



**Status-Quo-Analyse und Entwicklung
von Strategien zur Regulierung
des Drahtwurmbefalls (*Agriotes* spp. L.)
im Ökologischen Kartoffelanbau**

- SCHLUSSBERICHT -

Herausgeberin:

Geschäftsstelle Bundesprogramm Ökologischer Landbau
in der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE)
53168 Bonn

Tel.: +49 228 6845-280 (Zentrale)

Fax: +49 228 6845-787

E-Mail: geschaeftsstelle-oekolandbau@ble.de

Internet: www.bundesprogramm-oekolandbau.de

Finanziert vom Bundesministerium für
Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft
im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau

Auftragnehmer:

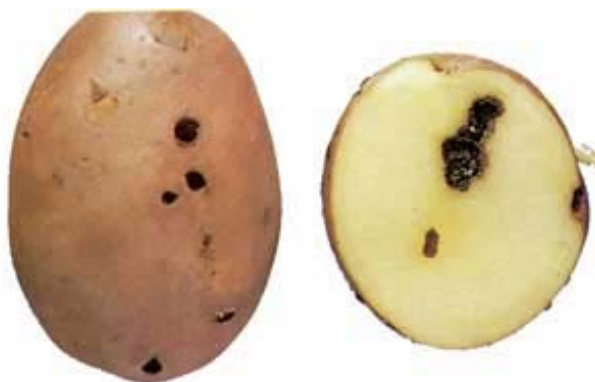
Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen

Dieses Dokument ist über <http://forschung.oekolandbau.de> verfügbar.



Bundesprogramm **Ökologischer Landbau**

Strategien zur Drahtwurmregulierung im Ökologischen Kartoffelanbau



Landwirtschaftskammer Nordrhein Westfalen

Endenicher Allee 60

53115 Bonn

Referat Ökologischer Land- und Gartenbau

Dr. Karl Kempkens

Andreas Paffrath

Ute Schepl

AZ 514-43. 10/02OE266

**Entwicklung von Strategien zur Regulierung bedeutsamer
Schädlinge im ökologischen Landbau, hier: Strategien zur
Bekämpfung des Drahtwurms (*Agriotes* spp. L.) im Ökologischen
Kartoffelanbau**

Projektlaufzeit

06/2002 bis 1/2004

Schlussbericht

Berichtlaufzeit

06/2002 bis 1/2004

Zusammenarbeit mit:

- Verbänden und Erzeugergemeinschaften des Ökologischen Landbaus
- Beratungseinrichtungen des Ökologischen Landbaus
- Universität Innsbruck, Institut für Hochgebirgsforschung & Alpenländische Land- und Forstwirtschaft

INHALTSVERZEICHNIS

1. Ziele und Aufgabenstellungen des Projektes	2
1.1 Planung und Ablauf des Projektes	2
1.2 Wissenschaftlicher und technischer Stand.....	3
1.3 Zusammenarbeit mit anderen Stellen	4
2. Material und Methoden	5
2.1 Gründung eines bundesweiten Netzwerkes	5
2.2 Literaturrecherche und Fragebogen.....	5
2.3 Drahtwurmbestimmungen und Praxiserhebungen	5
3. Ergebnisse und Diskussion	6
3.1 Literaturlauswertung	6
3.1.1 Lebensweise der Schnellkäfer und ihrer Larven	6
3.1.2 Sammelmethode für Drahtwürmer.....	10
3.1.3 Sammelmethode für Käfer	11
3.1.4 Drahtwurmschäden an Kartoffeln und Verwechslungsmöglichkeiten.....	12
3.1.5. Bekämpfungsmöglichkeiten.....	16
3.2. Ergebnisse der Betriebs- und Flächenerhebungen	21
3.2.1 Auswertung des Fragebogens.....	21
3.2.2 Auswertung der Praxiserhebungen.....	38
3.3 Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse für den Ökologischen Landbau; Möglichkeiten der Umsetzung oder Anwendung der Ergebnisse, insbesondere Ableitung von Vorschlägen für Maßnahmen, die durch das BMVEL weiter verwendet werden können.	40
3.4 Erfolgte oder geplante Veröffentlichungen	41
4. Zusammenfassung	39
5. Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Ziele; ggf. mit Hinweisen auf weiterführende Fragestellungen	41
6. Literaturverzeichnis	42
7. Anhang	58

1. Ziele und Aufgabenstellungen des Projektes

Gesamtziel des Vorhabens war es, Ursache und Umfang von Drahtwurmschäden im Ökologischen Kartoffelanbau in Deutschland zu erfassen und Strategien für eine erfolgreiche Drahtwurmregulierung zu entwickeln.

Im Projekt wurde eine theoretische und praktische Vorgehensweise verbunden, um das Drahtwurmproblem in Deutschland zu charakterisieren.

Über eine umfassende Literaturrecherche wurden die wichtigsten Aspekte zur Biologie und Ökologie der Schnellkäfer und ihrer Larven und mögliche Bekämpfungsmaßnahmen zusammengestellt.

Mit Hilfe eines Fragebogens wurde in einer bundesweiten Umfrage auf ökologisch wirtschaftenden Kartoffelbetrieben die tatsächliche Drahtwurmbelastung in der Praxis erfasst.

Basierend auf der Umfrage und der Beraterkontakte wurden Praxisbetriebe ausgewählt, auf denen der tatsächlichen Schadenshöhe eingehend nachgegangen wurde. Über eine Betriebs-, Flächen- und Fruchtfolgeanalyse konnten anhand der Fragebogenauswertung und der Praxiserhebungen Rückschlüsse über Verbreitung und Gewohnheiten der Käfer und ihrer Larven gezogen werden.

Aus den Ergebnissen der Literaturlauswertung, der Umfrage und den Praxiserhebungen konnten Regulierungsmaßnahmen gegen Drahtwürmer entwickelt und verbreitet werden. Der weitere Forschungsbedarf wurde ermittelt und zusammengestellt.

1a Darstellung des mit der Fragestellung verbundenen Entscheidungshilfe-/Beratungsbedarfs im BMVEL

- Entwicklung und Empfehlung von Strategien zur Regulierung des Drahtwurms im Ökologischen Kartoffelanbau: Fruchtfolgegestaltung, Bodenbearbeitung
- Verbreitung der Erkenntnisse in Praxis und Beratung über Vorträge auf Fachtagungen, Veröffentlichungen in der Fachpresse, Erstellen einer Informationsbroschüre etc.

1.1 Planung und Ablauf des Projektes

Zu Beginn des Projektes erfolgte eine intensive Kontaktaufnahme zu den Kartoffelbauberaterinnen und -beratern der verschiedenen Anbauverbänden und Beratungseinrichtungen des Ökologischen Landbaus. Dabei wurde das Projekt mit seinen Inhalten und Zielen mündlich wie schriftlich vorgestellt. Die Praktiker sollten direkt über ihre speziellen Anbauberater erreicht werden, um sie so für das Projekt zu gewinnen. In Bundesländern, in denen ein gut funktionierendes Beratungsnetz existiert, und in denen überwiegend Kartoffeln als Marktfrucht angebaut werden, war die Resonanz sehr groß. Oftmals meldeten sich Landwirte auf die zahlreichen Aufrufe und Projektbeschreibungen in den Verbandszeitschriften, Infofaxen und Rundschreiben etc. und nahmen an der Umfrage und den Praxiserhebungen teil.

Sogar Berater aus den angrenzenden Ländern Luxemburg, Österreich und der Schweiz erfuhren von dem „Drahtwurmprojekt“ und nahmen Kontakt auf.

Aufgrund der kurzen Projektdauer von Juni 2002 bis Januar 2004 konnten nicht auf allen Betrieben, deren Betriebsleiter erst nach der Ernte 2003 von massiven Drahtwurmproblemen berichteten, – vornehmlich in Niedersachsen, Rheinland-Pfalz und Baden Württemberg – Praxiserhebungen durchgeführt werden.

Parallel zur Kontaktaufnahme mit Ökoberaterinnen und -beratern und zur Projektverbreitung erfolgte die Literaturlauswertung. Diese war Basis für den Fragebogen, der vor der Versendung an die Landwirte mit Spezialberatern des Ökologischen Kartoffelanbaus abgestimmt wurde. Die Literaturlauswertung wurde über den gesamten Projektzeitraum fortgeführt. Der Fragebogen wurde ab Oktober 2002 versendet. Fragebögen, die bis Januar 2004 bei uns eingegangen sind, wurden ausgewertet.

Zur Kartoffelernte im September bis Oktober 2002 und August bis Oktober 2003 wurden auf 20 Betrieben Praxiserhebungen durchgeführt. Die Untersuchungen umfassten nachfolgende Parameter:

- Erhebung betriebsrelevanter Daten
 - Standort- und Bodenverhältnisse
 - Viehbesatz
 - organische Düngung
 - Landschaftsökologische Begleitstrukturen (z.B. Hecken, Feldraine, etc.)
 - Bodenbearbeitung
 - Fruchtfolgegestaltung
 - Pflanz- und Erntezeitpunkt
 - Sortenwahl
 - Angaben zum Drahtwurmbefall und zu wirtschaftlichen Einbußen
- Abgrenzung des Schadensbildes gegenüber anderen Krankheiten und Schädlingen mit ähnlichem Schadbild, insbesondere *Rhizoctonia solani* (dry-core-Syndrom) mittels Bonituren
- Quantifizierung der Schadenshöhe
- Bestimmung der standortspezifischen Drahtwurmart
- Spezifizierung möglicher Einflussfaktoren (z.B. Fruchtfolge, Bodenbearbeitung, organische Düngung)

1.2 Wissenschaftlicher und technischer Stand

Kartoffelbauberater und Landwirte im gesamten Bundesgebiet berichten immer wieder von jahresabhängig unterschiedlich starken Drahtwurmfraßschäden an Kartoffeln. Auch auf Versuchsflächen des Gartenbauzentrums Köln-Auweiler wurden in den vergangenen Jahren Drahtwurmschäden vornehmlich an Kartoffeln beobachtet. Hier wurden erste Versuche zu dieser Problematik angelegt.

Biologie und Ökologie der Drahtwürmer

Als Drahtwürmer werden die Larven der Schnellkäfer (Elateridae) bezeichnet. In Mitteleuropa gibt es etwa 150 Schnellkäferarten. Die Larven von 15 bis 20 Arten sind in unseren Breiten an fast allen Kultur- und vielen Zierpflanzen schädlich.

Drahtwürmer fressen bevorzugt an unterirdischen (Wurzeln, sprossbürtige Organe, Rhizome), manchmal jedoch auch an bodennahen Pflanzenteilen (Früchte).

Während ihrer langen Entwicklungszeit im Boden, die zwischen drei und sechs Jahren dauern kann, wachsen die Larven von anfänglich 1,5 mm bis auf eine Länge von 2,5 bis 3 cm heran. Nach der Verpuppung schlüpfen die Käferimagines. Bis Mai verpaaren sich die Käferweibchen und –männchen. Frühestens ab Mai wird mit der Eiablage begonnen.

Im allgemeinen sind Drahtwürmer unter 5 mm nicht pflanzenschädigend. Je älter und größer sie werden, desto destruktiver werden sie.

Nach Literaturangaben ist die Schadensschwelle bei Getreide ab einem Drahtwurm pro Quadratmeter erreicht. Für Mais liegt sie bei 2, für Zuckerrüben bei 3-4 und für Kartoffeln bei 6 Drahtwürmern pro Quadratmeter.

Die Vorrucht Klee gras scheint zu einer guten Entwicklung der Drahtwurmpopulationen beizutragen. Zeitpunkt und Intensität der Bodenbearbeitung scheinen eine wesentliche Rolle bei der Regulierung des Drahtwurmbefalls zu spielen.

1.3 Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Verbände und Erzeugergemeinschaften des Ökologischen Landbaus

Verbände bundesweit: Bioland, Naturland, Demeter, Gäa, Biokreis

Erzeugergemeinschaften (lokal): Rheinland-Höfe und Marktgesellschaft mbH der Naturlandbetriebe

Beratungseinrichtungen

Ökoring Niedersachsen (Wilfried Dreyer)

Landbauberatung in Mecklenburg-Vorpommern (Dr. Harriet Gruber)

HDLGN in Hessen (Günther Völkel)

Landwirtschaftskammer Rheinland-Pfalz (Hermann Böcker)

Ein Austausch mit der gesamten Officialberatung erfolgte über entsprechende Arbeitskreise im Verband der Landwirtschaftskammern, insbesondere über den Arbeitskreis der "Versuchsansteller im Ökologischen Landbau".

Wissenschaftliche Institute

Institut für Hochgebirgsforschung, Arbeitsbereich Alpenländische Land- und Forstwirtschaft der Universität Innsbruck (Dr. Michael Traugott)

Institut für Organischen Landbau der Universität Bonn (Dr. Daniel Neuhoff, Martin Berg)

2. Material und Methoden

2. Material und Methoden

2.1 Gründung eines bundesweiten Netzwerkes

Die Inhalte der Status-Quo-Analyse wurden über mündliche wie schriftliche Kontaktaufnahme zu Beraterinnen und Beratern der verschiedenen Beratungseinrichtungen im Ökologischen Land- und Kartoffelanbau in Deutschland verbreitet. Die Berater informierten wiederum Landwirte mündlich und schriftlich über Infofaxe und Rundschreiben. Sie forderten betroffene Kartoffelanbauer auf, sich an dem Projekt zu beteiligen.

2.2 Literaturrecherche und Fragebogen

Auf der Grundlage einer umfangreichen Literaturrecherche wurden für einen Fragebogen 26 relevante Fragen zur Betriebs- und Flächenanalyse, zur Fruchtfolgegestaltung und zur Drahtwurmproblematik zusammengestellt. Der Fragebogen ist im Anhang beigefügt. Die Fragebögen wurden ab Oktober 2002 an Landwirte im gesamten Bundesgebiet verschickt. Fragebögen, die bis Januar 2004 ausgefüllt wurden, wurden in der Auswertung berücksichtigt.

In die Fragebogenauswertung gingen 46 Betriebe und 121 Flächen ein. Es wurden Mittelwerte und Standardabweichungen errechnet. Die Schwerpunkte lagen bei der Betriebs- und Flächenanalyse und der Fruchtfolgegestaltung.

2.3 Drahtwurmbestimmungen und Praxiserhebungen

Auf 20 Betrieben wurden Kartoffeln auf Drahtwurmfraß und *Rhizoctonia* bonitiert. Die Bonituren erfolgten nach den Richtlinien der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft für die amtliche Prüfung von Pflanzenbehandlungsmitteln. Die Richtlinie für die Prüfung von Beizmitteln gegen Auflaufkrankheiten – insbesondere *Rhizoctonia solani* Kühn – an Kartoffeln wurde verwendet [63].

Die auf den einzelnen Flächen aufgesammelten Drahtwürmer wurden in Innsbruck von Dr. Michael Traugott nach KLAUSNITZER bestimmt .

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1 Literaturoauswertung

Die Literaturrecherche umfasst Literaturangaben aus der ganzen Welt von 1878 bis heute. Bei vielen Veröffentlichungen zur Biologie und Ökologie der pflanzenschädigenden Schnellkäferarten stehen Beobachtungen im Vordergrund und weniger wissenschaftliche Experimente. Daher treten auch immer wieder inhaltliche Widersprüche auf. Die Literaturoauswertung bezieht sich ausschließlich auf Veröffentlichungen, die die konventionelle Wirtschaftsweise betreffen. In Tab. 1 sind die Schnellkäferarten zusammengestellt, die Gegenstand der ausgewerteten Literatur sind.

Tab. 1: Pflanzenschädigende Schnellkäfer, die Gegenstand der ausgewerteten Veröffentlichungen sind

Gattung	Art
<i>Aeolus</i>	<i>Aeolus mellillus</i>
<i>Agriotes</i>	<i>Agriotes lineatus</i> , <i>Agriotes mancus</i> , <i>Agriotes obscurus</i> , <i>Agriotes pallidulus</i> , <i>Agriotes sputator</i> , <i>Agriotes ustulatus</i>
<i>Agrypnus</i>	<i>Agrypnus variabilis</i>
<i>Athous</i>	<i>Athous haemorrhoidalis</i>
<i>Conoderus</i>	<i>Conoderus amplicollis</i> , <i>Conoderus falli</i> , <i>Conoderus rudis</i>
<i>Corymbites</i>	<i>Corymbites pectinicornis</i>
<i>Ctenicera</i>	<i>Ctenicera destructor</i> , <i>Ctenicera pruinina</i>
<i>Hypolithus</i>	<i>Hypolithus bicolor</i>
<i>Limonius</i>	<i>Limonius californicus</i> , <i>Limonius canus</i>
<i>Melanotus</i>	<i>Melanotus depressus</i> , <i>Melanotus similis</i> , <i>Melanotus verberans</i>

3.1.1 Lebensweise der Schnellkäfer und ihrer Larven

Als Drahtwürmer werden die Larven der Schnellkäfer (Elateridae) bezeichnet, von denen es in Mitteleuropa etwa 150 Arten gibt. Die 0,8 bis 1 cm langen Käfer sind lang gestreckt, abgeflacht und schwarz glänzend bis braun gefärbt. In unseren Breiten sind die Larven von 15 bis 20 Arten an fast allen Kultur- und vielen Zierpflanzen schädigend. In 90% der Fälle handelt es sich um Vertreter der Gattung *Agriotes* spp.. Sie fressen bevorzugt an unterirdischen, manchmal auch an bodennahen Pflanzenteilen. Zuweilen sind sie auch Humusfresser und Räuber. *Agriotes obscurus*, der Dunkle Humusschnellkäfer, und *Agriotes lineatus*, der Saatschnellkäfer, kommen sehr häufig vor. Vor allem auf leichteren Böden mit niedrigem pH-Wert ist *A. obscurus* zu finden. *A. lineatus* wird hingegen auf Flächen mit höherem pH-Wert angetroffen [1].

Käfer

Nach der Verpuppung, die zwischen Juli und September stattfindet, schlüpfen die Käferimagines zwischen drei und vier Wochen nach der Puppenruhe. Sie überwintern im Boden in einer Bodentiefe von mindestens 30 cm und erscheinen erst im folgenden Frühjahr zwischen März und April. Bis Mai verpaaren sich die Käferweibchen und –männchen. Ab Mai bis Mitte Juni, wird mit der Eiablage begonnen (Abb. 1).

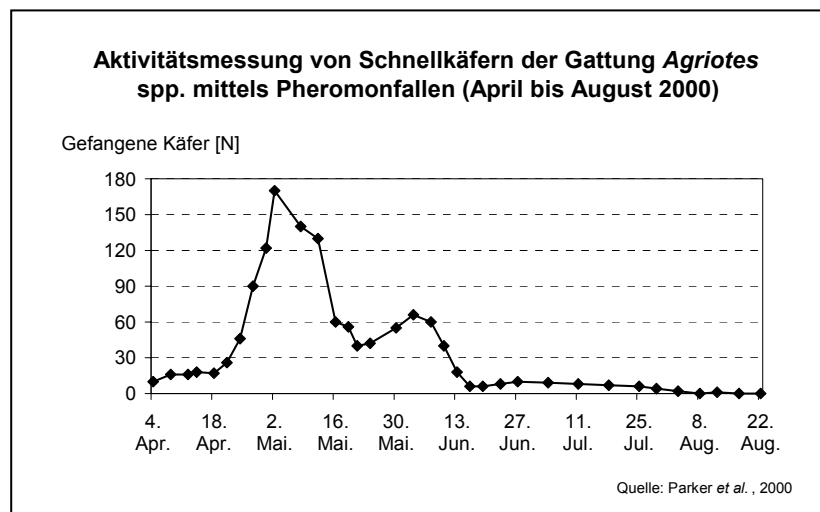
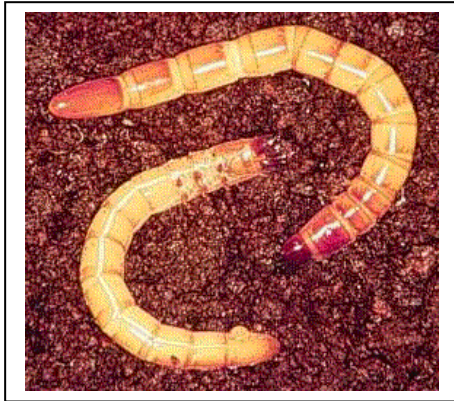


Abb. 1: Aktivitätsmessungen von Schnellkäfern mittels Pheromonfallen

Bevorzugt werden hierfür dichte, feuchte und ungestörte Bestände. Diese Bedingungen sind meist auf Wiesen, Weiden und stillgelegten Flächen, aber auch auf stark verunkrauteten Ackerflächen anzutreffen. Die Eier werden dicht unter der Bodenoberfläche, maximal jedoch bis 5 cm Bodentiefe abgelegt. Sie sind 0,5 mm im Durchmesser und weißlich gefärbt. Entweder werden sie einzeln oder in Gelegen bis zu acht Eiern abgelegt. Ein Weibchen kann je nach Art bis zu 160 Eier legen. Die weiblichen Käfer sind im Gegensatz zu den männlichen nicht in der Lage, große Flugdistanzen zu überwinden. Sie sind daher meist zu Fuß unterwegs. Eine Neubesiedlung von Flächen kann somit nur in einem engen Radius erfolgen [1, 2].

Die Käfer haben eine kurze Lebensdauer von sechs bis acht Wochen. Sie sind meist auf Gebüsch, Blüten von Weiß- und Rotdorn oder Baumstämmen anzutreffen. Sie werden erst in den späten Nachmittags- bis Abendstunden aktiv.

