

Chancen und Grenzen

Wo steht der biologische Pflanzenschutz?

Am 19. November fand in Erfurt ein Symposium zum biologischen Pflanzenschutz mit insgesamt fünf Beiträgen statt. Dr. Georg F. Backhaus sprach zum Thema „Der Platz des biologischen Pflanzenschutzes im modernen Pflanzenbau“.

Aufgabe des Pflanzenschutzes ist es, Gesundheit und Leistungsfähigkeit der Nutzpflanzen zu gewährleisten, ohne dabei ernsthafte ökologisch und toxikologisch negative Auswirkungen auf Umwelt, Anwender oder Verbraucher hervorzurufen (nach Schönbeck et al., 1988). Nach dieser Definition wird dem biologischen Pflanzenschutz auch in der Öffentlichkeit eine hohe Bedeutung zugemessen. Betrachtet man seine tatsächliche Bedeutung im Gesamtkontext „Pflanzenschutz“, können die realen Perspektiven erst durch klare Definitionen, Bestandsaufnahmen und Zielvorgaben sowie durch Beachtung der Rahmenbedingungen ermittelt werden. Es bedarf also als erstes klarer Definitionen für den biologischen Pflanzenschutz und den modernen Pflanzenbau.

Unter **biologischem Pflanzenschutz** versteht Franz (1961) die „Verwendung von Lebewesen zur Populationsbegrenzung schädlicher Tiere und Pflanzen“, eine sehr enge Definition. Deutlich weiter gefasst ist die Definition nach Grunewaldt-Stöcker et al. (1990): „Die durch den Menschen gesteuerte Nutzung von Organismen (einschließlich Viren) und deren Leistungen zum Schutz von Pflanzen gegenüber biotischen und abiotischen Schadfaktoren.“ Diese Definition beinhaltet die Anwendung von Pflanzeninhaltsstoffen, Stoffwechselprodukten von Mikroorganismen, Pflanzenextrak-

ten, Resistenzinduktoren und weiteren. Eine kürzere und verständlichere Definition wäre: „Die Nutzung von Lebewesen und Viren zur Eingrenzung und Bekämpfung von Schadorganismen und abiotischen Schadensursachen.“

Deutlich schwieriger ist die Definition des **modernen Pflanzenbaus**. Verstehen wir darunter rationalisierte Betriebe mit großflächigem Anbau, die Produktionsfaktoren und verfügbare Betriebsmittel effizient einsetzen? Oder ist heute der ökologische Landbau unser Leitbild? Ulrike Höfken, damals stellvertretende Vorsitzende des Verbraucherausschusses des Deutschen Bundestages, meint dazu: „Perspektivisch ist der Ökolandbau unser Leitbild für eine moderne zukunftsfähige Landwirtschaft, weil er die Erzeugung gesunder Lebensmittel mit dem Schutz der natürlichen Ressourcen und tiergerechten Haltungsformen verbindet.“ (Quelle: Focus 5, 2001; Pro & Contra).

Woran aber orientieren sich Gärtner und Landwirte bei Än-

derungen in der politischen Haltung? Heinrichs bemerkt dazu in DEGA 3/2001: „Bisher waren wir stolz auf moderne Betriebe mit einer durchrationalisierten Produktion, und wir haben diese „Pflanzenfabriken“ am Tag der offenen Tür gerne vorgezeigt.“ Sieht das jetzt anders aus? „Ist nicht auch die kleine, zwar unrentable, aber doch liebenswerte Gärtnerei, wie sie der Verbraucher gern idealisiert sieht, das Modell der Zukunft? Ob der Produzent damit existieren kann, wird kaum jemand fragen.“

Biologischer Pflanzenschutz hat Tradition

Noch 1958 war bei Böhmig und Jaenichen zu lesen: „Diesen biologischen Methoden fehlt die sofortige Einsatzfähigkeit bei Auftreten der ersten Schädlinge, da eine geringe Besiedlungsdichte die Existenz der Nützlinge nicht zu sichern vermag. Schon wenige Blattläuse, Wanzen oder Thripse vermögen empfindliche Qualitätsschäden an Schnittblumen und

Topfpflanzen hervorzurufen oder können bei Zuflug Viruskrankheiten einschleppen. Um solche Gefahren auszuschalten, fehlt den biologischen Methoden die schlagartige Wirkung, die der Zierpflanzenkultivateur zu schätzen weiß.“

Diese Auffassung hielt sich vielfach bis in die 80er Jahre des vorigen Jahrhunderts. Das Zitat stammt aus Zeiten, in denen der chemische Pflanzenschutz prosperierte und rasante Fortschritte machte. Die Erkenntnis, dass es auch erhebliche Nachteile geben kann, war zwar schon seit Jahrzehnten thematisiert worden, hatte sich aber in der Fachwelt noch nicht umfassend etabliert. Erst Rachel Carsons Buch „Silent Spring“ (Der stumme Frühling, 1962) bewirkte eine aufrüttelnde Initialzündung.

