

---

## **Sektion 28**

### **Biologischer Pflanzenschutz IV**

---

#### **28-1 - Biologie und Phänologie eines Europäischen Eiparasitoiden der Marmorierten Baumwanze (*Halyomorpha halys*)**

*Biology and phenology of a European egg parasitoid of the brown marmorated stink bug (*Halyomorpha halys*)*

**Judith Stahl, Dirk Babendreier, Tim Haye**

CABI, j.stahl@cabi.org

Zur Bekämpfung der invasiven Marmorierten Baumwanze *Halyomorpha halys* werden vor allem Breitbandinsektizide angewendet, eine Alternative könnte die biologische Kontrolle mit Eiparasitoiden sein. In Europa ist *Anastatus bifasciatus* der häufigste Parasitoid von *H. halys*-Eiern und dementsprechend der vielversprechendste Kandidat. Da über diesen Parasitoiden wenig bekannt ist, wurden für die vorliegende Studie wichtige biologische Parameter wie Langlebigkeit und Fekundität untersucht, sowie die Phänologie und Eignung für die Massenproduktion in Labor- und Semifeldversuchen erforscht. Unter Feldbedingungen der Nordwest-Schweiz lebten *A. bifasciatus*-Weibchen, die mit Honigwasser und *H. halys*-Eiern ad libitum versorgt waren bis zu fünf Monate, im Labor im Durchschnitt  $68.54 \pm 27.10$  Tage. Innerhalb dieser Zeit legte jedes Weibchen durchschnittlich 41.4 Eier. Weibchen, die statt mit Honigwasser nur mit Wasser gefüttert wurden starben signifikant früher, durchschnittlich  $9.69 \pm 7.02$  Tage nach dem Schlupf. Unter Feldbedingungen parasitierte *A. bifasciatus* über einen Zeitraum von Juni bis Oktober, was exakt dem Eiablage-Zeitraum von *H. halys* entspricht. *H. halys*-Eier waren bis zum Schlupf der Nymphen für die Entwicklung der Eiparasitoide geeignet und selbst in Eiern, die für zwei Jahre bei  $-80$  °C gelagert waren konnte *A. bifasciatus* sich entwickeln. Demzufolge könnten Massenfreisetzungen von adulten *A. bifasciatus* in Kombination mit entsprechenden Nahrungsquellen zur effektiven *H. halys*-Bekämpfung über die gesamte Eiablage-Periode des Schädlings beitragen.

#### **28-2 - Physiko- und biochemische Vorgänge in Attract-and-Kill-Formulierungen zur biologischen Bekämpfung von Drahtwürmern**

*Physicochemical and chemical processes in attract-and-kill formulations for biological pest control of wireworms*

**Katharina Hermann, Pascal Humbert, Anant Patel**

Fachhochschule Bielefeld, Fachbereich Ingenieurwissenschaften und Mathematik, AG Fermentation und Formulierung von Zellen und Wirkstoffen

Drahtwurmschäden führen im konventionellen und biologischen Kartoffelanbau zu erheblichen Ertragsverlusten und machen aufgrund fehlender effektiver Kontrollmöglichkeiten alternative Bekämpfungsstrategien notwendig. Das BMEL-geförderte Verbundprojekt „ATTRACAP“ verfolgt die Entwicklung neuartiger Co-Formulierungen für den biologischen Pflanzenschutz, welche für die Bekämpfung von Drahtwürmern eingesetzt werden. Drahtwürmer nutzen wie viele andere bodenbürtige Schädlinglarven  $\text{CO}_2$ -Gradienten im Boden, um potentielle Wirtspflanzen zu lokalisieren. Die in diesem Projekt verwendete Attract-and-Kill-Strategie nutzt das

