

Regulierungskonzepte zur Reduktion von Drahtwurmschäden

Approaches to reduce wireworm damage in organic crop production

FKZ: 06OE272

Projektnehmer:

Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen
Referat Ökologischer Land- und Gartenbau
Siebengebirgsstraße 200, 53229 Bonn-Roleber
Tel.: +49 228 703-0
Fax: +49 228 703-8498
E-Mail: info@lwk.nrw.de
Internet: <http://www.landwirtschaftskammer.de>

Autoren:

Schepl, Ute; Paffrath, Andreas; Kempkens, Karl

Gefördert vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau (BÖL)

BÖL

Bundesprogramm
Ökologischer
Landbau

Regulierungskonzepte zur Reduktion von Drahtwurmschäden



Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen
Referat Ökologischer Land- und Gartenbau, Siebengebirgsstraße
200, 53229 Bonn-Roleber

Ute Schepl, Andreas Paffrath, Dr. Karl Kempkens

FKZ 06OE272

Regulierungskonzepte zur Reduktion von Drahtwurmschäden

Laufzeit

April 2007 – Dezember 2009

Berichtszeitraum

April 2007 – Februar 2010

Kooperationspartner:

Von Thünen Institut (vTI), Institut für ökologischen Landbau, Trenthorst 32 23847
Westerau

DR. HERWART BÖHM Tel: 04539-8880-313

Kompetenzzentrum Ökolandbau Niedersachsen (KÖN),
Bahnhofstr. 15 27374 Visselhövede

WIEBKE KOPPE / MEIKE WILDUNG Tel: 04262-9593-47

Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen,
Kölnische Str. 48/50 34117 Kassel

GÜNTHER VÖLKE / REINHARD SCHMIDT Tel: 0561-7299-338

Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum (DLR) – Rheinhessen – Nahe – Hunsrück,
Kompetenzzentrum Ökologischer Landbau,

Rüdesheimer Str. 60 – 68 55545 Bad Kreuznach

SABINE HOOS Tel: 0671-820-418

Inhaltsverzeichnis

1. Ziele und Aufgabenstellungen des Projektes	4
1.1. Planung und Ablauf des Projektes	4
1.2. Wissenschaftlicher und technischer Stand.....	4
2. Material und Methoden.....	7
2.1. Monitoring	7
2.2. Untersaaten / Mulchfolien	11
2.3. Zwischenfruchtanbau	12
2.4. Einsatz suppressiver Komposte.....	14
2.5. Einsatz von Pflanzenstärkungsmitteln und Bodenhilfsstoffen	14
2.6. Bodenbearbeitung.....	15
2.7. Einsatz von entomopathogenen Pilzen – <i>Metarhizium anisopliae</i> und <i>Naturalis®</i> (<i>Beauveria bassiana</i>)	17
2.8. Biofumigation	17
2.9. Beteiligte Betriebe und Kooperationspartner.....	18
3. Ergebnisse und Diskussion	23
3.1. Ausführliche Darstellung der wichtigsten Ergebnisse	23
3.1.1. Monitoring	23
3.1.1.1. Drahtwürmer	23
3.1.1.2. Schnellkäfer	24
3.1.1.3. Korrelationen zwischen Klima und Monitoring	25
3.1.2. Untersaaten / Mulchfolien	28
3.1.2.1. Einsaat von Untersaaten.....	28
3.1.2.2. Einsatz von Mulchfolien	29
3.1.3. Zwischenfruchtanbau vor Kartoffeln.....	30
3.1.4. Einsatz suppressiver Komposte.....	32
3.1.5. Einsatz von Pflanzenstärkungsmitteln und Pflanzenschutzmitteln und Düngern	35
3.1.6. Bodenbearbeitung.....	36
3.1.7. Entomopathogene Pilze	42
3.1.8. Biofumigation	42
3.2. Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse; Möglichkeiten der Umsetzung oder Anwendung der Ergebnisse für eine Ausdehnung des ökologischen Landbaus; bisherige und geplante Aktivitäten zur Verbreitung der Ergebnisse	45
4. Zusammenfassung.....	47
5. Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen; ggf. mit Hinweisen auf weiterführende Fragestellungen	48
6. Literaturverzeichnis	50
7. Übersicht über alle im Berichtszeitraum vom Projektnehmer realisierten Veröffentlichungen zum Projekt (Printmedien, Newsletter usw.)	53

1. Ziele und Aufgabenstellungen des Projektes

Drahtwürmer, die Larven der Schnellkäfer, sind im Boden lebende Schadorganismen. Sie verursachen an den unterschiedlichsten Feldkulturen oftmals erhebliche Ernteverluste. Die Metamorphose vom Ei zum Käfer dauert sehr lange; sie nimmt zwischen drei und sechs Jahren ein und vollzieht sich ausschließlich im Boden. Käferpopulationen sorgen ständig für neue Nachkommen, so dass sich in der Regel an einem Standort mehrere Generationen überschneiden. So ist das gehäufte Vorkommen von Schnellkäferlarven verschiedenen Alters zu erklären. Diese Fakten machen es schwierig, den Organismus so einzuengen und die durch ihn verursachten Kulturschäden zu minimieren.

Ziel des Projektes war die Qualitätssicherung von Kartoffeln und Gemüsekulturen, die durch Drahtwurmfraß massiv geschädigt werden. Dies ist nur möglich, wenn Populationen von kulturschädigenden Schnellkäferlarven dauerhaft reduziert werden.

Bei den Feldkulturen werden neben Kartoffeln und Mais verschiedene andere gemüsebauliche Kulturen geschädigt. Hierzu zählen z. B. die Dauerkulturen Spargel und Rhabarber, viele Kruziferen wie Radies, Brokkoli, Blumenkohl und Kohlrabi, Umbelliferen wie Fenchel, Möhre und Sellerie, die Kompositen Lolo Rosso, L. Bianco, Eisbergsalat, Kopfsalat etc. und Zwiebeln.

Im Unterglasanbau handelt es sich ausschließlich um gemüsebauliche Kulturen, hauptsächlich um Salate, aber auch Paprika und Radies.

Die Ziele des Projektes gliederten sich in zwei Schwerpunkte: Erstens in das Monitoring der Schnellkäfer und ihrer Larven und zweitens in die Regulierung der Schadorganismen über direkte Maßnahmen, wie Bodenbearbeitung, verschiedene Mulchtechniken, Zwischenfruchtanbau und den Einsatz von entomopathogenen Pilzen in Form von Naturalis.

Aus den Ergebnissen sollten Erfolg versprechende Handlungsempfehlungen für den ökologischen Feldgemüsebau abgeleitet und in die Praxis getragen werden. Der Wissenstransfer erfolgte durch die Präsentation der Ergebnisse auf Tagungen und Seminaren vor Praktikern und Beratern, in Artikeln in Fachzeitschriften, in Demonstrationen bei Feldbegehungen und in Form einer 16-seitigen Broschüre.

1.1. Planung und Ablauf des Projektes

In nachfolgender Tabelle sind die wesentlichen Handlungsschritte im Projektverlauf dargestellt (Tab. 1)

Tab. 1: Geplante und tatsächlich durchgeführte Arbeitsschritte im Projektverlauf

Geplante Arbeitsschritte	Tatsächlich durchgeführte Arbeitsschritte
III / IV und IX / X 2007 - 2009	Monitoring Drahtwürmer: Handgrabungen auf zehn Standorten
IV - VII 2007 - 2009	Monitoring Schnellkäfer mittels Pheromonfallen auf zehn Standorten
IV – VI 2007 - 2009	Bodenbearbeitungsversuche an vier Standorten: Zwei Versuchsflächen der Landwirtschaftskammer NRW in Köln-Auweiler Betrieb Gensheimer, Offenbach a. d. Queich,

Geplante Arbeitsschritte	Tatsächlich durchgeführte Arbeitsschritte
	Praxisflächen Gut Wulfsdorf, Hamburg, Praxisflächen Wiesengut, Hennef/Sieg, Praxisflächen
IV – VII 2007 - 2009	Mulchtechnik: Fotoaktive Folien Mulchsaat Gelbsenf als Untersaat in Spragel
IV / V 2008	Versuch mit einem entomopathogenen Pilz, Naturalis®
VIII – IX 2007 - 2008	Versuche zum Zwischenfruchtanbau
IV – X 2007 – 2009	Bonituren an verschiedenen Kulturen
X – II 2007 - 2010	Versuchsauswertungen
XI – II / III 2007 - 2010	Vorträge, Veröffentlichungen
I 2010	Erstellung einer 16-seitigen Broschüre
XII 2007 - 2008	Erstellung der Zwischenberichte
II 2010	Erstellung des Schlussberichtes

1.2 Wissenschaftlicher und technischer Stand

Oberstes Ziel des Vorhabens war es, Regulierungsmaßnahmen gegen den Drahtwurm zu entwickeln und sowohl auf Versuchs-, als auch auf Praxisflächen zu erproben.

Die verschiedenen Maßnahmen wurden über drei Jahre auf Flächen von Praxisbetrieben und auf Versuchsflächen der Landwirtschaftskammer Nordrhein Westfalen überprüft.

Die gewonnenen Ergebnisse flossen direkt in Beratung, Praxis und Wissenschaft in Form von Vorträgen und/oder Postern auf Tagungen, Infoveranstaltungen und Feldtagen ein. Zudem trugen schriftliche Veröffentlichungen in Fachzeitschriften, in Beraterbriefen, in Infofaxen, im Internet und auch in wissenschaftlichen Abhandlungen und schließlich in einer 16-seitigen Broschüre zum allgemeinen Wissenspool bei.

Stand der Forschung

Als Drahtwürmer werden die Larven der Schnellkäfer (Elateridae) bezeichnet. In Mitteleuropa gibt es etwa 150 Schnellkäferarten, aber nur die Larven von 15 bis 20 Arten sind in unseren Breiten an fast allen Kultur- und vielen Zierpflanzen schädlich. Drahtwürmer fressen bevorzugt an unterirdischen, manchmal jedoch auch an bodennahen Pflanzenteilen.

In ihrer sehr langen Entwicklungszeit im Boden durchlaufen die Larven mehrere Larvenstadien und entwickeln sich nach drei bis sechs Jahren zum Käfer.

Drahtwürmer haben i. d. R. drei fraßaktive Phasen im Jahr, die oftmals zu massiven Schäden im frühen Stadium des Maisanbaus, aber auch ganzjährig in verschiedenen Gemüsekulturen wie Radies, Fenchel, Lauch, Brokkoli, Kohlrabi, Rosenkohl, Salat und Sonderkulturen wie Spargel und Tabak führen. Später im Jahr werden vor allem die Qualitäten bei erntereifen Kartoffeln vermindert bzw. die Wurzeln frisch

gepflanzter Setzlinge abgefressen. Im Gewächshausanbau führen überwiegend im zeitigen Frühjahr die Fraßschäden an Salat zu übermäßigen Ernteverlusten.

Mehrjährige Vorfrüchte wie Klee gras und Luzerne stellen einen günstigen Lebensbereich für die Eiablage und daraus resultierende Drahtwurmpopulationen dar.

Ergebnisse aus dem vorangegangenen Projekt (FKZ 02OE266/F)

Über die Fruchtfolge lässt sich die Drahtwurmpopulation einer Fläche nur bedingt reduzieren, da auf bestimmte Fruchtfolgeglieder, wie z.B. Klee gras, im ökologischen Landbau nicht immer verzichtet werden kann.

Einjährige Leguminosen als Vorfrüchte vor Kartoffeln wirkten sich im Versuch zu der Dauerkultur Klee gras und zu der Getreidekultur Winterweizen vergleichsweise signifikant positiv auf die Kartoffelqualitäten aus.

Bisher zeichnet sich jedoch keine der als Vor-, Haupt-, Zwischenfrucht oder Untersaat geprüften Kulturen als Feind- oder Köderpflanzen ab.

Metarhizium-Präparate wurden weder im Labor noch im Feldversuch in ihrer Wirksamkeit bestätigt.

Mit Pheromonfallen wurden große Mengen an Schnellkäfern abgefangen. Pheromonfallen sind daher für ein Monitoring gut geeignet. Es scheint auch eine Reduzierung der Drahtwurmpopulation Erfolg versprechend.

Bodenbearbeitung während der Vegetationszeit ab Frühjahr scheint den Befall zu dezimieren. Eine Kombination zwischen dem Einsatz von Pheromonfallen und einer gezielten geänderten Bodenbearbeitung (z.B. Getreidehacke) scheint sinnvoll.

Der Drahtwurmfraß ist von den Kartoffelsorten abhängig. Die Sortenabhängigkeit sollte zwar weiter beobachtet werden, sie stellt aber nur bedingt eine Vermeidungsstrategie dar, da in erster Linie die Akzeptanz der Sorte am Markt für die Sortenwahl entscheidend ist.

Abgeleitete Fragestellungen

Der Kenntnisstand vor Projektbeginn über die Biologie der Schnellkäfer und ihrer Larven führt zu folgenden Thesen:

Die Drahtwurmpopulation einer Fläche kann mit Pheromonfallen dauerhaft reduziert werden.

Über zeitlich gezielte sowie geänderte Bodenbearbeitungspraktiken kann die Drahtwurmpopulation einer Fläche reduziert werden.

Das Mulchen einer Fläche reduziert deren Drahtwurmpopulation, indem die Populationen natürlicher Prädatoren wie z. B. der Laufkäfer gefördert werden.

2. Material und Methoden

Im vorliegenden Projekt wurden drei Ziele verfolgt:

1. Über ein Monitoring wurde das Potential an Schnellkäfern und ihrer Larven, den Drahtwürmern, auf verschiedenen Flächen über mindestens drei Jahre hindurch beobachtet. Darüber hinaus sollte die Schnellkäferpopulation reduziert werden
2. Über den Einsatz verschiedener Mulchtechniken, Pflanzenstärkungsmittel und Bodenhilfsstoffe sollten die natürlichen Prädatoren der Schnellkäfer gefördert werden, um die Schnellkäferpopulationen zu schwächen.
3. Eine gezielte Bodenbearbeitung zusätzlich zum Einsatz von Pheromonfallen sollte die Schnellkäferpopulationen dauerhaft reduzieren.

2.1. Monitoring

Monitoring ist ein Überbegriff für alle Arten der systematischen Erfassung, Beobachtung oder Überwachung eines Vorgangs oder Prozesses mittels technischer Hilfsmittel oder anderer Beobachtungssysteme. Ein Monitoring ist eine in die Zukunft gerichtete Langzeitbeobachtung. Im Projekt diente das Monitoring dazu, den Besatz einer Fläche mit Schnellkäfern und ihren Larven über einen bestimmten Zeitverlauf zu erfassen und die Wechselwirkungen mit ihrer Umwelt aufzuzeichnen.

2.1.1. Monitoring Drahtwürmer mittels Handgrabungen und Köderfallen

Jeweils im Frühjahr und im Herbst wurden auf landwirtschaftlich genutzten Flächen in Nordrhein-Westfalen, Hessen, Rheinland-Pfalz, Niedersachsen und Hamburg zwei Varianten angewandt, den Drahtwurmbesatz einer Fläche zu ermitteln: Handgrabungen und Köderfallen (Tab. 2).

Tab. 2: Versuchsstandorte und die Anzahl der Flächen, die auf ihren Drahtwurmbesatz untersucht wurden (2007 – 2009)

Standorte	Anzahl Flächen		
	2007	2008	2009
Köln-Auweiler (NRW)	8	8	8
Bornheim (NRW)	2	1	1
Offenbach a. d. Queich (RP)	10	10	10
Frankenthal (RP)	3	3	3
Abtweiler / Meisenheim (RP)	2	2	2
Modautal (HE)	2	2	2
Vollmarshausen (HE)	2	2	2
Natendorf (NI)	2	2	2

Standorte	Anzahl Flächen		
	2007	2008	2009
Oldendorf (NI)	2	2	2
Hamburg 1 (HH)	2	2	2
Hamburg 2 (HH)	3	3	3

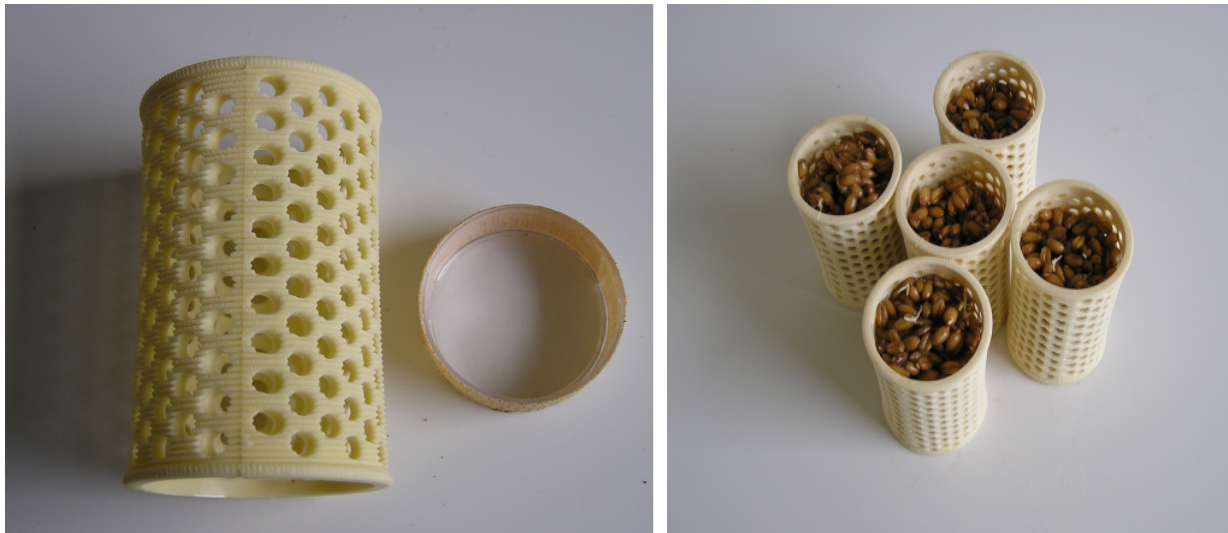
Hanggrabungen

Auf den Versuchsfeldern wurden jeweils zehn Bodenproben im Frühjahr und im Herbst genommen. Mit einem Spaten wurde Boden einer Fläche von 25 x 25 cm und einer Tiefe von 30 cm ausgehoben; der Aushub wurde direkt im Feld auf Drahtwürmer untersucht. Die Probenahmepunkte lagen entlang eines Transektes (= Messpunkte entlang einer Linie), und waren über das gesamte Versuchsfeld verteilt. Nach Jossi (2001) entsprechen 10 Bodenaushübe des angegebenen Volumens dem Drahtwurmvorkommen eines Quadratmeters.

Köderfallen

Im Handel erhältliche, perforierte Lockenwickler, sog. Flachwellwickler, mit einem Durchmesser von 40 mm und einer Höhe von 80 mm wurden mit einem Köder befüllt (Abb. 1). So wurde sichergestellt, dass auf allen beprobten Flächen die gleichen Mengen Köder verwendet wurden. Als Köder dienten Weizenkörner, die mindestens sechs, maximal 12 Stunden, im Wasser quellten. Anschließend wurden die Lockenwickler in den Boden auf einer Spatentiefe von 20 cm eingegraben. Die Köderstellen wurden mit Stäben markiert, um sie nach 10 bis 14 Tagen wieder zu finden und auf Drahtwürmer untersuchen zu können. Von Mitte März bis Mitte April und von Mitte September bis Mitte Oktober wurden jeweils 10 solcher Köder auf mindestens einer Fläche je Standort eingesetzt.

Abb. 1: Lockenwickler im Einsatz: Die Lockenwickler (Flachwellwickler, Ø 4 cm, 8 cm lang) wurden mit keimendem Weizen befüllt und im Boden eingegraben, um Drahtwürmer anzulocken



2.1.2. Monitoring Schnellkäfer

Für das Monitoring der Schnellkäfer wurden Pheromonfallen vom Typ Yf-Trichterfallen mit Prallfenstern und Auffangbehälter verwendet. Über zwei miteinander kombinierte artspezifische Pheromone wurden Individuen der beiden Schnellkäferarten *Agriotes obscurus* und *Agriotes lineatus* abgefangen. Nach 45 Tagen wurden die Pheromon-Dispenser erneuert, um immer die gleichbleibende anlockende Wirkung auf die Käfermännchen zu gewährleisten. Unter dem Begriff „Dispenser“ ist der Ausgabebehälter für die Pheromone zu verstehen.

Die Fallen wurden auf den Versuchsflächen im Abstand von je 40 m zwischen Mitte April –Kalenderwoche (KW) 17- und Ende Juli –KW 29- aufgestellt (Abb. 2). Alle 7 bis 10 Tage wurden die Fallen geleert und die darin befindlichen Schnellkäfermännchen ausgezählt. So können u. a. Aussagen über das räumliche und zeitliche Schnellkäferaufkommen einer Fläche gemacht werden.

Nach Saisonende wurden die Pheromonfallen mit Wasser gereinigt und im Folgejahr mit neuen Dispensern ausgestattet wieder aufgestellt. Die Pheromonfallen und die Pheromondispenser wurden von der Firma CSalomon, Budapest, Ungarn bezogen.

Abb. 2: Pheromonfallen des Typs Yf-Trichterfalle mit Prallfenstern (links) und die damit abgefangenen Schnellkäfer (rechts)



2.1.3. Klimadaten der Standorte mit Pheromonfallen

Die Klimadaten stammen von offiziellen Klimastationen des Deutschen Wetterdienstes, die in nächster Nähe zum Versuchsstandort liegen. Für den Abgleich der Käferfänge mit den Boden-Temperaturen wurden die Temperaturen in einer Bodentiefe von 5 cm von Kalenderwoche zu Kalenderwoche aufsummiert und mit den Käferfängen der Standorte in Beziehung gesetzt.