Dem genannten Statement lag auch zu Grunde, dass damals nur sehr wenige Nützlinge in Massen produziert wurden. Heute können, zumindest im Gewächshaus, eine große Zahl an Standard-Nützlingen zu jeder Zeit und in jeder Menge ausgebracht werden. Dies ist eine ungeheure Leistung der Nützlingszüchter, Forscher und Berater in den vergangenen zwei Jahrzehnten.

Auch sollte nicht vergessen werden, dass der biologische Pflanzenschutz schon eine lange Tradition hat. Bereits in den 20er Jahren wurde die Schlupfwespe *Encarsia formosa* in Massen vermehrt und zur Bekämpfung Weißer Fliegen im Gewächshaus eingesetzt. Die Blutlauszehrwespe *Aphelinus mali* wurde in den 30er Jahren zur Bekämpfung von Blutläusen in jungen Apfelanlagen eingebürgert. In den 50er Jahren folgte die Einbürgerung der Zehrwespe *Prospaltella perniciosi* in Obstanlagen gegen die San-José-Schildlaus.

Nützlinge im Gewächshaus und im Freiland

In den letzten Jahrzehnten haben sich verschiedene Bereiche als geeignet für einen erfolgreichen biologischen Pflanzenschutz herausgestellt. Zuerst

Tabelle 1: Vor- und Nachteile des Biologischen Pflanzenschutzes

Vorteile	Nachteile
Keine negativen Auswirkungen auf die Umwelt bei sachgerechter Nützlingsauswahl	Kompliziertere Anwendung, hohes Wissen erforderlich
Keine Rückstände in und auf Nahrungsmitteln	Hoher Beratungs-, Fortbildungsbedarf
Keine Wartezeiten oder Wiederbetretungsfristen	Niedrige Schadensschwelle
Kein Risiko für Gesundheit des Anwenders und der Mitarbeiter	Komplexer bei zusätzlichen Schädlingen oder Krankheiten
Nachhaltige, dauerhafte Wirksamkeit	Zu Beginn teilweise bedeutend teurer
Keine Resistenzbildung	Schwierige Umstellungszeit bedarf Geduld

waren es Kulturen, die der Fruchterzeugung dienen und nicht als ganze Pflanze vermarktet werden, ebenso Kulturen mit niedriger potenzieller Schaderregdichte. Dabei werden vorwiegend schädliche Insekten und Milben bekämpft. Heute kann der Nützlingseinsatz auf fast alle Kulturen unter Glas oder Folie ausgeweitet werden. Für diese Bereiche ist der biologische Pflanzenschutz oft eine echte Alternative.

Gründe für die Zunahme des biologischen Pflanzenschutzes sind eine wachsende Sensibilität der Produzenten für die eigene Gesundheit, eine verminderte Palette an zugelassenen Mitteln sowie die Zunahme von Schaderregern, die sich auf andere Weise nicht (mehr) wirksam bekämpfen lassen (Tabelle 1).

Die bedeutendste Maßnahme ist die Verwendung von *Bacillus thuringiensis*-(B.t.)-Präparaten in unterschiedlichen Anwendungen. Darüber hinaus werden verschiedene Nützlinge eingesetzt.

Begrenzungsfaktoren im Freiland

Der Ausweitung des Nützlingseinsatzes im Freiland sind erhebliche Grenzen gesetzt:

→ Für nicht heimische Arten ist eine Risikobetrachtung erforderlich.

→ Mobile und wirtsunspecifische Nützlinge können abwandern.

→ Ein „biologisches Management“ ist wegen der zu geringen Zahl an Nützlingsarten schwierig, die sich darüber hinaus gegenseitig beeinflussen können.

→ Für den Notfall sind zu wenig nützlingsschonende Pflanzenschutzmittel verfügbar.

