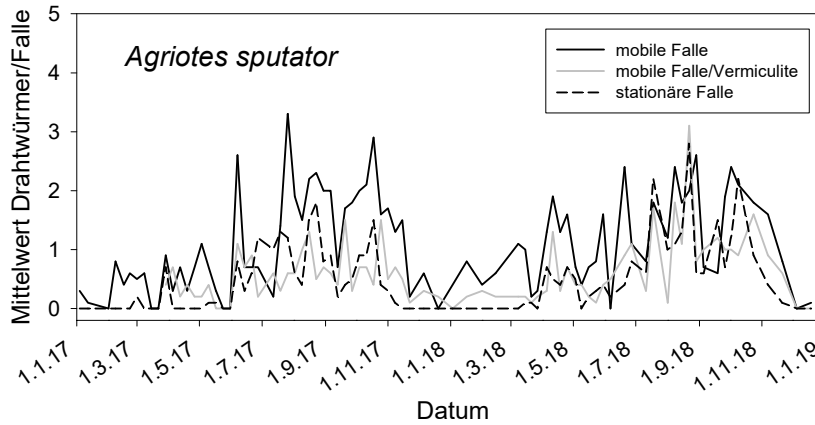


Abb. 10: Drahtwurmfänge von *Agriotes sputator* am Standort JKI Braunschweig 2017-2018

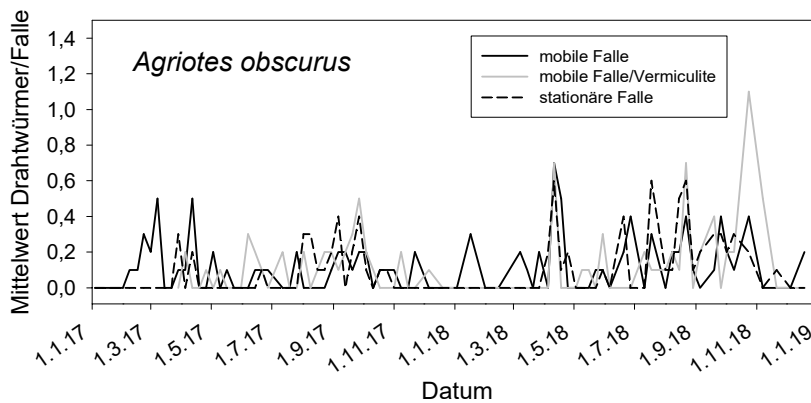


Abb. 11: Drahtwurmfänge von *Agriotes obscurus* am Standort JKI Braunschweig 2017-2018

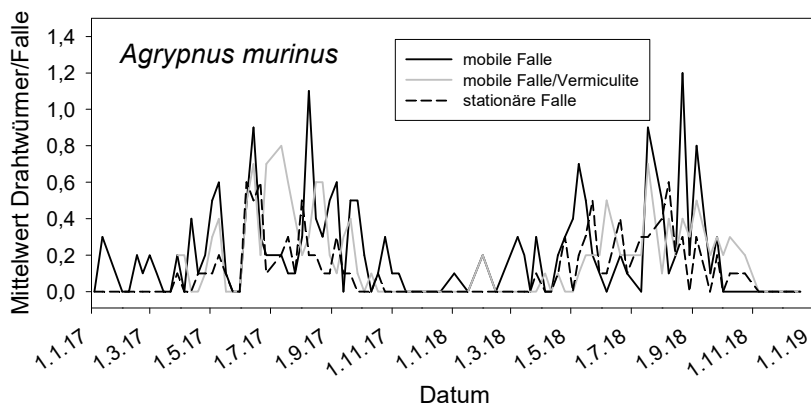


Abb. 12: Drahtwurmfänge von *Agrypnus murinus* am Standort JKI Braunschweig 2017-2018

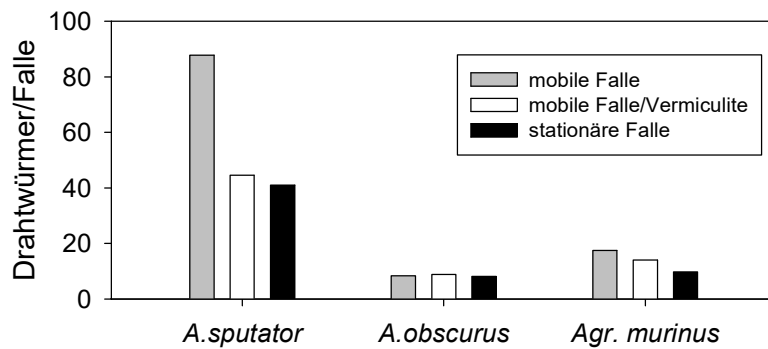


Abb. 13: Summe der von März 2017 bis Dezember 2018 pro Falle gefangenen Drahtwürmer für die 3 verschiedenen Fallentypen

Am JKI Braunschweig wurden im Grasland im ersten Jahr vom 10.2.2017 monatlich bis 14.01.2018 Bodenproben über 12 Monate genommen, um die vertikalen Bewegungen der Drahtwürmer zeitlich engmaschig zu erfassen. Danach erfolgten Bodenproben am 25.6.2018, 08.10.2018 und 18.12.2018 um auch im 2. Jahr noch einmal zu prüfen, ob vertikale Bewegungen der Drahtwürmer erfolgten. Bodenproben wurden von 0-60cm Tiefe in sechs 10cm dicken Schichten genommen. Jede 10cm-Schicht wurde einzeln nach Drahtwürmern durchsucht. Die Drahtwürmer wurden fast ausschließlich allein morphologisch bestimmt. Dies lag an unerwarteten und bislang ungeklärten Schwierigkeiten mit der PCR. Größere Drahtwürmer waren morphologisch unkompliziert zu bestimmen. Bei kleineren Tieren unter 10mm Länge war eine morphologische Bestimmung innerhalb der Gattung *Agriotes* schwierig, aber dennoch meist noch möglich. Gerade diese Tiere sollten aber noch einmal mittels PCR überprüft werden. Eine erste Stichprobe etwas größerer Drahtwürmer (20 Tiere) in 2017 ergab eine volle Übereinstimmung zwischen PCR und morphologischer Artbestimmung. In 2018 wurde eine weitere Anzahl von 112 teils sehr kleinen Drahtwürmern der Gattung *Agriotes* unter 10mm Länge nach erfolgter morphologischer Überprüfung mittels PCR untersucht. Sowohl morphologische Artbestimmung als auch die Identifikation per PCR waren nicht in allen Fällen möglich. Via PCR wurden 56 (50,0%) dieser *Agriotes*-Drahtwürmer als *A. sputator* sowie 9 (8,0%) als *A. obscurus* identifiziert. 47 *Agriotes*-Drahtwürmer (42,0%) waren mittels PCR nicht identifizierbar. Mittels morphologischer Artbestimmung wurden 92 der 112 *Agriotes*-Drahtwürmer (82,1%) als *A. sputator* und 14 (12,5%) als *A. obscurus* identifiziert, während 6 (5,4%) nicht zur Art bestimmbar waren. Dabei kam es zu 5 Fehlbestimmungen (4,5%), da morphologisch als *A. obscurus* identifizierte Exemplare nach den Ergebnissen der PCR *Agriotes sputator* waren. Nach vorangegangenen Erfahrungen kann bei *A. sputator* als Drahtwurm sehr selten ein typisches Merkmal fehlen (Granulierung an Segmentenden und zwischen den Beinen), was dann zu einer Fehlbestimmung als *A. obscurus* führt. Es ist anzunehmen, dass auch hier dieser Fall vorlag.