Wirtfindungsverhalten aus. So stellt die zu entwickelnde Co-Formulierung einen auf Alginat-Kapseln basierenden „Mikrofermenter“ dar, der neben einem Nährstoffdepot Hefezellen als natürliche CO<sub>2</sub>-Quelle sowie einen entomopathogenen Nutzpilz als „Kill“-Komponente enthält. Ziel des Teilprojektes ist es, die Wirksamkeit und Lagerfähigkeit der Co-Formulierung zu verbessern. Dazu wird zunächst der Einfluss des Inokulums sowie der Nährstoffkombination und -konzentration auf das Myzelwachstum und die Sporulation des entomopathogenen Nutzpilzes *Metarhizium brunneum* untersucht. Des Weiteren wird die synergistische Interaktion von Hefe und Pilz während der Co-Kultivierung in der Kapsel analysiert. Dazu werden u.a. mithilfe von Mikroelektroden die komplexen physiko- und biochemischen Vorgänge innerhalb der Kapsel beleuchtet und mögliche Limitierungen ermittelt. Sowohl Trocknungvorgänge als auch die nachfolgende Rehydrierung der Kapsel im Boden sind Gegenstand weiterer Versuche.

### **28-3 - Optimierung einer Attract & Kill-Strategie gegen Drahtwürmer im Kartoffelanbau**

*Optimization of an Attract & Kill strategy against wireworms in potato production*

**Sebastian Laurenz<sup>1</sup>, Anant Patel<sup>2</sup>, Wilhelm Beitzen-Heineke<sup>3</sup>, Stefan Vidal<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Georg-August-Universität Göttingen, Department für Nutzpflanzenwissenschaften, Abteilung Agrarentomologie

<sup>2</sup>Fachhochschule Bielefeld, Fachbereich Ingenieurwissenschaften und Mathematik, AG Fermentation und Formulierung von Zellen und Wirkstoffen

<sup>3</sup>BIOCARE Gesellschaft für Biologische Schutzmittel mbH

Der durch Drahtwürmer verursachte ökonomische Schaden an Kartoffeln ist in den vergangenen Jahrzehnten stetig angestiegen und nimmt zum Teil existenzbedrohende Ausmaße für den Landwirt an. Sowohl im ökologischen als auch im konventionellen Kartoffelanbau fehlt es an effektiven und zuverlässigen Bekämpfungsmöglichkeiten. Seit dem Jahr 2016 ist mit dem neu entwickelten Produkt ATTRACAP® ein vielversprechendes, nachhaltiges und praktikables Pflanzenschutzmittel gegen Drahtwürmer auf dem Markt (bislang allerdings nur mit Notfallzulassung; eine reguläre Zulassung wird aktuell vorbereitet). ATTRACAP® ist in Kapseln formuliert und basiert auf einer innovativen Attract & Kill-Strategie, bei der die Drahtwürmer durch CO<sub>2</sub> angelockt und durch den entomopathogenen Pilz *Metarhizium brunneum* (Stamm CB15) abgetötet werden (Brandl et al. 2016, Humbert et al. 2017, Przyklenk et al. 2017). Bisherige Ergebnisse aus Feldversuchen zeigen Wirkungsgrade bis über 60 %; allerdings wird die Wirkung von zahlreichen Faktoren (z. B. Artenzusammensetzung der Drahtwürmer, Bodenfeuchte) beeinflusst. Ein gleichnamiges Verbundprojekt wurde 2017 gestartet, um die ATTRACAP®-Strategie weiter zu optimieren. In diesem Teilprojekt werden Umwelteinflüsse (z. B. Bodenfeuchte/-temperatur), anbautechnische Maßnahmen (z. B. Aufwandmenge, Applikationszeitpunkt/-typ) und das Drahtwurmverhalten untersucht, um die Wirkung zu maximieren und gleichzeitig die Kosten zu minimieren.

Die Projektträgerschaft erfolgt über die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) im Rahmen des Programms zur Innovationsförderung.

#### Literatur

BRANDL, M. A., M. SCHUMANN, M. PRZYKLENK, A. PATEL, S. VIDAL, 2016: Wireworm damage reduction in potatoes with an attract-and-kill strategy using *Metarhizium brunneum*. *J. Pest Sci.* **90** (2), 479-493.

HUMBERT, P., M. PRZYKLENK, M. VEMMER, M. SCHUMANN, S. VIDAL, A. PATEL, 2017: Technical scale production of encapsulated *Saccharomyces cerevisiae* and *Metarhizium brunneum* attractive to wireworms. *Biocontrol Sci. Techn.* **27** (9), 1049-1070.

PRZYKLENK, M., M. VEMMER, M. HANITZSCH, A. PATEL, 2017: A bioencapsulation and drying method increases shelf life and efficacy of *Metarhizium brunneum* conidia. *J. Microencapsul.* **34** (5), 498-512.