Larven



Vier bis sechs Wochen nach der Eiablage schlüpfen die 1,5 mm langen Larven. Diese Phase ist stark temperaturabhängig. In Laborversuchen wurde eine sehr hohe Schlupfrate zwischen 95 und 100% ermittelt [3]. In ihrer langen Entwicklungszeit im Boden, die zwischen drei und sechs Jahren dauern kann, wachsen die Larven bis auf eine Länge von 2,5 bis 3 cm heran. Die Dauer des Larvenlebens ist von Art zu Art unterschiedlich. Sie hängt stark von klimatischen Verhältnissen wie Bodentemperatur und –feuchtigkeit, aber auch Ernährungsbedingungen wie Futterqualität ab. Die

Larven sind dünn, lang gestreckt, hart gepanzert und durchscheinend gelb bis hellbraun gefärbt. Pro Jahr werden bis zu drei Larvenstadien durchlaufen. Die Larvenhäutung findet in einer Bodentiefe von 10 cm statt. Insgesamt können bis zu 14 Larvenstadien durchlaufen werden.

Larvenaktivität

Es wurden zwei fraßaktive Phasen der Drahtwürmer beobachtet. Die erste dauert von März bis Mai, die zweite von September bis Oktober [4]. Die zweite Aktivitätsphase führt oftmals zu erheblichen Qualitätseinbußen im Kartoffelanbau. Laboruntersuchungen ergaben, dass Drahtwürmer lange inaktive Perioden durchstehen, die oft vor der Larvenhäutung stattfinden. Auch nach der Häutung können sie zunächst über einige Wochen inaktiv bleiben [5]. Bei einer achtmaligen Häutung [6, 7, 8] beträgt die eigentliche fraßaktive Periode gerade 20% [9, 10].

Vergesellschaftung verschiedener Schnellkäfergattungen

Oft können auf einem Standort verschiedene Schnellkäfergattungen nachgewiesen werden. Solche Standorte sind problematisch, da jede Käfergattung bzw -art ihre eigenen Ansprüche und Lebensweise hat. So können Maßnahmen, die für die eine Art schädlich sind, für eine andere Art unwirksam oder schlimmsten Falls förderlich sein [10].

Verteilung der Drahtwürmer im Boden

Die Verteilung der Drahtwürmer im Boden ist zum einen stark von der Art, zum anderen vom Larvenstadium abhängig. Drahtwürmer der Larvenstadien eins bis drei (erstes Lebensjahr) kommen meist gehäuft im Feldrandbereich vor. Dieses Verteilungsmuster ist stark von dem Eiablageverhalten der Käferweibchen abhängig, da Junglarven noch nicht sehr mobil sind. Ab dem vierten Larvenstadium nimmt jedoch die Beweglichkeit der Larven zu und der Aggregationsgrad ab. Die Larven sind dann in Abhängigkeit von der Bodenfeuchtigkeit zufällig im Boden verteilt. So konnten im Feldinneren eines Versuchsfeldes viermal so viele Drahtwürmer festgestellt werden wie am Feldrand [11].

Einfluss der Bodenfeuchtigkeit und Temperatur auf Drahtwürmer

Wie sich die Parameter Bodenfeuchtigkeit und Temperatur auf Drahtwurmlarven unterschiedlicher Stadien auswirken, wurde ausschließlich unter Laborbedingungen

getestet. Es zeigt sich, dass sehr trockene Böden von Larven gemieden werden. Ist ein Ausweichen nicht mehr möglich, so vertrocknen die Larven. In wasserübersättigten Böden hingegen werden die Larven inaktiv; in selteneren Fällen sterben sie aufgrund des geringen Sauerstoffgehaltes ab. Kurz vor der Verpuppung suchen die Larven feuchtere Bodenschichten auf, um ein stabiles Puppenlager anzulegen [13, 14]. Feldstudien ergaben, dass eine hohe Bodentemperatur und/oder eine geringe Bodenfeuchtigkeit in den oberen Bodenschichten Drahtwürmer in tiefere Bodenschichten abwandern lässt [12].

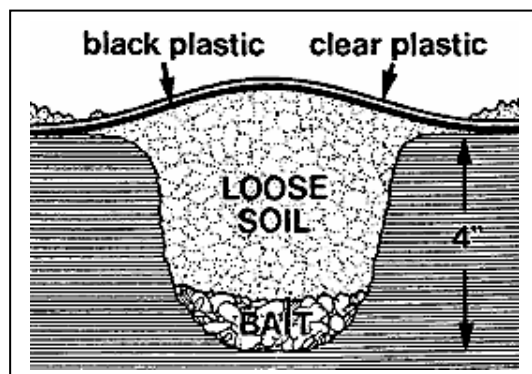
Die meisten Drahtwürmer wandern aus tieferen Bodenschichten in die oberen 20 cm, wenn in den oberen 10 cm eine Temperatur von 3°C erreicht wird. Die höchste Mobilität wird beobachtet, wenn die Temperatur in den oberen 10 cm auf 13°C ansteigt [15]. Die vertikale Verteilung der Drahtwürmer hängt im Sommer stark von der Bodenfeuchtigkeit ab. Im Herbst und Frühjahr spielt die Bodentemperatur die größte Rolle. Der Grad der Verteilung und die tatsächliche Bewegungsgeschwindigkeit sind bei den älteren Larven stärker ausgeprägt als bei den jüngeren [9, 16].

3.1.2 Sammelmethode für Drahtwürmer

Bodensammelmethode

20 Bodenproben je ha à 10 cm x 10 cm x 10 cm stellte sich als eine geeignete Anzahl heraus, um die auf einer Fläche herrschende Drahtwurmabundanz richtig einzuschätzen [17]. Über das Flotationsverfahren werden mittels einer Salzlösung die Drahtwürmer aus dem Boden getrieben. Bodenproben führen jedoch bei einer geringen Drahtwurmabundanz unweigerlich zu Versuchsfehlern. Nachteile sind zudem die hohe Arbeitsintensität und die aufwändige Laborausstattung. Die Bodenproben müssen zügig ins Labor gebracht und untersucht werden, um die frühen Larvenstadien mit erfassen zu können. In der Zwischenzeit wurden zur Arbeitserleichterung bzw. –ersparnis verschiedene Apparaturen entwickelt, wie beispielsweise ein halbautomatisches Probenahmegerät [18].

Köder und Köderfallen



Um Drahtwürmer im Boden anzulocken, wurden verschiedene Ködersysteme getestet. Es gibt Fallensysteme [19, 20, 21, 22], in die ein Köder bzw. Lockstoff gelegt wird. Um repräsentative Ergebnisse zu erhalten, sollten diese Fallen 10 bis 14 Tage nicht gestört werden. Am einfachsten ist es jedoch, auf einer Fläche Nahrungsköder auszulegen [19, 20, 21, 22], wie Kartoffelhälften bzw. keimendes Getreide. Hierfür wird ein 10 cm tiefes Loch gegraben, der Köder hineingelegt

und anschließend das Loch wieder mit Erde verfüllt. Um die Temperatur lokal zu erhöhen, sollte der Boden gewässert und über den im Boden liegenden Köder Kohlenstaub gestreut und/oder eine dunkle Folie gelegt werden.

Als geeignetster Köder hat sich keimender Weizen erwiesen [19, 22, 23, 24]. Während der Keimung atmet der Sämling und gibt CO₂ an seine Umgebung ab. Dies lockt Drahtwürmer an [25, 26]. Die Stellen, an denen Köder ausgelegt werden, sollten immer wieder gewechselt werden, da der Bewegungsradius der älteren Larven (ab Larvenstadium 4) mit 6 m² sehr beschränkt ist [22].

3.1.3 Sammelmethoden für Käfer

Boden- und Klebefallen

Käferfallen waren und sind bei der Ermittlung des Drahtwurmbesatzes im Feld eine weniger gebräuchliche Methode. Sie sollten jedoch vermehrt eingesetzt werden, um eine Risikoeinschätzung vornehmen zu können [29]. Weibliche Schnellkäfer sind nicht in der Lage, über große Distanzen zu wandern. Sie bewegen sich in der Regel nur lokal zu Fuß fort, weil manche Arten, wie z. B. *Agriotes obscurus* nicht mehr fliegen können. Demzufolge gibt die Messung der Käferaktivität in einem räumlich definierten Areal exakt die darin lebende lokale Käferpopulation wieder. Somit kann über den aktuellen Drahtwurmbesatz eine Aussage getroffen werden.

Um die Aktivität und Verbreitung verschiedener Schnellkäferarten zu ermitteln, wurden Bodenfallen im Boden eingegraben und Klebefallen aufgehängt [30]. In den Bodenfallen wurden überwiegend Käferweibchen gefangen, in den hängenden Klebefallen überwiegend Käfermännchen. Die Kombination beider Fallentypen ergab ein Geschlechterverhältnis von 1:1.

Pheromonfallen



Des Weiteren wurden in den vergangenen Jahren die Sexualpheromone von *Agriotes ustulatus*, *A. lineatus* und *A. obscurus* identifiziert [31, 32]. Somit ist die Grundlage geschaffen, um Pheromonfallen für adulte Schnellkäfer zu entwickeln [33, 34]. Erste Ergebnisse machen deutlich, dass ein nachweislicher Zusammenhang zwischen den Käferfängen in den Pheromonfallen und der Drahtwurmdichte auf den Äckern besteht [35].



Standortcharakteristik

Ziel ist es, abzuschätzen, wie groß die Drahtwurmdichte und der zu erwartende Befall des Erntegutes sein wird. Daher ist es wichtig, die Umweltfaktoren zu benennen, die die regionale Verteilung der drahtwurmbelasteten Felder beeinflussen. Schlüsselfaktoren sind das Klima, die chemische und mechanische Bodencharakteristik, die Bodenbearbeitung, die organische Düngung und die Fruchtfolge. Als bester Indikator für das Vorhandensein von Drahtwürmern hat sich die Dauer des Grasanbaus in der Fruchtfolge erwiesen [36].

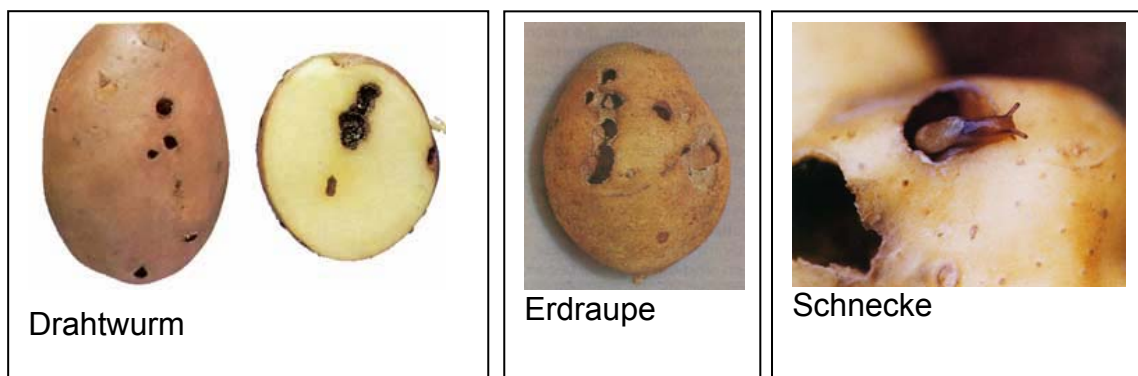
Über einen Zeitraum von drei Jahren wurden 62 Wiesen auf flächenspezifische Variablen und abiotische Faktoren untersucht. Als flächenspezifische Variablen gelten beispielsweise bodenphysikalische Eigenschaften, die Dauer des Grasanbaus und die Diversität der Grasarten. Als abiotische Faktoren wurden die Feldneigung, die Meereshöhe und meteorologische Parameter experimentell überprüft. Im Ergebnis beeinflussten die Dauer des Grasanbaus und Bodenverdichtungen die Drahtwurmpopulation am meisten. Nach Süden oder Osten geneigte Flächen waren dichter von Drahtwürmern besiedelt als nach Norden oder Westen geneigte Flächen [29].

Um eine Einteilung der Flächen nach ihrem Gefährdungsgrad hinsichtlich Drahtwurmbesiedlung vorzunehmen, wurde eine multivariate Diskriminanzanalyse durchgeführt. Mit den oben genannten Parametern war keine Klassifizierung möglich. Entweder wurden Flächen über- oder unterschätzt. Daher wurden multivariate Modelle mit multiplen bzw. allgemeinen linearen Regressionen kombiniert, doch leider konnten auch hier keine Vorhersagen zur An- oder Abwesenheit von Drahtwürmern auf bestimmten Flächen gemacht werden [36].

3.1.4 Drahtwurmschäden an Kartoffeln und Verwechslungsmöglichkeiten

Drahtwürmer bohren sich in Kartoffelknollen und hinterlassen dabei kleine, runde Löcher auf der Knollenoberfläche. In der Knolle sind deutliche Fraßgänge zu sehen. Oberflächlich betrachtet ähnelt ein Drahtwurmloch dem einer Schnecke. Schnecken höhlen jedoch gewöhnlich die Kartoffelknolle aus, was bei Drahtwürmern nicht der Fall ist [4]. Der Drahtwurmschaden beeinträchtigt nicht den Rohertrag, sondern die Qualität und damit den vermarktungsfähigen Ertrag. Dies kann soweit führen, dass ganze Partien nicht mehr vermarktbar sind, auch wenn die Schädigung nicht sehr groß (> 5 % drahtwurmgeschädigte Kartoffelknollen) ist. Drahtwurmlöcher dienen meist Schnecken als Eintrittspforte in die Knolle, aber auch Tausendfüßern und Bakterien. Sekundärinfektionen sind die Folge [4]. Drahtwürmer befallen auch Pflanzkartoffeln kurz nach dem Legen, doch selten sind davon Wachstum und/oder Tochterknollen betroffen.

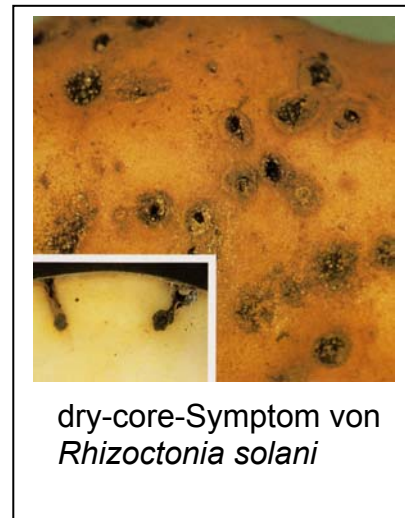
Schäden an Kartoffeln, ausgelöst durch



Eine große Verwechslungsmöglichkeit ist mit dem hervorgerufenen Schadbild des Pilzes *Rhizoctonia solani*, dem „dry core“, gegeben. Je nach Schadbefall handelt es sich bei *Rhizoctonia* nicht nur um Pocken bzw. Sklerotien, die der Kartoffelschale

aufsitzen, sondern auch um Vertiefungen in der Knolle. Diese sind jedoch nicht kreisrund ausgestanzt wie beim Lochfraß des Drahtwurms.

Die Vertiefungen ziehen sich kegelförmig in das Kartoffelfleisch hinein. Diese Kegel können in starken Befallsjahren einige Zentimeter lang sein.



Schadensvorhersage

Drahtwurmschäden an Kartoffeln sind schwierig vorhersagbar. Bei Populationen von weniger als 100.000 Drahtwürmer je ha können beispielsweise zwischen 20 und 80 % der Kartoffelknollen befallen sein [22]. Durchschnittliche Schadensniveaus bestimmter Flächen können grundsätzlich mit durchschnittlichen Drahtwurmpopulationen bestimmter Flächen in Beziehung gesetzt werden. Es kann jedoch große Variationsbreiten geben [27]. In verschiedenen Untersuchungen konnte keine Beziehung zwischen Köderfallenfängen und dem tatsächlichen Schaden am Erntegut festgestellt werden. Daher fungieren Köderfallen meist nur als Nachweis für die An- oder Abwesenheit von Drahtwürmern [29].

In der Literatur gibt es viele widersprüchliche Ergebnisse, was den Schaden an Kartoffeln auf leichten und schweren Böden betrifft. Einerseits wird beschrieben, dass Kartoffeln auf leichten Böden von einer geringeren Drahtwurmpopulation stärker geschädigt werden können als auf schweren Böden [17]. Andererseits wurden auf schweren Standorten größere Drahtwurmschäden beobachtet als auf leichten Standorten [38].

Einfluss des Populationsalters auf den Schaden

Im allgemeinen sind Drahtwürmer unter 5 mm – dies entspricht dem ersten bis dritten Larvenstadium – nicht pflanzenschädigend, weil die Menge an Pflanzenmaterial, die sie benötigen, noch sehr gering ist [39]. Je älter und größer sie werden, desto auffälliger und pflanzenschädigender sind sie.

Sortenanfälligkeiten

Untersuchungen von sieben Kartoffelsorten, die in Großbritannien am häufigsten angebaut werden, zeigen keine Unterschiede im Drahtwurmbefall [40]. Kartoffel-sortenversuche in Schweden zeigen jedoch, dass Sorten mit niedrigem TGA-Gehalt

(totaler Glykoalkaloidgehalt) gegenüber Drahtwürmern anfälliger waren als Sorten mit hohem TGA-Gehalt [41, 42].

Schadensverlauf

Bislang gibt es keine Untersuchungen zu Drahtwurmschäden während der späteren Entwicklungsstadien der Kartoffeln, wie Knollenmassebildung und Schalenbildung [29]. Beobachtungen zeigen an, dass ungeachtet der Populationsgröße der *Agriotes*-Larven ab Mitte August der Befall am Erntegut ansteigt. Dies entspricht dem Zeitraum 12 bis 16 Wochen nach dem Pflanzen [17].

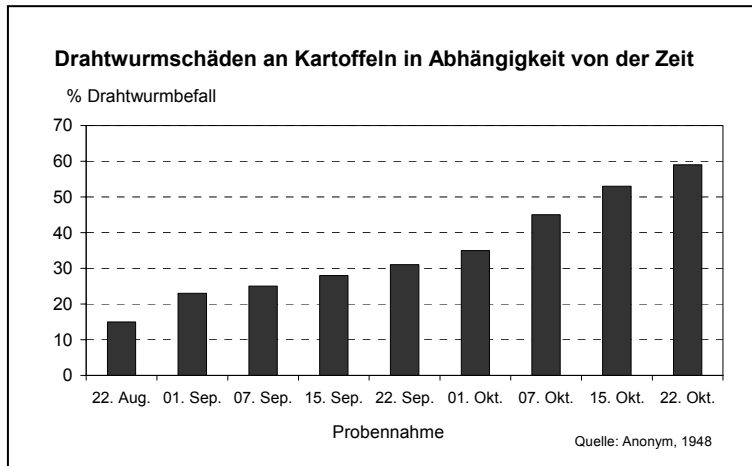


Abb. 2: Drahtwurmschäden an Kartoffeln in Abhängigkeit vom Erntetermin

Untersuchungen an den Schnellkäferarten *Limonium canus* und *Ctenicera pruinina* zeigten größte Schäden an Kartoffeln im Zeitraum acht bis 16 Wochen nach dem Pflanzen [43].

Daraus lässt sich ableiten, dass die Sorte, der mit ihr verbundene Erntezeitpunkt und Bekämpfungsmaßnahmen einen sehr großen Einfluss auf den Schaden haben.

3.1.5. Bekämpfungsmöglichkeiten

Die effektivste Maßnahme, Drahtwurmschäden an Kartoffeln zu verhindern, ist, sie nicht auf drahtwurmbehafteten Flächen anzubauen. Dies setzt aber eine genaue Kenntnis über die Flächen und eine Risikoabschätzung voraus. Werden Kartoffeln auf Flächen mit Drahtwürmern angebaut, so empfiehlt sich ein früher Rodetermin.

Wenn Dauergrünland umgebrochen wird, nehmen unter üblichen Ackerbaubedingungen mit starker Bodenbearbeitung Drahtwurmpopulationen schnell ab. Es ist ungewöhnlich, dass dabei eine größere Anzahl von Drahtwürmern mehr als 3 – 4 Jahre überlebt [17, 44]. Die jährliche Reduktionsrate in Drahtwurmpopulationen ist höchst variabel. Sie ist jedoch auf Flächen, die mehrere Jahre in wechselnder Kultur sind, größer. Die effektivste Reduktionsmaßnahme erfolgt über eine intensive Bodenbearbeitung [46]. Nur wenn der Boden ständig gestört wird, ist es möglich, auf empfindliche Entwicklungsstadien der Drahtwürmer negativ einzuwirken. Eine direkte Reduktion, Austrocknung und Vogelfraß sind die Folge. Allerdings sollte die Bodenbearbeitung dann vorgenommen werden, wenn sich die Drahtwürmer in den oberen Bodenschichten aufhalten. Dies ist im März/April und ab Mitte August der Fall [17, 45].

Auf Flächen mit starkem Beikrautbesatz sind Drahtwürmer häufiger anzutreffen als auf unkrautfreien Standorten. Daher sollte starkem Beikrautdruck entgegengewirkt werden [45].

Verschiedene Feldkulturen wie Lein, Erbsen und Bohnen sind offensichtlich weniger anfällig gegenüber Drahtwürmern. Möglicherweise liegt dies zum einen an den ackerbaulichen Bedingungen - kleine Samen und flaches Drillen- zum anderen an der Eigenschaft verschiedener Pflanzen, aufgrund der Antibiosis bzw. Xenobiosis tolerant zu sein [47]. Förderlich für die Drahtwurmentwicklung sind folgende Vorfrüchte:

Hirse, Sonnenblumen, Sojabohnen, Mungobohnen

Dagegen wirken Winterweizen und Sommerungen einem Drahtwurmanstieg entgegen [48].

Verschiedene Mähintervalle auf Grünlandflächen hatten keinen Einfluss auf die Drahtwurmabundanz, hingegen aber spätes Säen und Pflanzen der Nachkulturen [29].