Die Gründe für den vergleichsweise hohen Anteil per PCR nicht identifizierbarer *Agriotes*-Drahtwürmer sind unbekannt und stehen in Kontrast zu vorigen Untersuchungen, bei denen dieselben Protokolle für die PCR genutzt wurden. Eine Vermutung war, dass die Verwendung von vergälltem Alkohol damit in Zusammenhang stehen könnte. Da vergällter Alkohol jedoch auch schon früher zur Lagerung von Drahtwurmproben verwendet wurde, ohne dass Probleme in der PCR auftraten, ist dies wahrscheinlich nicht die alleinige Erklärung. Auch bei anderen Projektteilnehmern traten disbezüglich ähnliche Schwierigkeiten auf. Weitere, bisher unbekannte Faktoren müssen hier eine Rolle gespielt haben.

In allen Versuchsjahren wurden in den Bodenproben aus dem extensiv genutzten Grasland am JKI Braunschweig hauptsächlich *Agriotes sputator* gefunden. In geringerer Anzahl kamen *Agriotes obscurus* und *Agrypnus murinus* vor. Weitere Arten wurden nur in Einzelexemplaren gefunden (*Agriotes lineatus*, *Cidnopus sp.*, *Athous haemorrhoidalis*, *Hemicrepidius niger*, *Adrastus sp.*). Drahtwürmer traten vor allem in den oberen Bodenschichten auf. Unterhalb von 30cm Tiefe traten in allen Monaten nur einzelne Drahtwürmer auf. Die vermuteten ausgeprägten Vertikalbewegungen der Drahtwürmer traten in Grünland nicht auf.

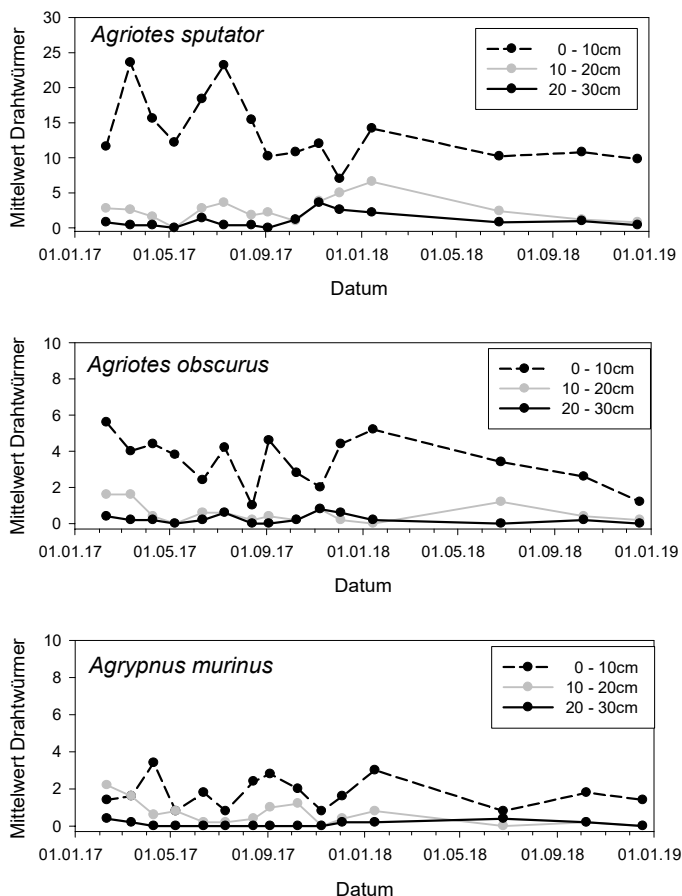


Abb. 14: Drahtwürmer (hauptsächlich vorkommende Arten) aus Bodenproben in unterschiedlichen Bodentiefen in extensivem Grasland am Standort JKI Braunschweig. Es wurde bis 60cm Tiefe beprobt, aber unterhalb 30cm Bodentiefe traten nur noch einzelne Drahtwürmer auf.

Die Kopfkapselbreiten der *Agriotes sputator*-Drahtwürmer aus verschiedenen Bodentiefen unterschieden sich, wobei die Kopfkapselbreiten der Tiere in den oberen Bodenschichten durchschnittlich etwas geringer waren. Die Anzahlen von Drahtwürmern der beiden anderen Arten *Agriotes obscurus* und *Agrypnus murinus* waren zu gering, um dies für einzelne Probenstermine zu evaluieren. Insgesamt über alle Proben zeigten beide Arten jedoch dieselbe Tendenz zu geringeren Kopfkapselbreiten in den obersten Bodenschichten. Dass die Drahtwürmer in den höheren Bodenschichten durchschnittlich kleiner sind als Tiere in tieferen Bodenschichten, ist auf einen höheren Anteil junger Tiere in den oberen Bodenschichten zurückzuführen. Dies liegt daran, dass die Eiablage in den oberen Bodenschichten stattfindet und dass die jüngeren Drahtwürmer weniger mobil sind als größere Larvenstadien.

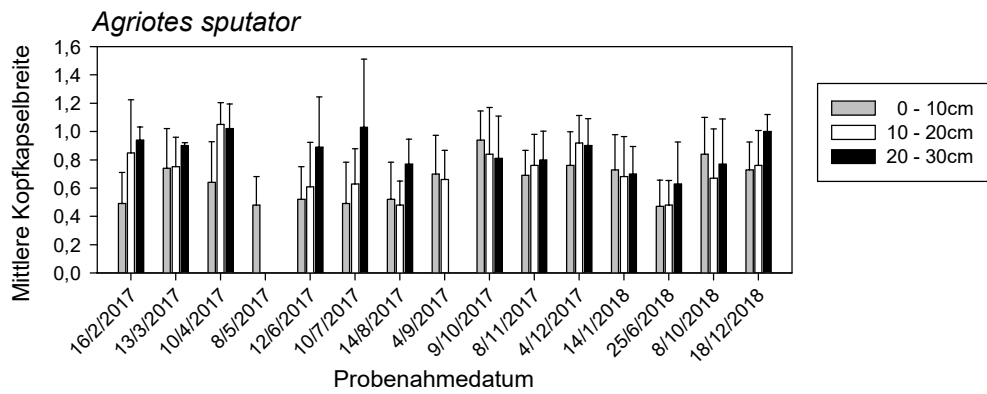


Abb. 15: mittlere Kopfkapselbreite [mm] für *Agriotes sputator* zu den verschiedenen Bodenprobenahme-Terminen am JKI Braunschweig

