

# BÖL

Bundesprogramm  
Ökologischer  
Landbau

## Der Drahtwurm... ...ein Schädling auf dem Vormarsch Möglichkeiten der Regulierung





## Vorwort

Schäden an verschiedenen Feldkulturen, die durch Drahtwürmer verursacht werden, haben in den letzten Jahren sowohl im konventionellen als auch im ökologischen Anbau zugenommen. Die vorliegende Broschüre ist eine Zusammenfassung der wichtigsten Grundlagen, Untersuchungsergebnisse sowie erfolgreichen Maßnahmen und Ansätze, den Drahtwurmbefall dauerhaft zu reduzieren.

Im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau wurden seit 2002 drei Projekte durchgeführt, die zum Ziel hatten, Entscheidungshilfen und Empfehlungen zu einer erfolgreichen Drahtwurmregulierung für Praxis und Beratung zu liefern.

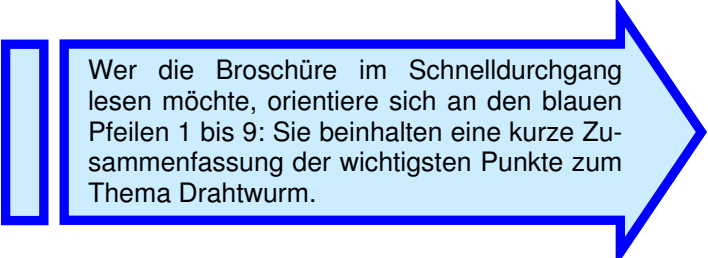
Es begann mit einer bundesweiten Statusquo-Analyse. Daraus wurden Versuchsfragen abgeleitet, die das Monitoring der Schnellkäfer und ihrer Larven sowie spezielle Feldversuche zur Folge hatten. Durchgeführt wurden die Projekte federführend von der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen. Wissenschaftler, Berater und Praktiker im In- und Ausland standen mit Rat und Tat zur Seite, um einer Lösung dieser schwierigen Aufgabe näher zu kommen.

Projektpartner waren das Julius Kühn-Institut (JKI), ehemals Biologische Bundesanstalt (BBA), das von Thünen-Institut (vTI), ehemals Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) und das Institut für Organischen Landbau (IOL) der Universität Bonn. Des Weiteren waren Beraterinnen und Berater verschiedener Institutionen wie des Landesbetriebs Landwirtschaft Hessen (LLH), des Dienstleistungszentrums Ländlicher Raum in Rheinland-Pfalz (DLR) und des Kompetenzzentrums Ökolandbau Niedersachsen (KÖN) beteiligt.

Außerdem fließen in die Broschüre Ergebnisse aus dem Projekt „Leitbetriebe Ökologischer Landbau in Nordrhein-Westfalen“ ein, einer Kooperation zwischen der Landwirtschaftskammer NRW und dem Institut für Organischen Landbau der Universität Bonn (IOL).

## Inhalt

Biologie und Ökologie der Schnellkäfer und ihrer Larven („Drahtwürmer“)	3
Schnellkäferarten	4
Drahtwürmer im Boden: Monitoring der Larven	5
Entwicklungszyklus eines Schnellkäfers	6
Biologische Kenndaten im Jahresverlauf	6
Drahtwurmschäden an verschiedenen Kulturen	6
Möglichkeiten der Drahtwurm-Regulierung	6
Bodenbearbeitung	6
Bodenbearbeitung im Jahresverlauf	6
Fruchtfolge	6
Vorfrüchte	6
Vorfrucht und/oder Bodenbearbeitung?	6
Zwischenfrüchte und Untersaaten	6
Kleegras	6
Biofumigation	6
Beikrautbesatz	6
Erntetermin bei Kartoffeln	6
Pflanzenstärkungsmittel, Bodenhilfsstoffe & Dünger	6
Entomopathogene Pilze	6
Zusammenfassung der Regulierungsmöglichkeiten	6



Wer die Broschüre im Schnelldurchgang lesen möchte, orientiere sich an den blauen Pfeilen 1 bis 9: Sie beinhalten eine kurze Zusammenfassung der wichtigsten Punkte zum Thema Drahtwurm.

## Impressum

Auf Zuwendungsbasis

Herausgeber und Bezug  
Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen  
Referat Ökologischer Land- und Gartenbau  
Siebengebirgsstraße 200  
D-53229 Bonn

Konzeption und Text  
Ute Schepl, Andreas Paffrath

Graphiken und Bilder  
Ute Schepl

Gestaltung und Layout  
Ute Schepl

Druck  
print plaza AG, Düsseldorf

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

## Biologie und Ökologie der Schnellkäfer und ihrer Larven („Drahtwürmer“)

Der gesamte Lebenszyklus der beiden häufigen Schnellkäferarten „Humus-“ und „Saatschnellkäfer“, vom Ei über verschiedene Larvenstadien bis hin zum vollentwickelten Käfer dauert mindestens 3 Jahre und höchstens 5 Jahre.

### Paarung

Nach der Winterruhe im Boden erscheinen die ersten Käfermännchen Anfang bis Mitte April. 10 bis 14 Tage später verlassen auch die Weibchen ihr Winterquartier. Sie locken mittels artspezifischer Pheromone die Männchen an, um sich dann erfolgreich paaren zu können.



Paarung der Schnellkäfer

### Eiablage

Unmittelbar nach der Paarung erfolgt die Eiablage. Die Eier werden innerhalb der nächsten sechs bis acht Wochen einzeln oder in Gelegen von bis zu zehn Eiern dicht unter der Bodenoberfläche oder in kleine Bodenspalten abgelegt. Sie haben einen Durchmesser von nur 0,5 mm und sind durchscheinend weißlich gefärbt. Je nach Schnellkäferart kann ein Weibchen bis zu 160 Eier legen.

### Geeignete Eiablageflächen

Die besten Voraussetzungen für die Eiablage bieten dichte, feuchte und ungestörte Bestände. Diese sind meist auf Wiesen, Weiden und stillgelegten Flächen, aber auch auf Ackerflächen anzutreffen, die einen hohen Beikrautbesatz aufweisen - vor allem mit Dauerunkräutern.