Fruchtfolge

Nach einem Wiesenumbruch sollten in den ersten Jahren Kreuzblütler angebaut werden. Weißer Senf als Gründüngung oder zur Saatgutgewinnung soll Nachfrüchte vor einem Drahtwurmbefall schützen, indem Drahtwürmer durch Wurzelausscheidungen abgetötet werden [53]. So wirkt es sich günstig für die Nachfrucht Kartoffel aus, wenn in der Fruchtfolge neben Senf auch Flachs angebaut wird [47].

Sudangras (Hybride *Sorghum bicolor* L. Moench x *Sorghum arundinaceum*), wird ebenfalls eine drahtwurmabwehrende Wirkung zugesprochen [62].

Pflanzenanfälligkeiten und –entwicklung nach Drahtwurmfraß

Verschiedene Anbaupflanzen sind gegenüber Drahtwurmfraß unterschiedlich anfällig. So fressen Drahtwürmer gerne an Weizenkeimlingen und Zwiebeljungpflanzen.

Bohnen und Erbsen werden zwar ebenfalls von Drahtwürmern angefressen, jedoch werden ihre Meristeme dabei nicht geschädigt. Sie wachsen weiter und können somit als fraßtolerant eingestuft werden. Vermutlich ist ein Keimling, der aus einem großen Samenkorn hervorgeht, gegenüber Drahtwurmfraß widerstandsfähiger als ein kleiner Keimling aus einem kleinen Samenkorn [47].

Senfkeimlinge verschiedener Varietäten und Keimlinge von Raps, Kohl, *Tagetes*, Klee und Flachs/Lein sind weniger häufig Fraßopfer. Ein Grund hierfür könnte sein, dass in den Wurzeln der Kruziferen Senföle und deren Derivate gebildet werden, die eine fraßabschreckende bzw. abtötende Wirkung auf Drahtwürmer haben. Mehr als 20 verschiedene aliphatische und aromatische Isothiocyanate wurden aus Raps isoliert. Im Wurzelgewebe von *Brassica napus* L. befinden sich hohe Konzentrationen an aromatischen Isothiocyanaten. Hier erwiesen sich die aromatischen Verbindungen als die toxischeren [59, 60, 61]. Ein weiterer Grund könnte sein, dass die Samen dünn und flach ausgesät werden und somit als Fraßpflanze für Drahtwürmer unattraktiv sind. Vorausgesetzt wird hierbei, dass Drahtwürmer durch zufällige Bewegungen im Boden ihre Nahrung finden und sich dann am Wurzelsystem der Pflanzen orientieren [47].

Beim Weizenanbau zeigte sich nämlich, dass Drahtwurmfraß durch die Saattiefe entscheidend beeinflusst werden kann. Saatkörner, die in 5 mm Bodentiefe abgelegt wurden, wurden im Gegensatz zu Saatkörnern, die in 25 mm Bodentiefe abgelegt wurden um die Hälfte weniger durch Drahtwürmer attackiert.

Jedoch wurde Weizen im Vergleich zu Weißklee, Flachs/Lein, Kohl und Weißsenf bei gleicher Saattiefe öfter von Drahtwürmern angegriffen. Somit scheinen nicht nur die Saattiefe, sondern auch andere Pflanzeigenschaften den Drahtwurmfraß zu beeinflussen [47].

Tab. 1 Anfälligkeiten verschiedener Pflanzenarten gegenüber Drahtwurmfraß (nach [47], verändert)

Familie	Pflanze	Pflanzen		
		Auflauf	Lochfraß	Entwicklung
Leguminosae	Pisum sativum L.	+++	+++	+++
	Vicia faba L.	+++	+++	+++
	Trifolium repens L.	--	---	++
	Trifolium pratense L.	--(-)	---	+++
Cruciferae	Brassica oleracea L.	++	---	+++
	Sinapis alba L.	++(+)	-(-)	+++
Linaceae	Linum usitatissimum L.	++(+)	-(-)(+)	-
Compositae	Tagetes patula nana L.	++(+)	(---)0	+++
Liliaceae	Allium cepa L.	--(-)	--	-
Gramineae	Triticum aestivum L.	--(-)	++	-

Legende: +++ sehr gut/sehr hoch ++ gut/hoch + befriedigend 0 indifferent - wenig/mäßig --schlecht/gering --- sehr schlecht/sehr gering

Organische Düngung

Tagetes-Calendula-Kompost bzw. zwischen Gemüse gesäte *Tagetes* und Ringelblumen sollen gegen Drahtwürmer und Kartoffelkäfer wirken. Meerrettich und Pfefferminze wird eine ähnliche Wirkung zugesprochen. Auch Kohlrabi soll gegen Drahtwürmer fraßabschreckend wirken [56].

Auf Weideland wurde unter frischen, etwa 7 bis 10 Tage alten Kuhfladen dreimal mehr Drahtwürmer gefunden als auf Weideflächen ohne Kuhfladen bzw. auf Flächen mit bereits zersetzten Kuhfladen. Temperaturunterschiede zwischen den einzelnen Flächen lagen nicht vor, so dass es nahe liegt, dass frischer Kuhmist eine anlockende Wirkung auf Drahtwürmer hat. Ferner soll im Herbst gut abgelagerter Stallmist oder Kompost in den Boden eingearbeitet werden [57].

Bodenbearbeitung, Bodenmelioration

Eine intensive wiederholte Bodenbearbeitung und wiederholtes Lockern des Bodens soll die auf einem Feld bestehende Drahtwurmpopulation reduzieren. Saure Böden sollten gekalkt und das Tonmineral Kainit bzw. Bentonit eingesetzt werden [53]. Versuche zu verschiedenen Intensitätsstufen der Bodenbearbeitung im Gartenbauzentrum Köln-Auweiler der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen zeigten auf,

dass nicht die Intensität für eine erfolgreiche Drahtwurmbekämpfung entscheidend ist, sondern der Zeitpunkt. Ein Kleeergrasumbruch Anfang April unmittelbar vor der Kartoffelpflanzung bewirkte die geringsten Drahtwurmschäden an Kartoffeln [55].

Rodezeitpunkt

Kartoffeln sollten früh gerodet werden, wenn sie auf Flächen angebaut wurden, die eine erwiesene hohe Drahtwurmpopulation aufweisen. Darauf weisen mittlerweile zweijährige Versuchsergebnisse aus dem Gartenbauzentrum Köln-Auweiler hin. Während in 2002 durch einen um vier Wochen vorgezogenen Erntetermin der Drahtwurmschaden um 31% reduziert werden konnte, lag dieser Wert in 2003 bei 64% [53, 55].

Biologische Kontrolle

Natürliche Feinde der Drahtwürmer sind beispielsweise Vögel [4], adulte und Larven räuberischer Insekten, wie Lauf- und Kurzflügelkäfer [49], Schlupfwespen, Raupen- und Luchsfliegen, Räuberische Nematoden [52], Maulwürfe, Spitzmäuse und Pilze wie *Metarhizium anisopliae* [50], *Beauveria* sp. und *Zoophthora elateridiphaga* [51].

Metarhizium anisopliae

Metarhizium anisopliae ist einer der wichtigsten insektenpathogenen Pilze in der Insektenmykologie. Als Modellorganismus dient er neben Grundlagenarbeiten über Virulenzfaktoren und Pathogenitätsfragen für angewandte Arbeiten zur biologischen Schädlingsbekämpfung. *Metarhizium anisopliae* gehört zu den wenigen insektenpathogenen Pilzen, die weltweit verbreitet sind: Vom Norden Finnlands bis in den Süden Australiens, vom Westen Süd-Amerikas bis in den Osten Japans wurde die Gattung nahezu überall nachgewiesen. Es werden drei Arten unterschieden. *M. anisopliae* unterteilt sich in eine großsporige und eine kleinsporige Unterart. Bevorzugte Wirte sind vor allem Käfer, darunter die Familien Curculionidae (Rüsselkäfer), Scarabaeidae (Blatthornkäfer) und Elateridae (Schnellkäfer). Die bodenbewohnenden Larven einer Reihe pflanzenschädigender Käferarten lassen sich effektiv mit insektenpathogenen Pilzen wie *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria* sp. bekämpfen. Kürzlich wurde durch Mitarbeiter des Pacific Agri-Food Research Centre (PARC) im kanadischen Agassiz ein hoch wirksamer *Metarhizium anisopliae*-Stamm aus *Agriotes obscurus*-Larven isoliert. In ersten Laborversuchen wurden gegen Larven von *A. obscurus* Wirkungsgrade von über 90 % erreicht [66].

Nematoden

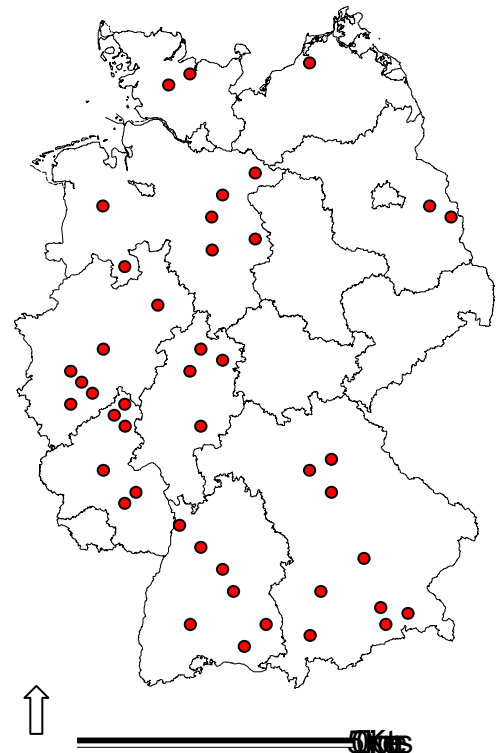
Natürliche Feinde von Käferlarven sind auch entomopathogene Nematoden. Bei der Applikation des Nematoden *Heterorhabditis bacteriophora* im Freiland konnten jedoch keine Effekte erzielt werden. Ein Bekämpfungserfolg der Drahtwürmer ist durch entomopathogene Nematoden leider nicht gegeben, da Drahtwürmer im Vergleich zu Engerlingen in nur sehr geringen Dichten im Boden vorkommen [67].

3.2. Ergebnisse der Betriebs- und Flächenerhebungen

3.2.1 Auswertung des Fragebogens

Tab. 1: Räumliche Verteilung der an der Umfrage beteiligten Betriebe

Bundesland	Anzahl Betriebe	Anzahl Flächen
Baden-Württemberg	7	20
Bayern	10	29
Brandenburg	2	4
Hessen	4	8
Mecklenburg-Vorpommern	1	2
Niedersachsen	7	18
Nordrhein-Westfalen	7	21
Rheinland-Pfalz	6	16
Schleswig-Holstein	2	3
Summe	46	121



86% aller beteiligten Betriebe werden seit mehr als 10 Jahren ökologisch bewirtschaftet. 34% der Betriebe wurden bereits vor 1985 und 49% der Betriebe im Zeitraum 1986 bis 1990 auf Ökologischen Landbau umgestellt (Abb. 1).

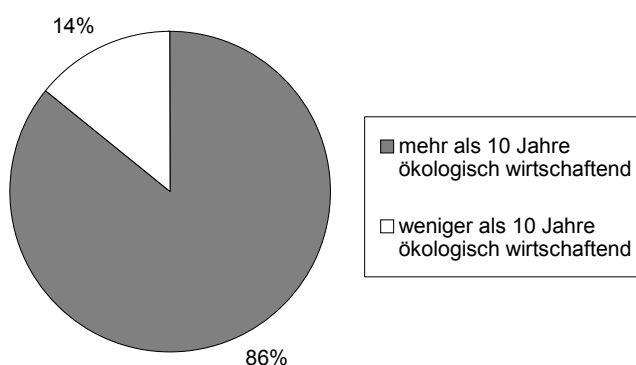


Abb. 1: Ökologische Bewirtschaftung der an der Umfrage beteiligten Betriebe

51% der geernteten Kartoffeln wiesen einen Drahtwurmschaden kleiner als 5% auf. Diese Partien werden von Großmärkten anstandslos angenommen. 22% der Kartoffeln waren zwischen 6 und 20% drahtwurmgeschädigt. Bei Direktvermarktern lässt sich bei Schäden diesen Ausmaßes noch eine Aussortierung vornehmen. 27% aller an der Umfrage beteiligten Betriebe gaben Drahtwurmschäden größer 20% an. Eine Vermarktung als Speisekartoffel ist hier nicht mehr möglich (Abb. 2). Finanzielle Einbußen sind die Folge.

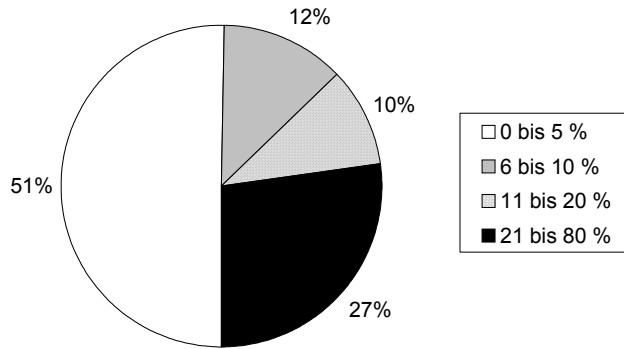


Abb. 2: Prozentualer Drahtwurmschaden an Kartoffeln der an der Umfrage beteiligten Betriebe

Knapp die Hälfte aller Kartoffeln wurden auf sandigen Lehmböden und 35% auf Sandböden angebaut. Zu 17% wurden Kartoffeln auf Lehm- und Tonböden angebaut (Abb. 3).

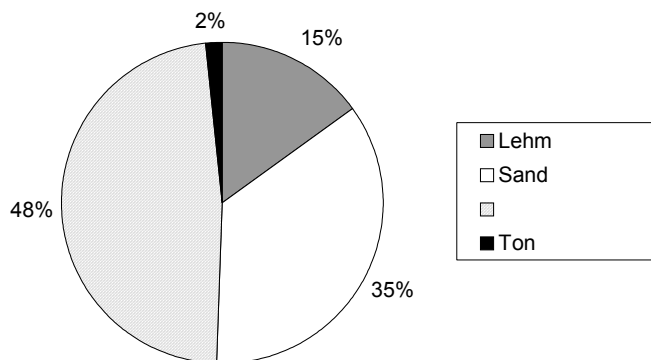


Abb. 3: Bodenarten der Kartoffelflächen

Die durchschnittlich höchsten Drahtwurmschäden an Kartoffeln wurden auf Tonböden ermittelt. Allerdings ist hierfür der Stichprobenumfang mit zwei Flächen sehr gering. Auf Sandböden und sandigen Lehmen wurden von den Landwirten durchschnittlich 15% bzw. 17% Drahtwurmbefall an Kartoffeln angegeben. Die Standardabweichungen machen deutlich, dass die Schwankungsbreiten sehr groß sind (Abb. 3a).

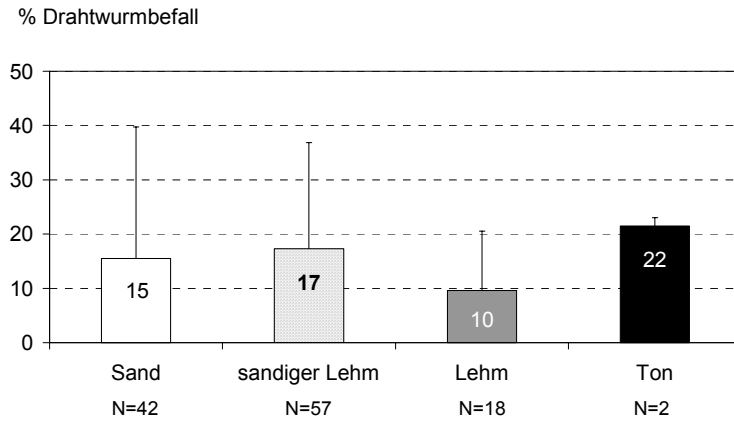


Abb 3a: Drahtwurmbefall an Kartoffeln in Abhängigkeit von der Bodenart der Kartoffelfläche (N=119)

Werden die Kartoffelflächen nach Befallsklassen unterteilt, so ist der Anteil sandiger Lehme in der höchsten Befallsklasse am größten (Abb. 3b). Drahtwürmer sind vor allem in den ersten Larvenstadien sehr anfällig gegenüber Austrocknung. Vermutlich können sich Drahtwurmpopulationen auf sandigen Lehmböden mit einer höheren Wasserkapazität besser entwickeln als auf trockenen Sandböden.

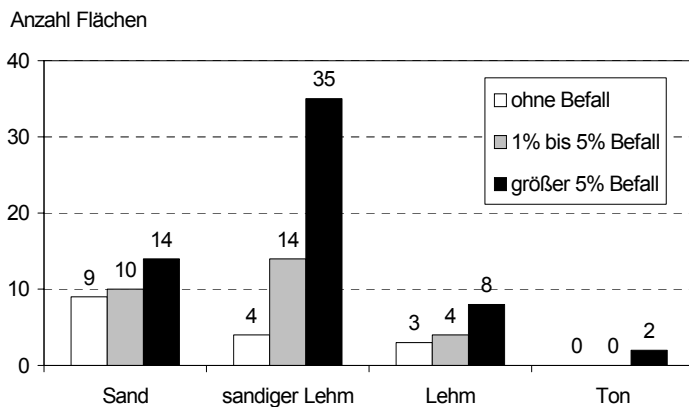


Abb. 3b: Anzahl Flächen je Bodenart und Drahtwurmbefallsklasse der Kartoffelknollen (N=103)

53% der bewirtschafteten Kartoffelflächen neigten zu Bodentrockenheit, 24% hingegen zu Bodennässe (Abb. 3c).

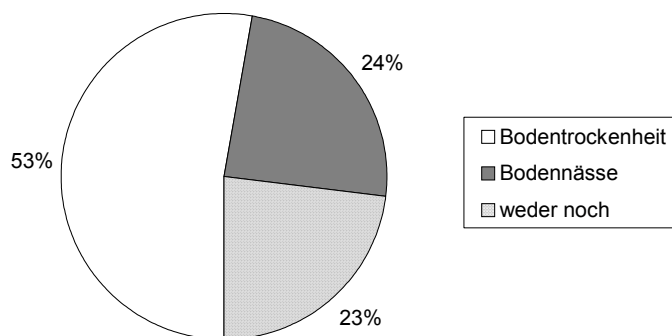


Abb. 3c: Bodenfeuchte zu Trockenheit und Nässe

Tendenziell wurden auf Böden, die weder zu Trockenheit noch zu Nässe neigen, Kartoffeln zu durchschnittlich 25% von Drahtwürmern befallen. Standorte, die die Bodenfeuchte betreffend als extrem einzustufen sind – sehr trocken oder sehr feucht –, wiesen nur 10% bzw. 14% drahtwurmgeschädigte Knollen auf (Abb. 3d).

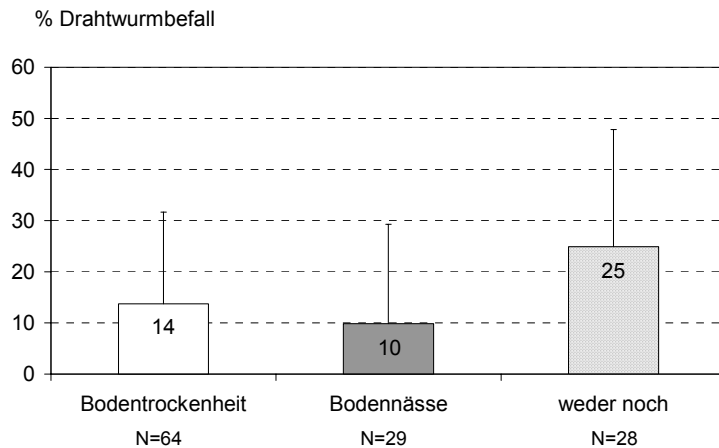


Abb 3d: Drahtwurmbefall an Kartoffeln in Abhängigkeit von Bodentrockenheit und Bodennässe der Kartoffelfläche (N=121)

12% aller Kartoffelflächen wurden beregnet (Abb. 3e).

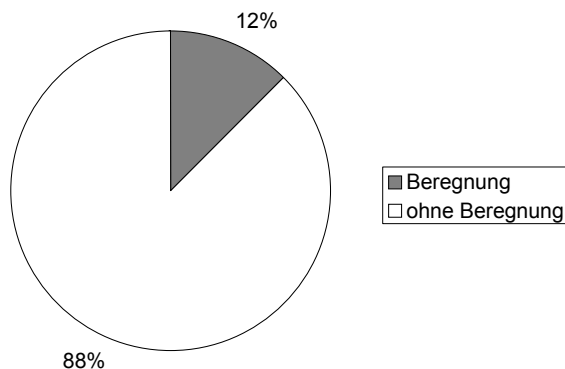


Abb.3e: Beregung der Kartoffelflächen

Tendenziell wiesen beregnete Flächen einen um 50% geringeren Drahtwurmbefall an Kartoffeln auf als Flächen, die nicht beregnet wurden (Abb. 3f). Die Beregung der Kartoffelflächen erfolgt im anfänglichen Entwicklungsstadium der Kartoffelpflanze, einer Zeit, in der Drahtwürmer in der Regel weniger fraßaktiv sind.

Die Schwankungen im Drahtwurmbefall sind auch hier sehr groß, so dass der Aspekt „Beregung“ näher untersucht werden sollte.