→ Der Aufwand für die Nützlinge, das Schädlingsmonitoring und die Ausbringung sind teils sehr hoch, angesichts der oft nicht ausreichenden ökonomischen Tragfähigkeit landwirtschaftlicher Kulturen.

→ Bei einem Pflanzenschutz nach guter fachlicher Praxis ist mit einer Schonung vorhandener Nützlinge oft ein vergleichbarer Effekt zu erzielen.

So findet der Nützlingseinsatz auch wenig Eingang in die aktuelle Literatur. Walters et al. (2003) beschreiben in dem 2003 erschienenen Buch „Biocontrol of oilseed rape pests (Biologische Bekämpfung von Schaderregern im Rapsanbau, Herausgeber: D. V. Alford)“ Ackerrandstreifen, komplexe Landschaftsstrukturen, Fruchtwechsel, resistente Sorten, reduzierte Aufwandsmengen selektiver Pflanzenschutzmittel, Prognosemodelle etc. als Maßnahmen des biologischen Pflanzenschutzes. Und zumindest „die Anwendung von Herbiziden bleibt ein wesentlicher Teil des Integrierten Pflanzenbaus“, so Walters et al. (2003).

Mikrobielle Nutzorganismen

In landwirtschaftlichen Kulturen werden vorwiegend mikrobiologische Nutzorganismen eingesetzt.

Nach einer Umfrage des Instituts für Biologischen Pflanzenschutz machen nur drei Antagonistengruppen 98 % des mikrobiologischen Pflanzenschutzes in Deutschland aus.

Zwar werden mikrobiologische Produkte auf insgesamt 36 236 ha angewendet, ihnen gegenüber stehen aber Flächen von 11,8 Mio. ha Ackerland und 85 657 ha Gemüsebaufläche (2002). Aus Sicht der Forschung sind die Möglichkeiten und natürlichen Ressourcen für den mikrobiologischen Pflanzenschutz jedoch weitaus größer!

Warum werden diese Forschungsergebnisse nicht stärker und rascher praktisch genutzt? Einige besonders wichtige Gründe sind:

→ Erschwerend bei der Entwicklung mikrobiologischer Produkte wirkt sich die Pflicht zur EU-Wirkstoffprüfung und zur nationalen Zulassung aus.

→ Oft sind kleine Firmen an der Entwicklung beteiligt, welche die hohen Kosten nicht tragen können.

→ In vielen Fällen fehlt der Schritt zur Umsetzung zwischen Wissenschaft und Praxis.

→ Bei der Bewertung der Mittel reicht eine wissenschaftlich nachgewiesene Wirkung teils nicht für eine „hinreichende Wirksamkeit“ in der Praxis aus.

→ Hinzukommen können Probleme mit Eigentumsrechten an bestimmten Stämmen von Mikroorganismen, zu geringe Gewinnmargen für die Produktion, zu hohe Produktionskosten und die langwierige Markteinführung.

Wie sieht die Zukunft aus?

Die folgenden sieben Rahmenbedingungen werden grundsätzlich über die Möglichkeiten für den biologischen Pflanzenschutz entscheiden:

→ Kann die Wirksamkeit biologischer Maßnahmen den enormen Qualitätsansprüchen und -vorschriften an die Produkte oder die Pflanzen genügen?

→ Können gesetzliche Vorschriften über Befallsfreiheit der Pflanzen eingehalten wer-

den, beispielsweise für den Handel mit Jungpflanzen?

→ Welche vorteilhafte Alternativen zu biologischen Maßnahmen gibt es, beispielsweise kostengünstige, breit wirksame chemische Pflanzenschutzmittel oder transgene Pflanzen?

→ Welche politischen Weichenstellungen erfolgen? Derzeit wird beispielsweise der Ökologische Landbau in Deutschland gefördert.

→ Wie groß ist der Druck auf die Betriebsleiter, wenn Probleme mit chemischen Präparaten nicht mehr lösbar sind? Praktiker dürfen nicht überfordert werden!

→ In welchem Umfang erfolgt eine zielorientierte Erforschung wissenschaftlicher Grundlagen mit rascher, konsequenter und unvoreingenommener Prüfung sowie Umsetzung dieser Erkenntnisse in die Praxis? Beratung ist unerlässlich!