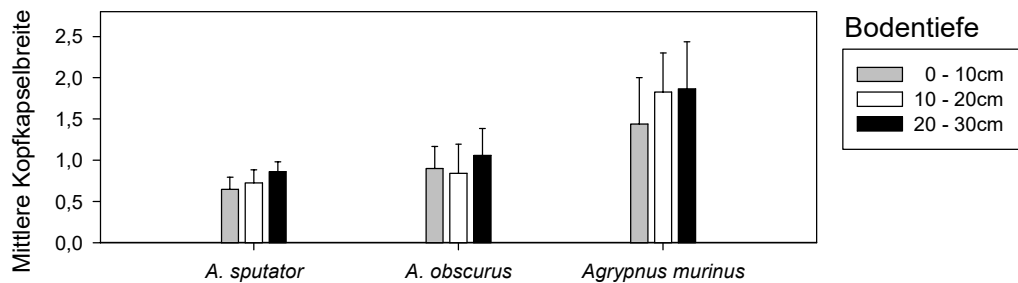


Abb. 16: mittlere Kopfkapselbreite [mm] für alle Tiere der 3 verschiedenen Arten aus allen Bodenproben vom 16.2.17 bis 18.12.18

Die im JKI Braunschweig im extensiv genutzten Grasland gefangenen *Agriotes*-Schnellkäfer stimmten in der Artenzusammensetzung gut mit den gefundenen *Agriotes*-Drahtwürmern überein. *Agriotes sputator* war in allen 3 Jahren die dominierende Art, während *A. obscurus* als zweithäufigste Art mit maximal 25% deutlich seltener war. In geringer Anzahl wurde auch der weit verbreitete *A. lineatus* festgestellt. *Agrypnus murinus* wurde nicht erfasst, da für diese Art keine Pheromonfallen existieren.

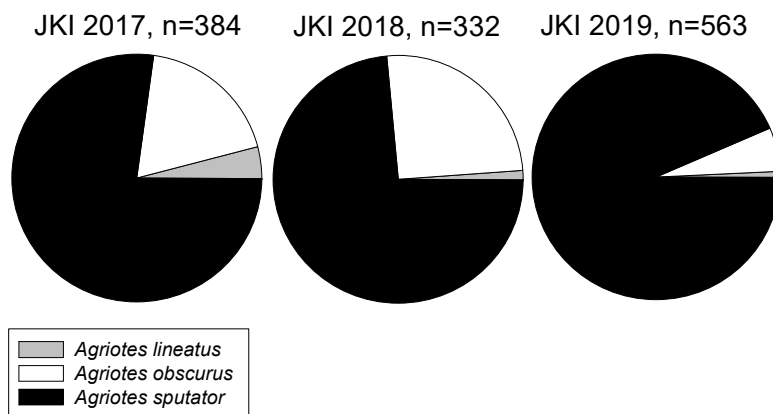


Abb. 17: Schnellkäferfänge mit Pheromonfallen 2017-19: Anteile der Arten im extensiv genutzten Grasland, JKI Braunschweig. *A. sputator* dominiert in allen Jahren.

Schwierigkeiten traten in diesen Erfassungen mehrfach mit den HOBO USB-MicroStation 5-Kanal-Datenloggern auf. Diese zur Bodenfeuchte- und Bodentemperaturmessung eingesetzten Stationen hatten teils Ausfälle, die auf Fehlfunktionen einer Reihe von 4 Feuchtefühlern mit fortlaufenden Seriennummern zurück zu führen waren. Aber in 2 Fällen jeweils im Sommer (Ettenbüttel 2018 and JKI Braunschweig 2019) wurden aus ungeklärter Ursache keine Daten aufgenommen. In einem weiteren Projekt mit den gleichen Geräten traten diese Fehlfunktionen nicht auf. Aufgrund des witterungsbedingt geringen Drahtwurmfangs auf den ackerbaulichen Flächen waren die erhobenen Daten aber generell nicht optimal zur Modellvalidierung geeignet.

Bezüglich des Grünlandes zeigte sich, dass Verteilung und Aktivität der Drahtwürmer sich von ackerbaulichen Flächen unterschieden und weniger stark von jahreszeitlichen Veränderungen beeinflusst waren. Grünlanddaten erscheinen daher eher weniger geeignet zur Validierung des Prognosemodells in ackerbaulichen und gartenbaulichen Kulturen. Eine Ursache könnten dafür die in diesen Kulturen regelmäßig wiederkehrenden Phasen intensiverer Bodenbearbeitung sein.

Das Auftreten mehrerer Arten an allen beprobten Standorten zeigt auch, dass wohl an den meisten Standorten mit mehr als einer Art zu rechnen ist, was eine Prognose nicht vereinfachen dürfte.

Aufgrund der für Drahtwürmer eher ungünstigen klimatischen Bedingungen in zwei Untersuchungsjahren ist auch klar, dass weitere Daten zur Modellvalidierung in zukünftigen Jahren benötigt werden.

2.3 Erhebung der Halbfreilanddaten mit Drahtwürmern definierter Arten

2.3.1 Material und Methoden

Analog zu den bereits bei der ZEPP bestehenden Käfigen (Model nach Lorenzo Furlan) wurden 5 gleich gebaute Käfige im Januar 2017 am JKI Braunschweig aufgestellt. Sie wurden in 2 parallelen Reihen mit einem Gemisch aus Rotklee (*Trifolium pratense* cv. Nemaro) und Deutschem Weidelgras (*Lolium perenne* cv. Serafina) eingesät. Ein Käfig (Käfig 2) enthielt nur Bodenfeuchte- und Temperaturmessgeräte (Watermark-MK Station und Testo-175 T2 Temperatur-Datenlogger). Ebenso wie bei der ZEPP wurden je 2 Feuchtesensoren der Watermark Station in 20cm, 40cm, 60cm und ein Feuchtesensor in 80cm Bodentiefe sowie je ein Temperatursensor in 20cm (Watermark) und 80cm (Testo) Bodentiefe installiert. Am 9. März 2017 wurden 500 Drahtwürmer jeder der Arten *Agriotes lineatus* (Käfig 1), *Agriotes obscurus* (Käfig 3) und *Agriotes sputator* (Käfig 4) in den entsprechenden Käfigen freigesetzt. Die Kopfkapselbreite der eingesetzten Tiere betrug für *A. obscurus* und *A. lineatus* im Mittel um 1mm, für die kleinere Art *A. sputator* 0,8mm. Ursprünglich war beabsichtigt, in Käfig 5 mindestens 300 *Agriotes ustulatus*-Drahtwürmer freizusetzen, aber es war nicht möglich diese Anzahl Larven heranzuziehen oder von einem Standort zu beziehen.

Die Drahtwurmaktivität wurde mit 2 stationären Köderfallen in jedem Käfig ermittelt (Köder: Weizen/Mais-Gemisch 30ml/30ml, Substrat=Vermiculite mit 2-3 mm). Zumeist erfolgte ein wöchentlicher Fallenwechsel. Im Winter und ebenso kurzzeitig im Sommer wurde zeitweise keine Drahtwurmaktivität festgestellt und die Fangintervalle wurden auf einen 2-wöchigen Wechsel reduziert. Die mit Köderfallen in den Halbfreilandkäfigen gefangenen Drahtwürmer wurden nach Vermessung der Kopfkapseln in die Käfige zurückgesetzt.