Wetterstationen

In Tab. 3 sind die Wetterstationen aufgelistet, die in unmittelbarer Nähe zu den Versuchsflächen, auf denen das Monitoring der Drahtwürmer und der Schnellkäfer erfolgte, liegen.

Tab. 3: Wetterstationen, die in unmittelbarer Nähe zu den Versuchsflächen liegen

Standorte	Wetterstation
Köln-Auweiler (NRW)	Köln-Auweiler
Bornheim (NRW)	Köln-Auweiler
Offenbach a. d. Queich (RP)	Herxheimweyher
Frankenthal (RP)	Kleinniedersheim
Abtweiler / Meisenheim (RP)	Meddersheim/ Wiesweiler
Modautal (HE)	Rosdorf
Vollmarshausen (HE)	Kassel
Natendorf (NI)	Wendisch Evern

Oldendorf (NI)	Wendisch Evern
Hamburg 1 (HH)	Hamburg Fuhlsbüttel
Hamburg 2 (HH)	Hamburg Fuhlsbüttel

2.2. Untersaaten / Mulchfolien

Untersaaten, meist schnell auflaufenden Kruziferen wie Gelbsenf oder Ölrettich, haben zum Ziel, fraßaktive Drahtwürmer aus dem Kulturbestand wegzulocken oder vom Kulturbestand abzulenken.

Untersaaten

Am Standort Offenbach a. d. Queich (RP) wurde zwischen die Spargeldämme im März 2008 und 2009 Gelbsenf eingesät. Der Aufwuchs stand jeweils bis Ende Juni. Gelbsenf wurde in einer Aussaatstärke von 25 kg/ha ausgesät. Bonitiert wurden die geernteten Spargelstangen an zwei Terminen im Abstand von 14 Tagen, Ende April und Anfang Mai.

Mulchfolien

Ziel der unbehandelten Mulchfolien ist es, durch Absorption verschiedener lebensnotwendiger Wellenlängen Lebewesen aller Art (Pflanze und Tier) die Lebensgrundlage zu entziehen. Entweder werden nur die kurzweilige Strahlung oder Teile der kurzweiligen Strahlung und zusätzlich der Blaulicht-Bereich absorbiert.

Die braune Folie ist im Wellenbereich 250 nm bis 700 nm lichtundurchlässig. Sie soll verhindern, dass auf einer Fläche Unkraut unkontrolliert aufwächst. Das Unkraut läuft zwar unter der Folie auf, geht aber aus Lichtmangel bald unter der Folie ein. Betroffen sind hiervon auch perennierende Unkräuter wie beispielsweise die Quecke, die laut Hersteller binnen sechs Wochen abgetötet werden soll. Ferner kann die Folie zur Ernteverfrüherung z. B. im Spargel oder als Mulchfolie für sämtliche Gemüsekulturen im Freiland und Unterglas sowie in Baumschulen und im Weinbau eingesetzt werden.

Die transparent-gelbe Folie ist im Wellenbereich 250 nm bis 550 nm strahlungsundurchlässig. In Laborversuchen wurden Engerlinge unter dieser Folie nach kurzer Bedeckungszeit abgetötet (Israel, mündliche Mitteilung). Der attraktive Spektralbereich für viele Lebewesen liegt zwischen 330 nm und 550 nm. Da beide Folien diesen Bereich absorbieren, können Lebewesen unter ihnen nicht überleben. Angeblich können Schnellkäfer und ihre Larven ohne den Wellenbereich 380 nm bis 550 nm nicht auskommen.

Am Standort Offenbach a. d. Queich wurden im Spargelanbau beide Folien in jeweils einer Reihe getestet. Statt der üblichen schwarz-weiß-Folie wurde ein Spargeldamm mit der braunen, ein anderer mit der gelben Folie während der Spargelstechzeit von Mitte April bis Mitte Juni bedeckt. Die geernteten Spargelstangen wurden auf Drahtwurmfraß bonitiert.

Ferner wurden der Einsatz der Mulchfolien und die Bodenbearbeitung auf einer Teilfläche miteinander kombiniert (s. Bodenbearbeitung/Standort Offenbach a. d. Queich/Versuch 2).

2.3. Zwischenfruchtanbau

Durch eine Zwischenfrucht wird der Vorfruchtwert der vorausgehenden Hauptfrucht verstärkt. Nicht verwertete Nährstoffmengen können in leicht abbaubarere Pflanzenmasse gespeichert werden bzw. Unkräuter geschwächt oder beseitigt werden. Des Weiteren sollen Pflanzenkrankheiten und bodenbürtige Schädlinge gemindert werden. Ein weiteres Ziel des Zwischenfruchtanbaus ist die Förderung von Antagonisten, Gegenspielern von bodenbürtigen Schädlingen wie den Drahtwürmern. In Tab. 4 sind die Zwischenfrüchte der Anbaujahre 2005 bis 2008 aufgelistet.

Tab. 4: Zwischenfruchtanbau über drei Jahre, zeitweise an zwei Standorten

Kultur	Standorte		
Versuchsjahre	2005/2006	2006/2007	2007/2008
Schwarzbrache (Kontrolle)	Auweiler		Auweiler
Hafer	Offenbach		
Dinkel	Offenbach		
Phacelia	Offenbach Auweiler	Auweiler	Auweiler
Phacelia/Perserklee	Auweiler	Auweiler	
Ölrettich (Kontrolle)	Offenbach Auweiler	Auweiler	Auweiler
Schwarzsenf			Auweiler
Kohlblätter ¹			Auweiler
Perserklee	Offenbach Auweiler	Auweiler	
Ackerbohnen	Offenbach Auweiler	Auweiler	Auweiler
Lupine	Offenbach		
Futtermalve/Alexandrinerklee	Auweiler		
Buchweizen/Seradella ³	Auweiler	Auweiler	Auweiler

Kultur	Standorte		
	2005/2006	2006/2007	2007/2008
Rotklee		Auweiler	
Futtermalve/Inkarnatklee			Auweiler
Sonnenblumen/Rotklee ²			Auweiler

¹ Auf den Parzellen wurden 150 kg Kohl-Umblätter in einer Höhe von 150 kg/ha ausgebracht

Wann die Zwischenfrüchte ausgesät wurden, ist Tab. 5 zu entnehmen.

Tab. 5: Zeitpunkt der Aussaaten an den beiden Standorten Auweiler und Offenbach

Standort	2005/2006	2006/2007	2007/2008
Offenbach a. d. Queich	25.07.2005	-	-
Auweiler	27.08.2005	23.08.2006	30.08.2007

Die Aussaatmengen der angebauten Zwischenfrüchte sind in Tab. 6 aufgeführt.

Tab. 6: Die Aussaatmengen der Zwischenfrüchte an den beiden Standorten Auweiler und Offenbach

Kultur	Aussaatmengen [kg/ha]	
	Auweiler	Offenbach
Hafer	-	350
Dinkel	-	200
Phacelia	30	30
Phacelia/Perserklee	15/15	-
Ölrettich	25	-
Schwarzsenf	30	-
Kohlblätter	4,3 kg/m ²	-
Perserklee	30	-
Ackerbohnen	250	-
Lupine	-	200
Futtermalve/Alexandrinerklee	15/25	-
Buchweizen/Seradella	20/20	-
Rotklee	10	-
Futtermalve/Inkarnatklee	15/15	-
Sonnenblumen/Rotklee	50	-

Die Auswahl der Zwischenfrüchte erfolgte zum einen nach ihrer in der Literatur beschriebenen Wirkungsweise auf bodenbürtige Schädlinge. So soll Phacelia

beispielsweise eine hemmende Wirkung auf Schädlinge haben. Ebenso sollen sich die verschiedenen Senföle der Kruziferen hemmend auf das Wachstum von Krankheitserregern auswirken. Im Gegensatz zu den klassischen Antibiotika können diese natürlichen Wirkstoffe nicht nur Bakterien, sondern auch Viren, Hefen und Pilze abtöten. Leguminosen wie die Ackerbohnen sind u. a. tannin- und vicinhaltig und können so verschiedene Organismen schädigen. Die Inhaltsstoffe der Futtermalve sind u. a. Flavonoide und Gerbstoffe, denen ebenfalls organismusschädigende Wirkungen zugeschrieben werden. Zum anderen erfolgte die Auswahl der Zwischenfrüchte nach ihrer schnellen Biomassebildung, nach ihrer Unkrautunterdrückung, nach ihrer Wirkung auf die Bodenstruktur und nach ihrer Vorfruchtwirkung.

Nach den Zwischenfrüchten wurden Kartoffeln angebaut, die auf Drahtwurmfraß bonitiert wurden.

2.4. Einsatz suppressiver Komposte

Mehrjährige Versuchsergebnisse der Universität Kassel/Witzenhausen bestätigen eine negative Wirkung auf *Rhizoctonia solani*. Ähnlich wie bei *Rhizoctonia* wird auch bei Drahtwurm die Bedeutung der organischen Substanz im Boden diskutiert, die für eine Ausbreitung der Erreger förderlich sein soll.

So gibt es Hinweise darauf, dass frische, wenig zersetzte organische Stoffe im Boden die jeweiligen Schaderreger fördern bzw. anlocken (Radtko et al. 2000). Andere Untersuchungen unterstreichen hingegen die positive Wirkung hoch qualitativer, gut verrotteter Komposte auf die Unterdrückung bodenbürtiger Krankheiten wie beispielsweise *Rhizoctonia solani* (Schüler et al. 1989): Die mikrobielle Aktivität im Boden steigt nach Gabe solcher Komposte stark an, was wiederum mikrobielle Antagonisten wachsen und vermehren lässt.

In den Versuchsjahren 2008 und 2009 wurden Komposte verschiedener Herkünfte und Rottegrade zeitgleich mit der Pflanzkartoffel in das Pflanzloch abgelegt. Die geernteten Tochterknollen wurden auf Drahtwurmfraß und Dry Core, ausgelöst durch *Rhizoctonia solani*, bonitiert.

2.5. Einsatz von Pflanzenstärkungsmitteln und Bodenhilfsstoffen

Ziele dieser Maßnahmen sind die Stärkung der Pflanzen, die Förderung ihrer Widerstandsfähigkeit gegenüber schädigenden Organismen und die Förderung von Antagonisten.

Folgende Betriebsmittel wurden zwischen 2007 und 2009 auf ihre Wirkung gegen Drahtwürmer getestet. Die Präparate wurden einzeln, aber auch in Kombination miteinander eingesetzt:

Cuprozin WP-Knollenbeizung wurde als Beize gegen Schwarzbeinigkeit, die durch das Bakterium *Erwinia carotovora* ausgelöst wird, eingesetzt. Ob es auch gegen Drahtwürmer wirkt, sollte im Versuch überprüft werden.

ProHumus ist ein probiotischer Bodenhilfsstoff. Er dient als Bodenverbesserer und bioaktiver Wachstumsförderer mit konzentrierten Huminen, die aus Jahrtausende alten, natürlichen Ablagerungen kommen. ProHumus enthält darüber hinaus feinstoffliche Mineralien und Pflanzenextrakte sowie natürliche Mikroorganismen. Seine Wirkung auf Drahtwürmer ist unbekannt und war daher Gegenstand der Untersuchungen.

In-Wa-Quarz ist ein Pflanzenstärkungsmittel, das aus 15 % Natrium Chlorid, 5% Quarzmehl Siliziumdioxid und 80 % Wasser besteht. Pflanzen sollen durch IN-WA-QUARZ in ihrem natürlichen Wuchs unterstützt und gestärkt werden, so dass sie

Viren, Nematoden, Pilzen und anderen Schaderregern besser widerstehen können. Die Wirkung auf Drahtwürmer war bislang unbekannt und wurde im Versuch getestet.

Bio-Ilsa ist ein organischer Stickstoffdünger auf Basis von tierischen und pflanzlichen Proteinen. Rohstoffe sind Tierhaare, Federmehl und pflanzlicher Ölkuchen. Bio-Ilsa enthält natürlichen Stickstoff, Keratin, Humin- und Fulvosäuren. Eine Wirkung auf Drahtwürmer ist unbekannt und wurde daher im Versuch überprüft.

Agrostimulin® ist ein flüssiges Pflanzenhilfsmittel, das aus 100% natürlichen Pflanzenhormonen und Aminosäuren besteht. Die Grundlage bildet der Pilz „Cylindrocarpon magnusianum“, der aufgesetzt auf die Ginsengwurzel in Bio-Reaktoren heranwächst. Dabei produziert er für das normale Pflanzenwachstum wichtige Wirkstoffe – insbesondere Pflanzenhormone vom Gibbereline-, Zytokinine- und Auxine- Typ, Kohlenwasserstoffe (Glukose, Ribose, Galaktose), ca. 15 Aminosäuren ungesättigte Fettsäuren C11 bis C28 und Spurenelement-Ionen: K, MG, MN, Fe, Cu, Sie stellen eine ausgewogene Mischung von biologisch aktiven Stoffen dar, die wichtig für ein optimales Pflanzenwachstum sind.

Lignohumat ist ein 100% wasserlösliches Huminsäurepräparat für Boden- und Blattanwendung, hergestellt aus Lignin. Es ist ein schuppenartiges Pulver mit einem Gehalt von 90% Huminsäuresalzen einem hohen Anteil an Kalisalzen und einem spezifischen Vanillearoma. Darüber hinaus enthält es wichtige Mikro- und Makroelemente. Lignohumat verbessert die Pflanzengesundheit auf Grund eines vitaleren Wachstums und hilft damit u. a. den Befall mit den meisten Pilzkrankheiten zu reduzieren. Eine Wirkung auf Drahtwürmer wurde bisher nicht nachgewiesen.

2.6. Bodenbearbeitung

An insgesamt vier Standorten wurden Versuche zur Bodenbearbeitung durchgeführt. Ziel dieser Versuche war es, über die Bodenbearbeitung den Drahtwurmbesatz einer Fläche so zu reduzieren, dass der Drahtwurmfraß an Kulturpflanzen deutlich verringert wird.

Standort Köln-Auweiler (NRW)

2007 wurde eine langjährige Grünbrachefläche umgebrochen und eine Streifenblockanlage angelegt, in die Sommerweizen gesät wurde. Die Kontrollvariante wurde im Reihenabstand von 12,5 cm gedrillt, die Versuchsvariante in weiter Reihe mit einem Reihenabstand von 35 cm. Nach dem Auflaufen wurde die Kontrollvariante zweimal gestriegelt, die Versuchsvariante dagegen zweimal gehackt.

2008 wurden Kontroll- und Versuchsvariante gleichmäßig geteilt und zwei verschiedene Kulturen angebaut. Auf der einen Hälfte wurden Kartoffeln gepflanzt und auf der anderen Hälfte Ackerbohnen gesät. Kartoffeln und Ackerbohnen standen somit sowohl nach „Normalsaat Weizen“ als auch nach „Weizen in weiter Reihe“.

2009 wurden nach den Ackerbohnen Kartoffeln angebaut und nach den Kartoffeln Ackerbohnen. Die Kartoffeln der Versuchsjahre 2008 und 2009 wurden auf Drahtwurmfraß bonitiert.

Standort Gut Wulksfelde (HH)

2008 wurde auf einer langjährig ackerbaulich genutzten Praxisfläche die Kontrollvariante mit 33 Reihen Sommerweizen à 12 cm Reihenabstand gedrillt. Für die Versuchsvariante wurde jedes 2. Schar geschlossen, so dass 17 Reihen à 24 cm Reihenabstand übrigblieben. Nur die Versuchsvariante wurde mit der Getreidehacke

zweimal gehackt. Im Folgejahr 2009 wurden auf dieser Fläche Kartoffeln angebaut und auf Drahtwurmfraß bonitiert.

Standort Betrieb Offenbach a. d. Queich (RP)

Versuch 1

Um bereits im Jahr 2007 erste Ergebnisse zur Bodenbearbeitung vorliegen zu haben, wurde bereits 2006 ein Bodenbearbeitungsversuch auf einer ackerbaulich genutzten Praxisfläche angelegt. Auf der Fläche stand 2006 Sommerweizen. Direkt nach der Ernte im Juli wurde die Hälfte der Fläche mit dem Pflug bearbeitet (Versuchsvariante). Die andere Hälfte der Fläche wurde im September mit der Scheibenegge bearbeitet (Kontrollvariante).

2007 wurden auf dieser Fläche Kartoffeln der Sorte Leyla angebaut und auf Drahtwurmfraß bonitiert.

Versuch 2

2007 wurde auf einer stark drahtwurmbelasteten Fläche die Fenchelsaat Ende Juni/Anfang Juli zu 80 % von Drahtwürmern vernichtet. 2008 wurde auf dieser Fläche ein Versuch zur Schwarzbrache angelegt. Ziele dieser Maßnahme waren es, einerseits die biologische Aktivität im Boden zu erhöhen, um damit die Schnellkäferlarven zu bekämpfen. Andererseits sollte den Drahtwürmern durch die ständige Bodenbewegung die Nahrungsgrundlage entzogen werden und sie so ausgezehrt werden.

Nach der Grundbodenbearbeitung im Frühjahr wurde ein 1,5 m breiter und 150 m langer Streifen mit Mulchfolien unterschiedlicher Farbe bedeckt und von Anfang April bis Mitte Juli nicht bearbeitet (Kontrollvariante). Der Rest der Fläche mit einem Flächenmaß von 40 m Breite und 150 m Länge wurde nach einer Gelbsefensaat im Frühjahr und weiteren Bodenbearbeitungen nach dem Auflaufen des Gelbsefes mit einer Scheibenegge schwarzbrach gehalten (Versuchsvariante), d. h. sobald auf der Fläche Pflanzen aufliefen, wurde die Fläche bearbeitet.

Im August 2007 wurde auf dieser Fläche Feldsalat eingesät und die Fraßschäden durch Drahtwürmer im September 2007 bonitiert.

Versuch 3

Ende April 2009 waren auf einer ackerbaulich genutzten Praxisfläche Drahtwurmschäden an Blattsalat in Höhe von 80% zu beklagen. Direkt nach der Grundbodenbearbeitung Anfang Mai wurden auf der Fläche Lockstreifen mit Weizen eingesät. Die Streifen wurden im Beetabstand von 1,5 m angelegt und dicht gesät (200 kg/ha), um Drahtwürmer zu den Pflanzenwurzeln zu locken. Sobald 10 Drahtwürmer je qm an den Getreidewurzeln gezählt wurden, kam eine selbstgebaute Mulchfräse in den Getreidestreifen zum Einsatz. Die Mulchfräse zeichnet sich durch sehr stabile Messer und eine hohe Drehzahl aus (3.000 U/Min.). Die Bearbeitungstiefe der Fräse reicht bis 7 cm. Der Lockstreifen wurden nach jedem Fräsen neu eingesät, insgesamt drei Mal im Abstand von jeweils 4 bis 5 Wochen.

Standort Betrieb Wiesengut, Hennef (NRW)

2008 wurde ein Teil einer siebenjährigen Klee grasfläche für den Bodenbearbeitungsversuch in Blockanlage teilweise umgebrochen. Angebaut wurden darauf auf je sechs Parzellen Sommerweizen, Weißkohl und Ackerbohnen. Die Parzellen wurden geteilt: Ein Teil der Parzelle wurde im Vegetationsverlauf dreimal gehackt. Der andere Teil wurde nicht bearbeitet. Sobald Unkraut aufwuchs, wurde dieses manuell entfernt. Als vierte Kultur stand langjähriges Klee gras. Das Klee gras wurde dreimal

geschnitten und der Schnitt abgefahren. Im Folgejahr 2009 wurden auf dieser Fläche Kartoffeln gepflanzt. Diese wurden nach der Ernte auf Drahtwurmschäden bonitiert.

2.7. Einsatz von entomopathogenen Pilzen – *Metarhizium anisopliae* und *Naturalis*® (*Beauveria bassiana*)

Metarhizium anisopliae ist einer der wichtigsten insektenpathogenen Pilze in der Insektenmykologie: Insektenlarven verpilzen und gehen ein. Er gehört zu den wenigen Pilzen, die weltweit verbreitet sind. In Freilandversuchen wurden Pilzstämme unterschiedlicher Herkunft über drei Jahre getestet (Schlussbericht BÖL O2OE266F).

Beauveria bassiana - *Naturalis*® ist ein biologisches „Insektizid“ auf Basis der keimfähigen Sporen des Pilzes *Beauveria bassiana* (Stamm ATCC 74040). Der darin verwendete Stamm ist natürlich vorkommend und nicht genetisch modifiziert. 2008 durfte es nach §11 „Gefahr im Verzug“ für 120 Tage im Kartoffelanbau eingesetzt werden. Laut Hersteller ist die Wirkungsweise repellent, d.h. abschreckend. *Naturalis*® wurde auf einer Praxisfläche an zwei Kartoffelsorten (Afra und Edelstein) getestet.

2.8. Biofumigation

Biofumigation ist eine biologische Methode, die dazu dienen soll, Krankheitserreger, Schädlinge und Unkrautsamen im Boden zu verringern. Sie stützt sich auf Pflanzen mit einem hohen Gehalt an Glucosinolaten. Beispiele finden sich bei den Kreuzblütlern *Sinapis nigra* (Schwarzer Senf), *Sinapis alba* (Weißer Senf), *Brassica juncea* (Indischer Senf) und *Raphanus sativus* (Ölrettich).

Werden die Pflanzenzellen z. B. durch Insektenfraß oder Häckseln zerstört, spaltet das im Zellplasma enthaltene Enzym Myrosinase Glucosinolate in Zucker und Isothio- bzw. Thiocyanat. Diese Substanzen sind gasförmig und für einige Bodenorganismen giftig. Hierauf beruht die Wirkung gegen Drahtwürmer.