→ Wie hoch sind die Kosten? Mit Mehrererlösen ist nicht zu rechnen. Das Verhalten der Verbraucher und der abnehmenden Hand wird bestimmt durch den Preis: „Der Preis ist aber nach wie vor ein zentrales Entscheidungskriterium beim Kauf von Lebensmitteln.“ (Ernährungs- und agrarpolitischer Bericht der Bundesregierung, 2003).

Als mögliche Schlussfolgerung lässt sich prognostizieren, dass sich der biologische Pflanzenschutz in den Intensivkulturen unter Glas weiter etablieren und wahrscheinlich auch ausweiten wird.

In den großen Freilandkulturen des Ackerbaus wird eher die Schonung und Etablierung der Nützlinge, verbunden mit modernen Nutzungssystemen, wie precision farming, Prognose- und Expertensystemen und innovativen nützlingsschonenden Pflanzenschutzmitteln, vielleicht auf der Basis von Naturstoffen, die künftige Strategie sein.

Dr. Ellen Richter und **Dr. Georg F. Backhaus**, Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Braunschweig

Die Literaturliste ist bei den Autoren zu erhalten (E-Mail e.richter@BBA.de)

Tabelle 2: Biologische Bekämpfung mit Nutzorganismen im Freiland

Nützling	Zielorganismus
Schlupfwespe	
<i>Trichogramma evanescens</i>	Maiszünsler, Kohlweißlinge, Kohleule, Kohlzünsler, Kohlschabe (Unterstützende B.t.-Spritzungen empfohlen)
<i>Trichogramma dendrolimi</i>	Apfelwickler, Schalenwickler
<i>Trichogramma cacoeciae</i>	Apfelwickler, Pflaumenwickler (Bessere Wirkung durch Freilassung beider Arten in Mischung)
<i>Trichogramma embryophagum</i>	Traubenwickler-Arten (oft in Mischung mit <i>T. cacoeciae</i> und in Kombination mit B.t.)
Entomopathogene Nematoden (<i>Heterorhabditis</i> , Steiner-nematiden, <i>Phasmarhabditis</i>)	Dickmaulrüssler, Trauermücken, Schnecken u.a.
Blutlauszehrwespe <i>Aphelinus mali</i>	Blutlaus <i>Eriosoma lanigerum</i>
Zehrwespe <i>Prospaltella perniciosi</i>	San-José-Schildlaus <i>Quadrotiosus perniciosi</i>

Drei Gattungen im Einsatz

Nematoden gegen tierische Schädlinge

Die Möglichkeiten der Schädlingsbekämpfung mit entomopathogenen Nematoden sind noch nicht ausgeschöpft. An welchen Einsatzbereichen zurzeit gearbeitet wird, zeigt Dr. Arne Peters auf.

Trotz recht einheitlichen Bauplans sind Nematoden in fast allen Habitaten zu finden. Parasitische Nematoden machen Pflanzen und Tieren, aber auch den Menschen zu schaffen. Insektenpathogene Nematoden dagegen können die Ausbreitung von Insekten-schädlingen unterdrücken. Unter der Vielzahl insektenpathogener Nematoden sind es nur drei Gattungen, die derzeit als Schädlingsbekämpfungsmittel eingesetzt werden:

→ 1923 entdeckte Krause ***Steinernema kraussei*** als Parasit der Blattwespe *Lyda* sp.. Nach der Entdeckung einer zweiten Art in Amerika wurde schon Anfang der 30er Jahre ein Programm zum Einsatz von *S. glaseri* gegen die Larven des Japankäfers *Popillia japonica* eingeleitet. Erst in den 60er Jahren erkannte man die symbiotische Beziehung der Gattung *Steinernema* zu dem symbiotischen Bakterium *Xenorhabdus nematophilus*.

→ In den 70er Jahren wurde die erste Art der Gattung ***Heterorhabditis*** entdeckt. Die Ähnlichkeit in der Lebensweise und in der symbiotischen Beziehung der beiden Gattungen ist groß, beruht aber auf Konvergenzen.

→ Als dritte Gattung wurde Anfang der 90er Jahre die Art ***Phasmarhabditis hermaphrodita***, bereits seit Anfang des letzten Jahrhunderts bekannt, für den Einsatz gegen Nacktschnecken entdeckt.

Mitte der 80er Jahre begannen verschiedene Unternehmen, die Nematoden in Massen

zu produzieren. Heute zählt ihr Einsatz gegen Trauermücken oder Dickmaulrüssler zu den Standardverfahren im Pflanzenschutz.