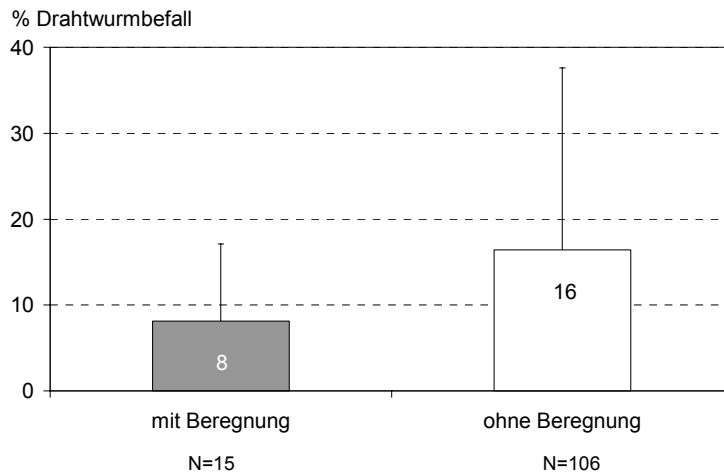


Abb. 3f: Drahtwurmbefall an Kartoffeln in Abhängigkeit von der Beregnung der Kartoffelfläche (N=121)

Bei knapp 60% der bewirtschafteten Kartoffelflächen gaben die Landwirte einen Humusgehalt von bis zu 2% an. 37% der Kartoffelflächen weisen einen Humusgehalt über 2% auf (Abb. 4).

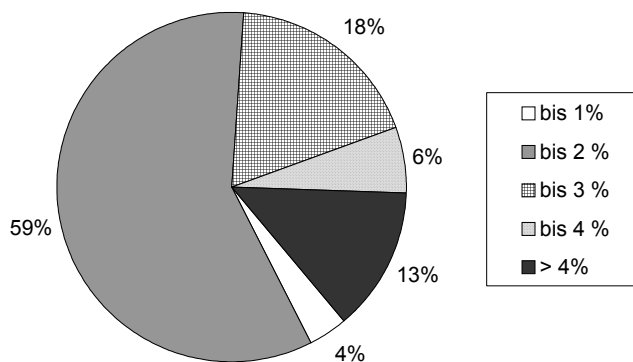


Abb. 4: Humusgehalte der Kartoffelflächen

Der durchschnittliche Drahtwurmbefall der Kartoffeln lag bei den angegebenen Humusgehalten zwischen 15 und 22%. Auch hier sind die Standardabweichungen zum Teil größer als der Mittelwert (Abb. 4a). Möglicherweise hat der Humusgehalt keinen großen Einfluss auf zu erwartende Drahtwurmschäden.

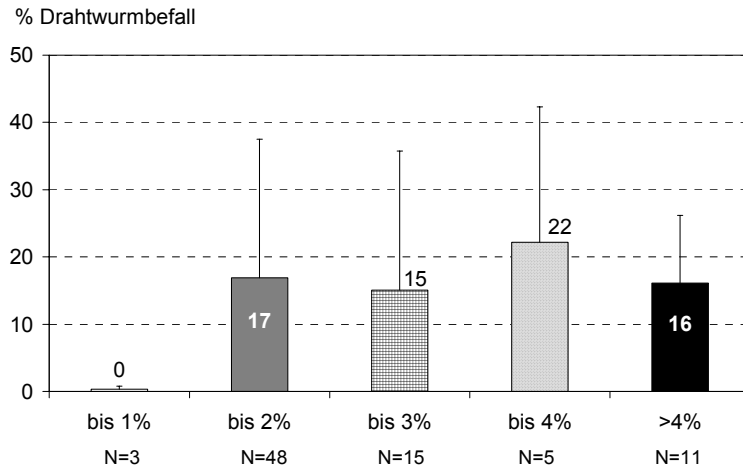


Abb. 4a: Drahtwurmbefall an Kartoffeln in Abhängigkeit vom Humusgehalt der Kartoffelfläche (N=82)

Knapp 30% der Kartoffelflächen waren bis zu 0,5 ha groß. Ähnliche Anteile hatten Kartoffelflächen bis zu 2 ha und größer 3 ha (Abb. 5).

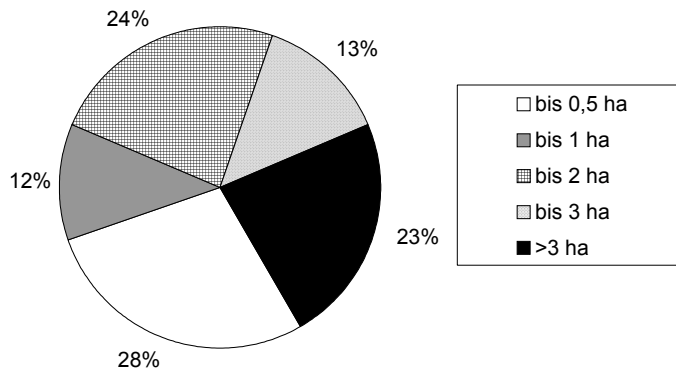


Abb.5: Größe der Kartoffelflächen

Auf den kleinsten Anbauflächen wurde der höchste Drahtwurmbefall an Kartoffeln festgestellt. Mit zunehmender Flächengröße sinkt der Drahtwurmschaden (Abb. 5a).

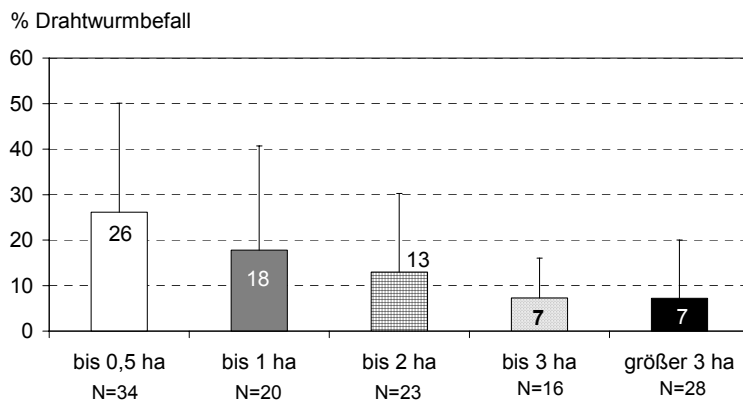


Abb. 5a: Drahtwurmbefall an Kartoffeln in Abhängigkeit von der Größe der Anbaufläche (N=121)

Werden die Kartoffelflächen nach Befallsklassen unterteilt, so ist der Anteil der Flächen bis 0,5 ha in der höchsten Befallsklasse am größten (Abb. 5b). Laut Literatur legen Schnellkäfer ihre Eier überwiegend in Feldrandbereichen ab. Von dort können

Drahtwürmer ins Feldinnere vordringen. Ihr Bewegungsradius liegt bei ungefähr 10 m.

Bei einer Fläche über 0,5 ha ist daher vermutlich ein Verdünnungseffekt zu ersehen, da die Feldrandbereiche ähnlich dicht von Drahtwürmern besiedelt sind wie die kleineren Flächen.

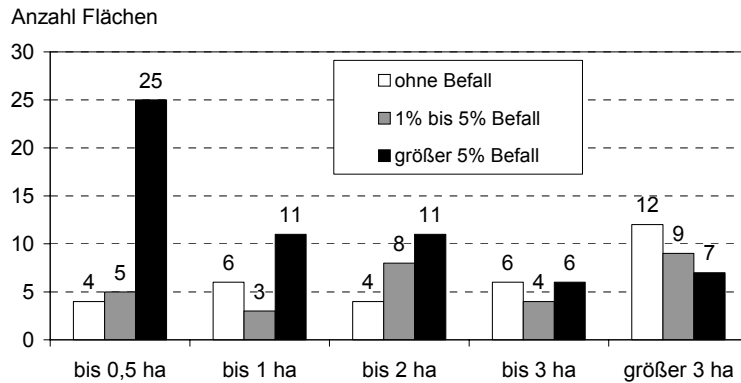


Abb. 5b: Anzahl Flächen in Bezug auf Flächengröße und Drahtwurmbefallsklasse der Kartoffelknollen

An über 50% der Kartoffelflächen grenzte Ackerland, gefolgt von Grünland zu 25% und Hecken zu 19% (Abb. 6).

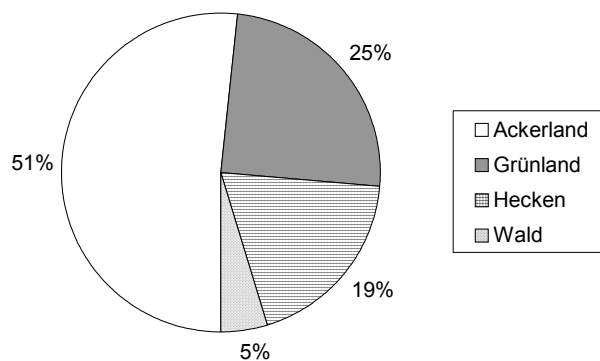


Abb. 6: Umgebung der Kartoffelflächen

Grenzte Grünland an die Kartoffelfläche, so wurden die Kartoffeln zu 26% von Drahtwürmern geschädigt. Angrenzende Ackerflächen und Hecken führten tendenziell zu einem geringeren Drahtwurmbefall von 15% an Kartoffeln (Abb. 6a). Vermutlich können Drahtwürmer aus angrenzenden Flächen in die Kartoffelflächen einwandern. Somit müssten Flächen, auf denen Kartoffeln angebaut werden, eine höhere Attraktivität besitzen als Grünlandflächen.

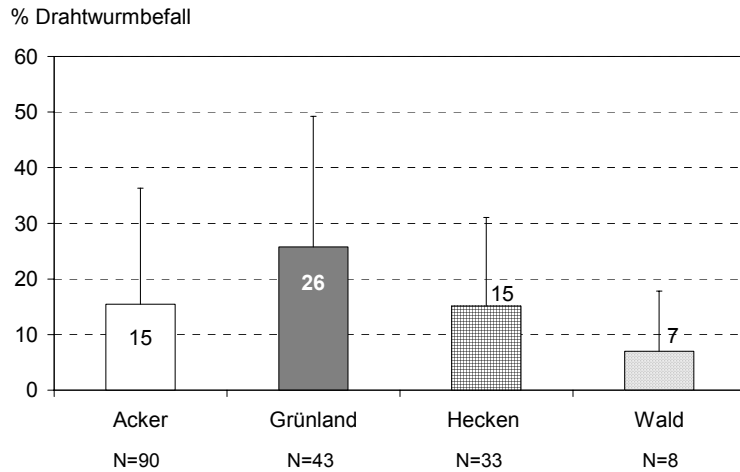


Abb. 6a: Drahtwurmbefall an Kartoffeln in Abhängigkeit von dem an den Kartoffelacker angrenzenden Umland (N=174)

39% der Betriebe sind Betriebe ohne Viehhaltung. Auf 61 % der Betriebe werden zwischen 0,2 GV und 1,2 GV gehalten (Abb. 7).

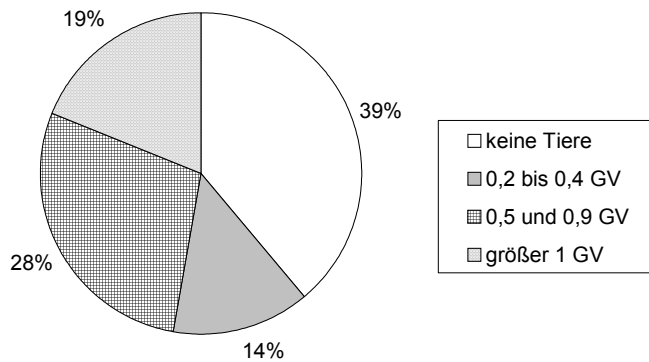


Abbildung 7: Viehbesatz der an der Umfrage beteiligten Betriebe

Auf über 50% der Betriebe werden Rinder und Mutterkühe gehalten. An zweiter Stelle steht mit 25% das Geflügel, gefolgt von Schweinen mit 14% (Abb. 7a).

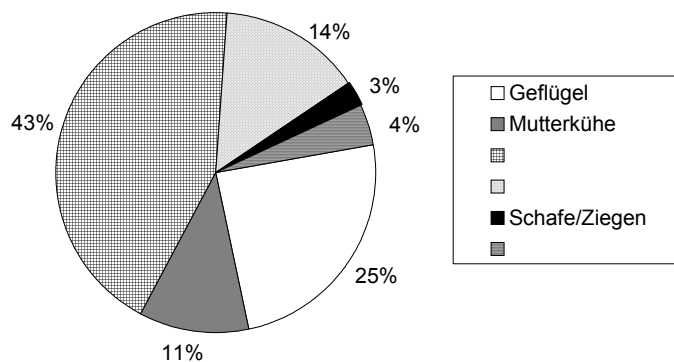


Abb. 7a: Tierarten, die auf den an der Umfrage beteiligten Betrieben gehalten werden

55% der Kartoffelflächen wurden organisch mit Mist und Gülle gedüngt (Abb. 7b).

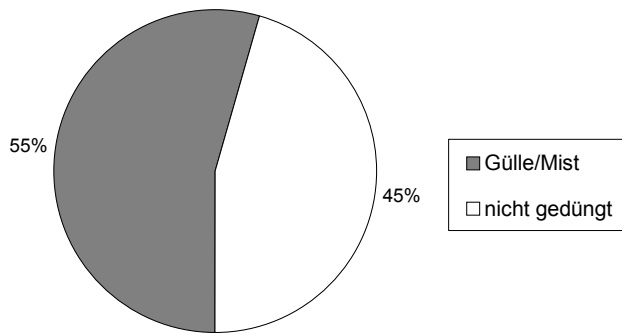


Abb. 7b: Kartoffelflächen der an der Umfrage beteiligten Betriebe, die organisch gedüngt bzw. nicht gedüngt wurden

Mit Mist und Gülle gedüngte Flächen wiesen durchschnittlich ähnlich hohe Drahtwurmschäden mit 15% an Kartoffeln auf wie ungedüngte Flächen (Abb. 7c). Wichtig ist, dass der ausgebrachte Mist gut verrottet ist. Frischmist erhöht nicht nur den Drahtwurmbefall, sondern auch den *Rhizoctoniabefall*.

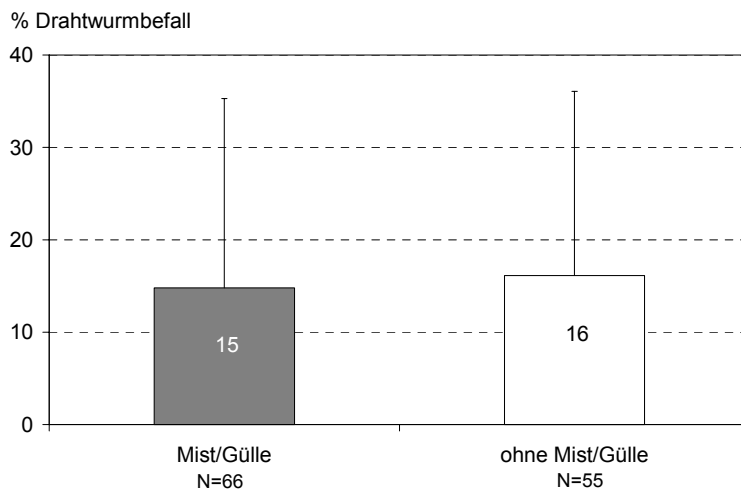


Abb. 7c: Drahtwurmbefall an Kartoffeln in Abhängigkeit von der organischen Düngung der Kartoffelfläche (N=121)

Im Frühjahr (April bis Juni), Sommer (Mai bis Juli) und Winter (Oktober bis Dezember) wurden über 80% aller Kartoffelflächen organisch gedüngt (Abb. 7d).

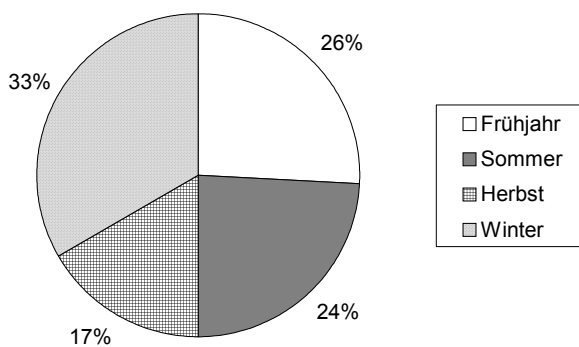


Abb. 7d: Zeiträume, in denen die Kartoffelflächen der an der Umfrage beteiligten Betriebe organisch gedüngt wurden

Eine organische Düngung im Herbst wirkte sich am günstigsten auf die Kartoffelqualität aus. Hier wurden im darauffolgenden Herbst nur durchschnittlich 5%

Drahtwurmschäden an Kartoffeln festgestellt (Abb. 7e). Wie bei Abb. 7c geschrieben, wurde der im Herbst auf die Fläche ausgebrachte Mist durch Bodenorganismen offensichtlich gut umgesetzt.

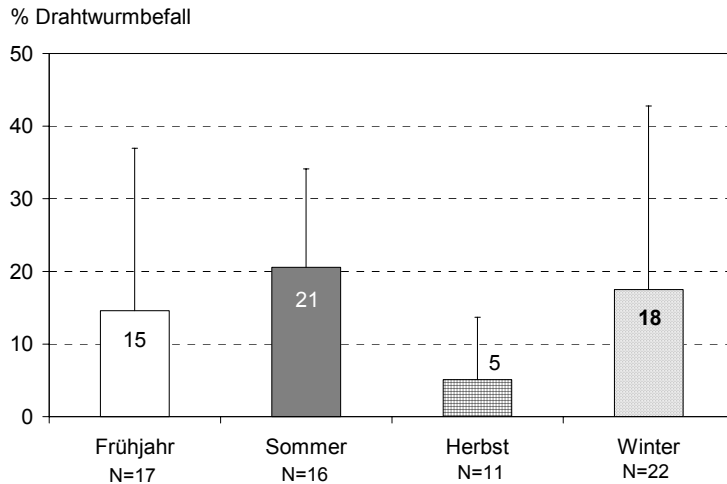


Abb. 7e: Drahtwurmbefall an Kartoffeln in Abhängigkeit von der organischen Düngung der Kartoffelfläche in bestimmten Zeiträumen (N=66)

Auf 85% der Kartoffelflächen wurden üblicherweise zwischen drei und fünf Pflegemaßnahmen durchgeführt (Abb. 8). Unterschiede im Drahtwurmbefall an Kartoffeln haben sich nicht gezeigt.

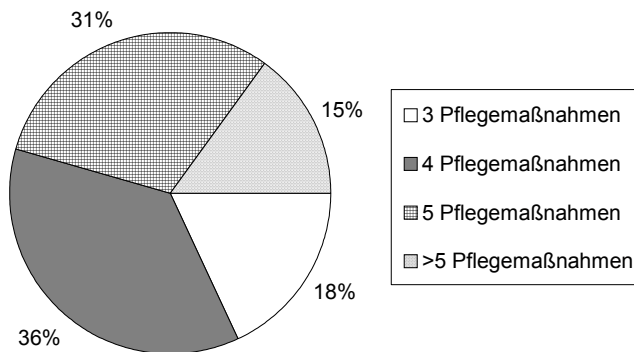


Abb. 8: Anzahl der Pflegemaßnahmen auf den Kartoffelflächen

Auf 28% der bewirtschafteten Kartoffelflächen kamen die Wurzelbeikräuter in der Reihenfolge Distel, Quecke und Ampfer vor (Abb. 9).

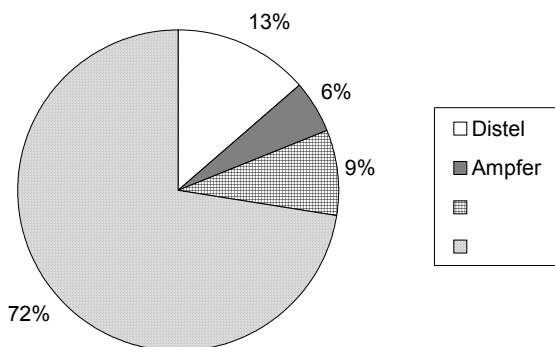


Abb. 9: Verschiedene Wurzelbeikräuter auf den Kartoffelflächen

Kartoffelflächen, auf denen Quecken wuchsen, wiesen mit durchschnittlich 18% die höchsten Drahtwurmschäden an Kartoffelknollen auf. Queckenhorste sind ein Grasbestand, der möglicherweise gern von Schnellkäfern zur Eiablage genutzt wird. Flächen, die mit Disteln und Ampfer verunkrautet waren, wiesen 12% bzw. 11% Drahtwurmschäden auf (Abb. 9a).

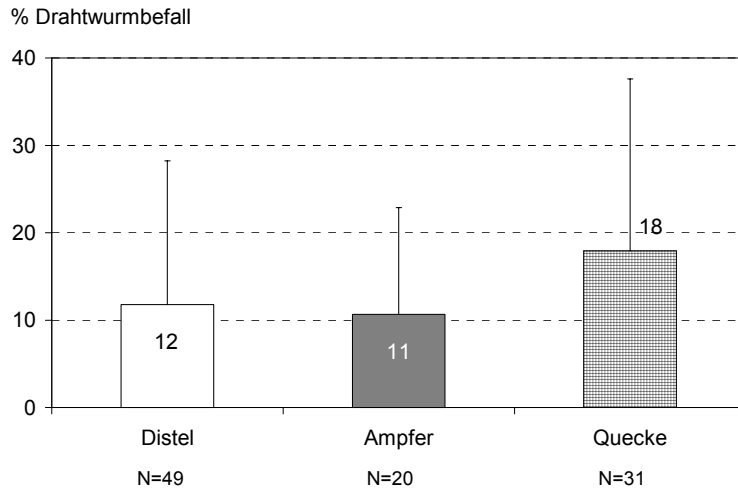


Abb. 9a: Drahtwurmbefall an Kartoffeln in Abhängigkeit von Wurzelbeikräutern (N=100)

Zu 56% waren diese Flächen nur schwach verunkrautet. 36% der Landwirte gaben eine mittlere und 8% der Landwirte eine starke Verunkrautung mit Wurzelbeikräutern an (Abb. 9b).