Senf blüht etwa 70 Tage nach der Aussaat. Wird er dann klein gehäckselt und sofort in den Boden eingearbeitet, wird die gewünschte Wirkung binnen 48 Stunden erzielt. Der Boden sollte nicht zu trocken sein und die Bodentemperaturen um 20 °C liegen, damit die Umsetzungen rasch erfolgen können. Bei Zellverletzung spaltet das Enzym Myrosinase das Glucosinolat in Sulfat und Isothiocyanat bzw. Thiocyanat. In Tab. 7 sind verschiedene Glucosinolate und die Pflanzen, in deren Zellen sie enthalten sind, aufgelistet.

Tab. 7: Verschiedene Glucosinolate in Kruziferen

Glucosinolat	Alkyl-Rest	Beispiel
Glucocapparin	Methyl-	Kaperngewächs
Glucoerucin	4-Methylthiobutyl-	Kohlarten, Ölrute
Glucoraphanin	4-Methylsulfinyl-3-butylen	Brokkoli, Rettich
Glucoiberin	3-Methylsulfinylpropyl-	Weißkohl, Blumenkohl, Brokkoli, Schleifenblumensamen
Sinigrin	Allyl-	Schwarzer Senf, Kohlarten, Rettichsamen, Meerrettichwurzel

Glucosinolat	Alkyl-Rest	Beispiel
Progoitrin	2-Hydroxy-3-butenyl-	Raps, Kohlarten
Glucotropaeolin	Benzyl-	Garten- und Kapuzienerkresse
Gluconasturtiin	Phenethyl-	Garten- und Brunnenkresse, Schwarze Senfsamen
Glucosinalbin	4-Hydroxybenzyl-	Weißer Senf
Glucobrassicin	3-Indolylmethyl-	Kohlarten, Senf, Rettich

2.9. Beteiligte Betriebe und Kooperationspartner

Versuchsbetrieb der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, Gartenbauzentrum Köln-Auweiler

Das Gartenbauzentrum Köln-Auweiler befindet sich im Westen Kölns in der Kölner Bucht auf 46 m über NN. Der Betrieb wird nach Biolandrichtlinien seit 1998 bewirtschaftet. Betriebsschwerpunkt ist der viehlose Ackerbau mit den Versuchsschwerpunkten Bodenbearbeitung, Fruchtfolgegestaltung, alte Sommer- und Wintergetreidesorten, Behandlungsversuche mit Pflanzenstärkungsmitteln, Sortenversuche zu Ackerbohnen, Lupinen und Sojabohnen. Die Versuchsflächen mit der Bodenart sandiger Lehm sind den Bodentypen Braunerden bzw. Parabraunerden zuzurechnen. Sie weisen Ackerzahlen von 70 auf. Im Jahresdurchschnitt regnet es 650 mm.

Bioland-Betrieb Theo Pütz, Bornheim, Nordrhein-Westfalen

Der 10 ha große Nebenerwerbsbetrieb liegt auf 80 m über NN in Waldorf im Vorgebirge, das die Kölner Bucht westlich begrenzt. Die Flächen werden nach Bioland-Richtlinien seit 2001 bewirtschaftet. Die viergliedrige Fruchtfolge setzt sich zusammen aus 1. Rosenkohl, gefolgt von 2. Kartoffeln, 3. Ackerbohnen und 4. Winterweizen, auf die die Zwischenfrucht Winterwicken folgt. Die sandigen Lehm Böden mit fruchtbaren Lössablagerungen weisen Ackerzahlen zwischen 40 und 80 auf. Die durchschnittlichen Jahresniederschläge belaufen sich auf rund 750 mm.

Wiesengut, Versuchsbetrieb der Universität Bonn, Institut für Organischen Landbau, Hennef, Nordrhein-Westfalen

Der 76 ha große Acker- und Grünlandbetrieb mit Mutterkuhhaltung und Rindermast befindet sich in der Siegniederung bei Hennef in der Niederrheinischen Bucht in Nordrhein-Westfalen. Seit 1991 ist der Betrieb dem Institut für Organischen Landbau der Universität Bonn zugehörig. Er wird nach Naturland-Richtlinien bewirtschaftet. Rund 60 ha der Nutzflächen werden ackerbaulich genutzt, auf etwa 15 ha wird Grünland angebaut. Betriebsschwerpunkte stellen Mutterkühe und die Ochsen- und Färsenmast dar. Die 6-gliedrige Fruchtfolge setzt sich aus Rotklee gras, Kartoffeln, Winterweizen mit Zwischenfrucht, Ackerbohnen mit Untersaat oder Zwischenfrucht, Sommerweizen, Winterroggen mit Untersaat Rotklee gras zusammen. Die Böden bestehen aus lehmig-schluffigen bis sandig-schluffigen Auensedimenten unterschiedlicher Mächtigkeit und Korngrößenzusammensetzung. Der Grundwasserstand schwankt durch die Flussnähe extrem, das Vordeichsgelände wird bei Hochwasser der Sieg regelmäßig überschwemmt. Die Böden weisen Ackerzahlen zwischen 20

und 70 auf, die Grünlandzahlen bewegen sich zwischen 38 und 66 Bodenpunkten. Der Betrieb liegt auf einer Meereshöhe von 65 m, die Jahresniederschläge schwanken zwischen 700 und 750 mm.

Bioland-Betrieb Ralf Gensheimer, Offenbach a. d. Queich, Rheinland-Pfalz

Der 40 ha große Gemüsebaubetrieb ist in Offenbach an der Queich in Rheinland-Pfalz in der Oberrheinischen Tiefebene auf 132 m über NN ansässig. Er wird seit 2000 nach Bioland-Richtlinien bewirtschaftet. Auf einem Drittel der Flächen wird zweijährige Luzerne angebaut, ein weiteres Drittel ist Anbaufläche für Kartoffeln, Getreide und Körnererbsen. Auf dem verbleibenden Drittel werden über das ganze Jahr rund 50 verschiedene Gemüsesorten angebaut, die nahezu ausschließlich über den Hofladen und verschiedene Wochenmärkte in der Umgebung direkt vermarktet werden. Die Böden sind den Bodenarten Sand bis sandiger Lehm zuzuordnen und haben eine mächtige Lössauflage. Sie weisen Bodenpunkte zwischen 40 und 80 auf. Die durchschnittlichen Jahresniederschläge belaufen sich auf 550 mm.

Bioland-Betrieb Jochen und Monika Stauffer, Frankenthal – Flomersheim, Rheinland-Pfalz

Der 68 ha große Betrieb liegt auf 90 m über NN in der Rheinebene der Vorderpfalz und wird seit 1989 ökologisch bewirtschaftet. Die Fruchtfolge stellt sich folgendermaßen dar: Nach 1. Erbsen erfolgt eine Gründüngung vor 2. Kartoffeln. Danach wird wiederum eine Gründüngung eingesät, auf die 3. Sommergetreide folgt. Als 4. Fruchtfolgeglied werden Kräuter mit einer nachfolgenden Gründüngung angebaut, auf die 5. Möhren/Karotten folgen. Die Böden werden der Bodenart Sandiger Lehm zugeordnet und sind dem Bodentyp nach heterogene Löss- und Auenböden. Die Ackerzahlen liegen zwischen 60 und 85. Die Jahresniederschläge belaufen sich auf rund 500 mm, das durchschnittliche Jahresmittel beträgt 10,5 °C.

Demeter-Betrieb Peter Michel, Abtweiler, Rheinland-Pfalz

Der 40 ha große Demeter-Betrieb befindet sich in einer Höhenlage von 200 m über NN. Der Betrieb wurde bereits 1958 auf biologischen Anbau umgestellt. Die Fruchtfolge stellt sich wie folgt dar: nach 1. und 2. Weißkleeanbau folgen 3. Kartoffeln, danach als 4. Fruchtfolgeglied Weizen und als 5. Dinkel. Die Böden werden dem Bodentyp Unteres Rotliegendes (ruK) zugeordnet.

Die Jahresniederschläge belaufen sich im Durchschnitt auf 550 mm, die durchschnittliche Jahres-Temperatur liegt bei 9,5 °C.

Bioland-Betrieb Heiner Gröschner, Vollmarshausen, Hessen

Der 51 ha große Ackerbaubetrieb liegt in der Nähe von Kassel auf einer Höhe von 195 m bis 315 m über NN und wird seit 1981 ökologische bewirtschaftet. Die fünfgliedrige Fruchtfolge setzt sich zusammen aus 1. Rotklee, 2. Weizen mit Zwischenfrucht, 3. Dinkel mit Untersaat, 4. Kartoffeln, Hülsenfrüchten, Senf oder anderen Blattfrüchten und 5. Roggen. Die Ackerzahlen der bewirtschafteten Böden liegen zwischen 35 und 80, im Durchschnitt bei 60. Die Böden sind vom Bodentyp Buntsandsteinverwitterungsböden oder Böden mit Lössauflage. Die Niederschläge betragen jährlich etwa 650 mm und die mittlere Jahrestemperatur liegt bei 8,6° C.

Demeter-Betrieb Werner Jährling, Modautal, Hessen

Der 115 ha große Demeter-Betrieb wurde 1981 auf ökologischen Landbau umgestellt und liegt auf 290 m über N.N. Die bewirtschafteten Flächen des Betriebes liegen zwischen 180 und 380 m über NN. Die fünfgliedrige Fruchtfolge stellt sich wie folgt dar: 1. Kartoffeln, 2. Winter-Erbisen, 3. Hafer, 4. Dinkel und 5. Sommerweizen. Die sandigen Lehmböden sind dem Bodentyp saure Braunerden zuzuordnen und haben Ackerzahlen zwischen 35 und 65, im Durchschnitt liegen sie bei 40. Die durchschnittliche Jahres-Temperatur liegt bei 7,9 °C und die Niederschläge um 780 mm.

Bioland-Betrieb Christian Vinnen, Natendorf, Niedersachsen

Der 135 ha große Ackerbaubetrieb liegt inmitten der Lüneburger Heide. Die Ackerflächen liegen auf 60 m bis 100 m über NN und werden seit 2001 nach Bioland-Richtlinien bewirtschaftet. Die viergliedrige Fruchtfolge stellt sich wie folgt dar: nach 1. Kartoffeln werden 2. Körnerleguminosen angebaut, auf die unmittelbar eine Zwischenfrucht Lupine, Inkarnatklee oder Rotklee folgt. Auf 50% der Flächen wird die Zwischenfrucht Ölrettich anstelle von Leguminosen angebaut. Die 3. Hauptfrucht ist Winterweizen oder Roggen oder Dinkel mit jeweils einer Untersaat Weißklee. Ist die Untersaat Weißklee recht lückig aufgelaufen, wird nach der Getreideernte der Acker umgebrochen und ein Gemenge eingesät, bestehend aus Inkarnatklee, und Weidelgras, das bis ins nächste Frühjahr den Acker bedeckt. Die Folgekultur ist dann Sommergerste anstelle von Wintergerste. Das 4. Fruchtfolgeglied ist Wintergerste, gefolgt von einer Zwischenfrucht Lupine, Rotklee oder Inkarnatklee. Die Böden sind der Bodenart Sand, lehmiger Sand und sandiger Lehm zuzuschreiben und vom Bodentyp her Podsole. Die Ackerzahlen liegen zwischen 26 und 70. Die durchschnittliche Jahresniederschlagsmenge beläuft sich auf rund 650 mm.

Bioland-Betrieb Reiner Bohnhorst, Oldendorf, Niedersachsen

Der 125 ha große Betrieb ist in Oldendorf in Niedersachsen ansässig. Seit 1996 wird er nach Bioland-Richtlinien bewirtschaftet. Die Flächen, auf denen die Pheromonfallen stehen, wurden 2001 umgestellt. Auf den Anbauflächen wird eine 5-gliedrige Fruchtfolge gefahren: 1. Kartoffeln, 2. im Wechsel Ackerbohne oder Erbse mit der Zwischenfrucht Ölrettich, 3. Winterweizen mit einer Weißkleeuntersaat, 4. Dinkel, 5. ein Zwischenfruchtgemenge aus Bitterlupine, Inkarnatklee und Phacelia.

Die Böden sind den Bodenarten sandiger Lehm und lehmiger Sand (Podsol) zuzuordnen und weisen Bodenpunkte zwischen 20 und 70 auf, im Durchschnitt 45. Die durchschnittlichen Jahresniederschläge belaufen sich auf ca. 650 mm.

Gut Wulksfelde, Hamburg

Die Betriebsflächen liegen in einer Höhenlage um 20 m über NN.

Die landwirtschaftlich genutzte Fläche beträgt insgesamt 241 ha, davon sind 200 ha Ackerfläche, 36 ha Dauergrünland und auf 4 ha wird Gemüsebau angebaut. Die Fruchtfolge auf den Ackerflächen stellt sich folgendermaßen dar: 1. Klee gras oder Grünbrache gefolgt von 2. Sommergetreide mit Untersaat, 3. Kartoffeln und 4. Winterroggen, Sommerweizen oder Triticale mit einer Kleeuntersaat. Die Bodenart ist ein anlehmiger und humoser Sand und die Ackerzahlen liegen zwischen 18 bis 38. Die durchschnittlichen Jahresniederschläge betragen rund 750 mm.

Die Tierhaltung setzt sich wie folgt zusammen: 38 Mutterkühe mit Nachzucht der Rasse Deutsch-Angus, 140 Mastschweine, 800 Legehennen und 350 Gänse.

Gut Wulfsdorf, Hamburg

Das Gut Wulfsdorf wird seit 1989 nach Demeter-Richtlinien bewirtschaftet und liegt 45 m über NN. Der Betrieb liegt am nordwestlichen Stadtrand in einem Naherholungsgebiet und umfasst 360 ha, davon sind 260 ha Ackerfläche und wiederum davon 13 ha Gemüse mit einem 2300 qm Folientunnel. Auf 100 ha steht Dauergrünland. Die fünfgliedrige Fruchtfolge setzt sich folgendermaßen zusammen: 1. und 2. Rotkleegras, 3. Weizen oder Dinkel mit den Zwischenfrüchten Ölrettich, Wicken oder Roggen-Gemenge, 4. Kartoffeln oder Hafer oder Silomais, 5. Ackerbohnen oder Erbsen oder Lupine oder Sommergerste mit anschließender Queckenbekämpfung oder einem anschließenden Wickroggen, 6. Roggen mit Untersaat Rotkleegras. Die Bodenart ist Sand bzw. ein sandiger Lehm mit Ackerzahlen zwischen 22 und 36, im Mittel 28. Die bewirtschafteten Böden sind den Podsolen zuzuordnen. Die durchschnittlichen Jahresniederschläge betragen am Standort rund 760 mm, die durchschnittliche Jahrestemperatur liegt bei 9,7 °C.

Auf dem Betrieb werden folgende Tiere gehalten: 55 Milchkühe, 20 Mutterkühe, 100 Mastrinder, 120 Jungrinder (Rotbunte u. Rotbunte x Galloway), 16 Zuchtsauen, 330 Mastschweine pro Jahr, 300 Gänse, 20 Mutterschafe, 2 Mutterziegen, 3 Pferde, Tauben.

Auf dem Hof sind eine eigenständige Metzgerei und eine Holzofenbäckerei angesiedelt. Zusätzlich gibt es eine kleine Hofmolkerei. Die Produkte werden schwerpunktmäßig über den großen Hofladen, auf 15 Wochenmärkten in Hamburg sowie über eine Hamburger Bäckerei und einen Abokistenservice vermarktet. Weitere Besonderheiten des Betriebes sind eine ökologische Saatgutzüchtungsstation.

Nachfolgend sind die Kooperationspartner der Landwirtschaftskammer NRW aufgelistet und die Betriebe, mit denen sie im Drahtwurmprojekt kooperierten:

Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen	
Adresse Betrieb 1:	Adresse Betrieb 2:
Gartenbauzentrum Köln-Auweiler, Gartenstraße 11, 50765 Köln	Betrieb Theo Pütz, Hühnermarkt 7, 53332 Bornheim
Adresse Betrieb 3:	Adresse Betrieb 4:
Versuchsbetrieb Wiesengut, Siegaue 16, 53773 Hennef	Betrieb Ralf Gensheimer, Hauptstraße 97, 76877 Offenbach a. d. Queich

Kooperationspartner: Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum Rheinhessen-Nahe-Hunsrück (DLR), Kompetenzzentrum Ökologischer Landbau, Rüdesheimer Str. 60-68, 55545 Bad Kreuznach	
Adresse Betrieb 1:	Adresse Betrieb 2:
Peter Michel, Hauptstraße 37, 55568 Abtweiler Versuchsjahre 2007 und 2008	Jochen und Monika Stauffer, Freinsheimer Str. 13, 67227 Frankenthal – Flomersheim

Kooperationspartner: Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen (LLH), Kölnische Straße 48 – 50, 34117 Kassel	
Adresse Betrieb 1:	Adresse Betrieb 2:
Heiner Gröschner, Brunnenstraße 1, 34253 Vollmarshausen	Werner Jährling, Alt Hoxhohl 35, 64397 Modautal

Kooperationspartner: Kompetenzzentrum Ökologischer Landbau Niedersachsen, Bahnhofstraße 15, 27374 Visselhövede	
Adresse Betrieb 1:	Adresse Betrieb 2:
Betrieb Christian Vinnen, Wessenstedt, 29587 Natendorf	Betrieb Rainer Bohnhorst, Oldendorf II Nr. 3, 29587 Oldendorf II

Kooperationspartner: vTI – von Thünen-Institut, ehemals Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Institut für ökologischen Landbau, Trenthorst 32, 23847 Westerau	
Adresse Betrieb 1:	Adresse Betrieb 2:
Gut Wulksfelde (Rolf Winter), Wulksfelder Damm 15-17, 22889 Wulksfelde	Gut Wulfsdorf (Tilman Rauhaus), Bornkampsweg 39, 22926 Ahrensburg

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1. Ausführliche Darstellung der wichtigsten Ergebnisse

- Die Ergebnisse werden wie folgt dargestellt:
 - Monitoring der Drahtwürmer: Handgrabungen und Köderfallen
 - Monitoring der Schnellkäfer: Pheromone
- Indirekte Regulierungsmaßnahmen: Förderung der Antagonisten durch
 - Mulchsaat
 - Zwischenfruchtanbau
 - Suppressive Komposte
 - Pflanzenstärkungsmittel und Bodenhilfsstoffe
- Direkte Regulierungsmaßnahmen
 - Bodenbearbeitung
 - Einsatz von Naturalis[®] (*Beauveria bassiana*)
 - Biofumigation

3.1.1. Monitoring

Durch ein kontinuierliches Monitoring der Drahtwürmer und der Schnellkäfer wurden die Aktivitäten der einzelnen Entwicklungsstadien im Zeitverlauf erfasst, um daraus geeignete Regulierungsmaßnahmen herauszuarbeiten und zu testen.

3.1.1.1. Drahtwürmer

Das Monitoring der Drahtwürmer erfolgte mittels Handgrabungen und Köderfallen zu verschiedenen Zeitpunkten und an 11 Standorten (Tab. 8). Im Frühjahr wurden i. d. R. mehr Drahtwürmer je m² gefunden als im Herbst nach der Ernte. Die meisten Drahtwürmer wurden am Standort Offenbach a. d. Queich im Frühjahr 2009 mit einer Dichte von 55 Drahtwürmern/m² aufgesammelt. Hier ließ sich auch eine enge Beziehung zwischen der Anzahl Drahtwürmer/m² und den durch sie verursachten Schäden an Salat herstellen. 80 % der Salate wurden geschädigt und konnten nicht mehr vermarktet werden. Daher wurde noch 2009 an diesem Standort ein Versuch mit Fangstreifen und Bodenbearbeitung angelegt (s. Bodenbearbeitung).

Tab. 8: Ermittelte Drahtwürmer aus Handgrabungen und Köderfallen im Frühjahr und Herbst zwischen 2007 und 2009

Standort	Anzahl Drahtwürmer/m ²					
	2007		2008		2009	
	Frühjahr	Herbst	Frühjahr	Herbst	Frühjahr	Herbst
Köln-Auweiler (NRW)	2-7	0-5	3-11	1-4	2-10	0-5
Bornheim (NRW)	2	0	3	3	3	1
Offenbach a. d. Queich (RP)	2-10	3-7	3-15	2-5	3-55	0-6
Frankenthal (RP)	0-3	0-2	0-3	0-1	0-2	0
Abtweiler /	2	1	3	2	-	-

Standort	Anzahl Drahtwürmer/m ²					
	2007		2008		2009	
	Frühjahr	Herbst	Frühjahr	Herbst	Frühjahr	Herbst
Meisenheim (RP)						
Modautal (HE)	-	5	3	19	11	-
Vollmarshausen (HE)	-	7	8	5	9	-
Natendorf (NI)	-	2	0-6	0	0-4	0
Oldendorf (NI)	-		0-6	0	0-4	0
Hamburg 1 (HH)	-	4	0-1	1-3	0-13	0
Hamburg 2 (HH)	-	1-11	3-7	0-9	0-15	0-2

Auf den Beobachtungen der vergangenen Jahre und auf dem Monitoring der Drahtwürmer basierend, lassen sich i. d. R. drei fraßaktive Phasen der Drahtwürmer festlegen: Die erste Phase beginnt Ende März und endet Mitte Mai, die zweite erstreckt sich von Ende Juni bis Mitte Juli und die dritte dauert von Mitte August bis Ende September (Abb. 3).

Abb. 3: Fraßaktive Phasen der Drahtwürmer im Jahresverlauf

MONATE											
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII

3.1.1.2. Schnellkäfer

Am Standort Offenbach a. d. Queich standen über 5 Jahre, von 2005 bis 2009, die Pheromonfallen auf denselben Flächen. Daher werden nachfolgend die Ergebnisse dieses Standortes genauer beleuchtet. Der Verlauf des Käferfluges ist an allen übrigen Standorten ähnlich, nur die Anzahl der abgefangenen Käfer je Falle ist unterschiedlich.