### Flugverhalten

Die Weibchen können wie auch die Männchen fliegen, sind aber meist zu Fuß unterwegs. So erfolgt eine Neubesiedlung von Flächen nur langsam in einem engen Radius.

### Larven

Vier bis sechs Wochen nach der Eiablage schlüpfen die zunächst nur 1,5 mm langen und noch unpigmentierten Käferlarven. Sie sind dünn, lang gestreckt, hart gepanzert, teilweise behaart und färben sich nach und nach durchscheinend gelb bis hellbraun. Während ihrer zwischen drei und fünf Jahren andauernden Entwicklungszeit im Boden wachsen die Drahtwürmer auf eine Länge von 2,5 – 3 cm heran und durchlaufen mindestens 8, aber höchstens 14 Larvenstadien.

### Fraßaktivität

Während die Schnellkäfer keine Kulturschäden verursachen und sich an Blüten mit Nektar versorgen, fressen Drahtwürmer überwiegend an jungen Pflanzenwurzeln.



Fraßaktive Drahtwürmer

Drahtwürmer haben jährlich bis zu drei fraßaktive Phasen: Die erste dauert von Anfang April bis Mitte Mai, die zweite von Ende Juni bis Mitte Juli und die dritte von Mitte August bis Anfang Oktober. Sie können bei für sie ungünstigen Lebensbedingungen bis zu einem Jahr ohne Nahrung überstehen, ziehen sich dann aber in tiefere Bodenschichten, bis über einen Meter, zurück.

Werden Flächen im zeitigen Frühjahr für eine spätere Gemüsekultur intensiv bearbeitet und über Wochen unkrautfrei gehalten, können sich die fraßaktiven Phasen zeitlich verschieben.

### Verpuppung, Käferschlupf und Paarung

Zwischen Ende Juni und Anfang August verpuppen sich die Larven. Etwa drei bis vier Wochen später schlüpfen die Käfer. Sie überwintern im Boden in einer Tiefe von 20 bis 30 cm. Im darauffolgenden Frühjahr stehen wieder Paarung und Eiablage an. So schließt sich der Kreis.

Eine langsame, aber stete Besiedlung neuer Flächen durch Schnellkäfer hat zur Folge, dass mehrere Generationen von Käfern und Larven nebeneinander im Boden vorkommen. Dies führt wiederum dazu, dass auf solchen Flächen regelmäßig Kulturschäden durch Loch- und/oder Wurzelfraß erfolgen können. Es ist zu erwarten, dass die Schäden jährlich auftreten.



Puppen der Schnellkäfer

#### Fraßaktive Phasen der Drahtwürmer

M O N A T E											
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII

1.

Die Schnellkäfer-Weibchen legen ihre Eier von Mitte April bis Mitte Juni oberflächlich in den Boden ab. Sie bevorzugen hierbei dichte, feuchte und ungestörte Bestände. Der Zyklus kann durch Bodenbearbeitung erheblich gestört werden, da die Eier und die anfangs noch sehr unbeweglichen Junglarven stark austrocknungsgefährdet sind. Die fraßaktiven Phasen der Larven liegen zwischen Anfang April und Mitte Mai, zwischen Ende Juni und Mitte Juli und zwischen Mitte August und Anfang Oktober.

### Schnellkäferarten

Weltweit gibt es rund 150 verschiedene Schnellkäferarten, 15 davon gelten als kulturschädigend. In Deutschland kommen hauptsächlich folgende fünf Arten vor:

Gestreifter Saatschnellkäfer (*Agriotes lineatus*), Dunkler Humusschnellkäfer (*Agriotes obscurus*), *Agriotes sordidus*, *Agriotes sputator* und *Agriotes ustulatus*. Für die drei letztgenannten Schnellkäferarten existiert keine deutsche Bezeichnung.

Mit artspezifischen Pheromonen können die Käfermännchen abgefangen werden. Dieses Verfahren dient vor allem einem Monitoring, nicht aber einer Reduktion der Schnellkäferpopulation, da sich die Männchen bereits

erfolgreich gepaart haben können, bevor sie von der Pheromonfalle angelockt werden.

Monitoring ist eine systematische Beobachtung einer Fläche, die zum Ziel hat, Belastungssituationen zu erkennen und daraus Handlungsempfehlungen abzuleiten. Folgende Fragen können beantwortet werden:

- ➔ Wann erscheinen die ersten Schnellkäfermännchen? – Kurze Zeit später erscheinen auch die Weibchen und es erfolgt die Paarung.
- ➔ Wann ist die Hauptflugzeit der Schnellkäfer? – In der Hauptflugzeit erfolgt die Eiablage



Pheromonfalle



Schnellkäfermännchen aus der Pheromonfalle



## Drahtwürmer im Boden: Monitoring der Larven

Der Drahtwurmbesatz einer Anbaufläche lässt sich am besten im Frühjahr, ab Mitte März, bestimmen. Hierzu gibt es verschiedene Möglichkeiten:

- **Handgrabungen**

Mit einem Spaten wird zu Beginn der Vegetationszeit Boden ausgehoben. Als Maß dient das Spatenblatt (spatentief und spat breit). Die Grabungen sollten über die Fläche verteilt erfolgen, um eine repräsentative Stichprobe zu erhalten. Das Bodenmaterial wird in einer Schüssel oder einem Eimer aufgefangen und zwischen den Fingern fein zerkrümelt, um alle Drahtwürmer der Probe zu erfassen.

- **Köderfallen**

Die Drahtwürmer werden über Köder angelockt. Keimender Weizen oder Mais oder ein Gemisch aus beiden stellte sich als sehr



Köderfalle: perforierter Kunststoffbecher mit Weizenkeimlingen

geeignet heraus. Es können aber auch Kartoffelhälften verwendet werden.

### Wie funktioniert die Köderfalle?

Wächst die Keimwurzel, gibt sie CO<sub>2</sub> an ihre Umgebung ab und lockt damit Drahtwürmer an.