2.3.2 Ergebnisse und Diskussion

Im Herbst 2017 und Frühjahr 2018 wurde in den Käfigen fast keine Drahtwurmaktivität beobachtet, obwohl von den Witterungsbedingungen her eigentlich Aktivität zu erwarten gewesen wäre und das Modell SIMAGRIO-W Drahtwurmaktivität vorhersagte. Dagegen war im Frühjahr 2018 bei allen 3 Arten (*A. lineatus*, *A. sputator* und *A. obscurus*) ein massives Käferauftreten in den Käfigen zu beobachten. Dies deutet auf eine Verpuppung des Großteils der Drahtwürmer bereits im Spätsommer/Herbst 2017 hin. Im Sommer 2018 traten wieder Drahtwürmer in allen 3 Käfigen auf, die allerdings alle deutlich kleiner als die ursprünglich eingesetzten Tiere waren. Daher muss angenommen werden, dass es in den 3 besetzten Käfigen zur Reproduktion kam und die Weibchen erfolgreich Eier ablegten, obwohl die klimatischen Bedingungen sehr trocken waren. Dabei könnte entscheidend gewesen sein, dass trotz dieser sehr trockenen Bedingungen 2018 und 2019 sowohl der Rotklee als auch das Weidelgras nicht abstarben, sondern wuchsaktiv blieben. Das deutet darauf hin, dass die Wurzeln der Pflanzen tiefer als 80cm in den Boden reichten und durch den Wassertransport in den Wurzeln den Junglarven genügend Feuchtigkeit zur Verfügung stand. Insgesamt zeigten die zeitlichen Verläufe der Aktivitätsmuster der 3 verschiedenen Arten keine sehr starken Unterschiede, sondern waren relativ ähnlich. Die höchsten Drahtwurmanzahlen traten aber sowohl 2018 als auch 2019 in dem mit *Agriotes sputator* besetzten Käfig auf. Da auch die natürlich vorkommende Wildpopulation von Drahtwürmern im nahegelegenen extensiven Grünland hauptsächlich aus *Agriotes sputator* bestand, sind die Standortbedingungen möglicherweise für diese Art besonders günstig.

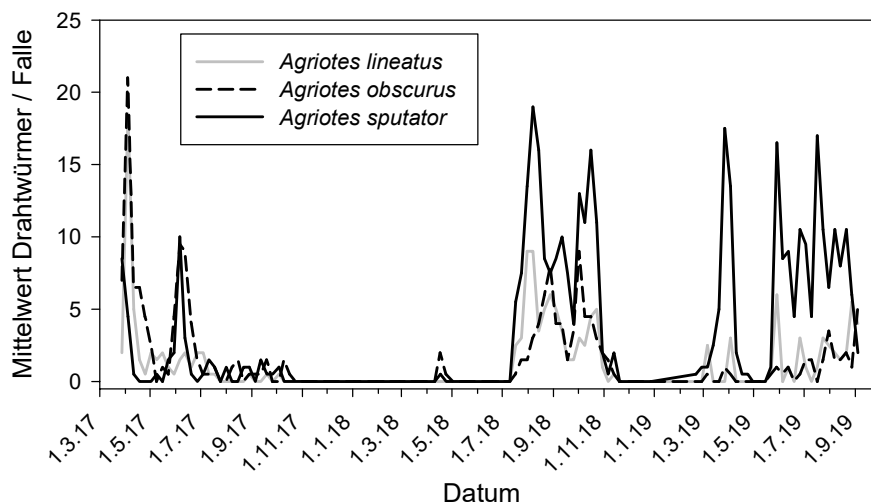


Abb. 18: Drahtwurmaktivität in den Halbfreilandkäfigen von März 2017 bis September 2019. Das weitgehende Fehlen von Drahtwurmaktivität von Herbst 2017 bis Sommer 2018 ist sehr auffällig. Die höchsten Drahtwurmanzahlen wurden 2018 und 2019 in dem mit *Agriotes sputator* besetzten Käfig festgestellt.

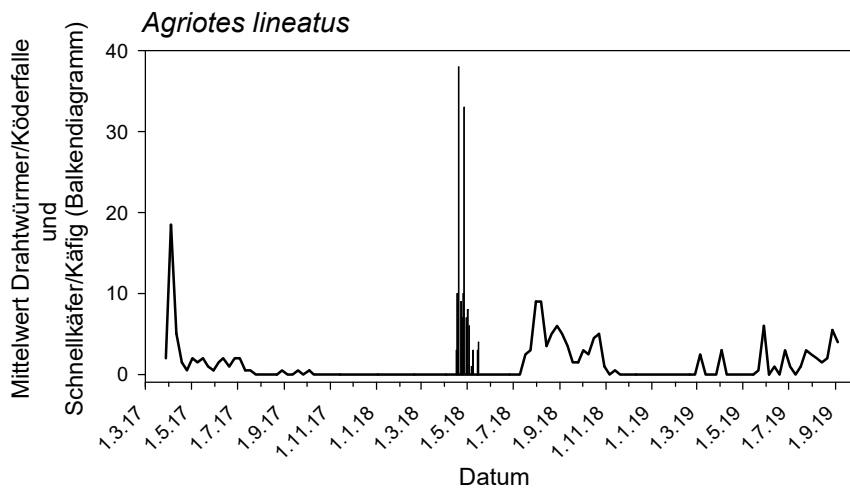


Abb. 19: Drahtwurm-Aktivität von *A. lineatus* im Halbfreilandkäfig über die gesamte Projektzeit (Linie) und Käferauftreten 2018 (Balkendiagramm). Dieses Käferauftreten erklärt die geringe Drahtwurmmaktivität in den Köderfallen im Herbst 2017 und Frühjahr 2018 (Verpuppung Spätsommer-Herbst 2017).

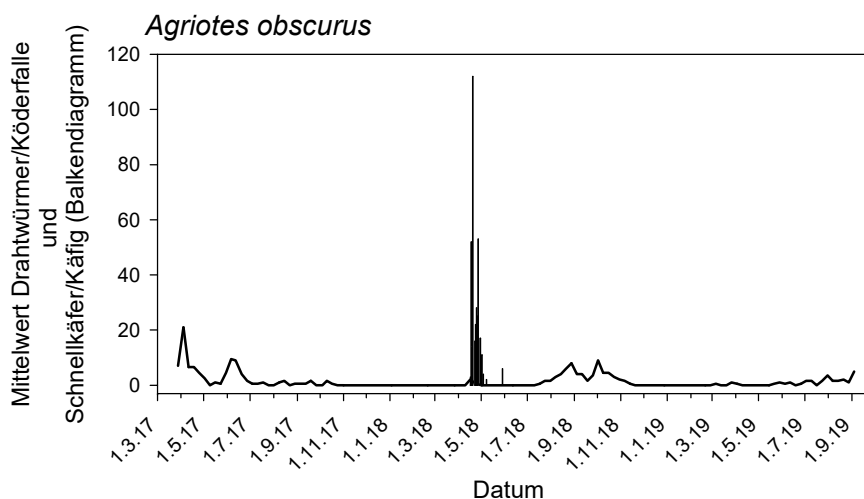


Abb. 20: Drahtwurm-Aktivität von *A. obscurus* im Halbfreilandkäfig über die gesamte Projektzeit (Linie) und Käferauftreten 2018 (Balkendiagramm). Dieses Käferauftreten erklärt die geringe Drahtwurmmaktivität in den Köderfallen im Herbst 2017 und Frühjahr 2018 (Verpuppung Spätsommer-Herbst 2017).