Zwischen der 19. und der 29. Kalenderwoche wurden Schnellkäfer der beiden Spezies *Agriotes lineatus* und *Agriotes obscurus* abgefangen. Die Anzahl abgefangener Käfer schwankte deutlich, sowohl zwischen den Jahren als auch innerhalb der Jahre von Kalenderwoche zu Kalenderwoche (Abb. 4).

2005 und 2007 wurden die meisten Käfer abgefangen, allerdings war 2005 der Käferflug bereits in der 23. KW nahezu abgeschlossen. 2007 war dieser erst in der KW 25 beendet.

In den Versuchsjahren 2006 und 2009 sowie 2005 und 2007 wurden ähnlich hohe Fangzahlen ermittelt. In der Summe waren es jedoch in 2006 und 2009 deutlich weniger Käfer als in 2005 und 2007.

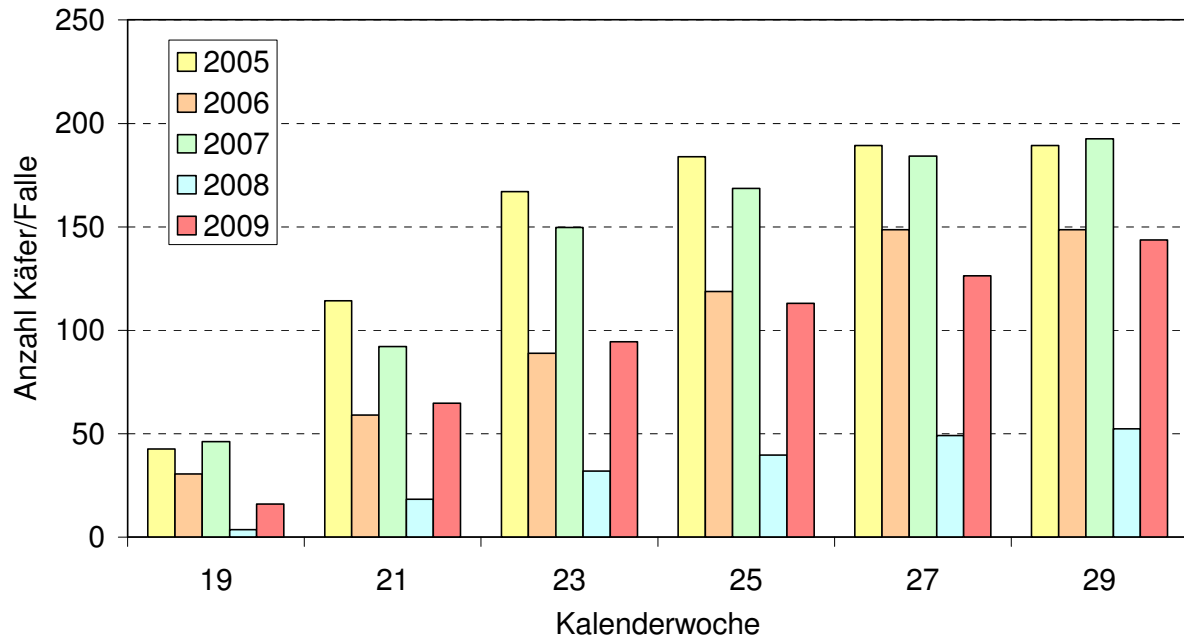
2008 war das fangschwächste Jahr, so dass anzunehmen ist, dass die Schnellkäferpopulation in diesem Jahr sehr niedrig gewesen sein muss. Entweder sind im Winter 2007 auf 2008 viele im Boden befindliche adulte Schnellkäfer zugrunde gegangen oder die Population war an sich bereits sehr schwach.

Die Qualität des Pheromons, mit dem *A. obscurus* und *A. lineatus* abgefangen wurden, war mit der der Vorjahre vergleichbar.

An allen Fallenstandorten flog zwischen der 21. und der 23. KW der überwiegende Teil (bis 90%) aller im Jahr abgefangenen Käfer.

Abb. 4: Käferfänge mittels Pheromonfallen zwischen der 19. und 29. Kalenderwoche über die Jahre 2005 bis 2009; Standort Offenbach a. d. Queich

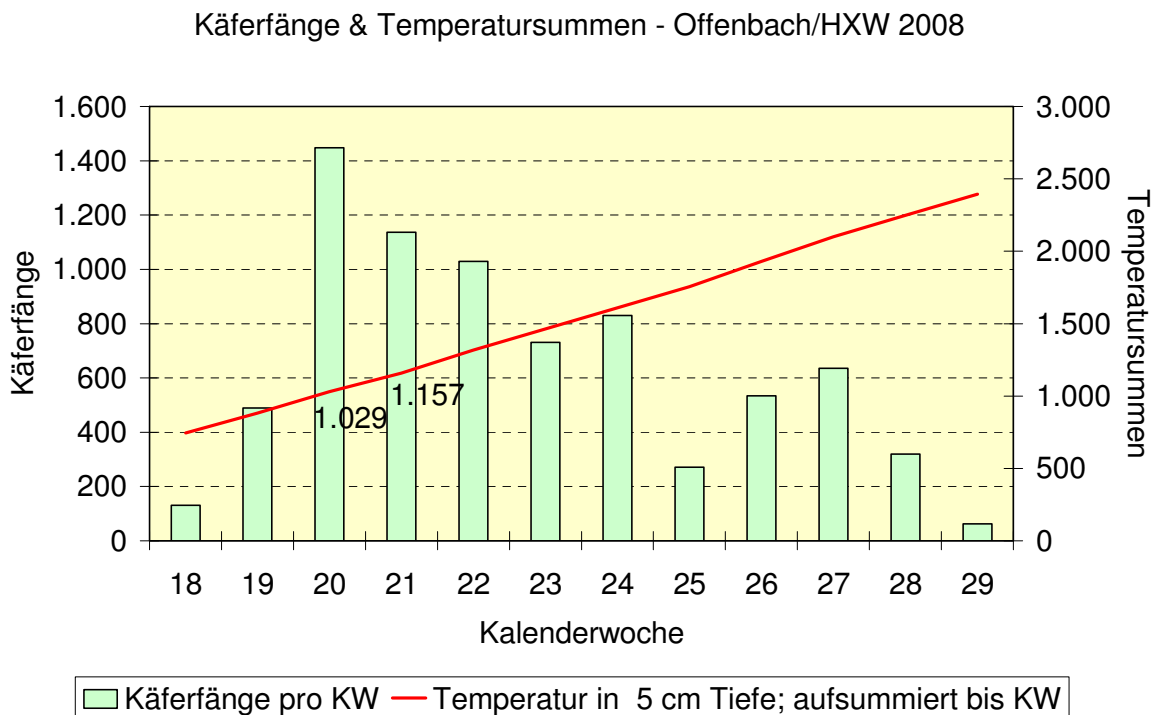
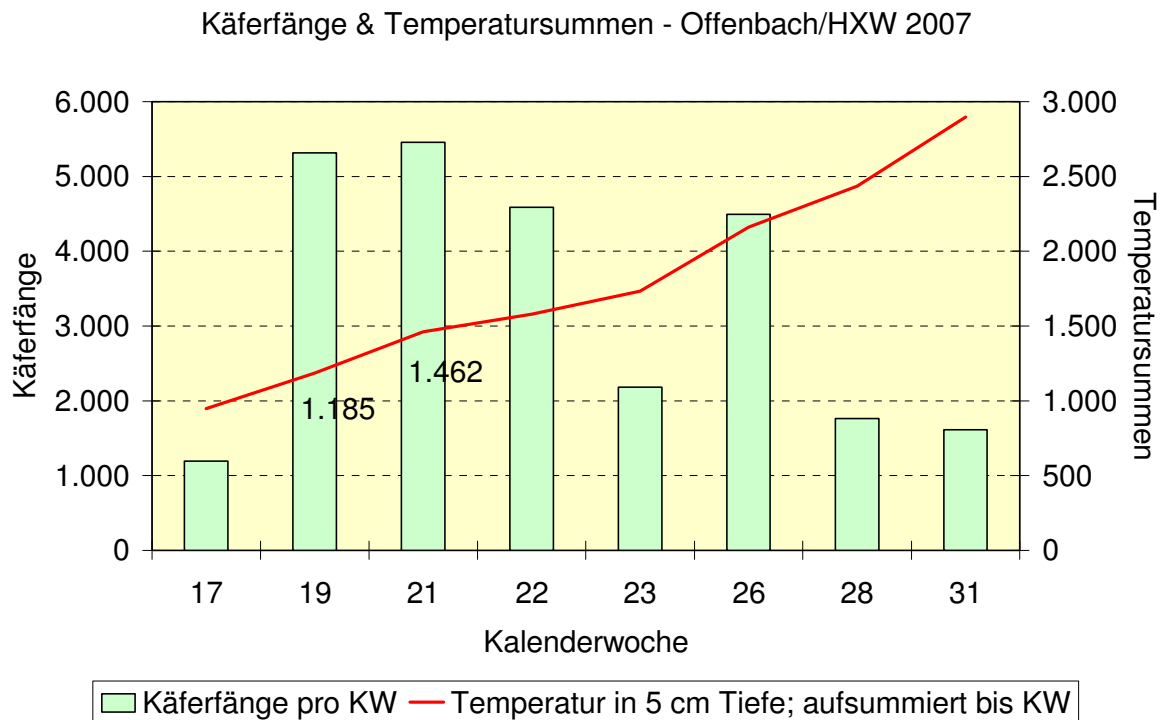
Käferfänge je Falle mittels Pheromonfallen in den Jahren 2005 - 2009 am Standort Offenbach a. d. Queich



3.1.1.3 Korrelationen zwischen Klima und Monitoring

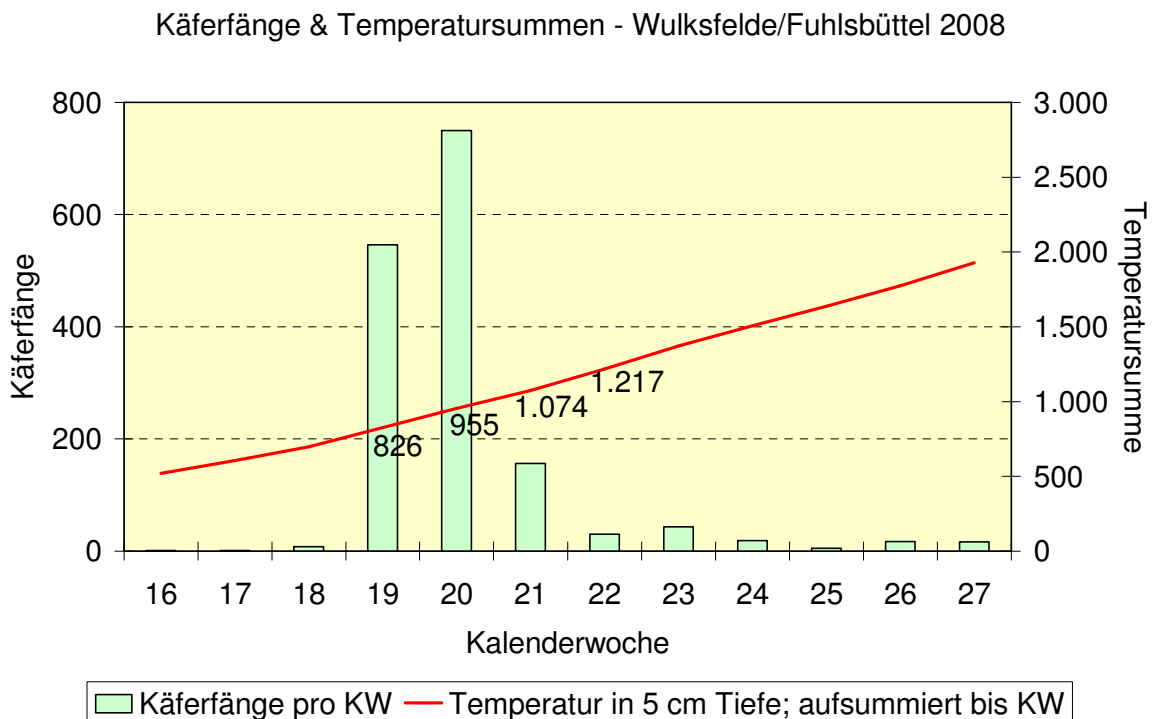
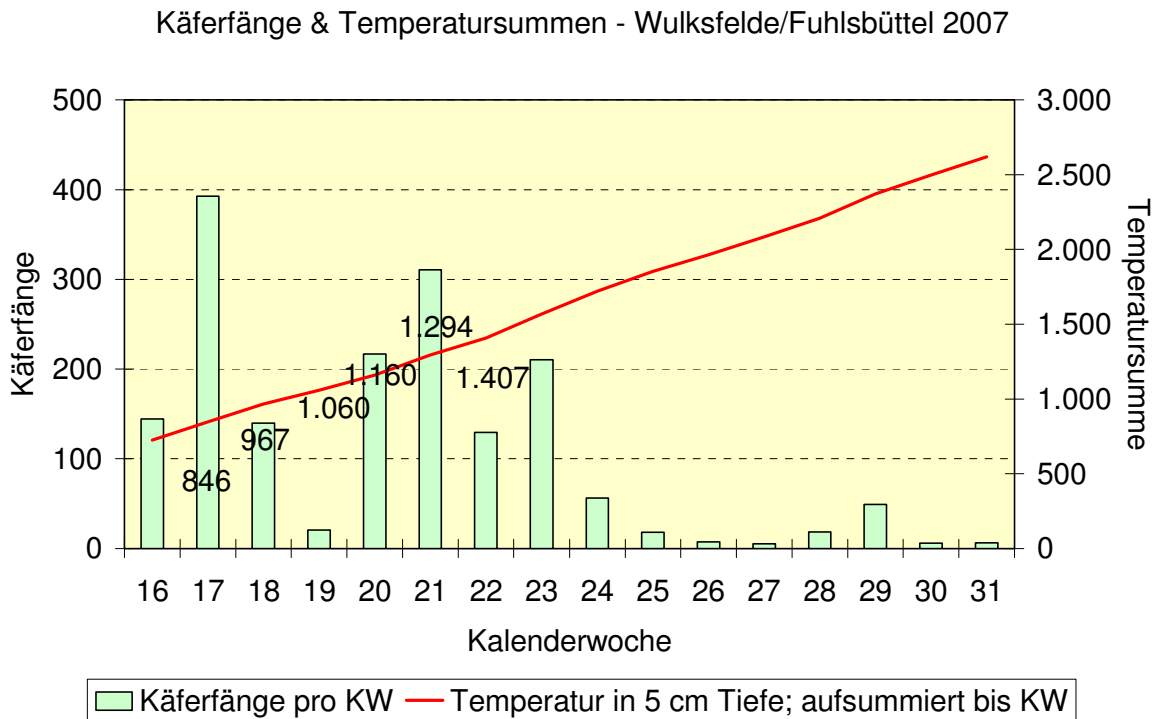
Es liegt nahe, dass sich wechselwarme Tiere, wie z. B. Insekten, temperaturabhängig bewegen. In den vergangenen Versuchsjahren wurde beobachtet, dass in warmen und trockenen Phasen immer mehr Käfer in den Fallen zu finden waren als in nassen und kühleren Zeitabschnitten. Daher wurden die Temperaturen vom 1. Januar eines Jahres an täglich aufsummiert und zu den ermittelten Käferflügen in Beziehung gesetzt (Abb. 5). Diese Berechnungen erfolgten 2007 und 2008, da die Fallen ab diesem Jahr wöchentlich, maximal 14-tägig geleert wurden. Die Wetterdaten für 2009 lagen erst im Januar 2010 vor, so dass sie aus Mangel an Zeit nicht mehr ausgewertet werden konnten. Es zeigt sich deutlich, dass am Standort Offenbach a. d. Queich in Rheinland-Pfalz die Temperatursumme über 1.000 °C liegt, wenn der hauptsächliche Käferflug einsetzt. 2007 war der erste Käfer-Peak in der 19. KW bei einer Temperatursumme von rund 1.200 °C, 2008 in der 20. KW bei rund 1.000 °C.

Abb. 5: Käferfänge in Abhängigkeit von der Temperatursumme, Standort Offenbach a. d. Queich, Rheinland-Pfalz, 2007 und 2008



Am Standort Wulksfelde in Hamburg hingegen wurden die ersten Käfer-Peaks bei deutlich geringeren Temperatursummen, ab 800 °C erreicht. (Abb. 6).

Abb. 6: Käferfänge in Abhängigkeit von der Temperatursumme, Standort Wulksfelde, Hamburg, 2007 und 2008



Da die Käfer ein und derselben Art in südlicheren Regionen Deutschlands erst bei höheren Temperatursummen aktiv werden als in nördlichen Regionen, ist davon auszugehen, dass sich geographische Rassen gebildet haben. Die Käfer haben sich an ihre Umgebung angepasst und sind schon bei niedrigeren Temperatursummen aktiv.

3.1.2. Untersaaten / Mulchfolien

Ziel des Mulchens ist es, über zusätzliches organisches Material im Boden, Schnellkäferlarven anzulocken und von der Feldkultur fernzuhalten. Hierzu wurden in den Jahren 2005 bis 2007 Versuche in Kartoffeln mit verschiedenen Kulturen als Untersaaten angelegt. Zum letzten Häufelgang Ende Mai, Anfang Juni wurden zwischen die Kartoffeldämme in die Dammtäler verschiedene Untersaaten eingesät (Schlussbericht FKZ 06OE266F). Die Untersaaten in Kartoffeln brachten nicht den erwünschten Erfolg, denn die Drahtwürmer verursachten große Fraßschäden an Kartoffeln. Daher wurden in der Projektphase 2007 bis 2009 in anderen Feldkulturen bereits zu Vegetationsbeginn Untersaaten eingesät, damit sich die Bestände gut entwickeln konnten und eine Fraß-Attraktivität für Drahtwürmer darstellte. Ferner wurde die angebliche schädigende Wirkung von verschiedenfarbigen Mulchfolien 2008 im Spargel untersucht.

3.1.2.1. Einsaat von Untersaaten

Auf drahtwurmbelasteten Spargelflächen eines Gemüsebetriebes in der Vorderpfalz waren die ersten gestochenen Spargelstangen Ende April 2007 zu 50% von Drahtwürmern fraßgeschädigt. Daher wurde jeweils Ende März 2008 und 2009 Gelbsenf zwischen die Spargel-Dämme gesät, mit dem Ziel, entweder die Schnellkäferlarven aus den Dämmen anzulocken und somit von den Spargelstangen wegzulocken, oder aber die Larven, die sich zwischen den Dämmen im Boden befanden, dort zu belassen und mit organischer Substanz zu versorgen (Abb. 7). Die Untersaat stand bis in die erste Junidekade, dem Ende der Spargelsaison, auf dieser Fläche. Danach wurde sie gemulcht und direkt in den Boden eingearbeitet.

Abb. 7: Dichter Gelbsenfbestand in einer Spargelanlage, Mitte Mai 2008, Standort Offenbach a. d. Queich



Zur ersten Spargelente 2008 war der Gelbsenf bereits dicht aufgelaufen und entwickelte sich im weiteren Vegetationsverlauf sehr gut. In den Spargelreihen mit Untersaaten war der Drahtwurmfraß bei der ersten Ernte auf 5,3 % stark reduziert. Im Vergleich hierzu waren in der nicht eingesäten Kontrollvariante die Schäden um das Vierfache höher (21,7%). Diese Situation bestätigte sich auch 14 Tage später noch, wobei die Schäden insgesamt rückläufig waren (Tab. 9).

Auch im zweiten Versuchsjahr waren die Spargelstangen der Kontrollvariante stärker drahtwurmgeschädigt als die der Untersaat-Variante, obwohl 2009 ein Starkregen Ende März den frisch gesäten Gelbsenf wegschwemmte. Nur noch vereinzelt

wuchsen Pflanzen auf. Interessanterweise waren die Fraßschäden in der Kontrolle 2009 genauso hoch wie 2008. Daher ist zu vermuten, dass der üppige Gelbsenfbestand 2008 positive Nachwirkungen auf die Spargelqualität in 2009 hatte.

Tab. 9: Gelbsenf-Untersaat in Spargel und deren Auswirkung auf die Spargelqualität, 2008 und 2009, Standort Offenbach a. d. Queich

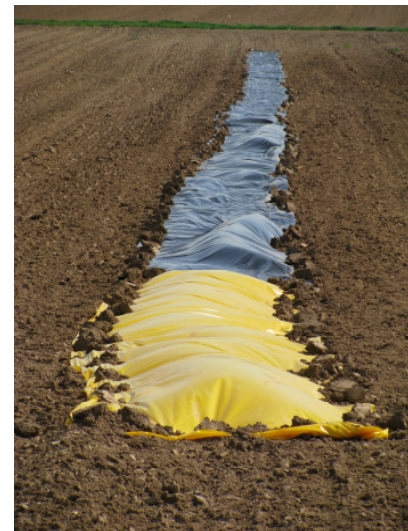
Drahtwurmfraß in %	Gelbsenf-Untersaat	
	Ja	Nein
24.04.2008 (Ernte und Bonitur)	5,3	21,7
07.05.2008 (Ernte und Bonitur)	3,6	15,3
22.04.2009 (Ernte und Bonitur)	8,3	22,1
06.05.2009 (Ernte und Bonitur)	5,5	14,7

3.1.2.2. Einsatz von Mulchfolien

Auf Praxisflächen in Offenbach a. d. Queich kamen 2008 zwei photobiologische Folien zum Einsatz: Eine „Gelbe Folie“, die im Spektralbereich von 250 bis 550 nm Strahlung absorbiert und eine „Braune Folie“, die Licht im Spektralbereich 250 bis 700 nm absorbiert. Ziele dieser Folien sind eine Ernteverfrühung, eine Unkrautunterdrückung und eine Schädlingsbekämpfung.