## **28-4 - Entwicklung von Attract-and-Kill Formulierungen auf Basis von co-verkapselter Bäckerhefe und Neem-Extrakt**

*Development of attract-and-kill formulations based on co-encapsulated baker's yeast and neem extract*

**Pascal Humbert<sup>1</sup>, Mario Schumann<sup>2</sup>, Frauke Mävers<sup>2</sup>, Stefan Vidal<sup>2</sup>, Wilhelm Beitz-Heineke<sup>3</sup>, Anant Patel<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Fachhochschule Bielefeld, AG Fermentation und Formulierung von Zellen und Wirkstoffen, Interaktion 1, 33619 Bielefeld

<sup>2</sup>Georg-August-Universität Göttingen, Abteilung Agrarentomologie, Grisebachstr. 6, 37077 Göttingen

<sup>3</sup>Biocare GmbH, Wellenser Str. 57, 37586 Markoldendorf

Aufgrund von gesetzlichen Beschränkungen in der Nutzung verschiedener synthetischer Pestizide und einem gesteigerten Umweltbewusstsein der Bevölkerung rückten in der jüngeren Vergangenheit im ökologischen als auch im konventionellen Anbau alternative Strategien zur Schädlingsbekämpfung in den Fokus. Für bodenbürtige Herbivore wie z.B. Drahtwürmer, die CO<sub>2</sub>-Gradienten im Boden zur Lokalisierung von Wirtspflanzen nutzen, hat sich die künstliche Freisetzung von CO<sub>2</sub> als geeigneter Ansatz erwiesen. Eine Möglichkeit zur künstlichen CO<sub>2</sub>-Freisetzung im Boden ist durch die Applikation von verkapselter Bäckerhefe gegeben.

Mit dem Ziel Drahtwürmer auf biologische Weise zu bekämpfen, wurden die CO<sub>2</sub>-freisetzenden Kapseln nun erfolgreich mit einem insektiziden Neem-Extrakt kombiniert. Es konnte gezeigt werden, dass der verwendete pulverförmige Neem-Extrakt mit einer hohen Effizienz in Calcium-Alginat eingeschlossen werden kann. Weiterhin wurde deutlich, dass die CO<sub>2</sub>-Freisetzung aus der Kapsel trotz Zusatz einer hohen Konzentration an Neem-Extrakt unverändert hoch war. Es konnte gezeigt werden, dass verkapselter Neem-Extrakt das Wirtsfindungsverhalten von Drahtwürmern (*Agriotes sputator*) im Gegensatz zu Studien mit freiem Extrakt (Cherry and Nuessly, 2010) nicht beeinträchtigt. Der Zusatz von Neem-Extrakt erhöhte die Überlebensrate der co-verkapselten Bäckerhefe signifikant von ca. 2.5 % auf 56 % (Humbert et al., 2018). Der Attract-and-Kill Ansatz auf Basis von CO<sub>2</sub> als Lockstoff und Neem-Extrakt als Bioinsektizid hat ein großes Potential im biologischen Pflanzenschutz.

Literatur

Cherry R and Nuessly G, 2010: Repellency of the biopesticide, azadirachtin, to wireworms (Coleoptera: Elateridae). *Fla. Entomol.* **93**(1),52-55.

Humbert, P., Vemmer, M. & Patel, A.V., 2018: Increased neem extract content enhances drying survival of co-encapsulated *Saccharomyces cerevisiae* and decreases relative release of azadirachtin. *Biocontrol Sci. Technol.* **28**(2), 185-191.

## **28-5 - Drahtwurmbekämpfung mit Nematoden - ist sie artabhängig?**

*Wireworm control through nematodes- is it species specific?*

**Jörn Lehmus<sup>1</sup>, Hayder Abdelgader<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Julius Kühn-Institut, Institut für Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland

<sup>2</sup>Agricultural Research Corporation - Crop Protection Research Centre, Sudan