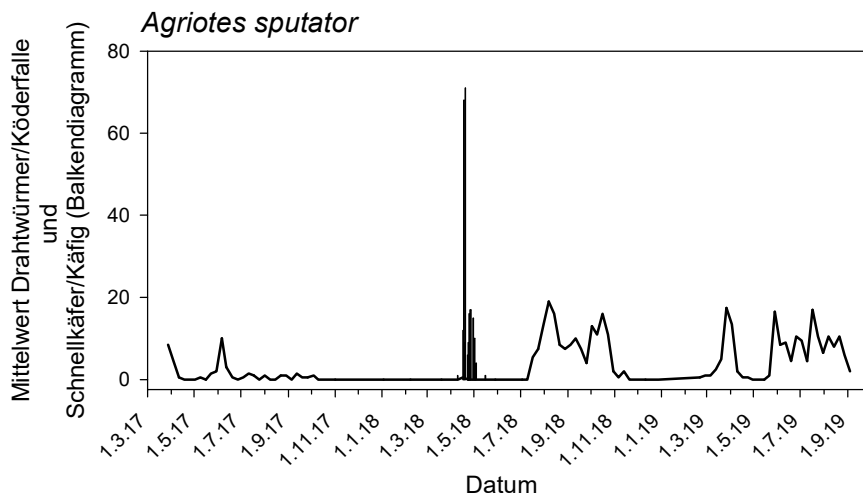
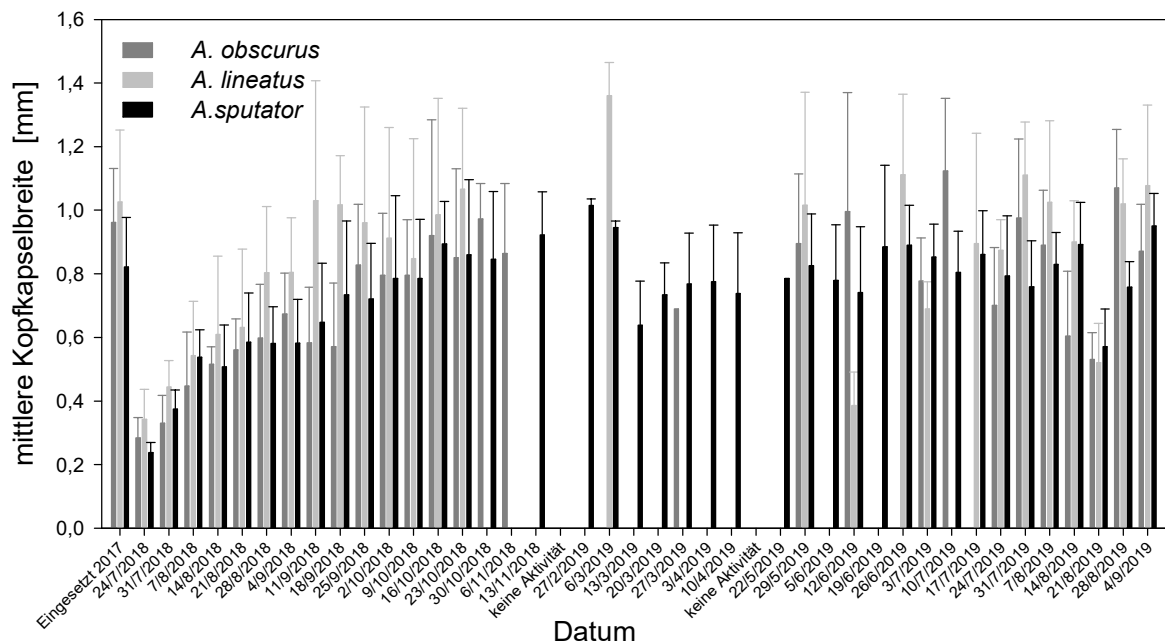


Abb. 21: Drahtwurm-Aktivität von *A. sputator* im Halbfreilandkäfig über die gesamte Projektzeit (Linie) und Käferauftreten 2018 (Balkendiagramm). Dieses Käferauftreten erklärt die geringe Drahtwurmmaktivität in den Köderfallen im Herbst 2017 und Frühjahr 2018 (Verpuppung Spätsommer-Herbst 2017).

Die Kopfkapselbreite der ab Spätsommer 2018 beobachteten kleinen Drahtwürmer wurde für alle 3 Arten regelmäßig an 10 in den Köderfallen gefangenen Tieren erfasst. Wenn weniger als 10 Drahtwürmer in den 2 Köderfallen/Käfig waren, konnten nur diese Tiere vermessen werden. An Einzelterminen wurden besonders im Winter auch keine Tiere gefangen. Die gegenüber den 2017 vermessenen eingesetzten Drahtwürmern deutlich kleineren Tiere aus Juli 2018 zeigen, dass es sich hier um eine neue Generation handelt. Im Verlauf des Jahres 2018 war dann eine schnelle Zunahme der Kopfkapselbreite zu verzeichnen, so dass bereits in diesem kurzen Zeitraum von weniger als einem halben Jahr Kopfkapselbreiten der Larvenstadien 6-8 erreicht wurden.

Daten aus den Halbfreilandkäfigen (Bodenfeuchte, Temperatur, Drahtwurmmaktivität) wurden zur Auswertung an die ZEPP gesendet und dort zur Validierung des Prognosemodells Simagriow genutzt. Teilweise differierten die Ergebnisse deutlich von der Prognose der Aktivität durch Simagriow zeigte hohe Drahtwurmmaktivität für alle drei Arten im Herbst 2017 und Frühjahr 2018. Das dies in den Käfigen nicht beobachtet wurde, ist wahrscheinlich darauf zurückzuführen, dass im Spätsommer 2017 ein Großteil der Tiere sich bereits verpuppte und im Frühjahr 2018 die Käfer schlüpfen.



faba) und Erbse (*Pisum sativum*) war dies aufgrund der Größe der Saatkörner nicht möglich. In diesen Fällen wurde jeweils nur ein Saatkorn der alternativen Pflanzenart eingesetzt. Vor Versuchsbeginn wurden die Saatkörner 24h (Ausnahme Mais: 48h) in Wasser eingeweicht um die Quellung und Keimung zu initiieren. 24 Stunden nach Einsetzen der Drahtwürmer wurde die Position der Drahtwürmer für 6 Stunden stündlich erfasst, um zu klären ob Positionswechsel erfolgten oder die Drahtwürmer konstant bei der zuerst gefundenen Futterquelle blieben. Die letzte Bonitur erfolgte nach 48 Stunden. Bei dieser abschließenden Bonitur wurden auch die Fraßschäden an der angebotenen keimenden Saat aufgenommen. Die Petrischalen wurden in einer Klimakammer bei 20 °C abgedunkelt gelagert. Die Luftfeuchtigkeit in den Petrischalen lag bei 90-100%. Kopfkapselbreite und Gewicht der verwendeten Drahtwürmer wurden aufgenommen, um möglichst vergleichbare Tiere zu verwenden. Alle verwendeten Drahtwürmer der Art *Agriotes obscurus* stammten aus der im Institut etablierten Drahtwurmzucht, so dass ihre Artzugehörigkeit gesichert ist.