Der Köder kann entweder lose oder in ein Gefäß mit vielen kleinen Löchern - z. B. ein Lockenwickler- gefüllt werden. Die Körner sollten mindestens 6 Stunden in Wasser quellen, bevor sie im Boden in einer Tiefe von 20 cm

### Folgendes ist zu beachten

Die Köder sollten auf einer unbestellten Fläche ausgelegt werden, da Bewuchs Drahtwürmer vom Köder ablenken kann.

In der Literatur werden Schadschwellen von 6 Larven je qm in Kartoffeln und 2 Larven je qm in Mais angegeben. Unseren bisherigen Untersuchungen zufolge können diese Zahlen nicht bestätigt werden. Bei dem Schad-Organismus „Schnellkäfer“, der sich mehrjährig vom Ei über

vergraben werden. Der Köder wird mit Erde bedeckt und die Stelle zwecks Wiederfindung markiert.

Um eine lokale Temperaturerhöhung zu erzielen, kann der Boden lokal gewässert und mit einer dunklen Folie abgedeckt werden.

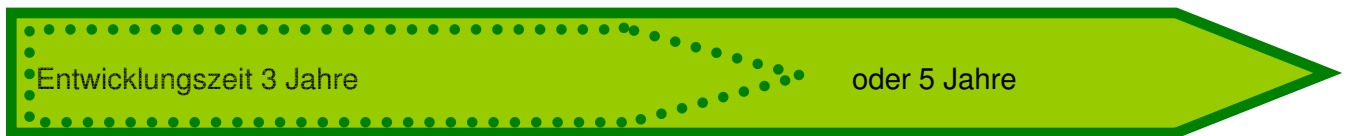
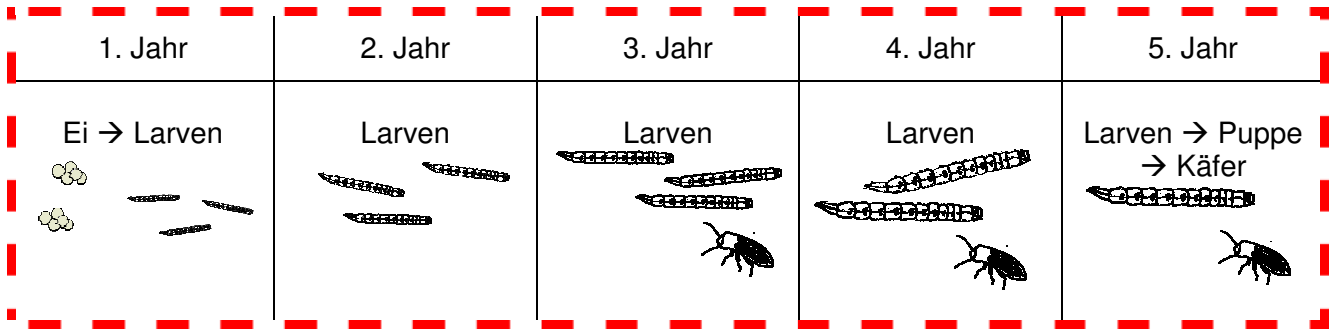
Nach 10 Tagen können die vergrabenen Köder auf Drahtwürmer kontrolliert werden.

verschiedene Larvenstadien bis hin zum Käfer entwickelt, kann eine einzige Zahl nichts über den zu erwartenden Kulturschaden aussagen. Meist treffen wir im Boden Larven verschiedener Generationen an. Die Wechselwirkungen zwischen Schädling und Umwelt sind vielschichtiger und größtenteils noch nicht erforscht und somit nicht erklärbar.

### Wesentlich und entscheidend ist...

- in welchem Entwicklungsjahr sich die Larven befinden,
- wie viele Generationen an Schnellkäferlarven im Boden nebeneinander leben,
- ob der Boden trocken, feucht oder nass ist,
- wann Trockenphasen auftraten?
- welche Kultur auf dem Feld steht und
- in welchem Wachstums- bzw. Entwicklungsstadium sich die Kultur befindet.

## Entwicklungszyklus eines Schnellkäfers



## Biologische Kenndaten im Jahresverlauf

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
			Käferflug Männchen								
			Eiablage								
			Larvenschlupf								
Nach frühestens drei bzw. spätestens 5 Jahren:											
					Puppenstadium						
					Käferschlupf						

2. Die Entwicklung vom Ei zum Käfer erfolgt frühestens nach 3, spätestens nach 5 Jahren. Die Larven sind meist erst ab Ende des zweiten Lebensjahres sehr gefräßig und schädigen dann verschiedene Feldkulturen stark. Auch die jüngsten Larven können, wenn sie zahlenmäßig stark auftreten, bereits größte Kulturschäden an Sämlingen und Jungpflanzen verursachen. Ausgeprägte Kulturschäden nehmen wir meist dann erst wahr, wenn mehrere Generationen von Larven im Boden nebeneinander leben.

## Drahtwurmschäden an verschiedenen Kulturen

Typische Fraßschäden der Schnellkäferlarven an verschiedenen Kulturen und mögliche Verwechslungen mit Symptomen anderer Verursacher:

### Kartoffeln

#### Drahtwurm



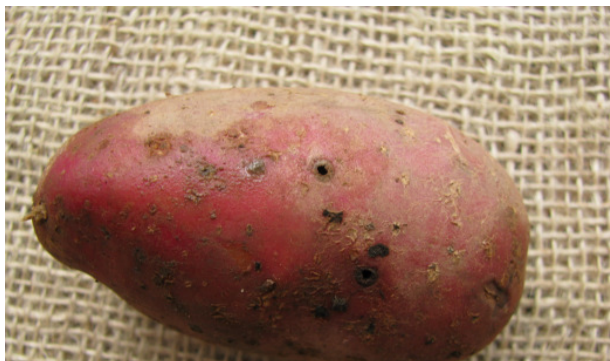
**Schale:**  
Klar abgegrenztes Loch im Durchmesser von ca. 2 mm, ähnelt einer Ausstanzung