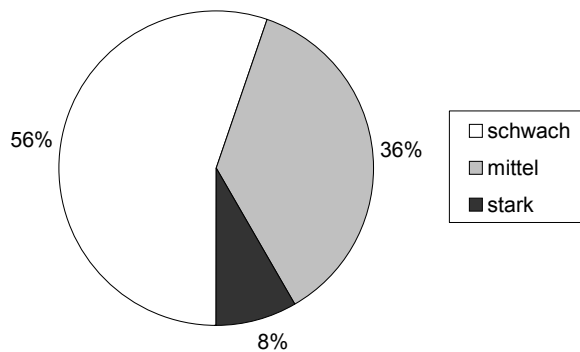


Abb. 9b: Stärke der Verunkrautung mit den Wurzelbeikräutern Distel, Ampfer und Quecke

Stark verunkrautete Flächen wiesen die höchsten Drahtwurmschäden an Kartoffeln mit durchschnittlich 23% auf (Abb. 9c). Wahrscheinlich bieten stark verunkrautete Schläge Käfern ein günstiges Eiablagemilieu.

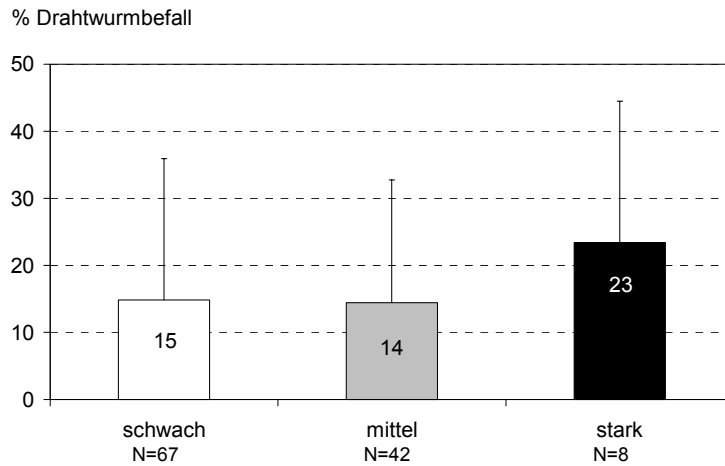


Abb 9c: Drahtwurmbefall an Kartoffeln in Abhängigkeit vom Verunkrautungsgrad der Wurzelunkräuter (N=117)

Auf 63% der Kartoffelflächen wurde im Verlauf der Fruchtfolge Klee gras angebaut. Einjähriges Klee gras wurde mit 36% am häufigsten angebaut, gefolgt von zweijährigem Klee gras zu 19% (Abb. 10).

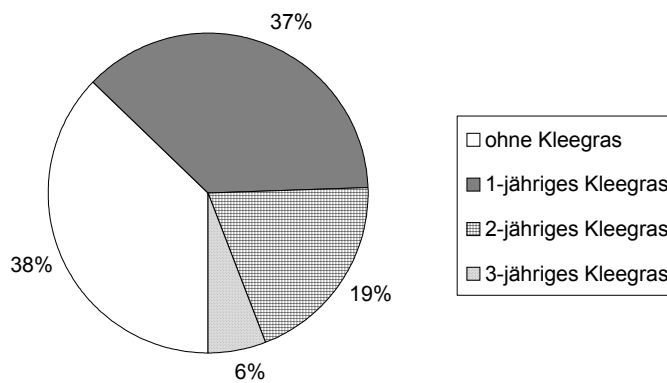


Abb. 10: Anteil Klee gras in der Fruchtfolge

Fruchtfolgen ohne Klee gras wiesen die geringsten Drahtwurmschäden mit durchschnittlich 10% auf. Flächen mit Klee gras in der Fruchtfolge zeigten in Abhängigkeit von der Dauer des Klee grasanbaus linear ansteigende Drahtwurmbefallswerte an Kartoffeln (Abb. 10a).

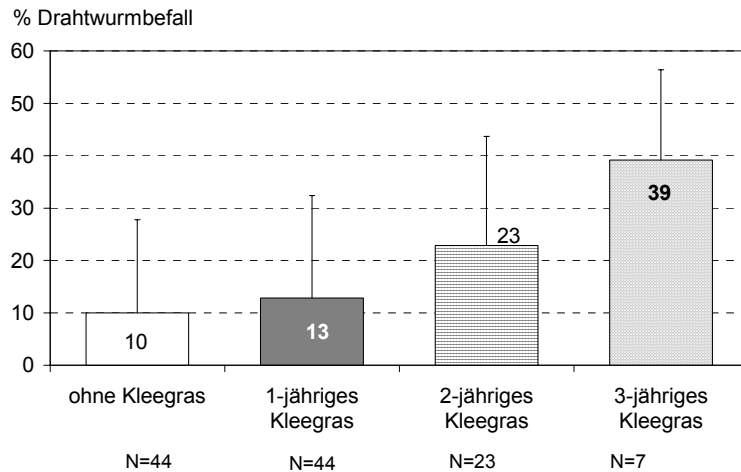


Abb. 10a: Drahtwurmbefall an Kartoffeln in Abhängigkeit von der Dauer des Klee-grasanbaus insgesamt (N=118)

Die höchsten Drahtwurmschäden an Kartoffeln werden im vierten Jahr nach Klee gras erreicht (Abb. 10b). Dann sind auch die Drahtwürmer am Ende ihrer Entwicklungszeit zum adulten Käfer gelangt und fressen vor der Puppenruhe sehr große Mengen.

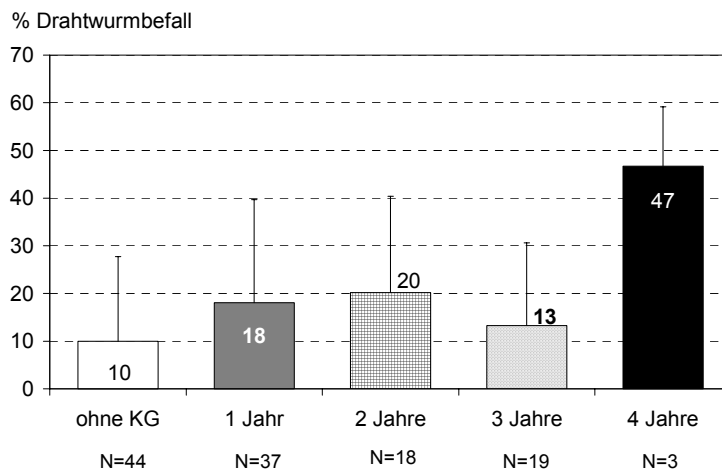


Abb. 10b: Drahtwurmbefall an Kartoffeln in Abhängigkeit von dem Zeitpunkt des Kartoffelanbaus nach Klee gras insgesamt (N=121)

Werden Kartoffeln nach 1-jährigem Klee gras angebaut, so sind die Drahtwurmschäden in der Regel geringer als wenn der Kartoffelanbau direkt nach zweijährigem Klee gras erfolgt. Dies liegt nahe, da die Drahtwürmer bei zweijährigem Klee gras dem einjährigem Klee gras in ihrer Entwicklung um ein Jahr voraus sind. In jedem weiteren Lebensjahr werden Drahtwürmer in der Regel pflanzenschädigender.

Je größer der zeitliche Abstand zum ein- bzw. zweijährigem Klee gras ist, um so höher sind auch die ermittelten Drahtwurmschäden an Kartoffeln (Abb. 10c).

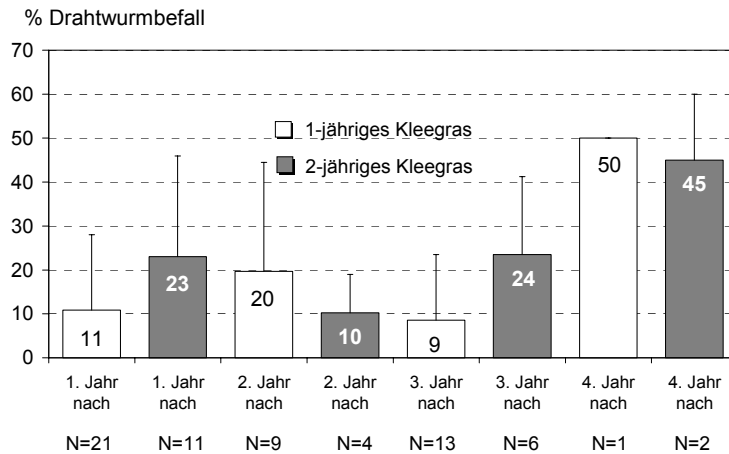


Abb. 10c: Drahtwurmbefall an Kartoffeln in Abhängigkeit von dem Zeitpunkt des Kartoffelanbaus nach 1- bzw. 2-jährigem Klee gras detailliert (N=67)

Zwei Drittel aller Klee grasumbrüche erfolgten im Herbst und Winter. Das restliche Drittel verteilt sich zu gleichen Anteilen auf das Frühjahr und den Sommer (Abb. 11).

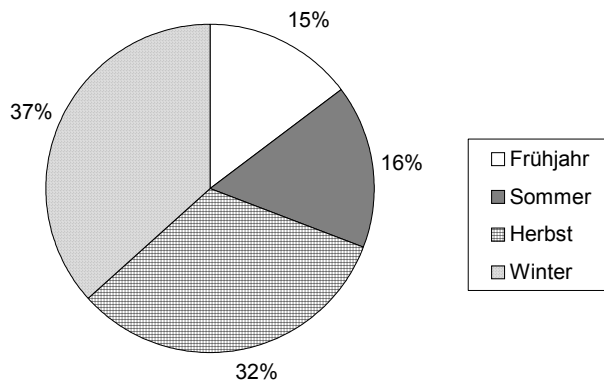


Abb. 11: Klee grasumbruch in Abhängigkeit von der Jahreszeit

Erfolgt der Klee grasumbruch im Frühjahr (April bis Juni), Herbst (Oktober bis Dezember) oder Winter (Januar bis März), so ist mit einem geringeren Drahtwurmbefall an Kartoffeln zu rechnen (15 bis 19%) als bei einem Klee grasumbruch im Sommer (Juli bis September)(Abb. 11a). Vor allem im Frühjahr und Herbst können durch einen Umbruch empfindliche Entwicklungsstadien der Schnellkäferlarven stark geschädigt werden.

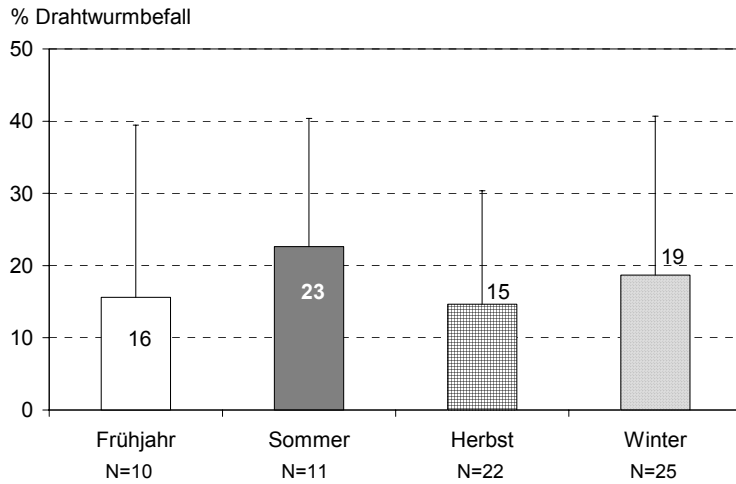


Abb. 11a: Drahtwurmbefall an Kartoffeln in Abhängigkeit vom Umbruchtermin des Kleeegrases in der Fruchtfolge (N=68)

Zum Teil wurden zusätzlich zu Klee gras auf 55% der bewirtschafteten Kartoffelflächen Leguminosen angebaut (Abb. 12).

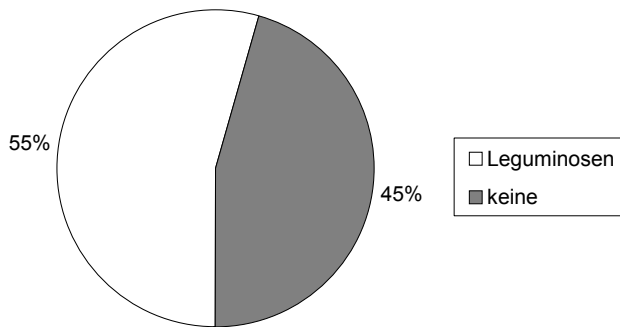


Abb. 12: Leguminosen zusätzlich zu Klee gras in der Fruchtfolge (allgemein)

Ackerbohnen, Erbsen, Lupinen und Rotklee wurden zu ähnlichen Anteilen angebaut (Abb. 12a).

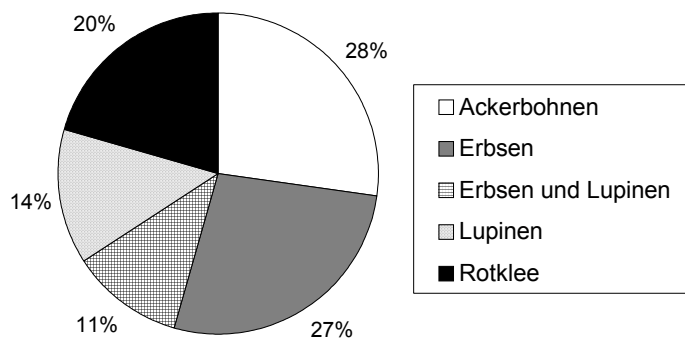


Abb. 12a: Leguminosen zusätzlich zu Klee gras in der Fruchtfolge (spezifiziert)

Kleegras in der Fruchtfolge führte zu den größten Drahtwurmschäden an Kartoffeln. Ein ähnlich hoher Befallswert wird durch den Anbau von Rotklee in der Fruchtfolge erreicht. Laut Literatur wird Klee sehr gerne von Drahtwürmern gefressen. Leguminosen wie Ackerbohnen, Erbsen und Lupinen in der Fruchtfolge führten zu den geringsten Drahtwurmschäden an Kartoffeln (Abb. 16b). Möglicherweise existieren in diesen Feldfrüchten Wurzelinhaltsstoffe, die eine fraßabschreckende oder gar abtötende Wirkung auf Drahtwürmer haben.

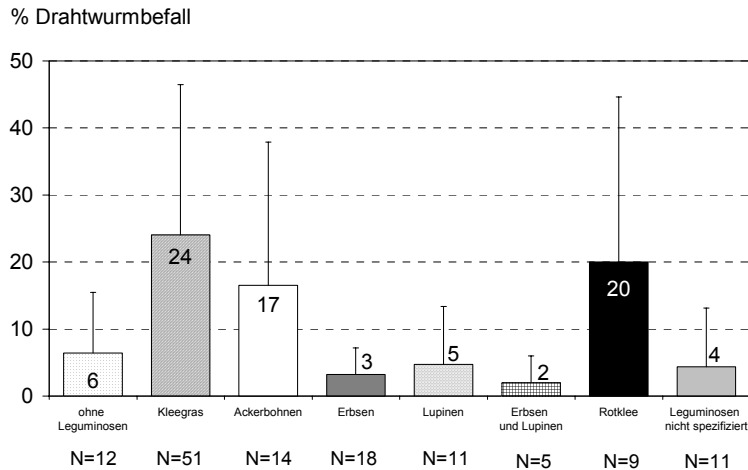


Abb. 12b: Drahtwurmbefall an Kartoffeln in Abhängigkeit von verschiedenen Leguminosen mit und ohne Kleegras in der Fruchtfolge (N=131)

Bei Erbsen, Lupinen und Rotklee ist der Drahtwurmbefall an Kartoffelknollen höher, wenn sie mit Kleegras gemeinsam in der Fruchtfolge angebaut werden. Bei Ackerbohnen verhielt es sich umgekehrt (Abb. 16c).

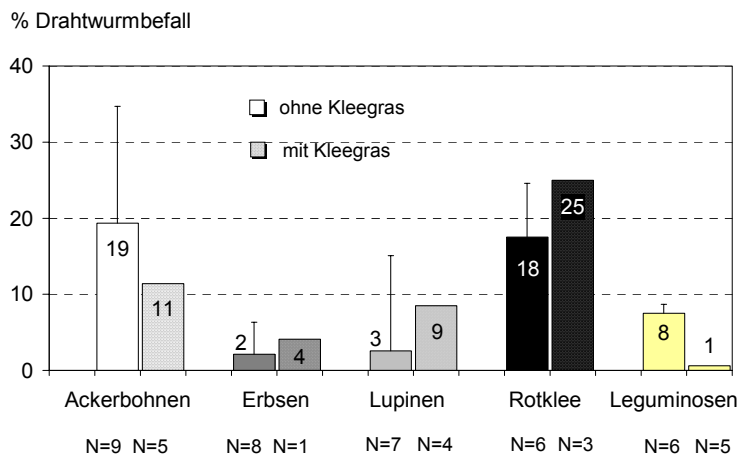


Abb. 12c: Drahtwurmbefall an Kartoffeln in Abhängigkeit von verschiedenen Leguminosen mit und ohne Kleegras in der Fruchtfolge (N=131)

Landwirte wurden befragt, welche Maßnahmen sie bisher ergriffen haben, um den Drahtwurmschaden an Kartoffeln zu minimieren. Nachfolgend sind diese aufgelistet.

Bodenbearbeitung

- Abbauförderung der Kleegrasnarbe durch flache Bodenbearbeitung mit Grubber oder Fräse vor dem eigentlichen Umbruch; dadurch wenig Fraßstellen nach Kleegras

- Bei Direktumbruch mit Pflug treten erhebliche Schäden nach Klee gras auf
- Frühjahrsfurche
- keine Minimalbearbeitung, sondern hohe Bodenbearbeitungsintensität (Pflügen, Grubbern)
- möglichst häufige Bodenbearbeitung: Pflügen und Schälen
- Walzen des Saatbettes

Fruchtfolge

- Kartoffeln soweit wie möglich weg vom Klee gras
- Kein mehrjähriges Klee gras in der Fruchtfolge
- Kein Anbau von Klee gras
- Fruchtfolge Klee gras – Getreide – Kartoffel bewirkt geringere Drahtwurmschäden, allerdings ist dann der Ertrag nicht so hoch.
- Kartoffel direkt nach der Brache anbauen, auf Untersaaten verzichten: Kartoffelertrag stieg und der Drahtwurmbefall wurde deutlich weniger
- Überwinternde Gründüngung mit Roggen, Wicken und Ölrettich
- Wenig Untersaaten
- Vorfrucht mit engem C/N-Verhältnis
- Kartoffeln werden nicht mehr direkt nach Grünlandumbruch angebaut, sondern 1 Jahr Gründüngung dazwischengeschaltet: dennoch kein Erfolg
- Kartoffeln sind in eine 8-gliedrige Fruchtfolge eingebaut

Düngung

- Intensive Durchmischung der Organischen Substanz vor dem Pflanzen
- Kein Mist zu Kartoffeln

Erntetermin

- Ernte sofort und zügig in der Abreife, da der Befall nach der Abreife deutlich beschleunigt ist
- Möglichst schnelle Ernte, schon im August. So lassen sich lange Nässeperioden im September vermeiden
- Frühe Ernte
- sehr frühe Ernte

Sortenunterschiede

- Sortenunterschiede beobachtet: mehligere Sorten werden bevorzugt

Bodenhilfsstoffe etc.

- Bisher (6 Jahre DW-Befall, Tendenz steigend) kein Erfolg mit Pflanzenstärkungsmitteln, Düngemitteln, Bodenbearbeitung, Fruchtfolge

- Weder Pflanzenstärkungsmittel, noch Düngemittel, noch Bodenbearbeitung noch Fruchtfolge führen zu einer erfolgreichen Drahtwurmregulierung

3.2.2 Auswertung der Praxiserhebungen

Kartoffelbonituren

Im September/Okttober 2002 und von September bis November 2003 wurden Kartoffeln von insgesamt 20 Praxisbetrieben auf Drahtwurmbefall und *Rhizoctonia*-Index bonitiert. Der *Rhizoctonia*-Index kann Werte zwischen 0 und 4 erreichen. Er verdeutlicht nur den Besatz der Kartoffelknolle mit *Rhizoctonia*-Pocken, berücksichtigt aber nicht das „dry-core-Symptom“.

In 2002 war die Drahtwurm- und *Rhizoctonia*-Bonitur nach Blickdiagnose schnell und sicher zu bewerkstelligen. In 2003 hingegen trat das „dry-core-Symptom“ von *Rhizoctonia solani* auf den meisten Kartoffeln sehr stark auf, so dass zur genauen Differenzierung zwischen den beiden Schadbildern „Drahtwurmfraß“ und „dry-core“ jede befallene Kartoffelknolle aufgeschnitten werden musste.

In Tab. 1 im Anhang sind die Drahtwurmbefallszahlen und der *Rhizoctonia*-Index dargestellt. Die Drahtwurmbefallszahlen liegen zwischen 0 und 81%. Auffällig ist, dass Kartoffeln, die nach 4-jährigem Klee gras oder Dauergrünland angebaut wurden, meist einen Drahtwurmbefall von weit über 20% aufweisen. Die wenigen Ausnahmen sind möglicherweise auf verfrühte Erntetermine zurückzuführen.

Bei Kartoffeln, die nach Ackerbohnen, Erbsen und Buschbohnen angebaut wurden, liegen die Befallszahlen zwischen 3 und 11%.

Der Drahtwurmbefall scheint eher standort- als sortenabhängig zu sein, da z.B. die recht häufig angebaute Sorte Granola, Befallswerte zwischen 0 und 79% aufweist.