Fraßversuche

2017 wurde ein Fraßversuch mit *Agriotes obscurus* an Rotklee (*Trifolium pratense* cv. Nemaro) beziehungsweise Weizen (*Triticum aestivum* cv. Primus) als alleinigem Futter durchgeführt. Es wurden Töpfe mit 35cm Durchmesser wie auch zur Zucht genutzt und je Topf 15 Schnellkäfer der Art *A. obscurus* eingesetzt. In die Töpfe wurde entweder nur Weizen cv. Primus wie in der Zucht oder nur Rotklee cv. Nemaro eingesät. Die Töpfe standen dann bei 20°C in einer klimatisierten Gewächshauskabine. Es erfolgten eine Zwischenbonitur (24.-27.10.2017) und eine Endbonitur (25.-29.01.2017), bei denen die Drahtwurmanzahl in den Töpfen und die Kopfkapselbreite bei einer Stichprobe von 10 zufällig ausgewählten Tieren/Topf erfasst wurden.

2018 wurde eine weitere Versuchsreihe zur Auswirkung unterschiedlicher Nahrungspflanzen mit größeren Larven von *Agriotes obscurus* und *A. sputator* aus der Drahtwurmzucht begonnen, die einzeln in eckige 15cm-Töpfe mit Sämlingen verschiedener Pflanzenarten gesetzt wurden (Weizen (*Triticum aestivum* cv. Primus), Weißer Senf (*Sinapis alba* cv. Maxi), Raps (*Brassica napus* cv. Visby), Buchweizen (*Fagopyrum esculentum*), Rotklee (*Trifolium pratense* cv. Nemaro), Mais (*Zea mays* cv. Fabregas)). Dabei wurden je 10 Töpfe pro Pflanzenart mit je einer Larve pro Topf bestückt. Bei diesen Larven wurden Gewicht und Kopfkapselbreite vorab aufgenommen und beide Parameter wurden wiederum bei Zwischenbonituren und der Endbonitur erfasst. Zwischen- und Endbonituren fanden jeweils 35 Tage nach der vorigen Bonitur statt. Der Ansatz des Versuches für *Agriotes obscurus* erfolgte am 20.02.2018 und für *Agriotes sputator* am 08.03.2018. Es wurden in je 50 Töpfen (pro Pflanzenart 10 Töpfe) jeweils ca. 1,18g (durchschnittliches Gewicht von 4 Maiskörnern) des jeweiligen Saatguts 2cm tief im Zentrum des Topfes eingesät.

Zusätzlich waren auch während der Vegetationsperiode Halfreilandversuche mit in 12l Eimern ausgepflanzten Kartoffeln in Kombination mit verschiedenen anderen Pflanzenarten aus den Laborversuchen geplant für die Auswertung heranzuziehen und mit den Freilandergebnissen zu vergleichen. Anhaltende Trockenheit und hohe Temperaturen führten bei den Pflanzkartoffeln in den Eimern zu physiologischen Schäden und Ertragseinbußen. Eine Auswertung war auf Grund dieser Gegebenheiten nicht möglich. Dieses Testsystem ist bei extremen Witterungsverhältnissen nicht geeignet.

2.4.2 Ergebnisse und Diskussion

Fraßwahlversuche

Weizen wurde gut angenommen, die jeweilige Vergleichspflanze aber etwas unterschiedlich. Ein Teil der Drahtwürmer fraß ausschließlich von der zweiten Pflanzenart. Der Anteil der Tiere, die sich für die andere Pflanze entschieden, war aber in allen Varianten kleiner als der Anteil der allein vom Weizen fressenden Tiere. Am deutlichsten war das bei den Kreuzblütlern Raps, Gelbsenf und Rübsen als andere Pflanzenart. In allen Varianten trat auch ein Anteil Tiere auf, der von beiden angebotenen Pflanzen fraß. Besonders hoch war dieser Anteil bei Buchweizen und Rotklee als alternative Futterpflanze. Eine ausgeprägte Meidung von Brassicaceen oder von Buchweizen, wie aus Kanada beschrieben, konnte in den Fraßwahlversuchen für *Agriotes obscurus* nicht nachgewiesen werden.

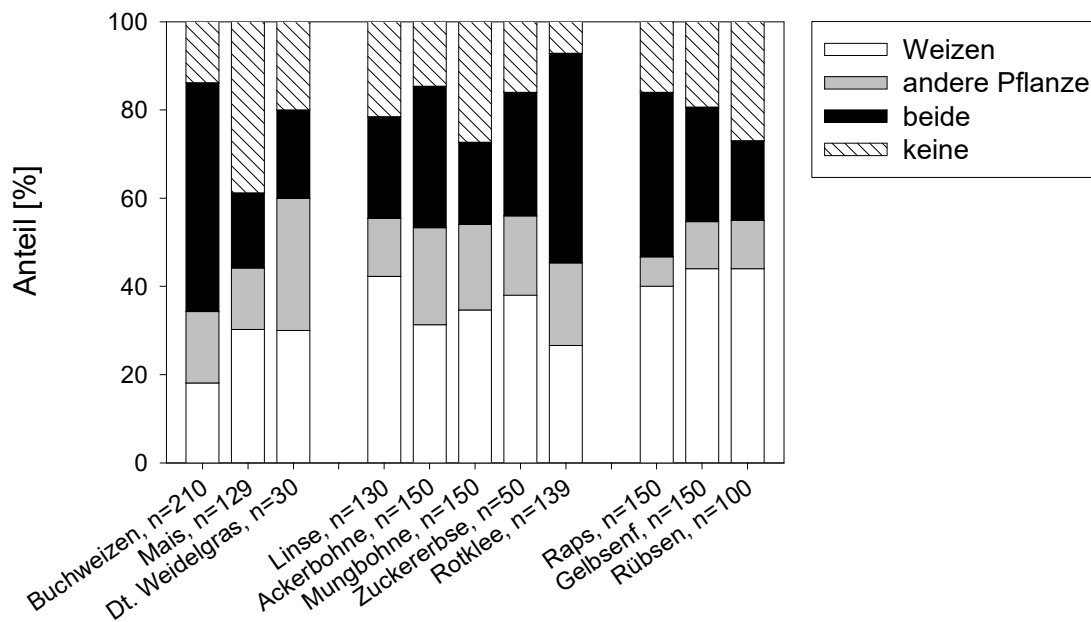


Abb. 23: Fraßwahlversuche mit verschiedenen Nahrungspflanzen (Polygonaceae + Poaceae; Fabaceae; Brassicaceae) gegenüber Weizen als Standard, n = Anzahl der Wiederholungen

Fraßversuche

Im Ergebnis zeigten sich Unterschiede zwischen Klee und Getreide bezüglich der Larvenanzahl und der Kopfkapselbreite der Drahtwürmer, aber bezüglich der Anzahlen war auch eine hohe Varianz zwischen den Wiederholungen jeder Variante feststellbar. Unterschiede waren daher nicht signifikant, zeigen aber eine in der Tendenz bessere Entwicklung am Weizen.