**Knolle:**  
Fraßgänge führen durch das Knolleninnere; Gänge sind röhrenartig ausgehöhlt und teilweise verkorkt

#### Verwechslungen erfolgen oft mit:

#### Dry-core (*Rhizoctonia solani*)

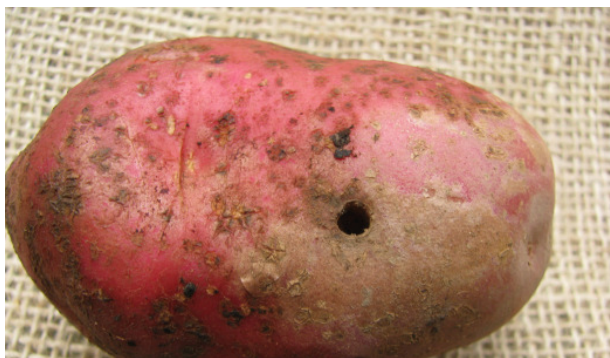


**Schale:**  
Leicht eingesunkene, rundliche, bräunliche Vertiefungen im Durchmesser von 3-6 mm; Schale steht als lappiges Häutchen am Lochrand über



**Knolle:**  
Abgestorbenes Gewebe ist verkorkt und reicht oft bis zur Leitbündelzone der Knolle, Form oft keil- oder kelchförmig, Hohlraum mit Pilzmyzel und Pilzsporen gefüllt

#### Schnecken



**Schale:**  
Klar abgegrenztes Loch  $\geq 2$  mm; oftmals nur oberflächliche Beschädigungen, die durch eine Raspel hervorgerufen sein könnten



**Knolle:**  
Große runde Aushöhlungen, meist sind Schleimspuren sichtbar



## Spargel



Der erste Bleichspargel Anfang April ist am stärksten fraßgefährdet. Er wächst noch langsam und verweilt daher länger im noch hohen Damm. Der Drahtwurm hat viel Zeit, an den einzelnen Stangen zu fressen.

## Salat



Blattsalate sind über ihre gesamte Wachstumszeit gegenüber Drahtwurmfraß hochempfindlich: Sobald die Pfahlwurzel geschädigt ist, welkt die Pflanze innerhalb von Stunden (Bild rechts). Vliese, die im Frühjahr zur Kulturbeschleunigung eingesetzt werden, sollten nicht zu lange auf der Kultur liegen, da die Drahtwürmer unter Vlies aufgrund der erhöhten Temperatur fraßaktiver sind als auf vliesfreien Flächen.

## Möhren



Fraßschäden an Möhren treten vor allem im jungen Pflanzenstadium Anfang Juli auf (Aussaat Mitte Juni). Drahtwürmer fressen bevorzugt an den Wurzeln der jungen Sämlinge, die sich davon nicht erholen und absterben (Bild rechts). Die Folge sind Fehlstellen im Bestand und eine erhöhte Verunkrautung.



## Porree/Lauch



Auch Saatlauch -Anfang Mai gesät- ist vor Drahtwürmern nicht sicher. Die Sämlinge erholen sich von einer Fraßattacke durch Drahtwürmer nicht mehr.

## Brokkoli



Anfang August gepflanzter Brokkoli wurde von Drahtwürmern so stark geschädigt, dass die Pflanzen abstarben und viele Fehlstellen entstanden.

3.

Drahtwürmer fressen an den Wurzeln von Sämlingen und Jungpflanzen vieler Feldgemüse- und Ackerbaukulturen. Die größte Gefahr droht zwischen Frühjahr und Sommer. Es entstehen Fehlstellen, auf denen im weiteren Vegetationsverlauf Unkräuter auflaufen.

Anders verhält es sich im Getreidebestand: Fehlstellen sind überwiegend im Frühjahr augenscheinlich, werden aber oft nicht mit Drahtwurmfraß in Verbindung gebracht. Im weiteren Entwicklungsverlauf bestockt sich das Getreide, wodurch oftmals die Fehlstellen kompensiert werden.

Bei Kartoffeln zeigt sich das Schadensausmaß erst bei der Ernte. Drahtwurmfraß kann hier einen Totalausfall zur Folge haben, da der Großhandel bereits Partien ab einem Befall von 5 % verweigert.

## Möglichkeiten der Drahtwurm-Regulierung

Verschiedene pflanzenbauliche Maßnahmen können zum erhofften Erfolg führen. Oftmals ist nicht die Einzelmaßnahme ausschlagge-

bend, sondern eine Kombination mehrerer Handlungsweisen.

### Bodenbearbeitung

Die Bodenbearbeitung bietet Möglichkeiten, die Käferweibchen an der Eiablage zu hindern und verschiedene Entwicklungsstadien der Schnellkäfer zu stören oder abzutöten.

Die Eier und die anfänglich noch sehr unbeweglichen Junglarven sind stark austrocknungsgefährdet, was man sich hier zu Nutze macht.

Wichtig ist dabei der Zeitpunkt: Nur wenn sich die Larven in den oberen 20 cm des Bodens aufhalten, können sie durch verschiedene Geräte beeinträchtigt werden. Dies können beispielsweise Pflug, Grubber, Scheibenegge, Hacke, Striegel, Mulcher oder Fräse sein.

Um sicher zu gehen, dass sich Drahtwürmer im Oberboden befinden, bietet es sich beispielsweise im Gemüsebau an, auf dem be-

treffenden Schlag streifenweise Getreide einzusäen. Über die wachsenden Pflanzenwurzeln wird das Gas Kohlendioxid ausgeschieden, das Drahtwürmer anlockt. Sobald das Getreide aufgelaufen ist, empfiehlt sich eine tägliche Kontrolle auf Drahtwürmer an etwa zehn verschiedenen Stellen des Ackers. Fressen Drahtwürmer an den Pflanzenwurzeln, muss der Boden an den Einsaatstreifen bearbeitet werden. Eine selbstgebaute Mulchfräse führte zu einem sehr guten Bekämpfungserfolg: Eingesätes Getreide und Drahtwürmer werden gleichermaßen gemulcht wie zerschreddert. Das Gerät zeichnet sich durch eine Bearbeitungstiefe von ca. 7 cm und durch eine hohe Schlagkraft von 3.000 U/min aus.



Weizeneinsaat zur Anlockung der Drahtwürmer vor Kulturbeginn...

...Ende Mai vor der Brokkoli- und Kohlrabi-Pflanzung



...Ende Juni im Möhrenbestand...