In beiden Anbaujahren 2002 und 2003 gab es insgesamt große Schwankungen im Drahtwurmbefall, so dass es offensichtlich von den einzelnen Standorten abhängt, ob es sich um ein problematisches Drahtwurmjahr handelt oder nicht.

Der *Rhizoctonia*-Index lag in beiden Anbaujahren meist deutlich über dem Wert 2, was einem mittleren Pockenbesatz entspricht. In 2003 trat zusätzlich das dry-core-Symptom sehr stark auf. Dieses ist in dem Index jedoch nicht berücksichtigt. Bisweilen trat in 2003 der Drahtwurmfraß alleine auf, oft traten beide Schadbilder gleichzeitig auf. Es gab aber auch Kartoffelpartien, in denen nur das dry-core-Symptom vorkam. Dieses minderte zusätzlich zum Drahtwurmbefall die Kartoffelqualität und somit den vermarktungsfähigen Ertrag.

Drahtwurmspezies

Über den gesamten Projektzeitraum wurden Drahtwürmer verschiedener landwirtschaftlicher Nutzflächen aufgesammelt. Zu über 90% kam die pflanzenschädigende Art *Agriotes obscurus* auf ökologisch bewirtschafteten Kartoffelflächen in Deutschland vor.

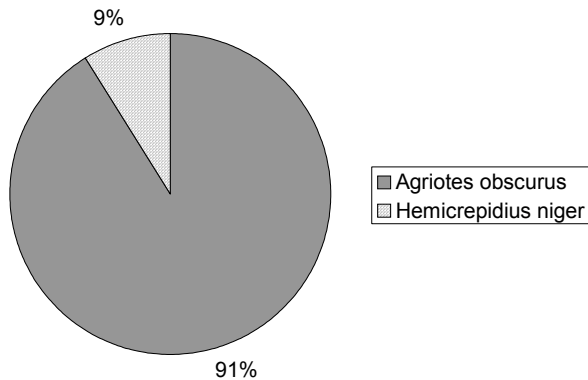


Abb. 17: Prozentualer Anteil pflanzenschädigender Drahtwurmarten auf ökologisch bewirtschafteten Flächen in Deutschland

Die nach KLAUSNITZER bestimmten Drahtwürmer waren in den Larvenstadien L5, L6 und L7 am häufigsten vertreten. Ab diesen Stadien, die etwa dem zweiten und dritten Lebensjahr der Drahtwürmer entsprechen, ist eine kulturschädigende Fraßwirkung deutlich spürbar.

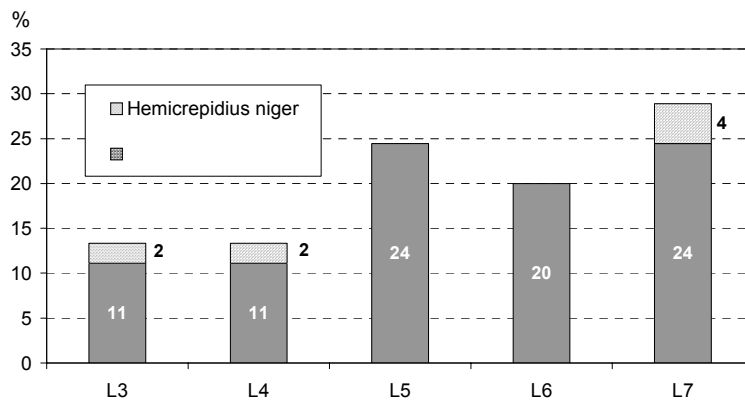


Abb. 17a: Artenspektrum und deren Larvenstadien auf ökologisch bewirtschafteten Flächen in Deutschland

3.3 Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse für den Ökologischen Landbau; Möglichkeiten der Umsetzung oder Anwendung der Ergebnisse, insbesondere Ableitung von Vorschlägen für Maßnahmen, die durch das BMVEL weiter verwendet werden können.

In der bundesweit angelegten Status-Quo-Analyse des Projektes konnte das hohe Gefährdungspotential durch Drahtwurmfraß beim Kartoffelanbau bestätigt, das einzelbetriebliche Risiko des Drahtwurmbefalls präzisiert, Ursachen analysiert und mögliche Maßnahmen und weiterer Forschungsbedarf erarbeitet werden. Die Ergebnisse wurden direkt in Praxis und Beratung hineingetragen, um eine schnelle praxisorientierte Umsetzung möglicher Maßnahmen zu gewährleisten. Verbreitet wurden die Ergebnisse auf wissenschaftlichen Fachtagungen, Seminaren für Landwirte und in wissenschaftlichen und Ökologischen Fachzeitschriften. Weitere Forschungs- und Untersuchungsarbeiten und eine intensivere Beratung sind wie folgt notwendig:

Forschungsbedarf

- Erarbeitung von Prognosemodellen
- Prüfung des Einsatzes von Pheromonfallen zur direkten Käferabwehr
- Monitoring des Drahtwurmbefalls durch Drahtwurmfallen
- Prüfung verschiedener Drahtwurmfallen
- Erarbeitung verbesserter Schadensschwellen
- Prüfung verschiedener Fruchtfolgen
- Prüfung von Feindpflanzen in der Fruchtfolge (z.B. Sudangras, Ringelblumen, Tagetes, Hanf)
- Prüfung von Feindpflanzen als Untersaat
- Prüfung der Wirkung von verschiedenen Körnerleguminosen in der Fruchtfolge
- Untersuchungen zum Einfluss von Bodenbearbeitung und Beregnung
- Anbaumanagement bei reduziertem Kleegrasanbau
- Ausdehnung der Untersuchungen auf andere betroffene Kulturen (z.B. Mais, Gemüsepflanzen)

Beratungsbedarf

- 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. Eine Erstellung von Anbaumanagementsystemen, die den einzelbetrieblichen Anforderungen v.a. in Futterbaubetrieben angepasst werden können, sind erforderlich. Demonstrationen, Feldbegehungen und Workshops mit Beratern, Praktikern und Wissenschaftlern sind Voraussetzung für einen stetigen Wissens- und Interessensausaustausch zur Verbesserung der Produktionstechnik und zur Verminderung der Drahtwurmbelastung im Kartoffelanbau.

3.4 Erfolgte oder geplante Veröffentlichungen

Der Wissenstransfer der in dem Forschungsvorhaben erarbeiteten Ergebnisse in die Praxis erfolgte durch:

Vortragsveranstaltungen

- 27. und 28. Juni 2002: „Treffen des VLK, Arbeitsgruppe Ökologischer Landbau“ in Bernburg, Sachsen-Anhalt; Thema: „BÖL-Projekt „Status-Quo-Analyse und Erarbeitung von Strategien zur Regulierung des Drahtwurmbefalls im Ökologischen Kartoffelanbau“, Veranstalter: Verband der Landwirtschaftskammern, Bonn
- 09. Januar 2003: „Arbeitstagung Kartoffelbau im Ökolandbau“ im Gartenbauzentrum Köln-Auweiler; Thema: „Regulierung des Drahtwurmbefalls“, Veranstalter: Landwirtschaftskammer Rheinland
- 05. Februar 2003: „Forum-Pflanzenschutz im Ökologischen Landbau“ im Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft, Bonn; Thema: „Status-Quo-Analyse und Erarbeitung von Strategien zur Regulierung des Drahtwurmbefalls im Ökologischen Kartoffelanbau“, Veranstalter: Projektgemeinschaft Forum Pflanzenschutz
- 21. Februar 2003: „Drahtwurmprobleme in Feldkulturen“ im Institut für Pflanzenschutz, der Universität für Bodenkultur Wien; Thema: Kurzbeitrag zum BÖL-Projekt „Status-Quo-Analyse und Erarbeitung von Strategien zur Regulierung des Drahtwurmbefalls im Ökologischen Kartoffelanbau“ und zu bisherigen Beobachtungen und Versuchen; Veranstalter: Institut für Pflanzenschutz, BoKu Wien
- 23. – 26. Februar 2003: „7. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau 2003 in Wien“; Thema: Entwicklung von Strategien zur Regulierung des Drahtwurmbefalls (*Agriotes* spp., L.) im Ökologischen Kartoffelanbau“, Veranstalter: Institut für Ökologischen Landbau der Universität für Bodenkultur Wien, Stiftung Ökologie & Landbau, Bad Dürkheim
- 27. Februar 2003: „Pflanzenschutz im Biokartoffelbau“ in der LFS Obersiebenbrunn; Thema: „Biologie und Ökologie der Drahtwürmer, Versuchsergebnisse zur Drahtwurmregulierung und erste Ergebnisse zu den Erhebungen im Rahmen des Drahtwurmprojektes in Deutschland“, Veranstalter: BIO ERNTE AUSTRIA
- 28. Februar 2003: „Bio-Kartoffel Fachtag“ in der LWK Oberösterreich in Linz; Thema: „Biologie und Ökologie der Drahtwürmer, Versuchsergebnisse zur Drahtwurmregulierung und erste Ergebnisse zu den Erhebungen im Rahmen des Drahtwurmprojektes in Deutschland“, Veranstalter: BIO ERNTE AUSTRIA
- 08. und 09. Oktober 2003: „Bundesprogramm Ökologischer Landbau – Fortsetzung laufender Projekte im Bereich Pflanzenschutz“ an der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Berlin; Thema: „Status-Quo-Analyse und Erarbeitung von Strategien zur Regulierung des Drahtwurmbefalls im Ökologischen Kartoffelanbau“, Veranstalter: Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung, Geschäftsstelle Bundesprogramm Ökologischer Landbau
- 02. bis 06. November 2003: „Tagung der Gemüsebauberater/innen 2003 in Grünberg“ in Grünberg/Hessen; Thema: „Vorstellung des BÖL-Drahtwurm

- projektes und der vorläufigen Ergebnisse“, Veranstalter: Beratung Ökologischer Gartenbau HDLGN Wetzlar und Bioland Landesverband Nordrhein-Westfalen
- 28. November 2003: „Kartoffelanbau im Ökologischen Landbau – Erfahrungen und Konsequenzen aus der Saison 2003 – im Landwirtschaftszentrum Haus Düsse; Thema: „Ergebnisse zum Drahtwurmbefall“, Veranstalter: Landwirtschaftskammer Rheinland und Westfalen-Lippe
- 19. bis 21. Januar 2003: Bio-Kartoffeln – Qualität!!! in der Landvolkshochschule Freckenhorst; Thema: „Der Drahtwurm hat sich durchgefressen und vermehrt!- Was können wir dagegen tun?“, Veranstalter: Naturland NRW
- März 2004: Informationsblatt über Drahtwürmer und Regulierungsmaßnahmen
- März 2004: Veröffentlichung im Internet www.oekolandbau.de, www.oekolandbau-nrw.de
- März 2004: Veröffentlichungen in verschiedenen Fachzeitschriften

4. Zusammenfassung

Berater, Praktiker und Vermarkter berichten von stark schwankenden Drahtwurmschäden an Kartoffeln. Kartoffelknollen, die über 5% durch Drahtwurmfraß geschädigt sind, werden vom Großmarkt nicht mehr abgenommen.

Um die Drahtwurmproblematik im Ökologischen Kartoffelanbau genauer zu bewerten, wurde von Juni 2002 bis Januar 2004 eine bundesweite Status-Quo-Analyse durchgeführt.

Eine umfangreiche Literaturrecherche, die Biologie und Ökologie der Schnellkäfer und ihrer Larven und mögliche Bekämpfungsmaßnahmen zum Inhalt hatte, wurde durchgeführt. Mittels eines Fragebogens wurden in einem zweiten Teil des Projektes betroffene Landwirte zu betriebs- und flächenrelevanten Daten befragt. Zusätzlich wurden auf 20 Praxisbetrieben in 2002 und 2003 Kartoffeln auf Drahtwurm- und *Rhizoctonia*befall bonitiert. Das durch *Rhizoctonia solani* ausgelöste dry-core-Symptom ist oft nicht leicht vom Drahtwurmfraß zu unterscheiden. Die auf Anbauflächen aufgesammelten Drahtwürmer wurden auf Art und Larvenstadium bestimmt.

Insgesamt wurden Daten von 46 Betrieben und 121 Flächen aus 9 Bundesländern ausgewertet. 86% der Betriebe werden seit mehr als 10 Jahren ökologisch bewirtschaftet. 51% der Landwirte gaben Drahtwurmschäden bis 5%, mehr als ein viertel größer 20% an.

Auf sandigen Lehmböden traten die höchsten Drahtwurmschäden mit durchschnittlich 17% auf. Kartoffelflächen, die beregnet wurden, wiesen im Vergleich zu nicht beregneten Flächen um 50% weniger Drahtwurmfraß an Kartoffeln auf.

Auf kleinen Flächen wurden die höchsten Drahtwurmschäden mit durchschnittlich 26% ermittelt. Ab einer Anbaufläche von 2 ha reduzierte sich der Drahtwurmbefall auf durchschnittlich 7%.

Kartoffelflächen, an die Grünland grenzte, wiesen mit durchschnittlich 26% die höchsten Drahtwurmbefallszahlen an Kartoffeln auf. Auf Kartoffelflächen, an die Äcker, Hecken und Wälder grenzten, traten um mindestens 11% geringere Drahtwurmschäden auf.

Der Viehbestand lag auf 61% der Betriebe zwischen 0,2 und 1 GV. 55% der bewirtschafteten Kartoffelflächen wurden organisch gedüngt. Unterschiede im Drahtwurmbefall an Kartoffeln zwischen gedüngten und ungedüngten Flächen traten nicht auf.

Auf stark verunkrauteten Flächen war der Drahtwurmschaden mit durchschnittlich 23% am höchsten.

Flächen ohne und mit einjährigem Klee gras wiesen die geringsten Drahtwurmschäden mit durchschnittlich 10 und 13% auf. Auf Flächen mit zwei- und dreijährigem Klee gras lagen die Drahtwurmschäden zwischen durchschnittlich 23 und 39%. Wurden Kartoffeln vier Jahre nach Klee gras angebaut, waren die Kartoffelknollen zu durchschnittlich 47% drahtwurmgeschädigt.

Als günstigste Umbruchtermine für Klee gras erwiesen sich die Zeiträume März/April und September/Okttober.

Wurden Erbsen und Lupinen in der Fruchtfolge angebaut, lagen die Drahtwurmschäden an Kartoffelknollen bei durchschnittlich 3 bzw. 5%.

Die Drahtwurmbefallswerte der bonitierten Kartoffelknollen lagen zwischen 0 und 81%. Nach 4-jährigem Klee gras oder Dauergrünland angebaute Kartoffeln wiesen einen Drahtwurmbefall von weit über 20% auf. In beiden Anbaujahren gab es große Schwankungen im Drahtwurmbefall.

Auf ökologisch bewirtschafteten Kartoffelflächen in Deutschland kam zu über 90% die pflanzenschädigende Art *Agriotes obscurus* vor, zu 9% *Hemicrepidius niger*.

Im Projekt wurden wichtige Strategien zur Verminderung der Schäden durch Drahtwurmfraß erarbeitet und weiterer Untersuchungs- und Beratungsbedarf formuliert. Im Vordergrund stehen hier Untersuchungen zur Verhinderung der Eiablage durch die Käfer und Maßnahmen im Fruchtfolgemanagement sowie von Seite des Wissenstransfers eine intensivere Aufklärung von Praxis und Beratung. Im Sinne einer langfristigen Qualitätssicherung im Ökologischen Kartoffelanbau sollten die genannten Maßnahmen weiter verfolgt werden.

5. Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Ziele; ggf. 41 mit Hinweisen auf weiterführende Fragestellungen

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

GEPLANT	ERREICHT
Bestandsanalyse	ja
* Literaturlauswertung	ja
* Umfrage bei allen Partnern	ja
* Entwicklung der Umfragebögen	ja
* Rücklauf und Auswertung der Fragebögen	ja
* Auswahl der Erhebungsbetriebe	ja
* Erörterung der Ergebnisse mit Partnern	ja
Vor-Ort-Erhebung auf 25 - 30 Betrieben	20 Betriebe
* Erhebung betriebsrelevanter Daten	ja
* Abgrenzung des Schadbildes	ja
* Quantifizierung der Schadenshöhe	ja
* Bestimmung der Drahtwurmspezies	ja
* Ermittlung der Auswirkungen auf die Vegetation	ja
* Mängelbonitur der Ernteware	ja
* Spezifizierung der Schadensursachen	ja
* Ermittlung der Schadenshöhe durch Ertragsbestimmung und Bonituren	ja
* Überprüfung der Tauglichkeit von Untersuchungsmethoden	ja
* Auswertung der erhobenen Daten	ja
Wissenstransfer	ja
* Vorträge, Veröffentlichungen, Info-Broschüre	ja

6. Literaturverzeichnis

- [1] JACOBS W., M. RENNER (1988): Biologie und Ökologie der Insekten. 2. Auflage, Gustav Fischer Verlag. 212 - 213
- [2] TRAUGOTT M. (2002): Drahtwürmer haben Kartoffeln zum Fressen gern. Ernte-Zeitschrift für Ökologie und Landwirtschaft, **06/02**, 24 – 25
- [3] FURLAN L. (1996): The biology of *Agriotes ustulatus* Schaller (Col., Elateridae). I. Adults and oviposition. Journal of Applied Entomology, **120**, 269 – 274
- [4] GRATWICK M. (1989): ed. Potato Pests. MAFF Reference Book **187**, HMSO, London
- [5] 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
- [6] ROBERTS A. W. R. (1919): On the life history of “wireworms” of the genus *Agriotes*, Esch., with some notes of that of *Athous haemorrhoidalis*, F. Part I. Annals of Applied Biology, **6**, 116 – 135
- [7] ROBERTS A. W. R. (1921): On the life history of “wireworms” of the genus *Agriotes*, Esch., with some notes of that of *Athous haemorrhoidalis*, F. Part II. Annals of Applied Biology, **8**, 193 – 215
- [8] ROBERTS A. W. R. (1922): On the life history of “wireworms” of the genus *Agriotes*, Esch., with some notes of that of *Athous haemorrhoidalis*, F. Part III. Annals of Applied Biology, **9**, 306 – 324
- [9] 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
- [10] 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
- [11] 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
- [12] MCCOLLOCH J. W., W. P. HAYES (1923): Soil temperature and its influence in white grub activities. Ecology, **4**, 29 – 36
- [13] CAMPBELL R. E. (1937): Temperature and moisture preferences of wireworms. Ecology, **18**, 479 – 489
- [14] 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
- [15] 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
- [16] SEAL D. R., R. MCSORLEY, R. B. CHALFANT (1992b): Seasonal abundance and spatial distribution of wireworms (Coleoptera: Elateridae) in Georgia sweet potato fields. Journal of Economic Entomology, **85**, 1802 – 1808

- [17] ANONYM (1948): Wireworms and Food Production. A Wireworm Survey of England and Wales (1939 – 1942). Bulletin No. **128**, Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, HMSO, London
- [18] FRENCH N., J. H. WHITE (1965): Observations on wireworm populations causing damage to ware potatoes. *Plant Pathology*, **14**, 1 – 3
- [19] APABLAZA J. U., A. J. KEASTER, R. H. WARD (1977): Orientation of corn-infesting species of wireworms towards baits in the laboratory. *Environmental Entomology*, **6**, 715 – 718
- [20] TOBA H. H., J. E. TURNER (1983): Evaluation of baiting techniques for sampling wireworms (Coleoptera: Elateridae) infesting wheat in Washington. *Journal of Economic Entomology*, **76**, 850 – 855
- [21] JANSSON R. K., S. H. LECRONE (1989): Evaluation of Food baits for preplant sampling of wireworms (Coleoptera: Elateridae) in potato fields in southern Florida. *Florida Entomologist*, **72**, 503 – 510
- [22] PARKER W. E. (1994): Evaluation of the use of food baits for detecting wireworms (*Agriotes* spp., Coleoptera: Elateridae) in fields intended for arable crop production. *Crop Protection*, **13**, 271 – 276
- [23] 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
- [24] SIMMONS C. L., L. P. PEDIGO, M. E. RICE (1998): Evaluation of seven sampling techniques for wireworms (Coleoptera: Elateridae). *Environmental Entomology*, **27**, 1062 – 1068
- [25] DOANE J. F., Y. W. LEE, J. KLINGLER, N. D. WESCOTT (1975): The orientation response of *Ctenicera destructor* and other wireworms (Coleoptera: Elateridae) to germinating grain and carbon dioxide. *Canadian Entomologist*, **107**, 1233 – 1252
- [26] DOANE J. F., J. KLINGLER (1978): Location of carbon dioxide receptive sensilla on larvae of the wireworms *Agriotes lineatus-obscurus* and *Limonius californicus*. *Annals of the Entomological Society of America*, **71**, 357 – 363
- [27] CHABERT A., Y. BLOT (1992): Estimation des populations larvaires de taupins par un piège attractif. *Phytoma*, **436**, 26 – 30
- [28] LEFKO S. A., L. P. PEDIGO, M. E. RICE, W. D. BACHELOR (1998b): Wireworm (Coleoptera: Elateridae) incidence and diversity in Iowa conservation reserve environments. *Environmental Entomology*, **27**, 312 – 317
- [29] 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
- [30] BROWN E. A., A. J. KEASTER (1986): Activity and dispersal of adult *Melanotus depressus* and *Melanotus verberans* (Coleoptera: Elateridae) in a Missouri cornfield. *Journal of the Kansas Entomological Society*, **59**, 127 – 132
- [31] YATSYNIN V. G., K. V. LEBEDEVA (1984): Identification of the multicomponent pheromones of the striped click beetle (*Agriotes lineatus* L.) and the western click beetle (*Agriotes ustulatus* S.). *Khemoretsepsiya Nasekomykh*, **8**, 52 – 57