2008 wurden jeweils zwei photobiologische Folien im Spargelbestand auf ihre Wirkung gegen Drahtwürmer getestet. Die Folien wurden bereits in Topfversuchen positiv getestet, Feldversuche fanden bislang jedoch nicht statt.

Abb. 8: Eine „Gelbe“ und eine „Braune“ Mulchfolie auf Spargeldämmen (links) und auf einer Brachefläche (rechts)



Unter der „Gelben Folie“ nahm der Drahtwurmfraß auf über 70 % zu (Tab. 10). Ferner war die Folie lichtdurchlässig, was eine Lilafärbung der Spargelköpfe bewirkte (Abb. 9). Dies ist vom Handel unerwünscht und führt zu Preisabzügen.

Die „Braune Folie“ reichte nahe an die Wirkung der sonst üblichen „Schwarz-Weiß“ Folie. Unterschiede in der Spargelqualität ließen sich nicht statistisch absichern.

Tab. 10: Drahtwurmfraß an Spargel unter verschiedenen Folien, 2008, Standort Offenbach a. d. Queich

Drahtwurmfraß in %	Photobiologische Folien		Schwarz-weiße Folie
	gelb	Braun	
24.04.2008 (Ernte und Bonitur)	73	19	17
07.05.2008 (Ernte und Bonitur)	65	13	10

Im Versuch traf keiner der versprochenen Effekte zu. Weder wurde die Spargelernte verfrüht, noch wurde das Unkraut zurückgedrängt – im Gegenteil, der Unkrautbesatz entwickelte sich üppig - noch waren die Fraßschäden am Spargel geringer als unter der sonst üblichen schwarz-weiß Folie.

Abb. 9: Drahtwurmfraß an Spargel (links) und Lilafärbung der Spargelköpfe (rechts)



3.1.3. Zwischenfruchtanbau vor Kartoffeln

Verschiedenen Pflanzen werden Eigenschaften zugeschrieben, die sich u. a. auf bodenbürtige Schädlinge negativ auswirken sollen. In Versuchen zum Zwischenfruchtanbau sollte diese Wirkung überprüft werden. Ob sich der Zwischenfruchtbestand gut entwickelt hat, ist an den Aufwüchsen zu erkennen. So bildeten Phacelia, das Buchweizen-Seradella-Gemenge und Ackerbohnen die höchsten Trockenmasse-Erträge, deutlich über dem Durchschnitt. Die übrigen Einsaaten wiesen für den ökologischen Anbau übliche Trockenmasse-Erträge auf (Anhang Tab.).

Nach den Zwischenfrüchten wurden jeweils im Folgejahr Kartoffeln angebaut. Während in den Jahren 2006 und 2008 die Drahtwurmschäden an Kartoffeln meist unter 5% lagen, zeigten sich im Versuchsjahr 2007 deutliche Ausfälle zwischen 30 % und 57 %. Die niedrigen Fraßschäden in 2006 sind eventuell darauf zurückzuführen, dass diese Fläche bereits in den Vorjahren intensiv ackerbaulich genutzt wurde (Abb. 10).

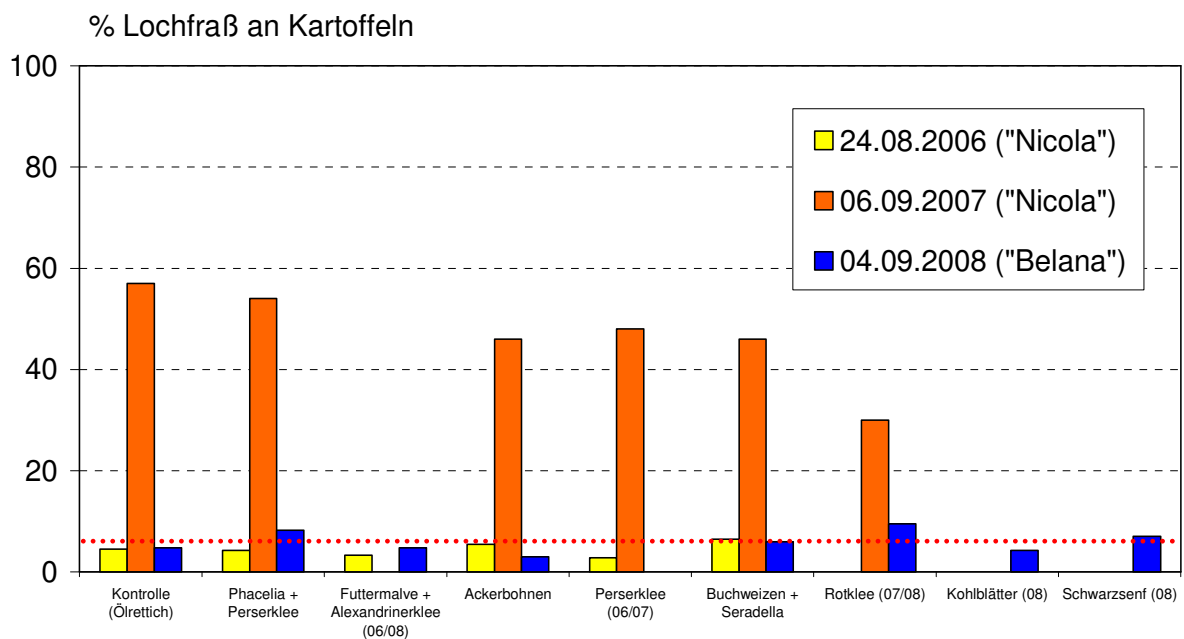
- Die Zwischenfrüchte 2006/2007 und 2007/2008 standen dagegen auf Flächen, die beide 2003 nach jahrzehntelangem Klee-grasanbau für den viehlosen Ackerbau umgebrochen wurden. Der Unterschied zwischen den Jahren 2007 und

2008 könnte damit erklärt werden, dass im vierten Jahr nach Flächenumbruch die Schnellkäferlarven einen erhöhten Reifungsfraß hatten, der sich in einer sehr hohen Fraßtätigkeit widerspiegelte. 2008 waren aus diesen Larven bereits Käfer geschlüpft, die zum Zeitpunkt der Kartoffelernte keine Schäden mehr verursachten.

- Der Anbau der verschiedenen Zwischenfrüchte wirkte sich nicht auf den Drahtwurmfraß an Kartoffeln aus. Auch zwischen den verschiedenen Kulturen gab es keine Unterschiede hinsichtlich des Fraßschadens.

Abb. 10: Fraßschäden an Kartoffeln nach dem Anbau von verschiedenen Zwischenfrüchten am Standort Köln-Auweiler (2005-2007)

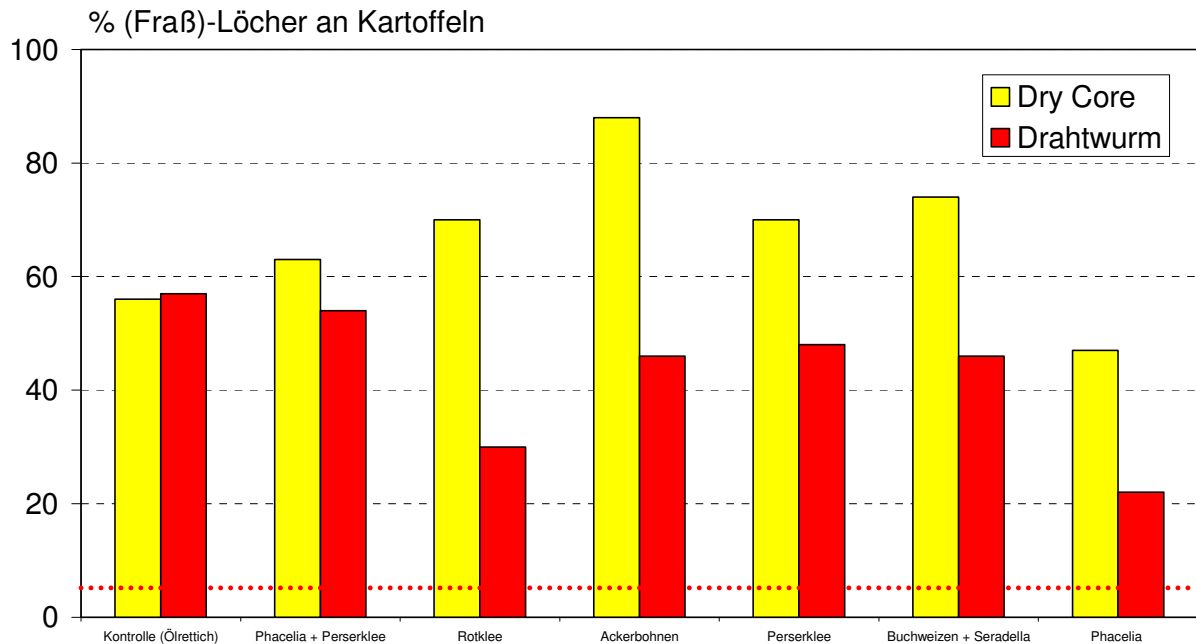
Zwischenfrüchte vor Kartoffeln und deren Einfluss auf Drahtwurmfraß
Versuchsjahre 2006-2008



In 2007 war auch der Dry Core-Lochscha den an den Kartoffeln mit Werten bis 90 % besonders groß (Abb. 11). Dies lässt sich u. a. damit erklären, dass das Dry Core-Symptom durch Drahtwürmer ausgelöst werden kann. Verletzungen in der Kartoffelschale lassen den Pilz *Rhizoctonia solani* leichter in das Knolleninnere eindringen (A. Keiser, 2008).

Abb. 11: Dry Core- und Drahtwurmbefall an Kartoffeln nach verschiedenen Zwischenfrüchten, Standort Köln-Auweiler, 2007

Zwischenfrüchte vor Kartoffeln und deren Einfluss auf Dry Core und Drahtwurm
 Sorte Nicola, Versuchsjahr 2007



3.1.4. Einsatz suppressiver Komposte

In den Versuchsjahren 2008 und 2009 wurden Komposte verschiedener Herkünfte und Rottegrade zeitgleich mit der Pflanzkartoffel in das Pflanzloch abgelegt.

Mehrjährige Versuchsergebnisse der Universität Kassel/Witzenhausen bestätigen eine negative Wirkung auf den Skerotienbesatz an Kartoffeln, verursacht durch *Rhizoctonia solani*. Ähnlich wie bei *Rhizoctonia* wird auch bei Drahtwurm die Bedeutung der organischen Substanz im Boden diskutiert, die für eine Ausbreitung der Erreger förderlich sein soll. Allerdings wurde in den Versuchen nicht das Dry Core-Symptom bonitiert.

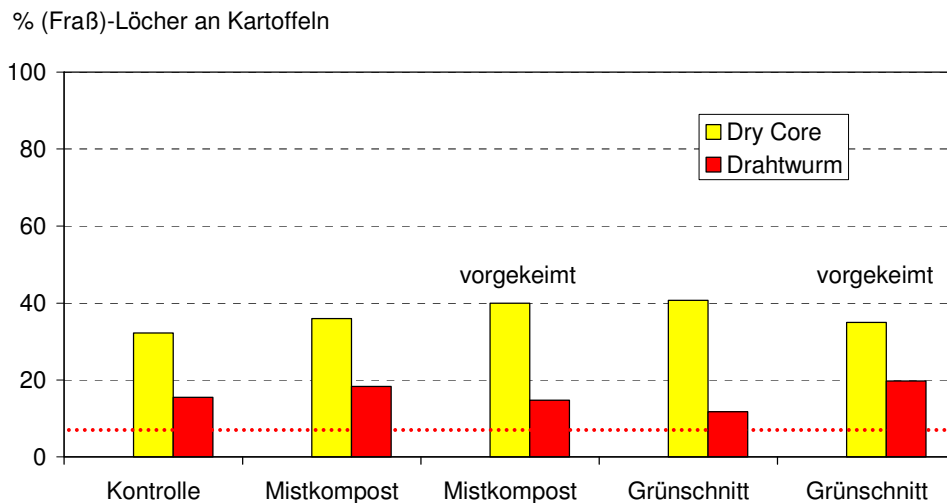
Es gibt Hinweise darauf, dass frische, wenig zersetzte organische Stoffe im Boden die jeweiligen Schaderreger fördern bzw. anlocken (Radtko et al. 2000). Andere Untersuchungen unterstreichen hingegen die positive Wirkung hoch qualitativer, gut verrotteter Komposte auf die Unterdrückung bodenbürtiger Krankheiten wie beispielsweise *Rhizoctonia solani* (Schüler et. Al, 1989): Die mikrobielle Aktivität im Boden steigt nach Gabe solcher Komposte stark an, was wiederum mikrobielle Antagonisten wachsen und vermehren lässt.

Im Versuchsjahr 2008 wurden an Kartoffeln die Wirkungen eines Mistkompostes und eines Grünschnittes auf *Rhizoctonia solani* („Dry Core“) und Drahtwurmfraß getestet. Zum einen waren die Kartoffeln vorgekeimt, zum anderen nur keimstimuliert. Die Ernteknollen waren stärker mit Dry Core-Löchern übersät als mit Fraßlöchern und -gängen des Drahtwurms. Die geernteten Kartoffeln zeigten Dry Core-Symptome zwischen 32 % und 41 %. (Abb. 12).

2008 wurde der Drahtwurmfraß zwischen Werten von 13,5 % und 20% bonitiert. Auch hier ließen sich die Ergebnisse nicht statistisch absichern. Keine der untersuchten Varianten hatte Einfluss auf den Anteil der fraßgeschädigten Kartoffeln. Es gab keine statistischen Unterschiede.

Abb. 12: Vergleich von Mistkompost und Grünschnitt in Kartoffeln hinsichtlich ihrer Wirkung auf *Rhizoctonia solani* (Dry Core) und Drahtwurmfraß, Versuchsjahr 2008

Kartoffel-"Düngung" mit Mistkompost und Grünschnittkompost
 Sorte Laura, Versuchsjahr 2008

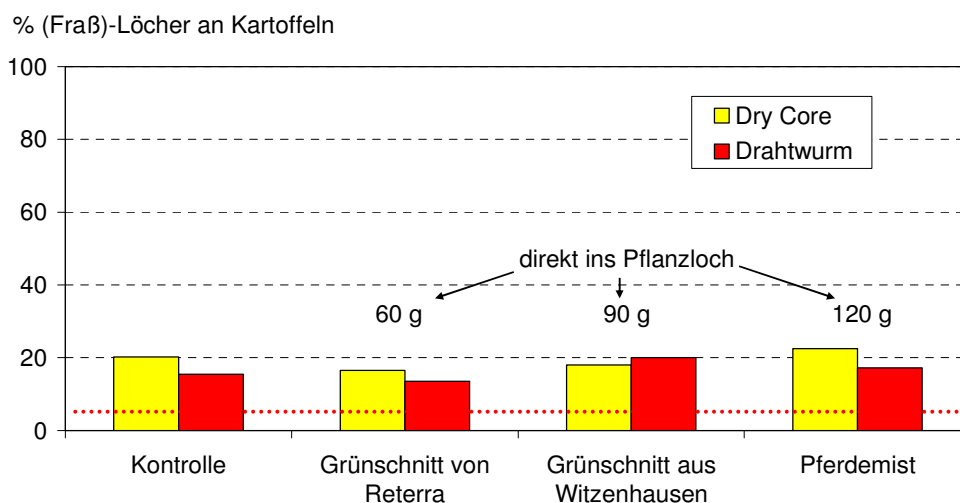


2009 wurde auf den Versuchsflächen von Köln-Auweiler der Grünschnitt in die Kartoffeldämme eingearbeitet, der in den Versuchen der Universität Kassel verwendet wurde. Außerdem wurden ein Grünschnitt der Fa. Reterra und Pferdemist eingesetzt.

Auch hier wurden die Ernteknollen auf Dry Core und Drahtwurmfraß bonitiert. Tendenziell stieg mit einer erhöhten Kompostgabe der Anteil Dry Core-geschädigter Knollen, der Anteil fraßgeschädigter Knollen blieb jedoch gleich (Abb. 13). Die Wirkmechanismen der Komposte konnten weder den Drahtwurm-, noch den Dry Core-Befall in dem kurzen Zeitraum ab der Pflanzung im April bis zur Ernte im September regulieren.

Abb. 13: Vergleich von Grünschnitten unterschiedlicher Herkünfte und Pferdemist in Kartoffeln hinsichtlich ihrer Wirkung auf Drahtwurmfraß und *Rhizoctonia solani* (Dry Core), Versuchsjahr 2009

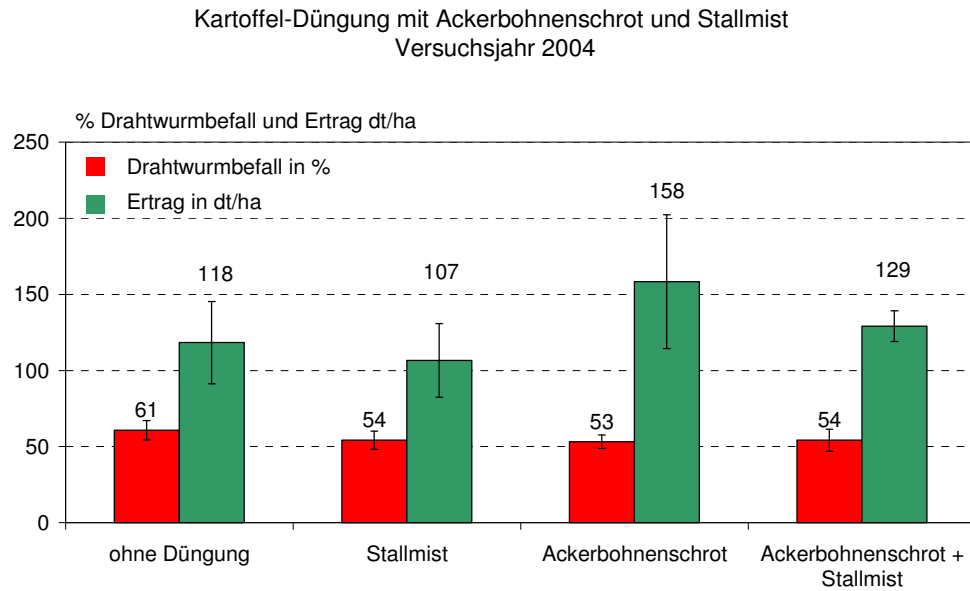
Kartoffel-"Düngung" mit verschiedenen Grünschnittkomposten und Pferdemist
 Sorte Laura, Versuchsjahr 2009



2004 wurden auf Flächen eines Praxisbetriebes Stallmistgaben mit Ackerbohenschrot (gleiches N-Äquivalent wie Stallmist) bzw. eine Kombination aus

beiden Düngevarianten miteinander verglichen (Abb. 14). Es konnte kein Unterschied in der Wirkung auf eine erhöhte oder verminderte Fraßaktivität des Drahtwurms festgestellt werden.

Abb. 14: Düngung der Kartoffeln mit Stallmist oder Ackerbohnschrot oder Stallmist und Ackerbohnschrot auf einem viehhaltenden Betrieb, Versuchsjahr 2004



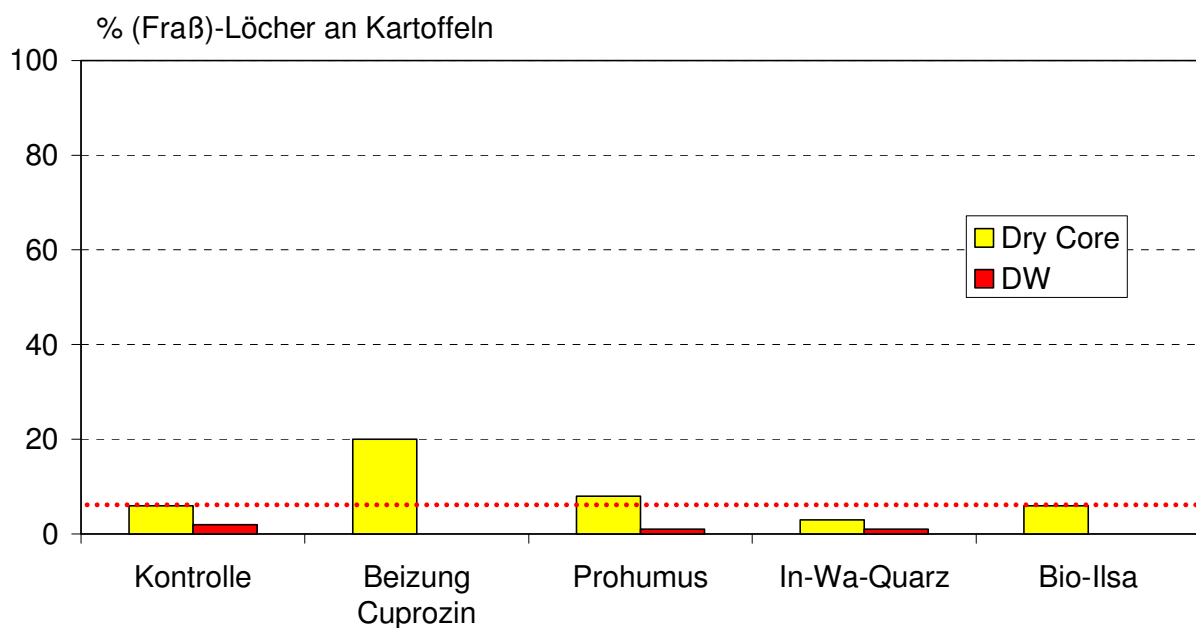
3.1.5. Einsatz von Pflanzenstärkungsmitteln und Pflanzenschutzmitteln und Düngern

Ziele dieser Maßnahmen sind die Stärkung der Pflanzen, die Förderung ihrer Widerstandsfähigkeit gegenüber schädigenden Organismen und die Förderung von Antagonisten. Die Drahtwurmschäden an Kartoffeln waren in allen Varianten sehr gering. Es gab keine Unterschiede zwischen den einzelnen Pflanzenstärkungsmitteln bzw. Bodenhilfsstoffen.