Massenvermehrung

Die Nematoden können auf ihren Wirtstieren vermehrt werden. Dieses Verfahren hat in Europa keine Bedeutung mehr. In den USA gibt es dagegen verschiedene Produzenten, die die Tiere auf Wachsmottenlarven (*Galleria mellonella*) vermehren.

Zur kostengünstigen Massenvermehrung werden die Bakterien unter Ausschluss anderer Mikroorganismen auf günstigen Protein- und Fettquellen vermehrt. Die Nematoden müssen vorher ebenfalls von anhaftenden Kontaminanten befreit werden. Dazu werden die Nematodeneier mit einer bakteriziden Flüssigkeit gewaschen und die schlüpfenden Nematoden mit einer Reinkultur der symbiotischen Bakterien gefüttert. Diese „monoxenische“ Kultur wird zur 24 Stunden alten Bakterienkultur hinzuge-

fügt. Während im Insekt unerwünschte Keime durch das Immunsystem ausgeschaltet werden, entstehen bei der In-vitro-Vermehrung durch Bedampfen bei 121 °C sterile Bedingungen. Die Bakterien-Nematoden-Kultur wird entweder als Feststoffkultur in sterilisierten Plastiksäcken oder als Flüssigkultur in Bioreaktoren bebrütet. Das Produktionsvolumen lässt sich im letztgenannten Verfahren am kostengünstigsten steigern. Drei größere Firmen stellen Nematoden in Flüssigkultur her, daneben hat auch die Feststoffkultur in Europa, den USA, China und Australien einen bedeutenden Stellenwert.

Kommerzieller Einsatz

Nematoden werden vor allem gegen bodenlebende Schädlinge eingesetzt. Die heute zugelassenen Insektizide sind im Boden kaum wirksam, da sie an Tonpartikel adsorbiert werden oder aus Gründen des Boden- und Grundwasserschutzes nur eine kurze Halbwertszeit im Boden aufweisen.

Derzeit sind in Deutschland die Arten *Steinernema feltiae*, *S. carpocapsae*, *Heterorhabditis bacteriophora*, *H. megidis* sowie *Phasmarhabditis hermaphrodita* im Einsatz (Tabelle 2). Die Nematoden werden dabei meist zu 0,5 Mio. Stück/m² eingesetzt. Lediglich im Champignonanbau ist auf Grund der hohen Konzentration der Trauermückenlarven die doppelte Dosis erforderlich.

Zur Schneckenbekämpfung werden die Nematoden niedriger dosiert. Selbst bei nur 50 000 Stück/m² ist die Wirkung noch befriedigend. In Holland werden diese Nematoden bereits großflächig zur Bekämpfung der Genetzten Ackerschnecke (*Deroceras reticulatum*) im Rosenkohl eingesetzt.

Möglichkeiten der Ausbringung

Die einfache Ausbringung der entomopathogenen Nematoden im Gießverfahren hat sicherlich zu deren Verbreitung beigetragen. Auf der anderen Seite hat diese Möglichkeit die Suche nach Alternativen gehemmt.

Nematoden sollten mit viel Wasser ausgebracht werden (im Freiland 0,12 bis 11/m²). Anschließend ist eine Beregnung mit 2 bis 51/m² angebracht. Im Gewächshaus besteht die Gefahr, das Substrat mit Wasser zu sättigen – dann können sich die Nematoden als Nichtschwimmer nicht gerichtet fortbewegen. Empfehlenswert sind 0,1 bis 0,51/m².

Die übliche Bewässerung sollte durch die Nematodenbehandlung ersetzt werden. Eine Nachbewässerung ist nicht för-

Tabelle 1: Unterschiede in der Biologie der im biologischen Pflanzenschutz eingesetzten Nematoden aus der Familie der Rhabditidae

Gattung	Symbiotisches Bakterium	Spezifität und Funktion der symbiotischen Beziehung	Geschlechtliche Stadien im Insekt
<i>Steinernema feltiae</i> <i>S. carpocapsae</i>	<i>Xenorhabdus bovienii</i> <i>X. nematophilus</i>	Spezifisch, Vermehrung ohne Bakterien nur auf speziellen Medien; Vermehrung auf <i>E. coli</i>	Männchen Weibchen
<i>Heterorhabditis</i> spp.	<i>Photorhabdus</i> spp.	Hoch spezifisch, ohne Symbiont keine Vermehrung möglich	Männchen, Weibchen, Selbstbefruchtende Zwitter
<i>Phasmarhabditis hermaphrodita</i>	im kommerziellen Produkt meist <i>Moraxella osloensis</i>	Unspezifisch	Männchen (selten) Selbstbefruchtende Zwitter