Scheibenegge



Striegel



Mulch-Fräse (Marke Eigenbau)



Resultat: mechanisch zerleinerte Drahtwürmer



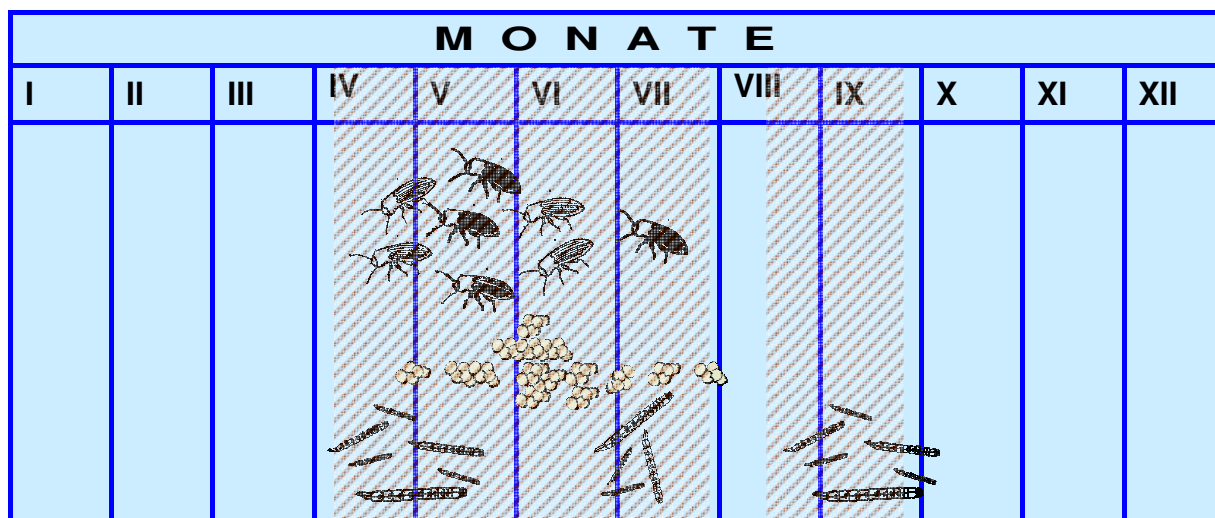


## Bodenbearbeitung im Jahresverlauf

In der nachfolgenden Darstellung sind zwei Zeiträume in der Entwicklung der Schnellkäfer und ihrer Larven gekennzeichnet, in denen mehrere Bodenbearbeitungsgänge sinnvoll und wirksam sind. Entweder sind Eier und Larven im Oberboden anzutreffen oder

Puppen und Käfer in der Nähe des Oberbodens.

Störungen dieser Stadien sind zwischen April und Juli und Mitte August bis Ende September ratsam und zweckmäßig (schraffierte Flächen)



## Fruchtfolge

Durch die Wahl der Kulturen und deren Stellung in der Fruchtfolge können die Vermehrung und die Entwicklung von Schnellkäfern gefördert oder gehemmt werden. Langjährige Fruchtfolgeversuche geben z. B. Aufschluss darüber, wie sich verschiedene Vorfrüchte auf den Drahtwurmfraß an Kartoffeln auswirken.

Im Jahr 1998 wurde Dauergrünland umgebrochen und ein Dauerversuch zum viehlosen Ackerbau mit zwei fünfgliedrigen Fruchtfolgen (FF) angelegt. U. a. wurden die Drahtwurmschäden an Kartoffeln ermittelt. Die fünf Fruchtfolgeglieder wurden in dieser Reihenfolge angebaut:

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

Ergebnisse des Fruchtfolgeversuches:

In FF2 fielen die Drahtwurmschäden vor allem in den ersten Jahren deutlich höher aus als in

FF1. Erst ab dem 6. Anbaujahr nahm der Drahtwurmfraß an Kartoffeln spürbar ab.

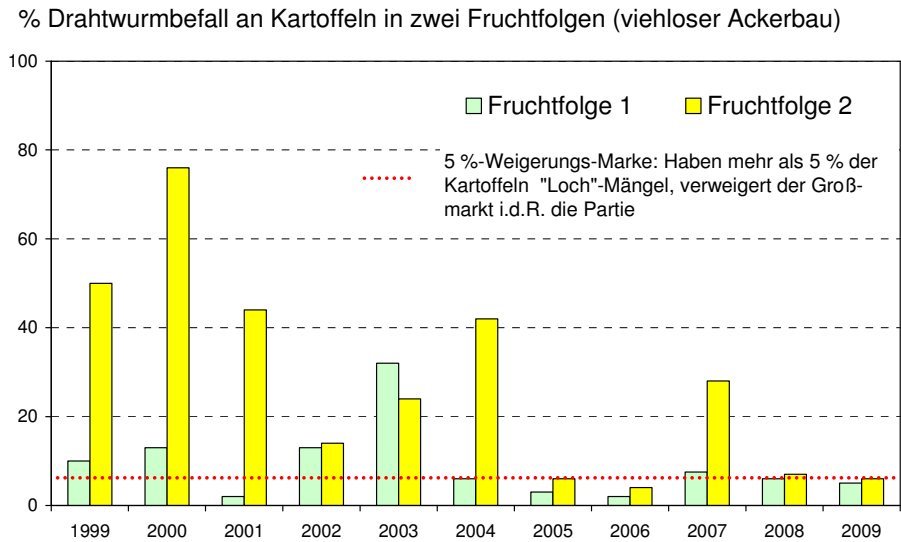
Vorteile der FF1 im Gegensatz zu FF2:

In den ersten sechs Jahren der Fruchtfolge

- ein höherer Anteil an Sommerkulturen

- mehr und intensivere Bodenbearbeitungsgänge im Frühjahr in der fraßaktiven Zeit der Drahtwürmer: z.B. Unkrautregulierung

- oder Grundbodenbearbeitung vor Gemüse
- Anbau verschiedener drahtwurmreduzierender Vorfrüchte vor Kartoffeln:
  - Ackerbohnen (Leguminosen)
  - Weißkohl (Kruziferen)