- [32] BORG-KARLSON A. K., L. AGREN, H. DOBSON, G. BERGSTRØM (1988): Identification and electroantennographic activity of sex-specific geranyl esters in an abdominal gland of female *Agriotes obscurus* L. and *Agriotes lineatus* L. (Coleoptera: Elateridae). *Experientia*, **44**, 531 – 534
- [33] FURLAN L., M. TOTH, I. UJVARY, F. TOFFANIN (1996): The utilization of sex pheromones to improve wireworms (*Agriotes* spp.): first trials in Italy. *ATTI Giornate Fitopatologiche*, **1**, 133 – 140
- [34] TOTH M., L. FURLAN, V. G. YATSYNIN, I. SZARUKAN, I. UJVARY, T. TOLASCH, F. FRANCKE (1998): Development of Pheromone traps for European click beetle pests (Coleoptera: Elateridae). Abstract of the 2nd International Symposium on Insect Pheromones, WICC-International Agricultural Centre Wageningen, the Netherlands 53
- [35] KRIVOKHIZIN V. I. (1991): Determining numbers of larvae of *Agriotes sputator* from data of adult catches in pheromone traps. *Nauchno-Tekhnicheskii Byulleten, Raskhi, Sibirskoe Otdelenie*, **2**, 38 – 40
- [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
- [37] LEFKO S. A., L. P. PEDIGO, W. D. BACHELOR, M. E. RICE (1998a): Spatial modelling of preferred wireworm (Coleoptera: Elateridae) habitat. *Environmental Entomology*, **27**, 184 – 190
- [38] STRICKLAND A. H., H. M. BARDNER, R. A. WAINES (1962): Wireworm damage and insecticide treatment of the ware potato crop in England and Wales. *Plant Pathology*, **11**, 93 – 107
- [39] MILES H. W. (1942): Wireworms and Agriculture. *Journal of the Royal Agricultural Society of England*, **102**, 1 – 13
- [40] PARKER W. E., J. J. HOWARD (2000): Assessment of the relative susceptibility of potato cultivars to damage by wireworms (*Agriotes* spp.). Tests of Agrochemicals and Cultivars no. 11, *Annals of Applied Biology Suppl.* in press.
- [41] JONASSON T, K. OLSSON (1994): The influence of glycoalkaloids, chlorogenic acid and sugars on the susceptibility of potato tubers to wireworm damage. *Potato Research*, **37**, 205 - 216
- [42] OLSSON K., T. JONASSON (1995): Genotypic differences in susceptibility to wireworm attack in potato. Mechanisms and implications for plant breeding. *Plant Breeding*, **114**, 66 – 69
- [43] TOBA H. H., J. E. TURNER (1979): Chemical control of wireworms on potato. *Journal of Economic Entomology*, **72**, 636 – 641
- [44] FOX C. J. S. (1961): The distribution and abundance of wireworms in the Annapolis Valley of Nova Scotia. *Canadian Entomologist*, **93**, 276 – 179
- [45] SEAL D. R., R. B. CHALFANT, M. R. HALL (1992a): Effects of cultural practices and rational crops on abundance of wireworms (Coleoptera: Elateridae) affecting sweet potato in Georgia sweet potato fields. *Environmental Entomology*, **21**, 969 – 974

- [46] ALLSOP P. G., B. J. RADFORD (1987): Sowing technique for sorghum on soil infested with black field earwigs and sugarcane wireworms. Queensland Journal of Agricultural and Animal Sciences, **44**, 15 –19

- [47] GRIFFITHS D.C. (1974): Susceptibility of plants to attack by wireworms (*Agriotes* spp.). *Annals of Applied Biology*, **78**, 7 – 13
- [48] Robertson L. N. (1993): Population dynamics of false wireworms (*Gonoccephalum macleayi*, *Pterohelaeus alternatus*, *P. darlingensis*) and development of an integrated pest management program in central Queensland. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, **33**, 953 – 962
- [49] FOX C. J. S., C. R. MACLELLAN (1956): Some Carabidae and Staphylinidae shown to feed on a wireworm, *Agriotes sputator* L. by the precipitin test. *Canadian Entomologist*, **88**, 228 – 231
- [50] 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
- [51] KELLER S. (1994): The fungus *Zoopthora elateridiphaga* as an important mortality factor of the click beetle *Agriotes sputator*. *Journal of Invertebrate Pathology*, **63**, 90 – 91
- [52] SCHALK J. M., J. R. BOHAC, P. D. DUKES, W. R. MARTIN (1993): Potential of nonchemical control strategies for reduction of soil insect damage in sweet potato. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, **118**, 605 – 608
- [53] RADTKE W., W. RIECKMANN, F. BRENDLER (2000): *Kartoffeln: Krankheiten, Schädlinge, Unkräuter*. Verlag Th. Mann, Gelsenkirchen, 272 S.
- [54] PAFFRATH A. (2002): Drahtwurmbefall an Kartoffeln., *Bioland – Verbandszeitung*, **01/2002**, S.23
- [55] 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
- [56] RICHBURG I.-M. (1997): *Altes Gärtnerwissen wieder entdeckt – Naturgemäß und erfolgreich gärtnern mit dem Erfahrungsschatz vergangener Zeiten*. BLV, 175 S.
- [57] RILEY T. J., A. KEASTER (1984): Wireworm (Coleoptera: Elateridae) Larvae associated with Bovine Manure Pats in a Grazed Pasture. *Journal of the Kansas Entomological Society*, **57** (2), 357 – 359
- [58] 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
- [59] BOREK V., L. E. ELBERSON, J. P. MCCAFFREY, M. J. MORRA (1995): Toxicity of aliphatic and aromatic isothiocyanates to eggs of the black vine weevil (Coleoptera: Curculionidae). *J. Econ. Entomol.*, **88**, 1192 – 1196
- [60] CHEW F. S. (1988): Biological effects of glycosinolates, S. 155 – 180. In H. G. Cutler [Ed.] *Biologically active natural products: potential use in agriculture*. The American Chemical Society, Washington D. C., ACS Symposium, **380**. 483 S. [61] MCCAFFREY J. P., L. WILLIAMS III, V. BOREK, P. D. BROWN, M. J. MORRA (1995): Toxicity of ionic thiocyanate-amended soil to the wireworm

Limonium californicum (Coleoptera: Elateridae). J. Econ. Entomol., **88**: 793 –
797

- [62] Jansson R. K. & S. H. Lecrone (1991): Effects of Summer Cover Crop Management. on Wireworm (Coleoptera: Elateridae) Abundance and Damage to Potato. *J. Economic Entomol.*, **84**(2): 581-586
- [63] Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (1982): Richtlinien für die amtliche Prüfung von Pflanzenbehandlungsmitteln, Richtlinie für die Prüfung von Beizmitteln gegen Auflaufkrankheiten – insbesondere *Rhizoctonia solani* Kühn – an Kartoffeln
- [64] KLAUSNITZER B. (1994): Die Larven der Käfer Mitteleuropas, 2. Band Myxophaga/Polyphaga, Goecke & Evers, Krefeld
- [65] KLAUSNITZER B. (1997): Die Larven der Käfer Mitteleuropas, 4. Band Polyphaga, Goecke & Evers, Krefeld
- [66] 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**
- [67] EHLERS R.-U. (2003): Mündliche Mitteilung

<http://www.biozac.de/biozac/biogart/mischkultur.htm#Mischkultur-Tabelle>

<http://www.biozac.de/biozac/biogart/mulchen.htm>

<http://www.fauna-iberica.mncn.csic.es/htmlfauna/faunibe/zoolist/insecta/coleoptera/elateridae>

<http://www.fortunecity.de/naturpark/blumenwiese/62/schadlist.html>

<http://www.laters.com/insects/wireworm.htm>

<http://www.mv.com/ipusers/grnspt/pestother2.htm>

ADAMS M.: Outwitting wireworms in corn after grass. Leopold Center Editor.
<http://www.ag.iastate.edu/centers/leopold/newsletter/97-3leoletter/wireworm.html>

AGREN, L. (1986): Adult phenology of *Agriotes* (Coleoptera, Elateridae) on the Baltic Island of Ödland. *Entomologisk Tidskrift*, **107**, 47-50

ANONYM (1967): Wireworms. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, Advisory Leaflet, **199**

ANONYM (1999-2000): Appendix III Control of Wireworms, White Grubs, Cutworms and Slugs. Atlantic Provinces Vegetable Crops, Guide to Pest Management, Atlantic provinces agricultural Services Co-Ordinating Committee
<http://www.nsac.ns.ca/lib/apascc/acv/pests/99app03.htm>

BAKER C., B. M. RACHEL, A. WAINES (1957): Wireworm and slug damage to ware potatoes, 1954- 56. *Plant Pathology*, **6**, 115- 122

BATHON H. (1987): Dem Dickmaulrüssler keine Chance – Fadenwürmer zum Pflanzenschutz. *TASPO- Magazin*, **14**(10), 14-15

- BECHINSKI E. J., L. E. SANDVOL, G. P. CARPENTER, H. W. HOMAN (1994): Integrated pest management guide to wireworms in potatoes. Bulletin (University of Idaho, College of Agriculture USA)
- BEDDING R.A., R. J. AKHURST (1975): A simple technique for the detection of insect parasitic rhabditid nematodes in soil. *Nematologica*, **21**, 109-116
- BESSIN R., L. TOWNSEND: Wireworms. University of Kentucky Entomology <http://www.uky.edu/Agriculture/Entomology/entfacts/fldcrops/ef120.htm>
- BEVAN W. J., BRYDEN, J.W. (1956): The control of wireworm in potatoes by aldrin. *Plant Pathology*, **5**, 9-11
- BLACKLOCKS J.F. (1944): Larval growth- stages of *Agriotes sputator*. *Nature*, London, **154**, 641
- BLOT Y., E. BRUNEL (1995): consequences de trois types de traitement chimique, en plein, en localise et en traitement de semence, sur les taux de réduction des populations larvaires de taupins (*agriotes* spp.) en culture de maïs. Faculteit Landbouwkundige En Toegepaste Biologische Wetenschappen, 47th international symposium on crop protection, May, Part IV
- BLOT Y., E. BRUNEL, A. CHABERT (1997): Integrated control on wireworms (*Agriotes* Spp.) in corn crop, results of survey in Brittany. *Internationale Conference on Pest in Agriculture (Annals) Tome III, le Corum- Montpellier*
- BLUNCK H. (1951): Lebensweise und Bekämpfung der Drahtwürmer. *Biologische Bundesanstalt Braunschweig, Flugblatt C*, **6**, 6 S.
- BLUND, GUBFLEW (1936): Lebenswürmer und Bekämpfung der Drahtwürmer. *Biologische Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft*
- BÖHM O., T. SCHMIDT (1955): Die wichtigsten Schädlinge & Krankheiten im Gemüsebau & ihre Bekämpfung. *Wien. Bundesanstalt für Pflanzenschutz*
- BROWN S. L., W. HUDSON (1999): Insects important to agriculture in Georgia: Wireworms. <http://www.ga.ipm.org/top50/wireworms.html>
- BRYSON H. R. (1935): Observation on the seasonal activities of wireworms (*Elateridae*) *J. Kans. ent. Soc.*, **8**, 131-140
- 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
- BURRAGE R. H., P.O. VILBERT, M. N. MACLEOD (1963b): Note on a power operated soil sampler for field wireworm studies. *Can. Journal Plant Sci.*, **43**: 242-243
- CHABERT A., Y. BLOT (1997): Impact of maize soil insecticides on wireworms. *International Conference on pest in Agriculture (Annals), Torne III, le corum – Montpellier*, 1021- 1028
- CHERRY, R.H., D.G. HALL (1986): Flight activity of *Melanotus* (Coleoptera: Elateridae) in Florida sugar cane fields. *J.Econ. Entomol.*, **79**, 626-628
- COCKBILL G.F., V. E. HENDERSON, D. M. ROSS, J. H. STAPLEY (1945): Wireworm populations in relation to crop production. A large scale flotation method for extracting wireworms from soil samples and results from a survey of 600 fields. *Annals of applied Biology*, **32**, 136-148

- COMSTOCK, SLINGERLAND (1891): Wireworm. Results of efforts to discover a practicable method of preventing the ravages of these pests, and a study of the life history of several common species. Cornell Univ. agric. Exp. Stat. Bull., **33**, 193-272
- CURTO G., A. MARANI, C. SALOTTI, C. VITALI (1999): Indagine sugli elateridi in coltura di pomodoro da industria in Emilia- Romagna. Informatore Fitopatologico il Mensile del Medico Della Pianta, **3**, 59- 64
- DEMMLER D. (2001): Wenn Drahtwürmer zur Plage werden. top agrar, **5**, 68 – 69
- DEMMLER D. (2002): Fraßschäden nehmen zu, Bekämpfung des Drahtwurms ist langwierig. Kartoffelwirtschaft, **46**, S.7
- EIDT D.C., G.S. THURSTON (1995): Physical deterrents to infection by entomopathogenic nematodes in wireworms (Coleoptera: Elateridae) and other soil insects. Canadian Entomologist, **127**(1), 423- 429
- ELBERSON L.R., V. BOREK, J.P. McCAFFREY, M. J. MORRA (1996): Toxicity of rapeseed meal-amended soil to wireworms, *Limonium californicum* (Coleoptera: Elateridae). Journal of Agricultural Entomology, **13**(1), 323- 330
- ETTL J. (1999): Drahtwurmbekämpfung bei Aussaat. Allgäuer Bauernblatt **15**, 32 – 33
- EVANS A. C. (1943): Value of the pF scale of soil moisture for expressing the soil moisture relations of wireworms. Nature, London, **152**(3844), 21
- 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
- FLACHS (1928): Experimentell- biologische Studien an Drahtwürmern. Zeitschrift für angewandte Entom., **14**, Berlin, 514- 528
- FORD G. (1917): Observations on the larval and pupil stages of *Agriotes obscurus* L. Ann. Appl. Biol., **3**, 97- 115
- FRENCH N., J. H. WHITE (1965): Observations on wireworm populations causing damage to ware potatoes. Plant Pathology, **14**, 1 – 3
- FRANK, J.A., J.M. WILSON, R.E. WEBB (1975): The relationship between glycoalkaloids and diseases resistance in potatoes. Phytopathology, **65**, 1045- 1049
- FRYER, J. C. H. (1920): Report on the occurrence of insect and fungus pests on plants in England and Wales in the year 1918. Coleoptera, Wireworm S.8/9 Miscellaneous Publication, Board of Agriculture and Fisheries, London, **23**
- FURLAN L., M. TOTH (2002): Evaluation of the effectiveness of the new *Agriotes* sex pheromone traps in different European Countries. Institute of Agricultural Entomology, Padova University, via Romea 16, 35020 legnaro PD, Italy, Plant protection Institute, Hungarian Academy of Sciences, Budapest, Pf102, H-1525 Hungary, http://www.infoland.at/clients/iwgo/meet_20/meet_20a23.html
- GIBSON K.E. (1956): Cultural practices affecting wireworm injury to potatoes. Journal of Economic Entomology, **49**, 99-102
- GLOGOZA P. (2001): Wireworm management for North Dakota. <http://www.ext.nodak.edu/extpubs/plantsci/pests/e188-1.htm>

- GOMBOC, MILEVOJ (2001): New monitoring methods of click beetles and wireworms in field crops. 5th Slovenian conference on Plant protection, Plant Protection Society of Slovenia
- GREGORY P., S.L. SINDEN, S.F. OSMAN, W.M. TINGEY, D.A. CHESSIN (1981): Glycoalkaloids of some wild potato tuber- bearing *Solanum* species. *J. Agric. Chem.*, **29**, 1212- 1215
- HARRINGTON R, J. A. MANN, R.T. PLUMB, A.J. SMITH, M. S. TAYLOR, G. N. FOSTER, S. J HOLMES, A. J. MASTERMAN, S. J. TONES, J. D. KNIGHT, J. N. OAKLEY, I. BARKER, K. F. A. WALTERS (1994): Monitoring and forecasting for BYDV control – the way forward? *Aspects of Applied Biology, Sampling to make decisions*, **37**, 197-206
- HARRISON GD, B. K. MITCHELL (1988): Host- plant acceptance by geographic populations of the Colorado potato beetle *Leptinotarsa decemlineata*. *J. Chem. Ecol.*, **14**, 777- 788
- HERMANN O., A. WAUTERS, A. DEWAR (2001): Results of IIRB- Co- Operative Trials with insecticides in pelleted Seed. International Institute for Beet Research, 64th Congress, Bruges (B), 341- 346
- HORTON D. R., P. J. LANDOLT (2002): Orientation response of pacific coast wireworm (Coleoptera: Elateridae) to food baits in laboratory and effectiveness of baits in field. *The Canadian Entomologist*, **134**, 357- 367
- HORST A. (1922): Untersuchungen über *Agriotes obscurus* L. Ein Beitrag zur Kenntnisse der Biologie und Morphologie der Elateriden und ihrer Larven. *Archiv für Naturgeschichte*, **88**, 1-90
- HSIAO T.H., G. FRAENKEL (1968): The role of secondary plant substances in the food specification of the Colorado potato beetle. *Annals of the Entomological Society of America*, **61**, 485-493
- HUMMEL E., H. KLEEBERG (2001): Anwendungsmöglichkeit von Neem Azal® -T/S im Gemüsebau. In: S. Kühne, 2001: Pflanzenschutz im Ökologischen Landbau- Probleme und Lösungsansätze – Viertes Fachgespräch am 6. Juni 2000 in Darmstadt. „Azadirachtin und Pyrethrine“ . *Berichte aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft. Ribbesbüttel: Saphir- Verlag*, **76**, 36-39
- IOANNIDIS PM., E. J. GRAFIUS, J. M. WIERENGA, M. E. WHALON, R. M. HOLLINGWORTH (1992): Selection, inheritance and characterization of carbofuran resistance in the Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae). *Pestic Sci.*, **35**, 215-222
- IWANAGA S., F. KAWAMURA (2000): Trapping efficacy of funnel- vane and water pan traps baited with synthetic sex pheromone of the sugarcane wireworms, *Melanotus sakishimensis* Ohira and *M. okinawensis* Ohira (Coleoptera: Elateridae). *Applied Entomology and Zoology*, **35**, 283- 285
- JADHAV S. J, R. P. SHARMA, D. K. SALUNKHA (1981): Naturally occurring toxic alkloids in foods. *Crit. Rev. Toxicol*, **9**, 21- 104
- JANSSON R.K., S.H. LECRONE, C. F. DAIGLE, J. R. (1990): Wireworm control on potato 1980. *Insectic. Acaricide Tests*, **15**, 130

- 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**
- KEISER A., M. HAEBERLI, E. SCHNYDER, P. BERCHIER, F. HÄNI: Quality assurance in potato production. Swiss College of agriculture, 3052 Zollikofen- Switzerland
- KELLER S. (1991): Pilzkrankheiten bei Schädlingen und ihre Praktische Bedeutung. *Landwirtschaft Schweiz*, **4** (5), 219-230
- KELLER S., C. SCHWEIZER (2001). Ist das Drahtwurm- Problem ein Pilz- Problem? *Agrar Forschung, Bundesamt für Landwirtschaft*, **8**, 248- 251
- KISS J., C.R. EDWARDS, L.VASAS, F. MOLNAR, Ä. SZASZ (1998): Adaptation of the area wide pest management concept for control of western corn rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) in Hungary (1998-1999). http://www.infoland.at/clients/iwgo/sub_meet06/sub_meet_06a15.html
- KLEESPIES R., BATHON H., ZIMMERMANN G. (1989): Untersuchungen zum natürlichen Vorkommen von entomopathogenen Pilzen und Nematoden in verschiedenen Böden in der Umgebung von Darmstadt. *Gesunde Pflanze*, **41**(10), 350-355
- 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
- KOCH H. A. (1960): Untersuchungen über die Wirkungen von Insektiziden und von Pflanzenalkaloiden auf dem Darmtraktes des Kartoffelkäfers und seiner Larven. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, **3**, 103-113
- KOLBE W. (1999): *Kulturgeschichte der Kartoffel und ihrer Schaderreger*. Verlag Dr. W. A. Kolbe, Burscheid, 120 S.
- KOMÀROMI J., EDWARDS, C. RICHARD, J. KISS: Comparison of absolute and relative Sampling methods for WCR in Bacska Region. http://www.infoland.at/clients/iwgo/sub_meet_07/sub_meet_07a06.html
- KRANZ J. (1992): Schadschwellen- eine Aufgabe für die Forschung. *Gesunde Pflanzen*, **44**, 12
- KRIEG A., J.M. FRANZ (1998): *Integrierte Bekämpfung von Schaderregern. Lehrbuch der biologischen Schädlingsbekämpfung- Berlin, Hamburg; Paul Parey*
- KUMAR A., F. V. DUNKEL, M. J. BROUGHTON, S. SRIHARAN (2000): Effect of root extracts of Mexican marigold, *tagetes minuta* (Asterales: Asteraceae), on six nontarget aquatic macro invertebrates. *Environmental Entomology*, **29**(2), 140-149
- KWON M., Y.I. HAHM, K. Y. SHIN, Y. J. AHN (1999): Evaluation of various potato cultivars for resistance to wireworms (Coleoptera: Elateridae). *American Journal of Potato Research*, **76**(5), 317-319
- LAFRANCE J. (1964): An apparatus for separating grass and soil from turf for collecting wireworm larvae in organic soil. *Can. Journal Plant Science*, **44**, 212-213
- LAFRANCE J., J.J. CARTIER (1964): Distribution of wireworm population in unfrozen and frozen organic soils of south western Quebec. *Phytoprotection*, **45**, 83-87