Das Dry Core-Symptom an Kartoffeln war dagegen deutlich stärker ausgeprägt. Tendenziell lagen die Schäden in der Cuprozin-Variante bei 20 % und damit sehr viel höher als in allen übrigen Varianten, Kontrolle eingeschlossen. Statistische Unterschiede lagen jedoch nicht vor (Abb. 15).

Abb. 15: Drahtwurmfraß und Dry Core-Symptome an Kartoffeln während des Einsatzes von Pflanzenstärkungsmitteln und Bodenhilfsstoffen, Standort Köln-Auweiler, 2008

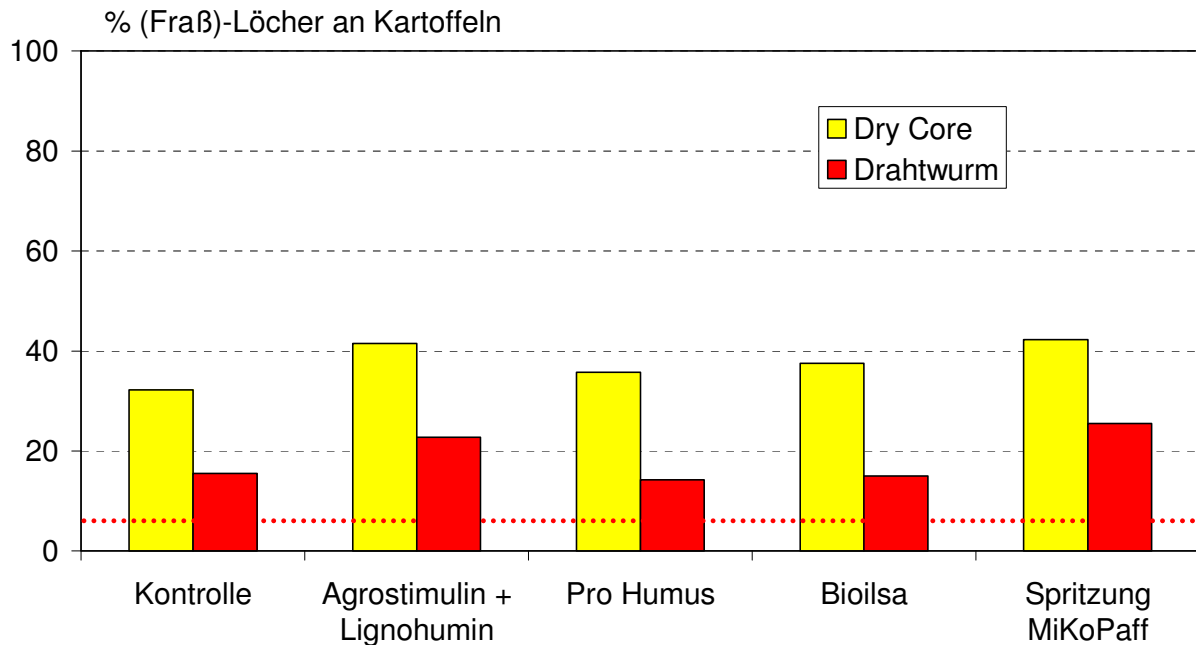
Kartoffel-"Düngung" mit verschiedenen Pflanzenstärkungsmitteln und Düngern
Sorte Belana, Versuchsjahr 2008



2009 waren insgesamt die Fraßschäden durch Drahtwürmer und auch die Anzahl Dry Core-geschädigter Knollen sehr viel höher als 2008. Auch in 2009 gab es keine Unterschiede zwischen den Varianten, die statistisch abgesichert werden konnten (Abb. 16).

Abb. 16: Drahtwurmfraß und Dry Core-Symptome an Kartoffeln während des Einsatzes von Pflanzenstärkungsmitteln, Bodenhilfsstoffen und Düngern, Standort Köln-Auweiler, 2009

Kartoffel-"Düngung" mit verschiedenen Pflanzenstärkungsmitteln und Düngern
Sorte Laura, Versuchsjahr 2009



3.1.6. Bodenbearbeitung

Ziel der Bodenbearbeitung ist es, den Drahtwurmbesatz einer Fläche so zu reduzieren, dass der Drahtwurmfraß an Kulturpflanzen deutlich verringert wird.

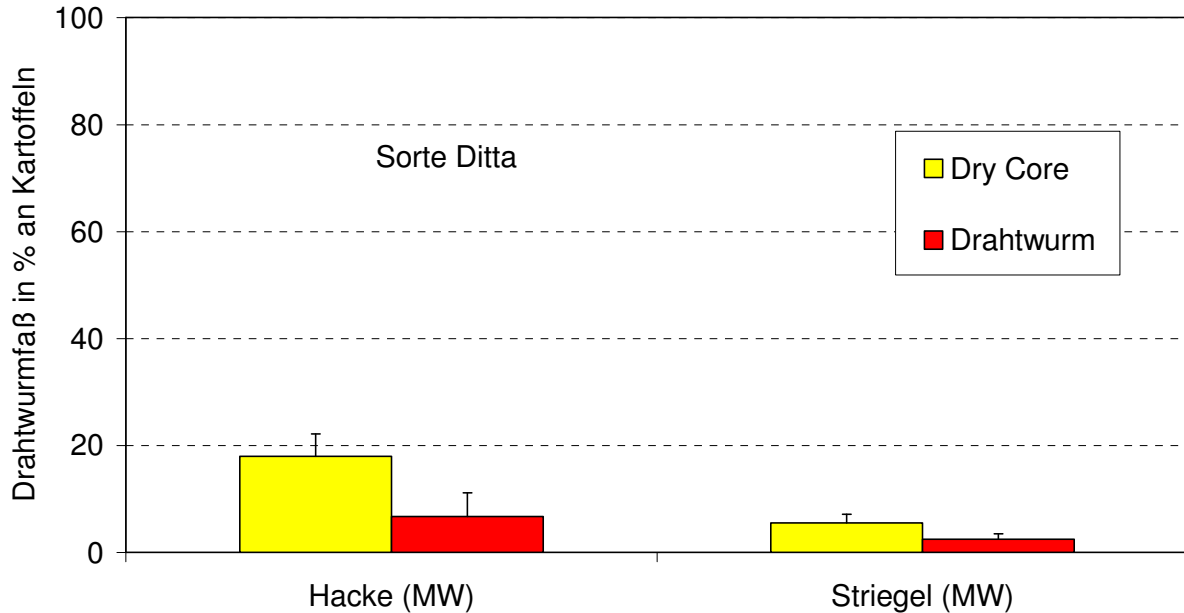
3.1.6.1. Standort Köln-Auweiler

2007 wurde das Sommergetreide sehr spät im April gesät. Der Bestand wurde kurz nach dem Auflaufen von Krähen so stark reduziert, dass nachgesät werden musste. Auch die Nachsaat gedieh nur mäßig und wurde trotz Abdeckung mit einem Vlies erneut von Krähen heimgesucht. Aufgrund der späten Aussaat konnte nur ein Hacktermin durchgeführt werden. Im Folgejahr 2008 wurden Kartoffeln auf dieser Fläche angebaut und bonitiert. Der Drahtwurmfraß lag in beiden Varianten unter 5 %, Unterschiede zwischen Hacke und Striegel konnten nicht festgestellt werden (Abb. 17).

2008 standen neben den Kartoffeln Ackerbohnen auf der Fläche. Diese liefen zwar gut auf, wurden aber auch wie der Weizen im Vorjahr, stark von Krähen geschädigt. Der übriggebliebene Bestand erkrankte zunehmend, dass im Sommer die Fläche ohne Ernte umgebrochen werden musste. 2009 wurden auf dieser Fläche wie geplant Kartoffeln angebaut. Diese wurden jedoch nicht mehr auf Drahtwurmfraß bonitiert, da die Vorbedingungen für eine Versuchsaussage nicht mehr gegeben waren.

Abb. 17: Bodenbearbeitung in Vorkulturen vor Kartoffeln und deren Auswirkungen auf den Drahtwurmfraß

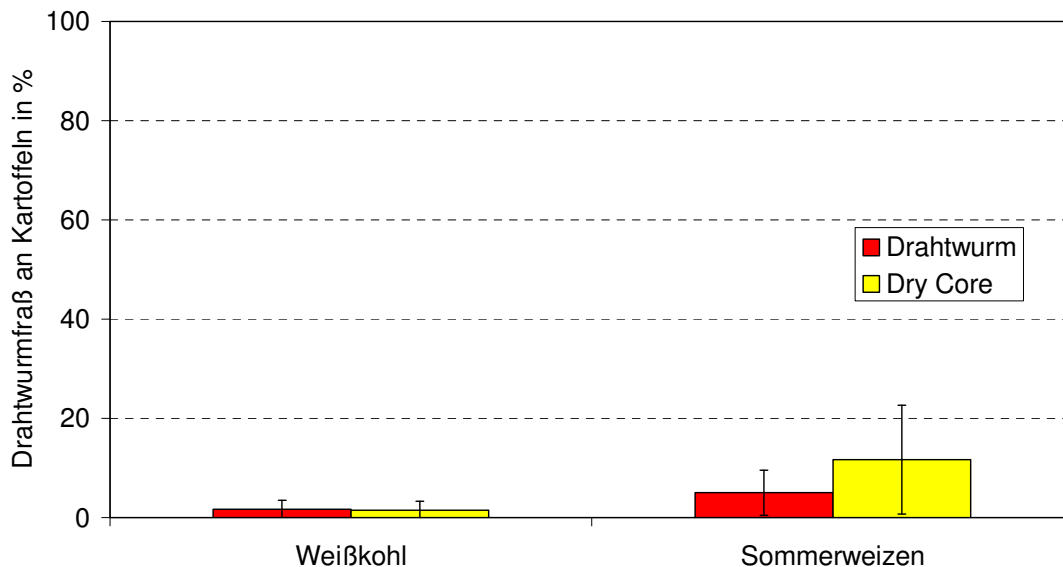
Drahtwurmfraß an Kartoffeln nach der Bodenbearbeitung mit Striegel und Hacke, Standort Auweiler, 2008



Um belastbare Ergebnisse zur Wirkung der Bodenbearbeitung auf den Drahtwurmbesatz und somit auf die Fraßaktivität zu erhalten, wurde 2008 ein Versuch mit den Vorfürchten Weißkohl und Sommerweizen, die beide zweimal zum selben Zeitpunkt gehackt wurden, angelegt. An den Kartoffeln wurden nach Kohl statistisch signifikant weniger Drahtwurmfraß bonitiert als nach der Vorfurucht Sommerweizen (Abb. 18).

Abb. 18: Einfluss der Vorfürchte auf den Drahtwurmbefall an Kartoffeln, Standort Köln-Auweiler, 2009

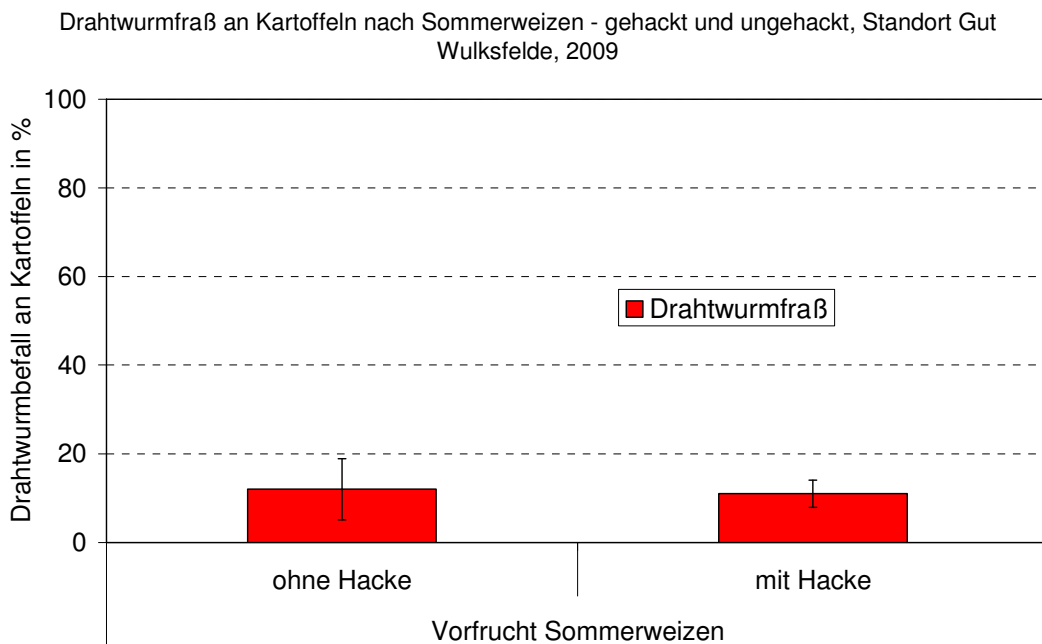
Drahtwurmfraß an Kartoffeln nach den Vorfürchten Weißkohl und Sommerweizen - beide Kulturen wurden zum selben Zeitpunkt zweimal gehackt



3.1.6.2. Standort Gut Wulksfelde

2008 wurde auf einer langjährig genutzten Ackerfläche Sommerweizen eingesät. Ein Teil des Bestandes wurde in weiter Reihe gedreht und zweimal gehackt, der andere Teil nur gestriegelt. 2009 standen Kartoffeln auf der Fläche. Die Bonituren zeigten keine Unterschiede im Drahtwurmbefall, gleichgültig ob der Sommerweizen gehackt oder nur gestriegelt wurde (Abb. 19). Dieses Ergebnis ist deckungsgleich mit dem Versuchsergebnis aus Köln-Auweiler 2008.

Abb. 19: Einfluss der Vorfrucht mit und ohne Bodenbearbeitung auf den Drahtwurmfraß an Kartoffeln, Standort Gut Wulksfelde, 2009



3.1.6.3. Standort Offenbach a. d. Queich

Versuch 1

Nach der Stoppelbearbeitung mit dem Pflug direkt nach der Getreideernte im Juli wurden im Folgejahr an Kartoffeln im Mittel 15 % Drahtwurmschäden bonitiert. Ein tendenziell höherer Drahtwurmbefall an Kartoffeln in Höhe von 20 % wurde auf der Versuchsfläche bonitiert, auf der erst im September nach der Getreideernte die Stoppelbearbeitung mit der Scheibenegge erfolgt war. Die Ergebnisse konnten jedoch nicht statistisch abgesichert werden.

Tab. 11: Bodenbearbeitung mit Pflug und Scheibenegge auf einer Fläche zu unterschiedlichen Zeitpunkten, Standort Offenbach a. d. Queich, Bodenbearbeitung 2006, Ernte 02.08.2007

% Drahtwurmschäden an Kartoffeln, Sorte „Leyla“	Pflug 07_06	Scheibenegge 09_06
Mittelwert	15	20
Standardabweichung	12,2	14,5

Versuch 2

Auf einer weiteren Praxisfläche in Offenbach a. d. Queich, auf der 2007 die Fenchelsaat wegen Drahtwurmfraßes so lückig aufief, dass sie umgebrochen

werden musste, wurde einmalig Gelbsenf eingesät, um Drahtwürmer aus den unteren Bodenschichten anzulocken (Abb. 20). Diese Mulchsaat wurde nach sechs Wochen in den Boden mit der Scheibenegge eingearbeitet. Immer dann, wenn sich die Fläche begrünte, wurde sie bearbeitet. Das Ziel dieser Maßnahme war, Drahtwürmer über die Vegetationszeit auszuhungern. Einen Teil der Fläche bedeckte eine photobiologische Folie (gelb und braun) von Ende April bis Ende Juli.

Ab August wurde auf der gesamten Fläche Feldsalat eingesät. Mitte September wurden hier die höchsten Ausfälle im Feldsalat bis 50% bonitiert. Auf der stark bearbeiteten Teilfläche traten deutlich geringere drahtwurmbedingte Ausfälle in Höhe von 15 % auf. Die Unterschiede konnten statistisch abgesichert werden.

Tab 12: Fraßschäden an Feldsalat nach Schwarzbrache oder nach photobiologischen Folien, Standort Offenbach a. d. Queich, 2008

% Drahtwurmschäden an Feldsalat	Schwarzbrache	Gelbe/braune Folien
Mittelwert	15	50
Standardabweichung	4,7	10,8

Abb. 20: Gelbsenf als Mulchsaat im Vordergrund und die beiden fotoaktiven Folien (braun und gelb) im Hintergrund (linkes Foto); die verschlissene braune Folie Ende Juli 2008 (rechtes Foto)



Versuch 3

Eine Versuchsfläche mit einem sehr hohen Drahtwurmbesatz wurde nach dem hohen drahtwurmbedingten Blattsalatausfall umgebrochen und streifenweise mit Weizen eingesät. Der Abstand zwischen den Einsaatstreifen betrug 1,5 m (Abb. 21). Nach dem Auflaufen des Weizens wurden die Weizenwurzeln immer wieder auf Drahtwürmer untersucht. Sobald die Anzahl 10 Drahtwürmer/m² erreicht war, kam die sonderangefertigte Mulchfräse eines Landwirtes zum Einsatz. Sie zerkleinerte den Weizenaufwuchs und die an den Wurzeln fressenden Drahtwürmer gleichermaßen (Abb. 22). Die Mulchfräse zeichnet sich durch eine Bearbeitungstiefe von ca. 7 cm bei einer sehr hohen Umdrehung von 3.000 U/min aus. In der Folgezeit wurde noch zweimal Weizen in Streifen auf derselben Fläche eingesät und nach

erfolgreicher Drahtwurmkontrolle mit der Mulchfräse bearbeitet. 2010 ist auf dieser Fläche erneut Gemüseanbau geplant.

Abb. 21: Einsaatstreifen auf einer Gemüsefläche mit Weizen (links) und die Bearbeitung des Einsaatstreifens mit der selbstgebauten Mulchfräse eines Landwirtes (rechts)



Abb. 22: Die selbstgebaute Mulchfräse eines Gemüsebauers im Einsatz (links) und das Resultat: zerkleinerte Drahtwürmer (rechts)



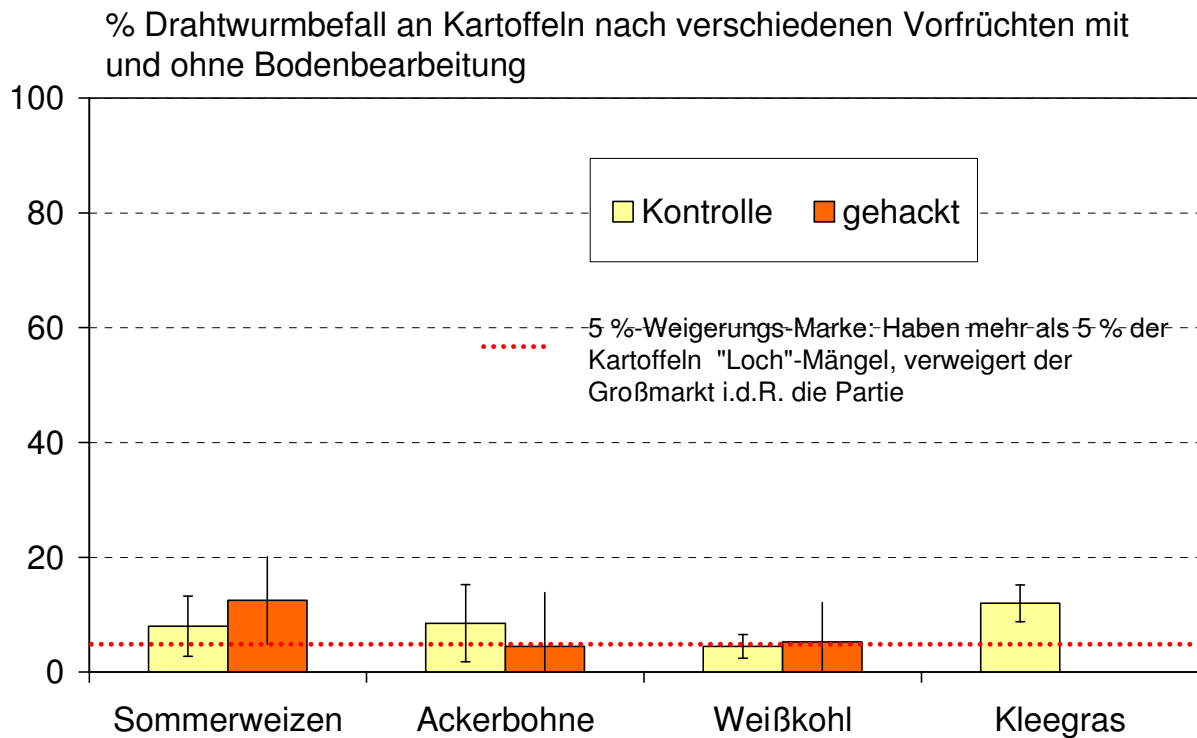
3.1.6.4. Standort Betrieb Wiesengut, Hennef (NRW)

Vorfrucht und/oder Bodenbearbeitung?

Es ist oft schwierig festzustellen, welche der Maßnahmen, ob Vorfrucht oder Bodenbearbeitung oder deren Kombination, Effekte auf die Schnellkäferlarven haben.

Mit Weißkohl als Vorfrucht vor Kartoffeln waren die wenigsten Fraßschäden an Kartoffeln festzustellen, unabhängig davon, ob in der Vorfrucht der Boden bearbeitet wurde oder nicht (Abb. 23). Dies spricht für die Wirksamkeit der Vorkultur (Biofumigation). Standen Ackerbohnen vor Kartoffeln, war nur dann der Drahtwurmfraß an der Folgekultur reduziert, wenn auch die Vorfrucht häufig gehackt wurde. Wurde die Vorkultur wie im Falle des Klee-grases nur gemulcht, waren die Fraßschäden an Kartoffeln am größten. Statistisch abgesicherte Unterschiede gab es zwischen den Varianten Weißkohl und Klee-gras.