Tabelle 2: Nematoden, die in Deutschland zur Bekämpfung von Insekten verwendet werden

Nematodenart	Zielinsekt	Kultur	Ausbringungsverfahren	Dosis (Mio./m ²)
<i>Steinernema feltiae</i>	Trauermücken (<i>Sciaridae</i>)	Stecklinge und Keimlinge unter Glas	Einmischen ins Substrat Gießverfahren	0,5
<i>S. feltiae</i>	Trauermücken (<i>Sciaridae</i>)	Champignon	Gießverfahren	2 × 1 (7-Tage Abstand)
<i>S. feltiae</i> oder <i>S. carpocapsae</i>	Bananenmotte <i>Opogona sacchari</i>	<i>Yucca</i> Botanische Gärten	Sprühverfahren mit Netzmittel	0,5
<i>Heterorhabditis bacteriophora</i> ; <i>H. megidis</i>	Dickmaulrüssler	Zierpflanzen (v.a. <i>Cyclamen</i>), Ziergehölze (<i>Taxus</i> , <i>Thuja</i> , <i>Rhododendron</i> , Efeu, Liguster, Lorbeer etc.) Erdbeeren, Blaubeeren	Gießverfahren Einmischen ins Substrat Tauchen der Wurzelballen	0,5
<i>H. bacteriophora</i>	Wurzelbohrer (<i>Hepialus lupulinus</i>)	Christrosen (<i>Helleborus</i>)	Gießverfahren	0,5
<i>H. bacteriophora</i>	Gartenlaubkäfer (<i>Phyllopertha horticola</i>)	Sport- u. Zierrasen Forstbaumschulen	Gießverfahren	0,5
<i>S. carpocapsae</i>	Maulwurfsgrielen (<i>Gryllotalpa gryllotalpa</i>)	Gärten Rasenflächen	Gießverfahren	0,5
<i>S. carpocapsae</i>	Erdraupen (<i>Scotia segetum</i> ; <i>Agrotis ipsilon</i>)	Gemüsekulturen Rasenflächen	Gießverfahren	0,5
<i>Phasmarhabditis hermaphrodita</i>	Nacktschnecken (<i>Deroceras reticulatum</i> , <i>D. agreste</i>)	Gemüsekulturen	Gießverfahren	0,05 bis 0,3

derlich. Die Nematoden können auch als flüssige Suspension in das Topfsubstrat eingearbeitet werden. Bei einer Topftiefe von 5 cm sollten 10 Mio. Nematoden/m³ ausgebracht werden.

Auch Düngemittelmischgeräte sind zur Ausbringung verwendbar. Die Geräte der Firma Dosatron ließen sich erfolgreich zur Anwendung von *S. feltiae* verwenden. Die Nematoden können außerdem über die Tröpfchenbewässerung oder die Kopfbewässerung in den Bestand gebracht werden.

Im Anstauwasser (Ebbe-Flut-Systeme) sinken die Tiere dagegen auf Grund ihres Gewichts im Wasser zu Boden. Ihre Sinkgeschwindigkeit kann allerdings durch Zusatz von Verdickungsmitteln wie Carboxymethylzellulose (Kleister) oder Xanthan herabgesetzt werden. Dies ist vor allem beim Ausbringen mit der Tröpfchenbewässerung zu bedenken.

Einsatzgrenzen

Nematoden sind nicht universell einsetzbar. Sie wirken nur in bestimmten Temperaturbereichen (Tabelle 3). Außerdem

benötigen sie einen ausreichend feuchten Boden, um sich bewegen und Insekten befallen zu können.

Der Einfluss des Substrats auf die Wirksamkeit der Nematoden wurde bereits in Ansätzen untersucht. So erwies sich beispielsweise der Zusatz von Perlite als nachteilig für die Wirkung von *S. feltiae*.