Dass Drahtwürmer von entomopathogenen Nematoden befallen werden können, ist bekannt. Verschiedene Studien prüften die Empfindlichkeit von einzelnen Arten gegen unterschiedliche Nematoden und stellten hier Anfälligkeiten fest (e.g. DANILOV 1974, ANSARI ET AL. 2009, MORTON & GARCIA DEL PINO 2017). Dabei spielt eventuell auch der Faktor der Artzugehörigkeit oder des Entwicklungsstadiums des Drahtwurms eine Rolle. In den hier

vorgestellten Versuchen wurden Drahtwürmer verschiedener Arten der Gattung *Agriotes* sowie Drahtwürmer anderer Gattungen auf ihre Empfindlichkeit gegenüber den Nematodenarten *Steinernema feltiae*, *Steinernema carpocapsae* und *Heterorhabditis bacteriophora* verglichen. Die Arten der Gattung *Agriotes* stammten aus einer etablierten Zucht (Methodik nach KÖLLIKER et al. 2009, verändert), so dass hier die Artzugehörigkeit gesichert ist. Dabei gab es zwischen den Arten deutliche Unterschiede. Zusätzlich wurde untersucht, ob der Zeitpunkt der Infektion kurz nach Häutung oder beim voll ausgehärteten Tier eine Rolle für eine Infektion spielt.

#### Literatur

- ANSARI, M.A., M. EVANS, T.M. BUTT, (2009): Identification of pathogenic strains of entomopathogenic nematodes and fungi for wireworm control. *Crop Protection* 28, 269–272
- DANILOV, L.G. (1974). Susceptibility of wireworms to the infestation by the nematode, *Neoalectana carpocapsae* Weiser, 1955, str. *agriotes*. *Bull All-Union Res Inst Plant Protection* 30, 54–57.
- MORTON, A., F. GARCIA-DEL-PINO (2017): Laboratory and field evaluation of entomopathogenic nematodes for control of *Agriotes obscurus*. *J. Appl. Entomol.* 141 241–246
- KÖLLIKER, U., W. JOSSI, S. KUSKE, 2009: Optimised protocol for wireworm rearing. In: *Insect pathogens and parasitic nematodes*. IOBC/wprs Bulletin 45, 457-460

## **28-6 - Interaktion zwischen der Drahtwurmart *Agriotes obscurus* und einer neuen *Metarhizium*-Formulierung (AgriMet)**

*Interaction between the wireworm species *Agriotes obscurus* and a new *Metarhizium* formulation*

**Maximilian Paluch, Jörn Lehmhus**

Julius Kühn-Institut, Institut für Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland

Einer der bedeutsamsten Schädlinge in der Kartoffel sind die bodenlebenden Drahtwurmart *Agriotes obscurus*, *Agriotes lineatus* und *Agriotes sputator* (Ritter & Richter 2013, Lehmhus 2017). Der Schaden der Schnellkäfer-Larven führt zu einem erheblichen Qualitätsverlust des Ernteguts und macht dieses unvermarktbar (Keiser 2012). Für die Bekämpfung der Drahtwürmer steht derzeit kein regulär zugelassenes Pflanzenschutzmittel zur Verfügung und Fruchtfolge oder Bodenbearbeitung können die Drahtwurmpopulation nur sehr langsam reduzieren (Schepl & Paffrath 2005).

Eine Alternative für die Bekämpfung der Drahtwürmer ist der Einsatz des entomopathogenen Pilzes *Metarhizium* spp., der in Laborversuchen eine gute Wirkung gegen *Agriotes* spp. aufweist (Eckhard 2014, Kleespies 2013). In den letzten Jahren wurde an einer geeigneten Formulierung gearbeitet, um *Metarhizium* für den Einsatz in der Kartoffel gegen Drahtwürmer verfügbar zu machen. Der Wirkungsgrad der bisher getesteten *Metarhizium*-Formulierungen ist jedoch häufig nicht hinreichend (Brandl 2017, Reddy 2014).

In dem Projekt „AgriMet“ wird eine neue *Metarhizium*-Formulierung entwickelt und in Labor- und Feldversuchen für die praktische Anwendung optimiert. Die Formulierung ist ein autoklaviertes Hirsekorn (nicht keimfähig), das mittels Wirbelschichttrocknung mit *Metarhizium* ummantelt wird. Das fertige Granulat ist staubfrei (Haubach-Test) und kann auf Grund der kleinen Partikelgröße problemlos direkt beim Legen der Kartoffeln mit ausgebracht werden. Dabei werden die beschichteten Hirsekörner mit praxisüblichen Streugeräten in die Furche gestreut, in der der Pilz unter geeigneten Bedingungen (Temperatur/Feuchtigkeit) auf der Hirse auswächst und über die Infektion der Larven zu einer Reduktion der Drahtwurmpopulation führt.