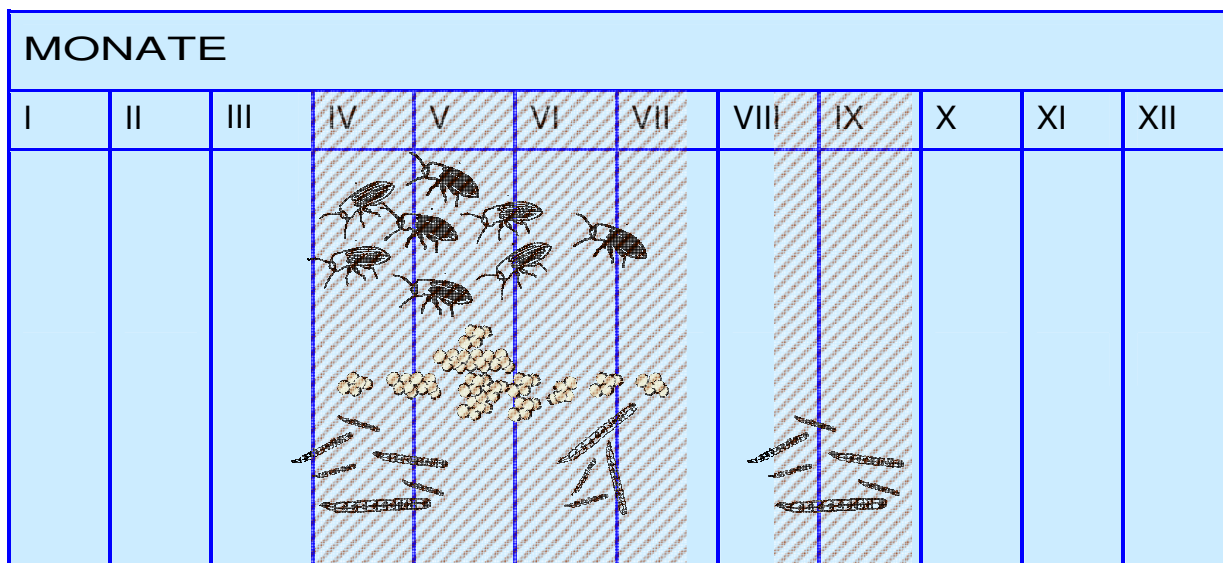
Abb. 23: Drahtwurmfraß an Kartoffeln nach verschiedenen Vorfrüchten mit und ohne Bodenbearbeitung, Sorte Belana, Standort Wiesengut/Hennef, 2009



Bodenbearbeitung im Jahresverlauf

In Abb. 24 sind zwei Zeiträume in der Entwicklung der Schnellkäfer und ihrer Larven gekennzeichnet, in denen mehrere Bodenbearbeitungsgänge sinnvoll und wirksam sind. Entweder sind Eier und Larven im Oberboden anzutreffen oder Puppen und Käfer in der Nähe des Oberbodens. Störungen dieser Stadien sind zwischen April und Juli und Mitte August bis Ende September ratsam und zweckmäßig (schraffierte Flächen).

Abb. 24: Zeiträume im Jahresverlauf, in denen Bodenbearbeitungsgänge Drahtwurm reduzierende Wirkungen erzielen kann



3.1.7. Entomopathogene Pilze

Metarhizium anisopliae

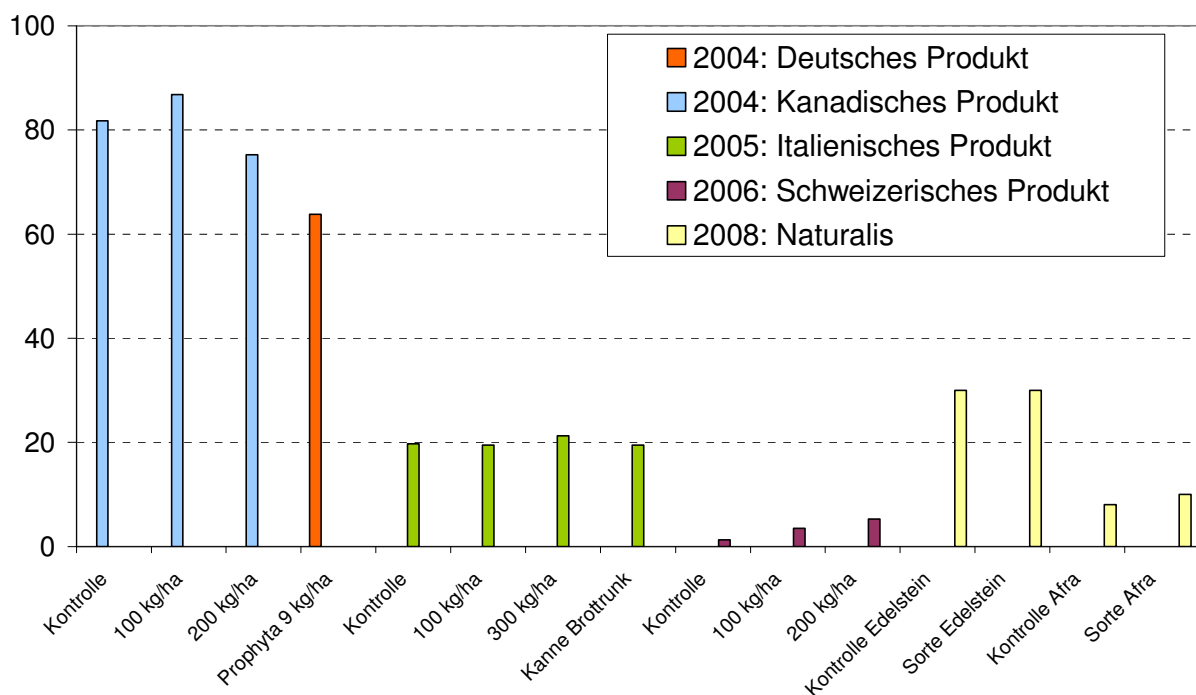
Während im Labor einige Pilzstämme sehr hohe Wirkungsgrade von 90 % gegen Schnellkäferlarven erzielten, war im Freiland keine Wirkung festzustellen, unabhängig davon, in welcher Ausbringungsmenge die Präparate eingesetzt wurden. Es sind jedoch Jahreseffekte zu erkennen.

Naturalis® - *Beauveria bassiana*

Naturalis®, das in Gewächshauskulturen erfolgreich eingesetzt wird, hatte im Feldversuch keine dauerhafte Wirkung auf die Fraßaktivität der Drahtwürmer. Anfängliche Kulturkontrollen zeigten die Abwesenheit von Drahtwürmern in den behandelten Parzellen. Bei der Bonitur der Ernteknollen wurden jedoch keine Unterschiede zwischen Kontrolle und behandelten Varianten festgestellt (Abb. 25).

Abb. 25: Einsatz von *Metarhizium anisopliae* und Naturalis® (*Beauveria bassiana*) in Kartoffeln, Standorte Köln-Auweiler (*Metarhizium*), 2004-2006 und Offenbach a. d. Queich (Naturalis®), 2008

% Drahtwurmbefall



3.1.8. Biofumigation

In Labor- und Halbfreilandversuchen wurden bereits schädlingsreduzierende Wirkungen durch Biofumigation auf Pilze (*Rhizoctonia* sp) und Tiere (Nematoden) festgestellt. Ob Glukosinolate und deren Abbauprodukte auch auf den Drahtwurm-Organismus wirken, war Ziel von Feldversuchen.

In einem Feldversuch mit zwei Fruchtfolgen standen in Fruchtfolge 1 Kartoffeln als drittes Fruchtfolgeglied nach der Vorfrucht Weißkohl. In Fruchtfolge 2 standen die Kartoffeln an vierter Stelle nach Sommerweizen (Tab. 13).

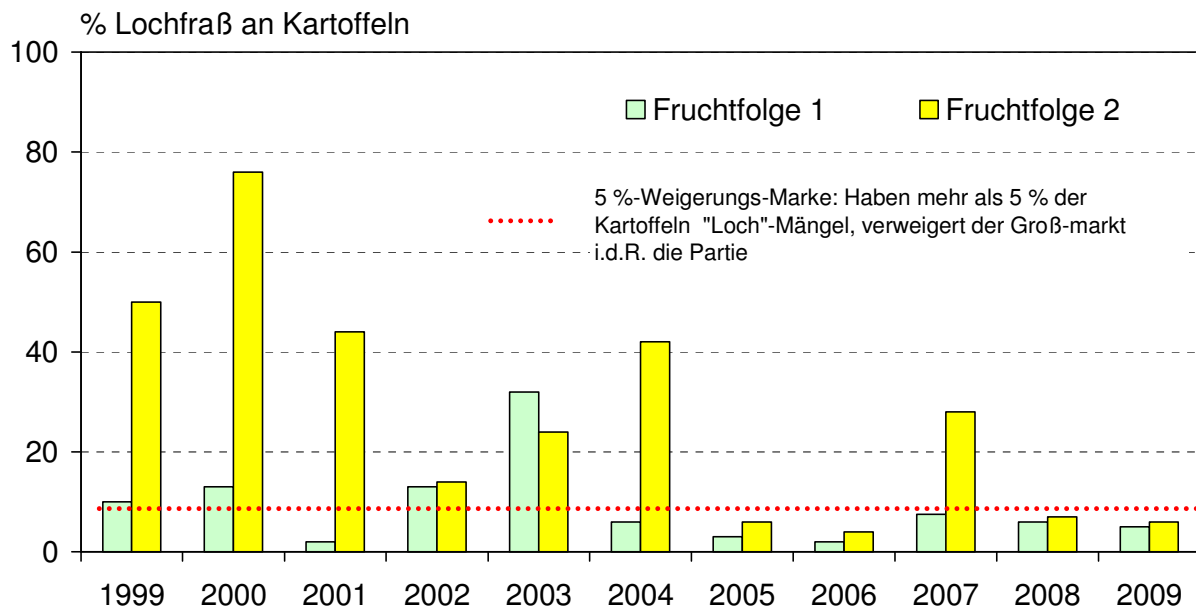
Tab. 13: Langjähriger Fruchtfolgeversuch am Standort Köln-Auweiler, Versuchsanlage 1998

Jahr	Fruchtfolge 1	Fruchtfolge 2
1	Ackerbohnen	Klee gras
2	Winterwicken / Weißkohl	Sellerie
3	Kartoffeln	Sommerweizen mit Untersaat
4	Sommerweizen mit Untersaat	Kartoffeln
5	Möhren / Zwischenfrucht	Winterroggen mit Klee gras

In Fruchtfolge 2 fielen die Drahtwurmschäden vor allem in den ersten Jahren deutlich höher aus als in Fruchtfolge 1. Erst ab dem 6. Anbaujahr nahm der Drahtwurmfraß an Kartoffeln spürbar ab. Die Vorteile der FF1 im Gegensatz zur FF2 liegen in einem höheren Anteil an Sommerkulturen, in mehreren und intensiveren Bodenbearbeitungsgänge im Frühjahr in der fraßaktiven Zeit der Drahtwürmer, z. B. Unkrautregulierung oder Grundbodenbearbeitung vor Gemüse. Auch der Anbau verschiedener drahtwurmreduzierender Vorfrüchte vor Kartoffeln, wie Ackerbohnen (Leguminosen) und Weißkohl (Kruziferen) spielt dabei eine große Rolle (Abb. 26).

Abb. 26: Drahtwurmfraß an Kartoffeln in zwei Fruchtfolgen, die seit 1998 am Standort Köln-Auweiler bestehen

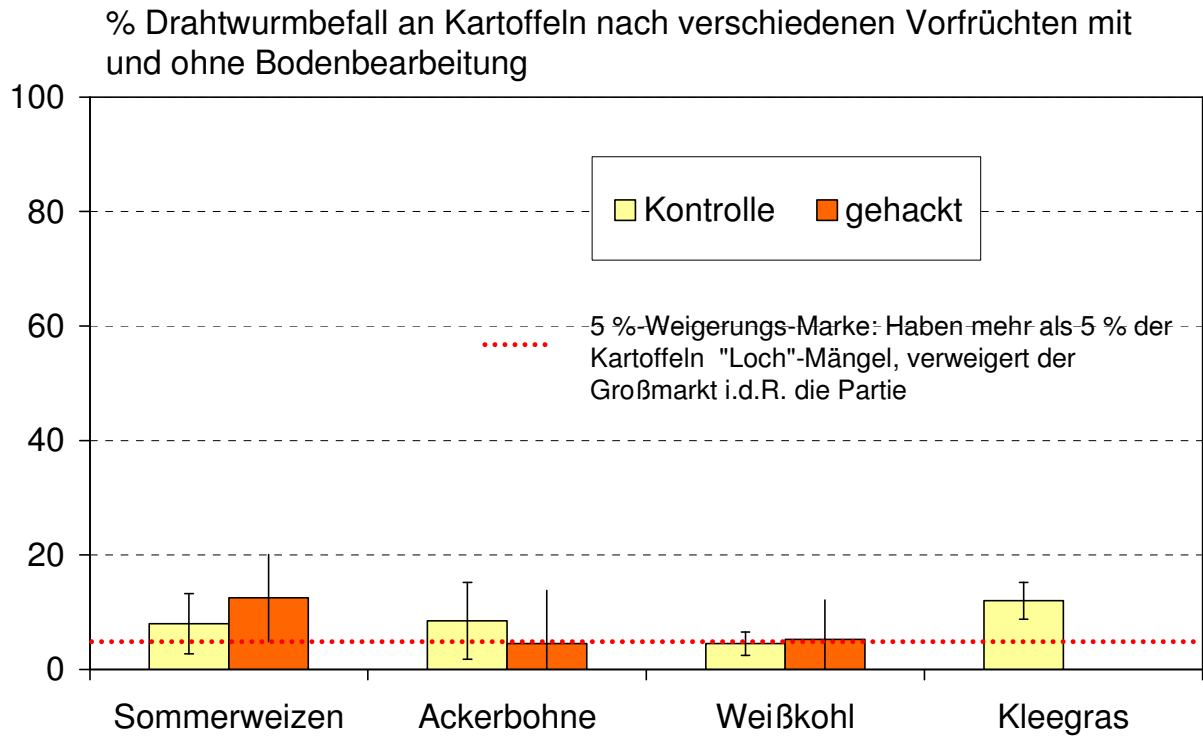
Zwei fünfgliedrige Fruchtfolgen im viehlosen Ackerbau und deren Einfluss auf den Drahtwurmbefall an Kartoffeln



In einem weiteren Versuch wurde überprüft, ob die Vorfrucht oder die mit der Vorfrucht verbundene Bodenbearbeitung für den reduzierten Drahtwurmbefall an Kartoffeln ursächlich ist. Die Bonitur-Ergebnisse zeigten sehr deutlich, dass die Vorfrucht Weißkohl hierfür ausschlaggebend ist (Abb. 27). Gleichgültig, ob Weißkohl gehackt wurde oder nicht, die Wirkung konnte auf die Vorkultur zurückgeführt werden. Nach Ackerbohnen war der Effekt auf Drahtwürmer deutlicher, wenn sie

gehackt wurden. Nach den Vorfrüchten Sommerweizen und Klee gras waren die Drahtwurmschäden am größten. Dieses Ergebnis bestätigt die Untersuchungen des Vorgängerprojektes O2OE266F.

Abb. 27: Vorfrüchte mit und ohne Bodenbearbeitung und die Wirkung auf den Drahtwurmbefall an der Folgefrucht, Standort Köln-Auweiler, 2009



3.2. Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse; Möglichkeiten der Umsetzung oder Anwendung der Ergebnisse für eine Ausdehnung des ökologischen Landbaus; bisherige und geplante Aktivitäten zur Verbreitung der Ergebnisse

Im Rahmen des Projektes wurden zahlreiche Maßnahmen zur Reduzierung des Drahtwurmbefalls und der daraus resultierenden Schäden an Kartoffeln und Feldgemüse in Praxisversuchen überprüft. Bei einigen Maßnahmen konnten keine Effekte nachgewiesen werden, andere wiesen eine deutliche Wirkung auf.

Im Wesentlichen können die folgenden zentralen Hinweise an die Praxis weitergereicht und zur Berücksichtigung empfohlen werden:

Mit Pheromonfallen werden zwar große Mengen an Schnellkäfern abgefangen, eine spürbare Reduktion der Schnellkäferpopulation innerhalb der letzten fünf Jahre war jedoch nicht festzustellen. Starke Fraßschäden an verschiedenen Kulturen traten auch auf den Flächen auf, auf denen über den gesamten Projektzeitraum Pheromonfallen standen. Es ist anzunehmen, dass sich die Käfermännchen, die mit Pheromonfallen abgefangen wurden, mit Weibchen verpaart haben und so bereits für eine fortbestehende Nachkommenschaft gesorgt haben. Effektiver wäre wahrscheinlich ein Pheromoneinsatz nach dem Modell der Verwirrungsmethode, wie sie im Obst- und Weinbau erfolgreich durchgeführt wird. Für einen großflächigen Einsatz werden große Pheromonmengen benötigt. Aufgrund der hohen Kosten für die Pheromone dürfte sich diese Maßnahme derzeit noch als unwirtschaftlich erweisen.

Die Fruchtfolgegestaltung hat einen großen Stellenwert. Auf Flächen, die stark drahtwurmbelastet sind, sollten Kulturen angebaut werden, die einer intensiven Bodenbearbeitung bedürfen. Diese Voraussetzung ist vorrangig bei Sommerkulturen gegeben.

Der Anbau von Kruziferen wie z. B. Weißkohl oder Gelbsenf bewirkt eine Reduktion der Drahtwurmschäden an verschiedenen Kulturpflanzen. So wurde durch Gelbsenf als Untersaat zwischen Spargeldämmen der Fraßschaden an den Spargelstangen deutlich reduziert.

Als Vorfrüchte vor anfälligen Kulturen wie z. B. Kartoffeln eignen sich vor allem Körnerleguminosen wie Buschbohnen, Körnererbsen und Ackerbohnen, deren erfolgreicher Anbau eine intensive Bodenbearbeitung erfordert.

Langjährige Versuche zeigen: Je länger die schalenfesten Knollen im Boden liegen, desto größer ist ihr Drahtwurmfraßschaden. Daher müssen Kartoffeln umgehend gerodet werden, sobald sie schalenfest sind. Der Erntetermin kann vorverlegt werden, indem die Abreife des Kartoffelbestandes beschleunigt wird, sei es durch Vorkeimen, Krautabschlagen oder durch Unterschneiden der Wurzeln im Boden.

Bodenbearbeitungsgänge zwischen April und Juli und zwischen Mitte August und Ende September beeinträchtigen verschiedene Entwicklungsstadien der Schnellkäfer stark. Jedoch muss die Bodenbearbeitung konsequent über Jahre erfolgen, um die Schnellkäferpopulation so zu reduzieren, dass das Schadensausmaß niedrig bleibt.

Aus den Versuchsergebnissen wurde ein weiterer Forschungsbedarf erarbeitet. Dieser besteht im Wesentlichen aus einer Beobachtung der

jahresabhängigen Schwankungen: mögliche Korrelation zwischen Klima- z.B. Niederschläge, Lufttemperaturen, Bodentemperaturen sowie lange Trocken- und/oder Feuchteperioden und der Drahtwurmmaktivität

flächenabhängigen Schwankungen, mögliche Korrelationen zwischen Bodentyp (Bodenfeuchtigkeit, Humusgehalt, Wasserhaltekapazität der Böden) und der Drahtwurmaktivität

kulturabhängigen Schwankungen: mögliche Korrelation zwischen verschiedenen Anbaukulturen und der Drahtwurmaktivität

biotischen Faktoren: Fraßfeinde, Parasiten

Direkt nach der Versuchsauswertung wurden die Ergebnisse Praxis und Beratung präsentiert, um eine großflächige und schnelle Umsetzung der erarbeiteten Maßnahmen zu gewährleisten. Verbreitet wurden die Ergebnisse auf Fachtagungen, Feldtagen, Seminaren für Landwirte und Berater und in wissenschaftlichen und landwirtschaftlichen Fachzeitschriften.

Zur konsequenten Umsetzung der Maßnahmen in die Praxis besteht darüber hinaus ein großer Bedarf an Beratung. Eine intensive Schulung der Fachberater und weitere Aufklärungsarbeit in der Praxis sind notwendig, um Ursachen des Drahtwurmbefalls, Bekämpfungs- und Verwechslungsmöglichkeiten mit anderen Schadbildern (v. a. *Rhizoctonia*) sowie Regulierungsstrategien publik zu machen. Anbaumanagement-Systeme, die den einzelbetrieblichen Anforderungen angepasst werden können, müssen entwickelt werden.

Feldbegehungen, Demonstrationen und Workshops mit Beratern, Praktikern und Wissenschaftlern sind Voraussetzung für einen stetigen Wissens- und Interessensaustausch, um die Produktionstechnik zu verbessern und Kulturausfälle durch Drahtwurmfraß zu vermindern. Der intensive Austausch mit Praktikern und Beratern fand während des Projektes kontinuierlich statt:

4. Zusammenfassung

Das Projekt "Regulierungskonzepte zur Reduktion von Drahtwurmschäden" wurde durch das Bundesprogramm Ökologischer Landbau finanziell gefördert. Zur Abschätzung des Drahtwurmbefalls und einer möglichen Schadensprognose wurde ein Monitoring der Schnellkäfer und ihrer Larven durchgeführt. In Feldversuchen wurde untersucht, mit welchen Regulierungsmaßnahmen Drahtwurmschäden an Kartoffeln gemindert werden können. Zu den geprüften Maßnahmen zählten der Anbau von Mulch-Untersaaten, zwei sog. photobiologische Mulch-Folien, und verschiedene Zwischenfrüchte. Ziel dieser Maßnahmen war es, Antagonisten zu fördern, die zur Regulierung der Schnellkäferpopulation beitragen und/oder Drahtwürmer direkt zu schädigen. Auch der Einsatz verschiedener Komposte, Pflanzenstärkungsmittel und Bodenhilfsstoffe und die Biofumigation dienten diesem Ziel. Schließlich wurde die Wirksamkeit von Naturalis[®] gegen Drahtwürmer untersucht. Eine mechanische Regulierung der Schnellkäferpopulation sollte mittels gezielter Bodenbearbeitungsgänge überprüft werden.