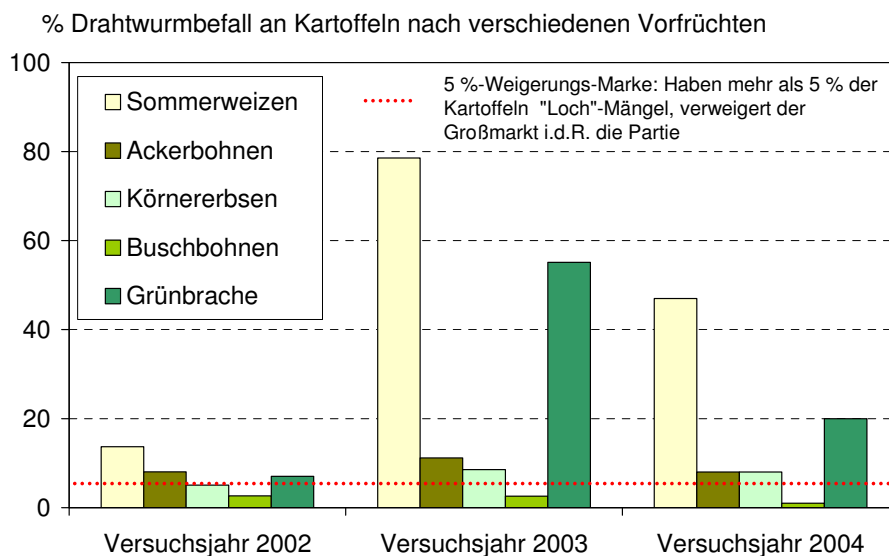


## Vorfrüchte

Verschiedenen Schmetterlings-, Korb- und Kreuzblütlern werden nachfolgende Eigenschaften zugeschrieben:

- Anlockend wirkt z. B. Getreide durch seine erhöhte Wurzelatmung.
- Abschreckend oder reduzierend wirkt z. B. Gelbsenf durch die toxischen Inhaltsstoffe seiner Wurzeln.

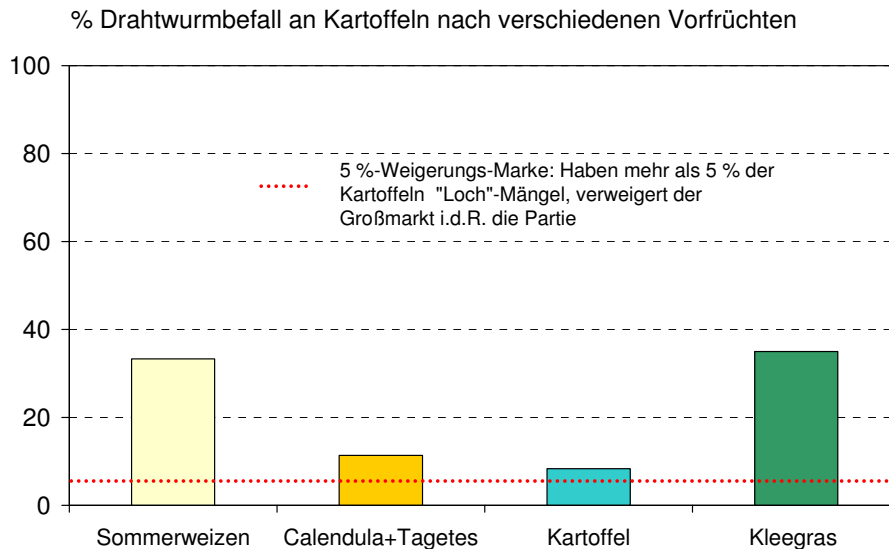
Als Vorfrüchte vor Kartoffeln eignen sich am besten Körnerleguminosen wie Ackerbohnen, Körnererbsen und Buschbohnen. Nach Sommerweizen oder Grünbrache angebaute Kartoffeln wiesen in zwei von drei Versuchsjahren sehr hohe Drahtwurmschäden auf.



Ist die Schnellkäferpopulation einer Fläche groß, lohnt es sich, Calendula (Ringelblume) als Reinsaat oder Calendula in Kombination mit Tagetes (Studentenblume) als Vorfrucht anzubauen. Auch ein zweijähriger Kartoffel-

anbau auf derselben Fläche zeigte im zweiten Anbaujahr einen reduzierten Drahtwurmfraß an Kartoffeln - von 51% auf 8%. Danach sollte auf dieser Fläche aber eine Kartoffelanbaupause von vier- bis fünf Jahren erfolgen.

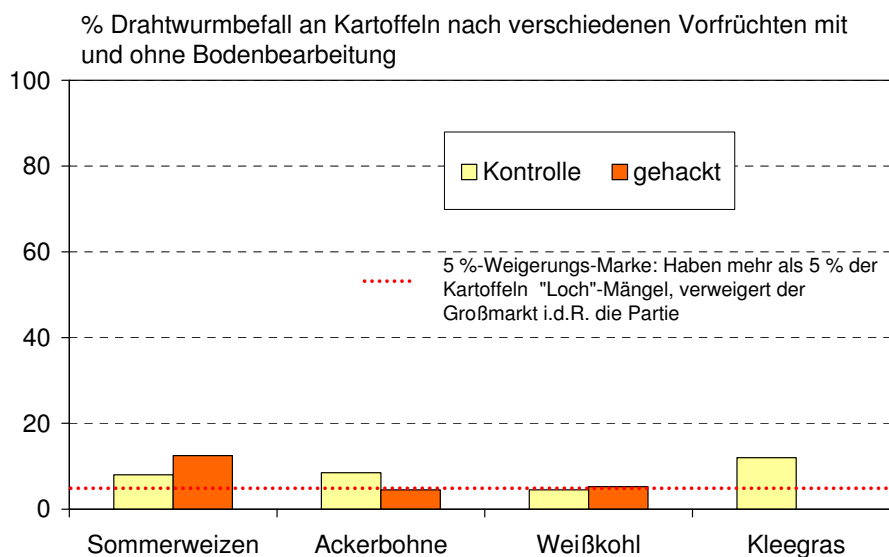




### Vorfrucht und/oder Bodenbearbeitung?

Es ist oft schwierig festzustellen, welche der Maßnahmen, ob Vorfrucht oder Bodenbearbeitung oder deren Kombination, Effekte auf die Schnellkäferlarven haben. Mit Weißkohl als Vorfrucht vor Kartoffeln waren die wenigsten Fraßschäden an Kartoffeln festzustellen, unabhängig davon, ob in der Vorfrucht der Boden bearbeitet wurde oder nicht.