In einer Versuchsreihe sollte die Lockwirkung des Granulats auf Drahtwürmer untersucht werden, da eine aktive Bewegung des Drahtwurms zum Granulat und somit zu einem

*Metarhizium*-Hotspot die Wahrscheinlichkeit einer Infektion erhöht. Dazu wurde ein Fraßwahlversuch durchgeführt, der die Frage klären sollte, ob der Drahtwurm die Hirse als Futterquelle akzeptiert. In einem Choice-Test wurden einem Drahtwurm (*Agriotes obscurus*) Weizen und eine Hirse Variante (Hirse, autoklavierte Hirse, beschichtete Hirse, Pilz ausgewachsen auf Hirse) in einer Petrischale (Ø 15 cm) angeboten. Über einen Zeitraum von 48 h wurde der Aufenthaltsort des Drahtwurms bonitiert, um Präferenzen für eine Nahrungsquelle zu untersuchen. Außerdem wurde der Fraßschaden an der jeweiligen Futterquelle bestimmt und in Beziehung zum Gewicht des Drahtwurms vor und nach dem Versuch gesetzt. Die Drahtwürmer wurden nach dem Versuch isoliert und über 6 Wochen auf Anzeichen einer Mykose überprüft.

#### Literatur

- Brandl, M. A., Schumann, M., Przyklenk, M., Patel, A., & Vidal, S. (2017): Wireworm damage reduction in potatoes with an attract-and-kill strategy using *Metarhizium brunneum*. *Journal of pest science*, 90(2), 479-493.
- Eckard, S., Ansari, M. A., Bacher, S., Butt, T. M., Enkerli, J., & Grabenweger, G. (2014): Virulence of in vivo and in vitro produced conidia of *Metarhizium brunneum* strains for control of wireworms. *Crop protection*, 64, 137-142.
- Keiser, A., Häberli, M., & Stamp, P. (2012). Quality deficiencies on potato (*Solanum tuberosum* L.) tubers caused by *Rhizoctonia solani*, wireworms (*Agriotes* spp.) and slugs (*Deroceras reticulatum*, *Arion hortensis*) in different farming systems. *Field Crops Research*, 128, 147-155.
- Kleespies, R. G., Ritter, C., Zimmermann, G., Burghause, F., Feiertag, S., & Leclercq, A. (2013): A survey of microbial antagonists of *Agriotes* wireworms from Germany and Italy. *Journal of pest science*, 86(1), 99-106.
- Lehmhus, J. (2017): Drahtwurm-Artenspektrium: Unterscheidet sich die Kartoffel von anderen Kulturen? *Kartoffelbau*, 68, 28-31.
- Reddy, G. V., Tangtrakulwanich, K., Wu, S., Miller, J. H., Ophus, V. L., Prewett, J., & Jaronski, S. T. (2014): Evaluation of the effectiveness of entomopathogens for the management of wireworms (Coleoptera: Elateridae) on spring wheat. *Journal of invertebrate pathology*, 120, 43-49.
- Ritter, C., & Richter, E. (2013): Control methods and monitoring of *Agriotes* wireworms (Coleoptera: Elateridae). *Journal of Plant Diseases and Protection*, 120(1), 4-15
- Schepl, U., & Paffrath, A. (2005): Status-Quo-Analysis and development of strategies to regulate infestation of wireworms (*Agriotes* spp. L.) in organic potato farming. *IOBC/WPRS Bull*, 28, 105-108.

## **28-7 - Erarbeitung einer biologischen Bekämpfungsmethode gegen Kiefernspinner (*Dendrolimus pini* L.) bei hubschraubergestützter Applikation von Nematoden - NemKis**

*Development of Biological Control Measures against the Pine Lappet Moth (*Dendrolimus pini* L.) with Nematodes via Helicopter based Application.*

### **Ines Graw**

Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt (NW-FVA), Abteilung Waldschutz, Sachgebiet Käfer und Mittelpfandung, Grätzelstraße 2, 37079 Göttingen

Das FuE-Vorhaben NemKis (FKZ: 2816HS022), gefördert vom BMEL, verfolgt die experimentelle Erarbeitung, praxisorientierte Erprobung und Einführung eines biologischen Pflanzenschutzverfahrens zur Bekämpfung des Kiefernspinners durch Nematoden der Art *Steinernema feltiae*.