1. Monitoring Drahtwürmer

Drahtwürmer sind im Boden über Bodenproben wie über Köderfallen nachzuweisen, die Höhe der Schäden am Erntegut kann aber nicht vorausgesagt werden. Es lassen sich i. d. R. drei fraßaktive Phasen der Drahtwürmer festlegen: Die erste Phase beginnt Ende März und endet Mitte Mai, die zweite erstreckt sich von Ende Juni bis Mitte Juli und die dritte dauert von Mitte August bis Ende September.

2. Monitoring Schnellkäfer

Mit Hilfe von Pheromonfallen wurden große Mengen an Schnellkäfern der Arten *Agriotus lineatus* und *A. obscurus* abgefangen. Dennoch traten starke Fraßschäden an verschiedenen Kulturen auch auf den Flächen auf, auf denen über fünf Jahre Pheromonfallen standen.

Die Hauptflugzeit der Käfer lag zwischen Mitte Mai und Ende Juni. Bis zur 23. Kalenderwoche waren über 80 % der in einem Jahr erfassten Käfer geflogen. In Hamburg war der höchste Käferflug bereits bei einer Temperatursumme ab 830 °C ab KW 17 erreicht, in der Vorderpfalz erst ab 1.000 °C in der KW 19.

3. Untersaaten, Mulchfolien

Nach einer Gelbsenf-Einsaat zwischen Spargeldämme Ende März wurden an den geernteten Spargelstangen weniger Fraßschäden bonitiert als in der unbewachsenen Kontrolle (s. Biofumigation). Im Spargelanbau wurden unter einer gelben und einer braunen Mulchfolie teilweise mehr Fraßschäden an den Spargelstangen bonitiert als unter der üblichen schwarz-weiß Folie. Zusätzlich waren die Spargelköpfe unter der gelben Folie lila gefärbt, was im Handel zu Preisabzügen führt.

4. Zwischenfrüchte

Nach verschiedenen Zwischenfrüchten war der Drahtwurmbefall an Kartoffeln nicht reduziert.

5. Suppressive Komposte

Nach unterschiedlichen und verschieden hohen Kompostgaben – gleichgültig ob Grünschnitt, Mistkompost oder Pferdemist - direkt ins Pflanzloch zu Kartoffeln wurden an den Ernteknollen keine Unterschiede im Drahtwurmbefall festgestellt.

6. Pflanzenstärkungsmittel, Bodenhilfsstoffe

Verschiedene eingesetzte Pflanzenstärkungsmittel und Bodenhilfsstoffe zeigten keinen Einfluss auf Fraßschäden an Kartoffeln.

7. Naturalis®

Der im Präparat enthaltene Pilz *Beauveria bassiana* hatte keine dauerhafte Wirkung auf die Fraßaktivität der Drahtwürmer.

8. Biofumigation

In langjährigen Fruchtfolgeversuchen waren Kartoffeln nach Weißkohl am wenigsten drahtwurmfraßgeschädigt.

9. Bodenbearbeitung

Eine Kombination aus Vorfrucht und Bodenbearbeitung hatte den besten reduzierenden Effekt auf den Drahtwurmfraß an Kartoffeln. Nur konsequentes langjähriges Handeln wird den Drahtwurmfraß dauerhaft reduzieren.

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

Das Monitoring von Schnellkäfern und ihren Larven wurde im Projekt erfolgreich durchgeführt. Auch nach Ablauf dieses Projektes ist es nicht möglich, eine Beziehung zwischen der Anzahl abgefangener Schnellkäfer und der Anzahl aufgesammelter Larven herzustellen. Des Weiteren war es nicht möglich, eine Beziehung zwischen der Anzahl aufgesammelter Larven/m² und den durch sie verursachten Fraßschäden am Erntegut abzuleiten. Hierbei scheint es sich nicht um eine einfache Korrelation zu handeln. Vielmehr müssen weitere Parameter wie beispielsweise Bodenart, Bodentemperaturen, Bodenfeuchtigkeit, das Wasserhaltevermögen der Böden, Klimaverlauf, aber auch biotische Faktoren wie beispielsweise Feldkulturen und Fraßfeinde (Laufkäfer, Nematoden, Pilze, Vögel etc.) mit berücksichtigt werden.

Mit Pheromonfallen ließen sich zwar in den vergangenen fünf Jahren große Mengen an Schnellkäfern abfangen, eine spürbare Reduktion der Schnellkäferpopulation innerhalb der letzten fünf Jahre war jedoch nicht festzustellen. Starke Fraßschäden an verschiedenen Kulturen traten auch auf den Flächen auf, auf denen über den gesamten Projektzeitraum Pheromonfallen standen. Die Attraktivität der Pheromonfallen ist geringer als die der echten Weibchen. 2009 wurden häufig sich paarende Schnellkäfer in der Nähe der Pheromonfallen beobachtet. Effektiver wäre wahrscheinlich ein Pheromoneinsatz nach dem Modell der Verwirrungsmethode, wie sie im Obst- und Weinbau erfolgreich durchgeführt wird. Für einen großflächigen Einsatz werden große Pheromonmengen benötigt. Aufgrund der hohen Kosten für die Pheromone dürfte sich diese Maßnahme derzeit noch als unwirtschaftlich erweisen. Außerdem ist die Verwirrungsmethode nur für Lepidopteren (Schmetterlinge) zugelassen, nicht aber für Coleopteren (Käfer).

Der Anbau verschiedener Zwischenfrüchte stellt nach drei Versuchsjahren keine effektive Regulierungsmaßnahme gegen Drahtwürmer dar. Ebenso wenig zeigte der zweijährige Einsatz verschiedener Komposte, Pflanzenstärkungsmittel und Bodenhilfsstoffe Effekte auf Drahtwürmer. Möglicherweise treten aber Langzeiteffekte auf, die über die kurzen Versuchszeiten nicht erfasst werden.

Wesentliche Ansätze für eine weitere Forschung liegen in der Biofumigation bzw. in der Zusammenstellung der Fruchtfolge und in der Bodenbearbeitung. Hier müssten langjährige Versuche angelegt und wissenschaftlich begleitet werden, um belastbare Aussagen zu erhalten. Am Versuchsstandort Köln-Auweiler konnten anhand eines 1998 angelegten Fruchtfolgeversuches wesentliche Kenntnisse und der Handlungsbedarf für weitere Vorgehensweisen im Projektverlauf abgeleitet werden.

6. Literaturverzeichnis

- BLUNCK, H. (1928): Elateriden, Schnellkäfer, Clickbeetles usw. in: Sorauer, P., Handbuch der Pflanzenkrankheiten, Bd. 5, II, 4. Aufl., S. 112 - 134, Berlin
- Blund H. (1925): Biologische Unterschiede schädlicher Drahtwurmart. Biologische Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft. Nr. 5
- Bryson H. R. (1935): Observation on the seasonal activities of wireworms (Elateridae) J. Kans. ent. Soc., 8, 131-140
- Buhl, C., F. Schütte (1971): Prognose wichtiger Pflanzenschädlinge in der Landwirtschaft, Paul Parey, Berlin, Hamburg, 364 S.
- Burrage R. H. (1963a): Seasonal feeding of larvae of *Ctenicera destructor* and *Hypolithus bicolor* on potatoes placed in the field at weekly interval. Ann. Entomol. Soc. Am., 56, 306-313
- Campbell R. E. (1937): Temperature and moisture preferences of wireworms. Ecology, 18, 479 – 489
- Chabert A., Y. Blot (1992): Estimation des populations larvaires de taupins par un piège attractif. Phytoma, 436, 26 – 30
- Chanton P.F., M.H. Liegeois, J.C., Meyran, P. Ravanel & M. Tissut (2003): Feeding behaviour as a limiting step in insecticide absorption for the wireworm *Agriotes* sp. (Coleoptera: Elateridae). Pesticide Biochemistry & Physiology 77 (3), 106-114
- Chase, A.R., L.S. Osborne & V.M. Ferguson (1986). Selective isolation of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium ansiploiae* from an artificial potting medium. Florida Entomologist 69: 285-292.
- Crombie A. C., J. H. Darrah (1947): The chemoreceptors of the wireworm *Agriotes* sp. and the relation of activity to chemical constitution. Journal of Experimental Biology, 24, 95 – 109
- Crozier, Steve, Tanaka, Andrea, Vernon, Robert S: Flight activity of *Agriotes lineatus* L. and *A. obscurus* L. (Coleoptera: Elateridae) in the field, Journal of the Entomological Society of British Columbia, Dec 2003
- Demmler D. (2004): Drahtwürmer erfolgreich bekämpfen. Kartoffelbau 3, 74-75
- Doane J. F. (1977a): The flat wireworm, *Aeolus mellilus*: studies on seasonal occurrence of adults and incidence of larvae in the wireworm complex attacking wheat in Saskatchewan. Environmental Entomology, 6, 818 - 820
- Doane J. F. (1977b): Spatial pattern and density of *Ctenicera destructor* and *Hypolithus bicolor* (Coleoptera: Elateridae) in soil in spring wheat. Canadian Entomologist, 109, 807 – 822
- Doane J. F. (1981): Evaluation of a larval trap and baits for monitoring the seasonal activity of wireworms in Saskatchewan. Environmental Entomology, 10, 335 – 342
- EPPO-Richtlinie PP 1/ 46 (3), Drahtwürmer, Stand Juni 2005. Hrsg. Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Braunschweig 2006
- Evans A. C., H. C. Gough (1942): Observation on some factors influencing growth in wireworms of the genus *Agriotes* Esch. Annals of Applied Biology, 29, 168 – 175
- Evans A.C. (1944): Observation on the biology and physiology of wireworms of the genus *Agriotes* Esch. Ann. Appl. Biol., 31, 235-50
- Falconer D. S. (1945): On the behaviour of wireworms of the genus *Agriotes* Esch. in relation to temperature. J.Exp. Biol., 21, 17-32

- Furlan L. (1998): The biology of *Agriotes ustulatus* Schaller (Col., Elateridae). II. Larval development, pupation, whole cycle description and practical implications. *Journal of Applied Entomology*, 122, 71 – 78
- Gratwick M. (1989): ed. *Potato Pests*. MAFF Reference Book 187, HMSO, London
- Griffiths D.C. (1974): Susceptibility of plants to attack by wireworms (*Agriotes* spp.). *Annals of Applied Biology*, 78, 7 – 13
- <http://www.bba.bund.de>
- Jacobs W., M. Renner (1988): *Biologie und Ökologie der Insekten*. 2. Auflage, Gustav Fischer Verlag. 212 - 213
- Jansson R. K., D. R. Seal (1994): Biology and management of wireworm on potato. *Proceedings of the International Conference on "Advances in Potato Pest Biology and Management"*, Jackson Hole, Wyoming, October, 191, 31 – 53
- Jones E. W., F. H. Shirck (1942): The seasonal vertical distribution of wireworms in the soil in relation to their control in the pacific northwest. *J. Agric. Res.*, 65, 125-142
- Jossi W. (1999): Drahtwürmerschäden zu verhüten wissen. *UFA-Revue*, 7-8
- Kabaluk T., M. Goettel, B. Vernon, C. Noronha (2001): Evaluation of *Metarhizium anisopliae* as a biological control for wireworms. *Pacific Agri- Food Research Centre (Agassiz) contribution*, 165
- Kempson, D. & Lloyd, M. & Ghelardi, R. (1963), A new extractor for woodland litter, *Pedobiologia* 3, S. 1-21
- Klausnitzer B. (1994): *Die Larven der Käfer Mitteleuropas*. 2. Band Myxophaga/Polyphaga, Goecke & Evers, Krefeld
- Klausnitzer B. (1997): *Die Larven der Käfer Mitteleuropas*. 4. Band Polyphaga, Goecke & Evers, Krefeld
- Klingler J. (1957): Über die Beobachtung des Kohlendioxydes für die Orientierung der Larven von *Otiorrhynchus sulcatus* F., *Melolontha* und *Agriotes* im Boden. *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft Schweizerische Entomologische Gesellschaft Zürich*, 0036-75754, 317-322
- Lafrance J. (1968): The seasonal movements of wireworms (Coleoptera: Elateridae) in relation to soil moisture and temperature in the organic soils of south-western Quebec. *Canadian Entomologist*, 100, 801 – 807
- Lauenstein G. (1991): Schwellenwerte für tierische Schädlinge- wichtige Bausteine des Integrierten Pflanzenschutzes oder zuverlässiger Notbehelf?. *Gesunde Pflanze*, 10
- Lees A. D. (1943): On the behaviour of wireworms of the genus *Agriotes* Esch. (Coleoptera: Elateridae) II. Reactions to moisture. *Journal of Experimental Biology*, 20, 54 – 60
- McColloch J. W., W. P, Hayes (1923): Soil temperature and its influence in white grub activities. *Ecology*, 4, 29 – 36
- Parker W. E., F. M. Seeney (1997): An investigation into the use of multiple site characteristics to predict the presence and infestation levels of wireworms (*Agriotes* spp., Coleoptera: Elateridae) in individual grass fields. *Annals of Applied Biology*, 130, 409 – 425
- Parker W. E., J. J. Howard (2001): The biology and management of wireworms (*Agriotes* spp.) on potato with particular reference to U. K.. *Agricultural and Forest Entomology*, 3, 85 – 98

- PARKER, W. E., J. J. HOWARD (2001): The biology and management of wireworms (*Agriotes* spp.) on potato with particular reference to U. K. *Agricultural and Forest Entomology*, 3, P. 85 – 98
- Radtke W., W. Rieckmann, F. Brendler (2002): *Kartoffeln: Krankheiten, Schädlinge, Unkräuter*. Verlag Th. Mann, Gelsenkirchen, 272 S.
- Schepl U., A. Paffrath (2003): Entwicklung von Strategien zur Regulierung des Drahtwurmbefalls (*Agriotes* spp. L.) im Ökologischen Kartoffelanbau. Beiträge zur 7. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau, Ökologischer Landbau der Zukunft. Hrsg. B. Freyer, Universität für Bodenkultur, Wien. S. 133 – 136
- Schepl U., A. Paffrath (2004): Strategien zur Drahtwurmregulierung im ökologischen Kartoffelanbau, Schlussbericht, 62 S.
- SUBKLEW, W. (1934): *Agriotes lineatus* L. und *Agriotes obscurus* L. (Ein Beitrag zu ihrer Morphologie und Biologie), *Zeitschrift für angewandte Entomologie*, 21, Heft 1, S. 96 - 122, Berlin
- SUBKLEW, W. (1938): Die Bekämpfung der Elateriden (Eine Übersicht über die Literatur), *Zeitschrift für angewandte Entomologie*, 24, S. 511 - 581, P. Parey, Berlin
- Traugott M., B. Kromp (2002): Wo Drahtwürmer ihre empfindlichen Stellen haben. *Top agrar*, 3

7.Übersicht über alle im Berichtszeitraum vom Projektnehmer realisierten Veröffentlichungen zum Projekt (Printmedien, Newsletter usw.)

2007

Veröffentlichungen

http://www.oekolandbau.nrw.de/fachinfo/pflanzenbau/kartoffeln/pflanzenschutz/drahtwurmbericht_aug07.html

Schlussbericht zu AZ 514-43. 10/02OE266F „Erprobung von Strategien zur Drahtwurmregulierung im Ökologischen Kartoffelanbau“

Beitrag für den Jahresbericht der BBA 2007

Vorträge

27.09.2007: BBA 12. Fachgespräch „Pflanzenschutz im Ökologischen Landbau – Probleme und Lösungsansätze“ Vortrag: „Einsatz von Pheromonfallen nicht nur zum Schnellkäfermonitoring?“ – Erfahrungen, Bewertungen u. Verbesserungsvorschläge

21.11. – 22.11.2007: GPZ-Tagung in Göttingen; AG Kartoffelzüchtung und Pflanzguterzeugung, Winter-Vortragstagung; Vortrag: „Drahtwurmbeikämpfung im Ökologischen Kartoffelanbau“

22.11. – 23.11.2007: Workshop I: „Ökologischer Kartoffelanbau: Anbautechnik, Fruchtfolge und Nährstoffversorgung, Pflanzenschutz und Lagerung“ im Rahmen des Projektes Optimierung der ökologischen Kartoffelproduktion; Impulsreferat: „Drahtwurm – Wissensstand – Forschungsbedarf“

2008

Veröffentlichungen

Landwirtschaftliches Wochenblatt – Hessen & Rheinland-Pfalz: Hessenbauer, Pfälzer Bauer, Der Landbote: Ausgabe 11/2008

Land & Forst - Landwirtschaft und Landleben in Niedersachsen: Ausgabe 20/2008

Der Deutsche Tabakbau – Fachzeitschrift für den Tabakanbau in Mitteleuropa: Nr. 2/86. Jahrgang

Kartoffelbau – Die Fachzeitschrift für den Kartoffelanbauer: Ausgabe 4/2008

Bioland – Fachmagazin für den ökologischen Landbau: Ausgabe 05/2008

Beitrag für den Versuchsführer des DLR Rheinland-Pfalz, Nahe, Hunsrück, Bad Kreuznach,

Beitrag für den Jahresbericht 2008 des vTI, Institut für Ökologischen Landbau, Trenthorst

Vorträge

22.01.2008: Arbeitskreis Kartoffelbau (konventionell) in Geldern; „Möglichkeiten der Drahtwurmregulierung unter besonderer Berücksichtigung des Kartoffelbaus“

07.02.2008: Kartoffeltagung der Saatguterzeugergemeinschaft in Niedersachsen und der LWK Niedersachsen in Wietzenorf; "Drahtwurmbefall an Kartoffeln" (ca. 250, größtenteils konventionell wirtschaftende Landwirte)

20.02.2008: Kartoffeltagung des DLR Rheinland-Pfalz, Nahe, Hunsrück in Bad Kreuznach; Workshop zur Drahtwurmproblematik im Ökologischen Kartoffelanbau

26.11.2008: Verbundvorhaben Erarbeitung von integrierten Pflanzenschutzverfahren gegen Bodenschädlinge; „Drahtwurmregulierung – Ergebnisse aus Praxisversuchen“

03./04.12.2008: Landwirtschaftskammer NRW und Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) in Freising; Fachgespräch Drahtwurm

09.12.2008: Kartoffeltag im Kurhaus Bad Bevensen; Veranstalter Landberatung & Europlant Pflanzenzucht GmbH; „Drahtwurm auf dem Vormarsch“

03./04.12.2008: Fachgespräch Drahtwurm in Freising

Internet

<http://www.oekolandbau.nrw.de/fachinfo/pflanzenbau/kartoffeln/pflanzenschutz/naturalisversuch.html>

2009

Veröffentlichungen

Biopark Zeitschrift, Heft 22

Vorträge

12.01.2009 auf der Wintertagung von Bioland Nord in 29320 Hermannsburg: Strategien zur Drahtwurmregulierung und Rhizoctoniabekämpfung im Öko-Landbau

15.01.2009 auf der Wintertagung von Gäa e.V. in Meißen:

20.01.2009 Marktgenossenschaft der Naturland Bauen e. G. in Freckenhorst: Der Drahtwurm frisst die Erlöse auf

04.02.2009 Arbeitskreis Kartoffelbau – konventioneller Anbau - in Viersen: Möglichkeiten der Drahtwurmbekämpfung: Biologie / Bodenbearbeitung / Fruchtfolge / Erntezeit

12.02.2009 auf der Wintertagung von Bioland Süd in Plankstetten:

04.03.2009 auf der Wintertagung von Biopark in Fürstenberg, Mecklenburg-Vorpommern

Internet: www.oekolandbau.nrw.de

2010

Veröffentlichungen

Ausgabe 02/2010 Bioland – Fachmagazin für den ökologischen Landbau: „Drahtwürmern keine Ruhe gönnen“

Ausgabe 02/2010 Naturland Nachrichten: „Drahtwürmern keine Ruhe gönnen“

<http://www.oekolandbau.nrw.de/service/downloads/broschueren/index.php>

http://www.oekolandbau.nrw.de/fachinfo/pflanzenbau/kartoffeln/pflanzenschutz/us_drahtwurm_abschluss_feb2010.php

Ausgabe 04/2010 Top Agrar: "Machtlos gegen Drahtwürmer in Kartoffeln?"

02/2010: Broschüre „Der Drahtwurm – ein Schädling auf dem Vormarsch – Möglichkeiten der Regulierung

02/2010: Schlussbericht Projekt Drahtwurm 06OE272

Vorträge

06.01.2010: 11. Kartoffeltag – Anbaseminar zur ökologischen Kartoffelproduktion im Landwirtschaftszentrum Haus Düsse, Veranstalter: Landwirtschaftskammer NRW: Strategien zur Drahtwurmregulierung

19.01.2010 Marktgenossenschaft der Naturland Bauen e. G. in Freckenhorst: Der Drahtwurm fällt nicht vom Himmel und die Lösung der Problematik leider auch nicht
02.02.2010: Wintertagung Bioland NRW: "Neues" zum Drahtwurm - Ansätze zu Bekämpfungsstrategien? - Erkenntnisse zur Biologie des Schädling
05.02.2010: Qualitätssicherung im Kartoffelbau REKA Rheinland: Möglichkeiten der Drahtwurmprophylaxe bei Speisekartoffeln
18.02.2010: Naturland Bayern in Kranzberg bei Freising: Drahtwurmprobleme – das Aus für den Kartoffelanbau?