Dies spricht für die Wirksamkeit der Vorkultur (Biofumigation). Standen Ackerbohnen vor Kartoffeln, war nur dann der Drahtwurmfraß an der Folgekultur reduziert, wenn auch die Vorfrucht häufig gehackt wurde. Wurde die Vorkultur wie im Falle des Klee grasses nur gemulcht, waren die Fraßschäden an Kartoffeln am größten.



### Zwischenfrüchte und Untersaaten

Die Drahtwurmmaktivität konnte weder durch den Anbau von Zwischenfrüchten, noch von Untersaaten beeinflusst werden. Angebaut wurden: Ackerbohnen, Buchweizen, Buchweizen + Seradella, Buschbohnen, Calendula (Ringelblume), Calendula + Tagetes (Studen-

tenblume), Futtermalven, Futtermalven + Alexandrinerklee, Gelbsenf, Hafer, Körnererbsen, Mais, Ölrettich, Perserklee, Phacelia, Phacelia + Perserklee, Seradella, Sonnenblumen, Sommerweizen, Tagetes, Weiße Lupinen.

4.

Über die Fruchtfolgegestaltung kann die Schnellkäferpopulation beeinflusst werden: Verschiedene Leguminosen wie Ackerbohnen, Buschbohnen und Körnererbsen, verbunden mit einer kulturbegleitenden Bodenbearbeitung, sind als Vorfrüchte sehr gut geeignet. Auch verschiedene Kreuzblütler, wie z. B. Weißkohl, haben negative Wirkungen auf Drahtwürmer. Der Anbau verschiedener Zwischenfrüchte und Untersaaten wirkt sich nicht auf Drahtwürmer und ihr Fressverhalten in der Folgekultur aus.

### Kleegras...

...ist für viehhaltende Betriebe eine wichtige Futtergrundlage. In der Fruchtfolge dient es dem Humusaufbau und der Stickstoffversorgung. Des Weiteren hilft es, Unkraut zu regulieren.

Steht Kleegras mehrjährig, ist die Gefahr groß, dass sich mehrere Generationen von Schnellkäfern im Boden anreichern und sich ihre

Fraßaktivitäten überlappen. Die Kulturschäden sind dann i. d. R. schwerwiegend und langandauernd. Daher eignet sich nur der Anbau von einjährigem Kleegras auf Flächen, die stark mit Drahtwürmern belastet sind. Überdies sollte auf solchen Flächen entweder der Anbau von mehrjährigem Kleegras oder der Kartoffelanbau überdacht werden.

5.

In den meisten Fällen sind die niedrigsten Fraßschäden an Kartoffeln zu erwarten, wenn sie in der Fruchtfolge direkt nach Kleegras stehen, das nicht länger als ein bis zwei Jahre angebaut wurde. Die Anbaupause von Kleegras sollte auf drahtwurmbelasteten Flächen 4-5 Jahre betragen.

### Biofumigation...

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

Werden die Pflanzenzellen z. B. durch Insektenfraß oder Häckseln zerstört, spaltet das im Zellplasma enthaltene Enzym Myrosinase Glu-

kosinolate in Zucker und Isothio- bzw. Thio-cyanat. Diese Substanzen sind gasförmig und für einige Bodenorganismen giftig.

Senf blüht etwa 70 Tage nach der Aussaat. Wird er dann klein gehäckselt und sofort in den Boden eingearbeitet, wird die gewünschte Wirkung binnen 48 Stunden erzielt. Der Boden sollte dann nicht zu trocken sein, damit die Umsetzungen rasch erfolgen können. Möglicherweise wird durch die Vorkultur Weißkohl eine ähnliche Wirkung erzielt.

6.

Bisher wurde Biofumigation erfolgreich gegen bodenbürtige Pilze wie z.B. *Rhizoctonia solani* oder verschiedene Nematodenarten (Wurzelgallennematoden) eingesetzt. Die Umsetzung von Glukosinolaten im Boden beeinflusst somit auch die Bodenfauna und möglicherweise ebenso die Larven der Schnellkäfer.

### Beikrautbesatz

Da Schnellkäferweibchen bevorzugt ihre Eier in dichte, feuchte und ungestörte Bestände ablegen, sollten Unkräuter und Ungräser, die

vor allem im Frühjahr stark bestandsbildend sind, vermehrt bearbeitet und so reduziert bzw. beseitigt werden.

### Erntetermin bei Kartoffeln

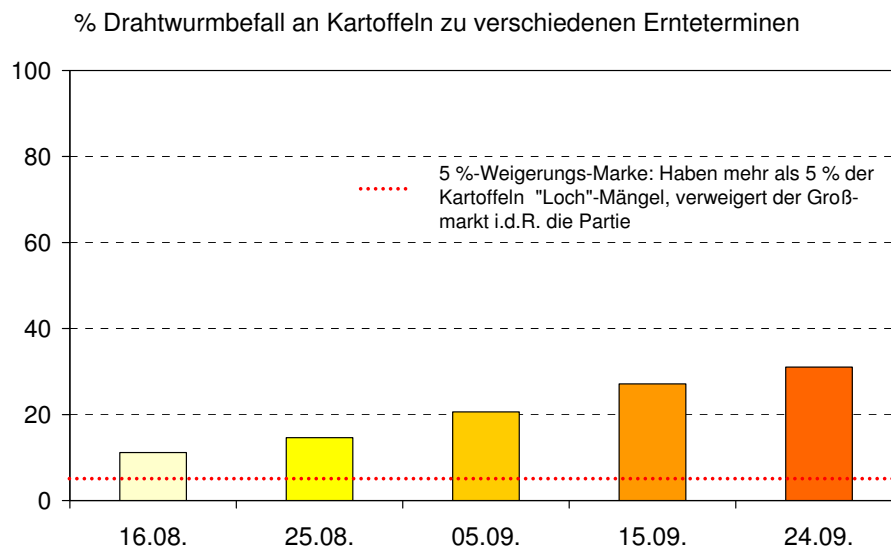
Langjährige Versuche zeigen: Je länger die schalenfesten Knollen im Boden liegen, desto größer ist ihr Drahtwurmfraßschaden. Daher

müssen Kartoffeln umgehend gerodet werden, sobald sie schalenfest sind. Der Erntetermin kann vorverlegt werden, indem die



Abreife des Kartoffelbestandes beschleunigt wird, sei es durch Vorkeimen, Krautabschlagen

oder durch Unterschneiden der Wurzeln im Boden.