Der Versuch sollte in den folgenden Jahren wiederholt werden. Diese Wiederholung war nicht möglich, da alle wild gefangenen Schnellkäfer in 2018 und 2019 für die Drahtwurmzucht verwendet werden mussten. In 2019 wies der zur Vorbereitung bereits ausgesäte Klee im Gewächshaus ausserdem Mehltau auf.

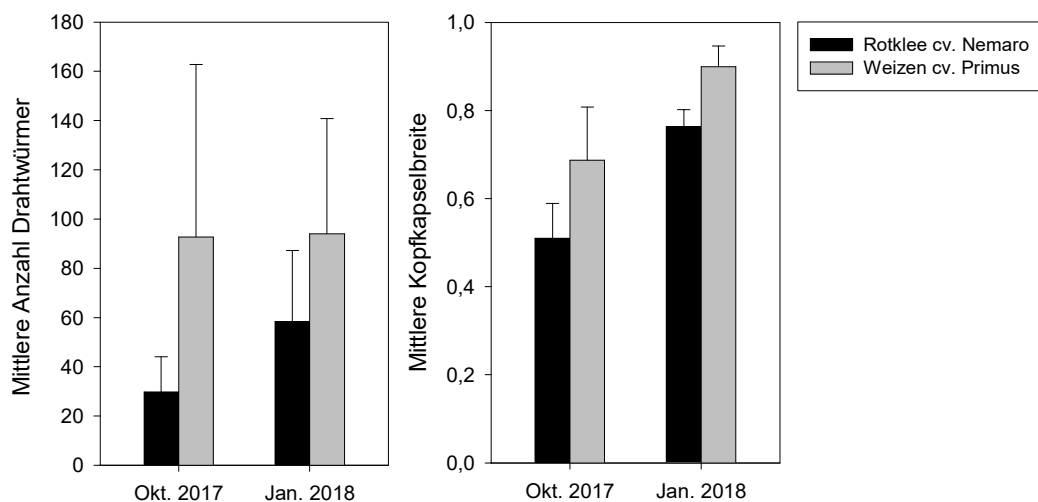


Abb. 24: Fraßversuch (Entwicklungsversuch) an Rotklee und Weizen, Zwischenauswertung und Endauswertung zu 2 verschiedenen Terminen

Im Ergebnis zeigte sich für *Agriotes obscurus* anhand der Parameter Gewicht und Kopfkapselbreite eine Tendenz zu stärkerem Wachstum bei Angebot von Mais oder Weizen. Am schwächsten war das Wachstum bei alleinigem Angebot eines Kreuzblütlers (Senf, Raps). Die Ergebnisse für den Rotklee lagen dazwischen. Diese Ergebnisse waren jedoch nicht signifikant. Bei *A. sputator* wurde dies nicht beobachtet. Die Ergebnisse für *A. sputator* könnten aber dadurch beeinflusst sein, dass es hier nicht möglich war, gleich große Drahtwürmer auszuwählen, da weniger Tiere dieser Art zur Verfügung standen.

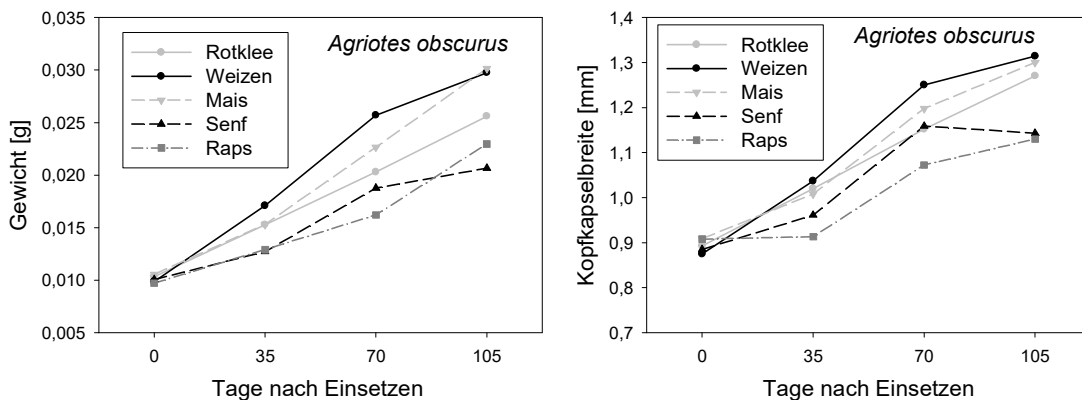


Abb. 25: Ergebnisse des Fraßversuchs für *Agriotes obscurus*

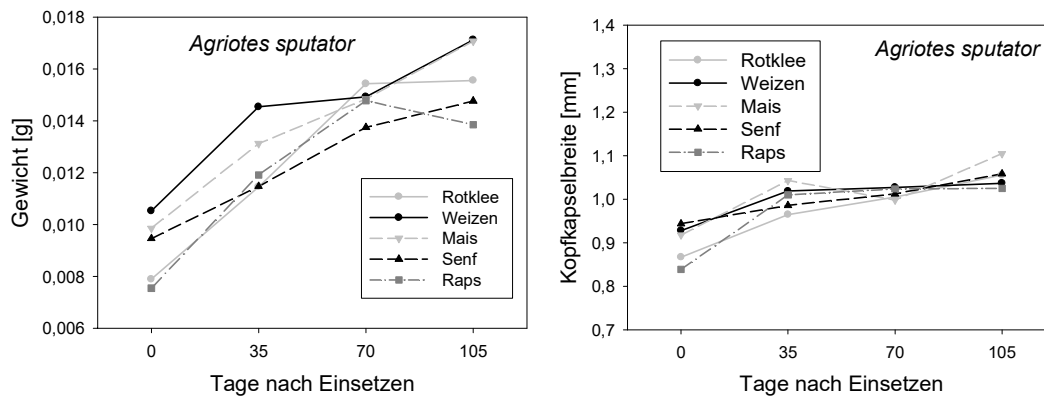


Abb. 26: Ergebnisse des Fraßversuchs für *Agriotes sputator*

2.5. Drahtwurmzucht

Die Drahtwurmzucht folgte, etwas abgewandelt, grundsätzlich der Methodik von Kölliker et al. (2009, Optimized protocol for wireworm rearing, IOBC/WPRS Bulletin 45, pp. 457-460). Adulte Tiere von *Agriotes obscurus*, *A. sputator* und *A. lineatus* wurden in allen Jahren hauptsächlich von 2016-2019 nahe Schandelah, östlich Braunschweig, gesammelt. Dies geschah nach der Methode von Kölliker et al (2009). Die Käfer wurden in Plastikblumentöpfe mit 35cm Durchmesser und einer Mischung aus Anzuchterde und Sand (5:1) gesetzt. Eingesät wurde Weizen (cv Primus, mehltaresistent) als Nahrungsquelle für Drahtwürmer. Die Bedingungen in Süddeutschland für das Sammeln von *Agriotes ustulatus* und *A. sordidus*, die als Larven sicher erkennbar sind, waren schon 2017 schwierig und wurden 2018 und 2019 noch problematischer, da der Niederschlag extrem gering war. In 2018 wurden daher auch bei den verbreiteteren Arten oft weniger als 15 Käfer pro Zuchttopf angesetzt.