- LANGENBUCH R. (1932): Beiträge zur Kenntnisse der Biologie von *A. lineatus* und *A. obscurus*. Zeitschrift für angewandte Entomologie, **19**, 278- 300
- LAUENSTEIN G. (1991): Schwellenwerte für tierische Schädlinge- wichtige Bausteine des Integrierten Pflanzenschutzes oder zuverlässiger Notbehelf?. Gesunde Pflanze, **10**
- LAUENSTEIN G., T. BLOCK, U. HEIMBACH, K.-A. LEIN, P. MATTHES, W. RIECKMANN, C. SCHMIDT, U. STECK (1999): EPPO – Richtlinie PP 1/46 (2) Drahtwurm, *Agriotes* spp. Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Braunschweig
- LEDERMÜLLER J. (2000): Versuchsstandorte LFS Edelhof. <http://www.lfs-edelhof.ac.at>
- LESS A. D. (1943a): On the behaviour of wireworms of the genus *Agriotes* Esch. I. Reaction to humidity. J. Exp. Biol., **20**, 43-53
- LESS A. D. (1943b): On the behaviour of wireworms of the genus *Agriotes* Esch. II. Reaction to humidity. J. Exp. Biol., **20**, 54-60
- LORENZ J. (1999) Ökofaunistische Untersuchungen zur Coleopterenfauna einer strukturreichen Agrarlandschaft (Insecta: Coleoptera). Fakultät für Forst-, Geo- und Hydrowissenschaften der Technischen Universität Dresden
- LÜSTNER G. (1904): Über den Drahtwurm. Mitteilungen über Weinbau und Kellerwirtschaft 1904, **16**, 133- 136
- MARGARIT GR., N. HONDRU, E. TROTUS, C. SIRITEANU (1998): Cercetari Asupra Structurii Si Abundentei Viermilor Sarma (Coleoptera: Elateridae) in Diferite Culturi Agricole Din Zona Secuieni- Neamt. Probleme De Protecta. Plantelor, Vol. XXVI, **1**, 33 – 37
- MASKELL F.E. (1959): Wireworm distribution in East Anglia. Plant Pathology, **8**, 1-7
- MICHALSKI B. (2001): Auswirkungen von niem –bzw. pyrethrinhaltigen Pflanzenschutzpräparaten auf den Naturhaushalt. In: S. Kühne. 2001: Pflanzenschutz im Ökologischen Landbau- Probleme und Lösungsansätze – Viertes Fachgespräch am 6. Juni 2000 in Darmstadt. „Azadirachtin und Pyrethrine“ . Berichte aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft. Ribbesbüttel: Saphir- Verlag, **76**, 54- 61
- MÜLLER E. W. : Gesunde Pflanzen – ein Ratgeber für den Pflanzenschutz im Garten. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin, 211 S.
- NASE K. B., W.A. RAWLINS (1941): Wireworm studies in several potato rotation systems. Journal of Economic Entomology, **2**, 287-290
- NEUWEILER E. (1926): Beobachtungen über die Drahtwürmer. Landwirtschaftliches Jahrbuch der Schweiz., **40**, 135-142
- NISHI K., M.R. GUMBMANN, A.C. KEYL (1971): Pharmacology of solanine. Toxicol Appl. Pharmacol, **19**, 81-92
- OSMAN G. Y. (1989): Zur Wirkung von *Diplogaster* sp. (Nematoden) als Räuber einiger Pflanzenparasitischer Nematoden. Anz. Schädlingskde., Pflanzenschutz, Umweltschutz, **62**, 11-14
- PAPE H. (1927): Die Krankheiten und Schädlinge der Gladiole. In Sandhack, Dahlien und Gladiolen. Berlin, 260- 61

- PARKER W.E. (1996): The development of baiting techniques to detect wireworms (*Agriotes* spp., Coleoptera: Elateridae) in the field, and the relationship between bait- trap catches and wireworm damage to potato. *Crop protection*, Volume 15, **6**, 521- 527
- PARKER W. E., T. COX, D. JAMES (1994): Evaluation of the use of baited traps to assess the risk of wireworm damage to potato. Brighton Crop Protection Conference- Pest and Diseases, **1**, 199-204
- POPE R. (1998): Pests of germinating corn and soybean 05/04/98.
<http://www.ipm.iastate.edu/ipm/icm/1998/5-4-1998/pestgerm.html>
- RAMBOUSEK F.(1923): Bericht der Abteilung für Rübenhygiene. Bericht der Versuchsstation für Zuckerindustrie für das Jahr 1922/23, Prag, S.7, Über die Felddrahtwürmer. I. Systematischer Teil. *Zeitschrift für die Zucker-Industrie der Csl. Republik* 1927/28, Bd.52, 393- 402, Über die Felddrahtwürmer. II. Biologischer Teil. *Zeitschrift für die Zuckerindustrie der Csl. Republik* 19/30., **54**, 197-201
- RAWLINS W.A. (1939): Planting Dates as Affecting Wireworm Injury to Potato Tubers. *Journal of Economic Entomology*, **32** (6), 761-763
- RICE M. (1993): Managing seed- attacking insects (30/04/93).
<http://www.ipm.iastate.edu/ipm/icm/1993/4-30-1993/seedatak.html>
- RICE M. (1994): Insects attacking corn seed (15/04/94).
<http://www.ipm.iastate.edu/ipm/icm/1994/4-15-1994/bugattak.html>
- RICE M. (1996a): Insect management in CRP (08/04/96).
<http://www.ipm.iastate.edu/ipm/icm/1996/4-8-1996/crpmanage.html>
- RICE M. (1996b): Con insects in the soil: wireworms and white grubs (4/14/1996).
<http://www.ipm.iastate.edu/ipm/icm/1996/4-14-1996/wormgrub.html>
- RICE M. (1999a): Defining wireworm risk with GIS (19/04/99).
<http://www.ipm.iastate.edu/ipm/icm/1999/4-19-1999/wwgis.html>
- RICE M. (1999b): Scouting calendar for corn insects (17/05/99).
<http://www.ipm.iastate.edu/ipm/icm/1999/5-17-1999/scoutcal.html>
- RICE M.: Wireworm baits and preplant corn decisions (12/04/99).
<http://www.ipm.iastate.edu/ipm/icm/1999/4-12-1999/wirewormbait.html>
- RICE M (2000a): Wireworms part1: Insecticides evaluated in Missouri (20/03/00).
<http://www.ipm.iastate.edu/ipm/icm/2000/3-20-2000/wwp1.html>
- Rice M. (2000b): Wireworms part2: Insecticides evaluated in Iowa (20/04/00).
<http://www.ipm.iastate.edu/ipm/icm/2000/4-10-2000/wireworms2.html>
- RICE M. (2001): Wireworm insecticide evaluation (16/04/01).
<http://www.ipm.iastate.edu/ipm/icm/2001/4-16-2001/wweval.html>
- RODDICK J.R, A.L. RIJNENBERG, S. F. OSMAN (1988): Synergistic interaction between potato glycoalkaloids α - solanine and α - chaconine in relation to destabilization of cell membranes: ecological implications. *J. Chem. Ecol*, **14**, 889-902
- RODRIGUEZ GARCIA, J. MANUEL (2001): Utilizacion de cebos trampa para determinacion del riesgo de danos por gusano de alambre (*Agriotes* sp) en cultivo de patata en La Rioja Alta. *Boletin De Sanidad Vegal.*, **27**

- ROSS D., STAPLEY J.H., COCKBILL G. F. (1948): Wireworm populations' inrelation to crop production V. Comparisons between failing and successful plots. *Annals of Applied Biology*, **35**, 193-206
- ROUDAUT ROBERT, YVES LE HINGRAT (2001): Les taupins de nouveau d`actualité. *La Pomme De terre*, **522**, 46- 48
- RUCH B, H. KLEEBERG (2001): Abschätzung des Rückstandsverhaltens von NeemAzal® - T/S aus Analysen der Leitsubstanz Azadirachtin. In: S. Kühne. 2001: Pflanzenschutz im Ökologischen Landbau – Probleme und Lösungsansätze – Viertes Fachgespräch am 6. Juni 2000 in Darmstadt „Azadirachtin und Pyrethrine“. *Berichte aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft. Ribbesbüttel: Saphir- Verlag*, **76**, 85- 88
- SALT G., HOLLICK, F.S.J. (1944): Studies of wireworm population. I A census of wireworm in pasture. *Ann. Applied Biol.*, **31**, 52-64
- SALT G., F.S.J.HOLLICK (1946): Studies of wireworm populations.II spatial distribution. *J. Exp. Biology*, 1-46
- SANFORD L.L, K.L DEAHL, S.L SINDEN , T.L. JR LADD (1990): Foliar solanidine glycoside levels in *Solanum tuberosum* populations selected for leafhopper resistance. *Am. Potato J.*, **67**, 461- 466
- SCHAETTE (2000): Biologische Pflanzenpflege für den Obst-, Wein-, Gemüse-, acker- und Zierpflanzenbau. Biologisch-pharmazeutische Präparate, Postfach 1354, 88332 Bad Waldsee
- SHELLER E.(2002): Eiweißstoffwechsel im Boden und Humusaufbau. *Lebendige Erde*, **3**, 40-43
- SCHICK, KLINOWSKI (1962): Die Kartoffel- Drahtwürmer. Berlin, 1335 – 1338
- SCHMID O., S. HENGGELER (1990): Biologischer Pflanzenschutz im Garten. 8. Auflage, Verlag Eugen Ulmer, 270 S.
- SCHMIDT W. (1950): Krankheiten und Schädlinge der Gemüsepflanzen. Verlag Hugo H. Hitschmann, Wien, 245 S.,
- SCHRAMEYER K., C. SCHULZ, C. P. W. ZEBITZ (2000): First Notice: NeemAzal- T/S offers good control of *Cavariella aegopodii* (Scopoli. 1763) on parsley. *Practice Oriented Results on use and production of Neem- Ingredients and Pheromones VI.*, 63-64
- SCHREIBER K. (1958): Über einige Inhaltsstoffe der Solanaceen und ihrer Bedeutung für die Kartoffelkäferresistenz. *Entomol.Exp. Appl.*, **1**, 28-37
- SCHULZ C., J. KIENZLE, P. HERMANN, C. P.W. ZEBITZ (1997): NeemAzal. T/S- Ein neues botanisches Insektizid für den Obstbau. *Gesunde Pflanze*, **49**(3), 95-99
- SEUFFERHELD C. (1904): Der Drahtwurm als Vernichter unserer Weinberge. *Mitteilungen über Weinbau und Kellerwirtschaft*, **16**, 97-100
- SHIRCK F.H. (1942): The flight of sugar- beet wireworm adults in south-western Idaho. *Jour. Econ. Ent.*, **35**(3), 423- 7
- SHIRCK F.H. (1945): Crop rotations cultural practices as related to wireworms control in Idah. *Econ. Entomol.*, **38**, 627-633

- SINDEN SL, L.L. SANFORD, W.W. CANTELO, K.L. DEAHL (1986): Leptine glycoalkaloids and resistance to the Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) in *Solanum chacoense*. *Environ. Entomol.*, **15**, 1057- 1062
- SIMMONS C., S. LEFKO, M. RICE (1997): Make wireworm decisions before planting. <http://www.ipm.iastate.edu/ipm/icm/1997/4-14-1997/wireworms.html> (14/04/97)
- SMITH, McCABBIN (1940): Potato rotation studies. *American Potato Journal*, **17**(9), 235-243
- SORENSEN, K. A. (1993): Wireworms on Sweetpotatoes. <http://www.ces.ncsu.edu/depts/ent/notes/Vegetables/veg24.html>
- STADLER C., H. SAUCKE (2002): Perspektiven von NeemAzal® -T/S in Gemüsekulturen im Vergleich zu biologischen Alternativprodukten. *SÖL Beraterrundbrief*, **2**, 25- 30
- STÜRCKOW B., I. LÖW (1961): Die Wirkung einiger Solanum- alkaloidglykoside auf den Kartoffelkäfer, *Leptinotarsa decemlineata* Say. *Entomol. Exp. Appl.*, **4**, 133-42
- SUBKLEW, W. (1934): I. Physiologisch- experimentelle Untersuchungen an einigen Elateriden. Die Bekämpfung der Elateriden, *Z. Morph. Ökol. Tiere*, **28**, 184-228
- SUBKLEW, W. (1935): *Agriotes lineatus* L. und *Agriotes obscurus* L. (Ein Beitrag zur ihrer Morphologie und Biologie). *Zeitschrift für angewandte Entomologie*, **21**, 96- 122
- THOMPSON P. G., J. C. SCHNEIDER, B GRAVES, R. CROFTON SLOAN JR. (1999): Insect resistance in sweetpotato plant introductions. *Hort Science*, **34**(4), 711-714
- TINGEY W.M. (1984): Glycoalkaloids as pest resistance factors. *American Potato Journal*, **61**, 157- 167
- TOBA H. H., A. RETAN (1981): Wireworm control in potatoes (*Limonius canus*). Extension bulletin, Washington State University, Cooperative Extension Service (USA), **0955**
- TOTH Z. (1984): Click beetles (Elateridae) in the soil of central Europe. Their distribution and description. Part 1 (Gen. *Agriotes*) *Act. Phytop. Acad. Science Hung.*, **19**, 13-29
- TRAUGOTT M.:(2001): Allerlei Wissenswertes über Drahtwürmer. *Fachzeitschrift für Obst- und Gartenbau, Gestaltung und Ortsbildpflege*, **11-12**, 156 - 158
- TRAUGOTT M., B. KROMP (2002): Wo Drahtwürmer ihre empfindlichen Stellen haben. *Top agrar*, **3**
- TROß R., B. RUCH, C. KLICHE- SPORY, H. KLEEBERG (2000): Abbauverhalten von Neem - Inhaltsstoffen in Pflanzen, Boden und Wasser. *Practice Oriented Results on Use and Production of Neem- Ingredients and Pheromones VI*, 109-112
- VERNON R. S., T. KABALUK, A. BEHRINGER (2000): Movements of *Agriotes obscurus* (Coleoptera: Elateridae) in Strawberry (Rosaceae) Plantings with wheat (Graminae) as a Trap Crop. *The Canadian Entomologist*, **132**, 231-241
- VOIGT J., R. NOSKE (1964): Zur Frage des Chlorogensäuregehaltes roher und gedämpfter Kartoffeln. *Die Nahrung*, **8**, 19- 26

- VOIGT E., M. TÒTH (2002): Perimeter Trapping: A new means of mass trapping with sex attractant of anomala scarabs. *Acta Zoologica academiae Scientiarum Hungaricae*, **48**, 297-303
- WARD R. H., A. J. KEASTER (1977): Wireworm baiting: use of solar energy to enhance early detection of *Melanotus depressus*. M. Verberans and *Aeolus mellillus* in Midwest cornfields. *J. Econ. Entom.*, **70**, 403-403
- WIELAND (1929): Der Drahtwurm und seine Bekämpfung. *Die kranke Pflanze*, **6**, 127-128
- WIERENGA, HOLLINGWORTH (1992): Inhibition of insect acetyl cholinesterase by the potato glycoalkaloid α - chaconine. *Natural Toxins*, **1**, 96-99
- YATES F., D.J. FINNEY (1942): Statistical problems in field sampling for wireworms. *Annals of Applied Biology*, **29**, 156-167
- ZACHARUK R. V. (1962): Distribution, habits and development of *Ctenicera destructor* (Brown) in west Canada, with notes on the related species *c. aeripennis* (Kby) *Can. Journal Zool.*, **49**, 539-552
- ZIMMERMANN G. (1993): The entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae* and its potential as a biocontrol agent. 37 ref. *Pesticide Science (UK)* v.,**37** (4), 375-379
- ZIMMERMANN G. (1992): *Metarhizium anisopliae*- ein entomopathogener Pilz. *Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer (Germany, F.R.)* v., **45**(1), 113-128

7. Anhang

Tab. 1: In der Saison 2002/2003 angebaute Kartoffelsorten, deren bonitierter Drahtwurmbefall und *Rhizoctonia*-Index

Kartoffelsorte	Drahtwurmbefall in %	<i>Rhizoctonia</i>-Index
Adretta	16	2,4
Agria	67	2,8
Agria	1	2,3
Agria	0	1,3
Agria	2	2,0
Charlotte	4	2,9
Ditta	16	2,5
Exempla	0	2,0
Granola1	14	2,4
Granola1	7	2,3
Granola1,2	8	2,3
Granola1,2	5	2,5
Granola1,2	3	2,6
Granola2	11	2,9
Granola2	9	3,1
Granola2	3	2,7
Granola	16	2,1
Granola	0	1,9
Granola	11	2,6
Granola	79	2,9
Granola	55	2,8
Linda	30	2,6
Linda	11	1,9
Linda	13	2,4
Linda	13	2,4
Milva	4	2,2
Nicola1	14	2,2
Nicola1	13	2,2
Nicola1	77	2,8
Nicola1	50	3
Nicola1	14	2,2
Nicola	2	1,9
Nicola	32	2,2
Nicola	38	2,3
Nicola	0	1,8

Kartoffelsorte	Drahtwurmbefall in %	<i>Rhizoctonia</i>-Index
Nicola	0	2,9
Nicola	32	2,5
Nicola	24	2,5
Nicola	28	2,5
Nicola	72	2,2
Nicola	69	2,7
Nicola	81	2,8
Nicola	67	2,7
Nicola	71	2,8
Nicola	63	2,6
Nicola	81	2,7
Nicola	75	2,6
Nicola	76	2,8
Nicola	68	2,4
Nicola	72	2,5
Nicola	80	2,6
Nicola	72	2,5
Nicola	68	2,8
Quarta	10	2,4
Quarta	5	2,7
Rosara	2	1,8
Rosara	32	2,3
Simone	24	2,1
Solara	6	1,6
Solist	12	1,9
Treff	19	2,6
Treff	11	2,4

Legende: leere Zelle = Anbaujahr 2003, ¹ = Anbaujahr 2002, ² = Ackerbohne, Erbse, Buschbohne als direkte Vorfrucht vor Kartoffel, grau unterlegt = Kartoffeln direkt nach 4-jährigem Klee gras bzw. Dauergrünland

Fragebogen zur Drahtwurmerfassung im ökologischen Kartoffelanbau



Herbst 2002

Hof:

Vor- und Zuname:

Straße, Hausnummer:

PLZ, Ort: Kreis:

Telefon: Fax:

e-mail:

Betriebsgröße in [ha]:

Niederschlag/Jahr in [mm]: Höhenlage:

1. Wann haben Sie auf ökologischen Landbau umgestellt?

Monat Jahr

2. Kartoffelanbau auf insgesamt ha

3. Angaben zu Ihren Kartoffelflächen:

	Fläche 1	Fläche 2	Fläche 3
Größe der Teilflächen [ha]
Bodenart
Bodenzahl
Humusgehalt

4. Neigt der Boden zu (bitte ankreuzen!)

	Fläche 1	Fläche 2	Fläche 3
Nässe?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Trockenheit?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5. Wie war der Witterungsverlauf im Anbaujahr (bitte ankreuzen!)?

	April / Mai	Juni / Juli	August
trocken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
mäßig	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
nass	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

6. Wurden die Kartoffeln beregnet (bitte ankreuzen!)?

	Fläche 1	Fläche 2	Fläche 3
Ja	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nein	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

7. Welche Pflegegeräte setzten Sie vor und während des Kartoffelanbaus ein (bitte ankreuzen!)?

	Fläche 1	Fläche 2	Fläche 3
Häufler	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fräse	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Striegel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sonstige?

8. Wie viele Pflegemaßnahmen führten Sie durchschnittliche durch?

9. Welches Umland grenzte an die Kartoffeläcker (bitte ankreuzen!)?

	Fläche 1	Fläche 2	Fläche 3
Hecken?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Grünland?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ackerland?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kultur?

10. Wie stark waren die Kartoffelflächen mit Wurzelbeikräutern (z. B. Ackerkratzdistel, Ampfer, Quecke) verunkrautet (bitte ankreuzen!)?

	Fläche 1	Fläche 2	Fläche 3
schwach	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
mittel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
stark	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wo (z. B. Rand)?
Womit?

11. Welche Fruchtfolge mit Unter- und Zwischensaat steht auf der Fläche?

Fläche 1

Fläche 2

Fläche 3

12. Wann wurde der Boden umgebrochen (Monat)?

	Fläche 1	Fläche 2	Fläche 3
Monat

13. Wann wurde die Zwischenfrucht bzw. das Klee gras umgebrochen (Monat, Jahr)?

	Fläche 1	Fläche 2	Fläche 3
Zwischenfrucht
Klee gras

14. Wurde das Klee grases genutzt als (bitte ankreuzen!)

	Fläche 1	Fläche 2	Fläche 3
Mulch?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Futter?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

15. Wurde der Boden organisch gedüngt (bitte ankreuzen!) mit

	Fläche 1	Fläche 2	Fläche 3
Mist?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gülle?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wann (Monat)?

16. Wie hoch ist Ihr Viehbesatz? GV/ha

17. Welche Tierarten halten Sie?

.....

18. Welche Kartoffelsorten wurden angebaut?

	Fläche 1	Fläche 2	Fläche 3
Sorte

19. Wurden die Kartoffeln vorgekeimt (bitte ankreuzen!)?

	Fläche 1	Fläche 2	Fläche 3
Ja	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nein	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gepflanzt
Geerntet
Kartoffelertrag

20. Seit wann haben Sie erkennbare Probleme mit Drahtwürmern?

21. Welche Maßnahmen führten bei Ihnen zur erfolgreichen Drahtwurmregulierung (z.B. bestimmte Pflanzenstärkungsmittel, Düngemittel, Bodenbearbeitung, Fruchtfolge etc.)?

.....

22. Wie hoch war der Anteil mit Drahtwürmern befallener Knollen (in %)?

	Fläche 1	Fläche 2	Fläche 3
Befallene Knollen (%)

23. Wo trat der Drahtwurmschaden auf (bitte ankreuzen!)?

	Fläche 1	Fläche 2	Fläche 3
In bestimmten Bereichen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
flächig?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