7.

Auf Flächen mit einem großen Drahtwurmaufkommen eignet sich der Anbau sehr früher Sorten, die bei Schalenfestigkeit unverzüglich geerntet werden müssen.  
Früh abgereifte Kartoffeln, die festschalig im Boden verweilen, sind anfälliger für Drahtwurmfraß als Kartoffeln, die ihre Entwicklung und ihr Wachstum noch nicht vollständig abgeschlossen haben.

## Pflanzenstärkungsmittel, Bodenhilfsstoffe & Dünger

Folgende Betriebsmittel wurden von verschiedenen Versuchsanstellern auf ihre Wirkung gegen Drahtwürmer getestet. Die Präparate wurden einzeln, aber auch in Kombination miteinander eingesetzt:

- Pflanzenstärkungsmittel  
Promot, Humax, Proradix, Comcat, Kendal, Lebermooser, Bacillus subtilis, Chitoplant, Me-

gafol, Phytovit, Kanne Brottrunk, BIQ Wurmlösungskompost, Agrostimulin, Lignohumat

- Bodenhilfsstoffe  
Humorga, Humalga, Prohumus
- Organische Hof- und Handelsdünger  
Stallmist (Rind und Pferd), Grüngutkomposte, Haarmehlpellets, Bioilsa, Rhizinusschrot, Neem Cake

8.

Pflanzenstärkungsmittel und Bodenhilfsstoffe hatten keinen Einfluss auf den Drahtwurmbefall an Kartoffeln.  
Ebenso hatten Organische Hof- und Handelsdünger keinen Einfluss auf das Schadensausmaß durch Drahtwürmer. Stallmist sollte jedoch gut abgelagert sein, um *Rhizoctonia solani* (Dry Core, Sklerotien) einzudämmen. Mit Neem Cake gedüngte Kartoffeln waren weniger fraßgeschädigt als unbehandelte Kartoffeln. Das im Neem Cake enthaltene Insektizid Azadirachtin hemmt die Larvenentwicklung zahlreicher Insekten. Es liegt jedoch nicht in jeder Charge in konstant gleicher und wirksamer Konzentration vor.

## Entomopathogene Pilze

### *Metarhizium anisopliae*

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

### *Beauveria bassiana* - Naturalis® ...

...ist ein biologisches „Insektizid“ auf Basis der keimfähigen Sporen des Pilzes *Beauveria bassiana* (Stamm ATCC 74040). Der darin verwendete Stamm ist natürlich vorkommend und nicht genetisch modifiziert. 2008 durfte es für 120 Tage im Kartoffelanbau eingesetzt werden. Laut Hersteller ist die Wirkungsweise repellent, d.h. abschreckend. Diese Phase hält

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

zwischen 6 und 8 Wochen vor, danach ist die Wirkung verpufft. Wenn nur die Pflanzknollen behandelt werden dürfen, sind die Tochterknollen nicht vor Drahtwurmfraß geschützt. Dieses Ergebnis wurde in Versuchen der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen bestätigt.

9.

Bodenbürtige Pilze hatten in Kartoffeln keinen Einfluss auf Drahtwürmer, weder verpilzten sie Bodeninsekten (*Metarhizium anisopliae*) noch wirkten sie über die gesamte Vegetationszeit repellent, d. h. abschreckend auf Drahtwürmer (*Beauveria bassiana* - Naturalis®). Es ist jedoch anzunehmen, dass Naturalis® in Kulturen mit einer maximalen Vegetationszeit von 8 Wochen wirksam ist.

## Zusammenfassung der Regulierungsmöglichkeiten

### Pflanzenbauliche Maßnahmen

Über die Fruchtfolge lässt sich langfristig der Drahtwurmbesatz einer Fläche reduzieren. Geeignet sind Pflanzen aus der Familie der Leguminosen (Schmetterlingsblütler) wie z.B. Ackerbohnen, Körnererbsen und Buschbohnen, sowie Pflanzen aus der Familie der Kreuziferen (Kreuzblütler) wie z.B. Weißkohl, Ölrettich und verschiedene Senfarten. Mit

letzten genannten lässt sich die Biofumigation durchführen: Wichtig ist hierbei, die Pflanzen zur Blüte zu mulchen und umgehend in den Boden einzuarbeiten. Im Boden werden binnen weniger Tage insektizide Stoffe bei der Umsetzung der Glukosinolate (Senföle) freigesetzt.

### Bodenbearbeitung

Durch Bodenbearbeitung werden verschiedene Entwicklungsstadien der Schnellkäfer massiv gestört – wichtig ist hierbei der richtige Zeitpunkt: Empfindliche Stadien sind die Eiablage und die Eier, die zwischen Mai und Juni oberflächlich abgelegt werden und stark

austrocknungsgefährdet sind, die frisch geschlüpften Jung-Larven, die zwischen Mai und Juli noch sehr immobil sind und schließlich die Puppen, die zwischen Ende Juni und Mitte August regungslos im Boden auf ca. 20 cm Bodentiefe liegen.

### Kulturmaßnahmen

Eine zügige Ernte schalenfester Kartoffeln ist in jedem Fall anzuraten, denn mit zunehmender Verweildauer der schalenfesten

Knollen im Boden erhöht sich die Fraßschädigung von Tag zu Tag.

Nur jahrelanges, konsequentes Handeln in Fruchtfolgegestaltung, Bodenbearbeitung und Kulturmaßnahmen ist dauerhaft zielführend.