Tab.1: Beispiel: Ergebnisse der Drahtwurmzucht in 2018

Art	Anzahl gezüchteter Drahtwürmer am JKI
<i>Agriotes obscurus</i>	918
<i>Agriotes sputator</i>	567
<i>Agriotes lineatus</i>	237
<i>Agriotes sordidus</i>	45
<i>Agriotes ustulatus</i>	94
<i>Agrypnus murinus</i>	23
<i>Dalopius marginatus</i>	28

Zuchtversuche mit anderen Arten, die teils auch in ackerbaulichen Kulturen auftreten können (*Hemicrepidius niger*, *Prosternon tessellatum*, *Cidnopus pilosus*, *Agriotes gallicus*), waren nicht erfolgreich.

Das Einsetzen von wenigstens 300 *Agriotes ustulatus* –Drahtwürmern in den 5. Käfig war in keinem der drei Projektjahre möglich, da nicht genug Drahtwürmer dieser Art gesammelt oder gezüchtet werden konnten. Zusätzlich erlitten die *A. ustulatus* aus der Zucht und die gesammelten Tiere gleichermaßen einen schweren Befall mit parasitischen Milben. Das gleiche Problem trat bei anderen Drahtwürmern (*Agriotes obscurus*, *A. lineatus*, *A. sputator*, *A. sordidus* und *Dalopius*

marginatus) 2018 ebenfalls auf. Die hohen Milbendichten führten zum Tod einer großen Anzahl Drahtwürmer. Dieses Problem war bereits von anderen Drahtwurmzuchten bekannt (Kommunikation mit G.Grabenweger, Agroscope), aber war am JKI bis dahin nicht aufgetreten. Eine sanfte thermische Methode wurde entwickelt, mit der die Milben von den Drahtwürmern entfernt werden konnten, ohne diese zu schädigen. Die Methode wird gemeinsam mit einer Beschreibung der modifizierten Zuchtmethodik publiziert werden.

Um eine durchgehende Drahtwurmzucht mit allen 5 *Agriotes*-Arten zu etablieren, wurde versucht, große Drahtwurm-Individuen einzeln zu halten und schnell zur Verpuppung zu bringen. Die schlüpfenden Käfer sollten dann zur Weiterzucht verwendet werden. Dies hatte vorab mit wenigen *A. obscurus* bereits funktioniert, aber keiner der aktuell verwendeten Drahtwürmer hatte sich verpuppt.

Kurzfassung

Drahtwürmer, die bodenbürtigen Larven verschiedener Schnellkäferarten (Coleoptera: Elateridae) sind bedeutende Schädlinge in verschiedenen Ackerbaulichen und gartenbaulichen Kulturen. Ein zuverlässig funktionierendes Instrument zur Prognose der Drahtwurmaktivität und des Drahtwurmauftretens wäre daher sehr nützlich für betroffene Landwirte und Gemüseproduzenten. Dieses Projekt sollte zur Weiterentwicklung des bereits bestehenden Prognosemodells SIMAGRIO-W dienen, da das Modell teils relativ genaue, oft aber auch stark von dem Verhalten natürlicher Populationen abweichende Aktivitätsmuster anzeigte. Mit der internationalen Aufstellung des Projekts (C-IPM - ERA-Net = Koordinierter integrierter Pflanzenschutz in Europa) wurden neue Daten gewonnen, die der weiteren Validierung des Modells dienen und halfen, zusätzliche Modellparameter zu identifizieren. Es wurden Daten von Praxisflächen erhoben und dabei zwischen verschiedenen Drahtwurmartarten unterschieden. Vorherrschend waren Agriotes-Arten. Auf extensivem Grünland waren über 3 Jahre keine Vertikalwanderungen der Drahtwürmer mit Veränderung der Umweltbedingungen nachweisbar, sondern der Großteil der Tiere blieb immer in den obersten 20cm Bodentiefe. Im Acker waren Vertikalwanderungen an einem Standort nachweisbar. In Halbfreilandkäfigen, die jeweils nur mit einer Drahtwurmart besetzt waren, zeigte sich, dass die einzelnen Agriotes-Arten *A. lineatus*, *A. obscurus* und *A. sputator* ähnliche Aktivitätsmuster im Jahresverlauf aufwiesen. Eine genaue Voraussage war mit dem Modell SIMAGRIO-W aber nur teilweise möglich. Auch die angebotene Nahrung wurde als weiterer Faktor untersucht, der Drahtwurmverhalten im Feld beeinflussen könnte. Fraßwahlversuche und Fraßversuche deuten darauf hin, dass Brassicaceae als Nahrungspflanzen eventuell weniger geeignet sind als Pflanzen anderer Familien, jedoch ist dieser Effekt wohl nicht so stark, dass er allein zur Bekämpfung genutzt werden könnte.

Abstract

Wireworms, the soil-borne larvae of several click beetle species (Coleoptera: Elateridae), are important pests in various arable and horticultural crops. Therefore, a reliably monitoring tool to predict wireworm activity and wireworm emergence would be very useful for concerned farmers and vegetable producers. This project should serve to further develop the already existing SIMAGRIO-W forecasting model, as the model sometimes indicated relatively accurate activity patterns, but often deviated strongly from the behavior of natural populations. With the international set-up of the project (C-IPM - ERA-Net = Coordinated Integrated Pest Management in Europe), new data were obtained that served to further validate the model and helped to identify additional model parameters. Data were collected from practice plots, distinguishing between different wireworm species. *Agriotes* species were predominant. In extensive grassland, no vertical migrations of wireworms with changes in environmental conditions were detectable over 3 years, but the majority always remained in the uppermost 20cm soil depth. In the field, vertical migrations were detectable at one site. In semi-field cages, each occupied by only one wireworm species, the individual *Agriotes* species *A. lineatus*, *A. obscurus* and *A. sputator* were shown to have similar activity patterns throughout the year. However, accurate prediction was only partially possible with the SIMAGRIO-W model. Food offered was also investigated as another factor that could influence wireworm behavior in the field. Foraging choice experiments and feeding trials suggest that Brassicaceae may be less suitable as food plants than plants of other families, but this effect is probably not strong enough to be used alone for control.