Der Kiefernspinner tritt in Kiefernwäldern v. a. in Mitteleuropa auf und neigt besonders auf trockenen Standorten des kontinentalen Klimas zu Massenvermehrungen. Das Befallsrisiko wird nach heutigem Wissensstand vor dem Hintergrund des Klimawandels zukünftig steigen. Aufgrund der rückläufigen Anzahl an Zulassungen von chemischen Pflanzenschutzmitteln und zunehmenden Restriktionen werden große Erwartungen in risikoarme biologische Bekämpfungsverfahren gesetzt, um bei Massenvermehrungen des Kiefernspinners auch zukünftig steuernd eingreifen zu können.

In Laborversuchen konnte eine letale Wirkung von *Steinernema feltiae* auf Raupen des Kiefernspinners nachgewiesen werden. Für eine erfolgreiche hubschraubergestützte

Applikation der Nematoden im Kronenraum der Kiefern werden in Vorversuchen verschiedene Zusatzstoffe zur verbesserten Benetzung im Labor und Freiland getestet. Zusätzlich wird die Dosis-Wirkungs-Beziehung für verschiedene Larvenstadien (L2/L3 sowie L5/L7), sowie die erforderliche Nematodenanzahl in Bezug zur Tropfengröße bearbeitet. Verschiedene Formulierungen und Applikationstechniken werden im Semi-Freiland sowie im Freiland getestet und weiter verbessert, um ein praxistaugliches Verfahren während der Projektlaufzeit (März 2020) auszuarbeiten. Erste Ergebnisse werden im Rahmen des Vortrags vorgestellt.

### **28-8 - Optisch modifizierte Mulchfolien zur Reduktion des Zufluges geflügelter Insekten im Freilandanbau in den Modellkulturen *Brassica oleracea* und *Lactuca sativa***

*Optically modified mulch films to reduce the influx of winged insects in outdoor cultivation in the model cultures Brassica oleracea and Lactuca sativa*

**Jan-Uwe Niemann**

Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover, Institut für Gartenbauliche Produktionssysteme, Abteilung Phytomedizin

Schadinsekten der Unterordnung Sternorrhyncha sind für eine Vielzahl von pflanzlichen Kulturen im Gartenbau von hoher ökonomischer Bedeutung für den Ertrag und die Qualität des Erntegutes. Ziel des Projektes ist eine Reduktion der benötigten Menge an Pflanzenschutzmitteln, um kommenden gesetzlichen Vorgaben und gesellschaftlichen Forderungen gerecht zu werden. Eine neuartige biologisch abbaubare sprühfähige Folie und weitere in der Farbe modifizierte Mulchfolien wurden in Klimakammer-, Gewächshaus-, und Feldversuchen, in Bezug auf Kontrastvermeidung und UV-Reflexion bezüglich ihrer Wirkung auf die Wirtsfindung durch die Schädlinge untersucht. Die Versuchspflanzen sind auf den Zuflug fliegender Schadinsekten, mit Fokus auf die Sternorrhyncha, und Erntequalitäten bonitiert worden. Die Versuche wurden mit den Pflanzen *Brassica oleracea* var. *gemmifera*, mit Fokus auf *Brevicoryne brassicae* und *Aleyrodes proletella*, und *Lactuca sativa* var. *capitata*, mit Fokus auf *Nasonovia ribisnigri* und *Trialeurodes vaporariorum* durchgeführt. Befall wurde durch natürlichen Zuflug und gezielte Induktion von Schädlingen und Nützlingen erreicht. Die Abundanz und die Effektivität von *Coccinella septempunctata* wurde untersucht, um negative Nebeneffekte der Farbmodifikation ausschließen zu können. Versuchsergebnisse und verschiedene Anwendungsmöglichkeiten sowohl der biologisch abbaubaren sprühfähigen Folie als auch des optischen Systems im Gartenbau werden diskutiert.