Die derzeit verfügbaren Nematodenarten sind überdies nur gegen einen Teil der im Boden lebenden Schädlinge ausreichend wirksam. Zum Beispiel reicht ihre Wirksamkeit gegen den Junikäfer und den Maikäfer nicht aus. Die in Amerika entdeckte Art *S. scarabaei* war im Labor weit virulenter gegen diese Blatthornkäfer als andere Arten (*H. bacteriophora* und *S. glaseri*). Bislang gelang es aber nicht, diese Art außerhalb von Insekten auf künstlichen Nährmedien zu vermehren.

Weitere Einsatzbereiche

Die Möglichkeiten der Schädlingsbekämpfung mit entomopathogenen Nematoden sind noch nicht ausgeschöpft. Schon mit den zurzeit verfügbaren Arten lassen sich weitere Schädlinge, auch solche, die

nicht im Boden leben, bekämpfen.

→ Schon seit einigen Jahren wurde beispielsweise an der **Bekämpfung von Thripsen** mit *S. feltiae* gearbeitet, bis im Jahr 2001 das Produkt Nemasys F gegen diesen Schädling und gegen Minierfliegen der Gattung *Liriomyza* empfohlen wurde. In Deutschland wird seit 2004 das Produkt Nemaflor zur Bekämpfung von *Frankliniella occidentalis* in Zierpflanzen angeboten. Entscheidend ist dabei, dass die Nematoden in Nischen eingebracht werden, die auch von den Thripsen besucht werden. Bei Chrysanthemen sind dies die Knospen. Darüber hinaus werden auch die bodenlebenden Nymphen der Thripse von den Nematoden befallen.

→ In Amerika wird im integrierten Obstbau *S. feltiae* gegen die überwinternden **Larven des Apfelwicklers** (*Cydia pomonella*) eingesetzt. Dieses

BIOLOGIE DER NEMATODEN

Dauerlarven infektiös

Die Lebensweise aller drei beschriebenen Gattungen stimmt erstaunlich überein. Sie unterscheiden sich vor allem in der Intensität der symbiotischen Beziehung zu Bakterien sowie in der Ausbildung sexueller Stadien im Wirtstier (Tabelle 1).

Das einzige frei lebende Stadium ist die **Dauerlarve**, welche im Darm die symbiotischen Bakterien beherbergt. Die Dauerlarven nehmen keine Nahrung auf und leben von ihren Fettreserven. Sie können von einigen Monaten bis zu zwei Jahren im Boden überleben. Die Dauerlarven sind zugleich das infektiöse Stadium der Nematoden. Sie dringen über Körperöffnungen oder direkt durch die Haut in die Körperhöhle (Hämocoel) der Insekten ein. Dort geben sie ihr **symbiotisches Bakterium** ab, das sich, dem Immunsystem der Insekten widerstehend, im Hämocoel vermehrt und gleichzeitig die Nahrungsgrundlage der Nematoden darstellt. Das Insekt stirbt einige Tage nach Befall und die Nematoden vermehren sich. Ist der Insektenkadaver aufgezehrt, bilden sich im Kadaver erneut Dauerlarven, die einige Hundert Zellen des symbiotischen Bakteriums im Darm einlagern und den Kadaver verlassen.

Nacktschnecken stellen nach Befall mit *P. hermaphrodita* ihre Fraßtätigkeit rasch ein, sterben jedoch erst nach einigen Wochen. Die Nematoden vermehren sich zunächst nur im Schalensack oder der Mantelhöhle des noch lebenden Tieres. Die befallenen Körperteile schwellen dabei an.

Tabelle 3: Temperaturbereiche, in denen die Nematodenarten wirksam sind

Nematodenart	Temperaturbereich Infektivität	Temperaturbereich Vermehrung im Insekt
<i>Steinernema feltiae</i>	8–28 °C	10–28 °C
<i>S. carpocapsae</i>	12–30 °C	20–30 °C
<i>S. kraussei</i>	4–20 °C	4–20 °C
<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>	12–32 °C	15–30 °C
<i>H. megidis</i>	12–30 °C	12–25 °C

Verfahren wird jetzt auch in Deutschland erprobt, Ergebnisse liegen aber noch nicht vor.

→ **Bohrende Insekten**, wie der Glasflügler *Synanthedon* spp., sind weitere Kandidaten für die Ausweitung der Schädlingsbekämpfung mit Nematoden.

→ Derzeit wird außerdem die Möglichkeit der **Bekämpfung der Kirschfruchtfliege**, *Rhagoletis cerasi*, mit *S. feltiae* untersucht. In Halbfreilandversuchen wurden bis zu 80 % der ausgesetzten Fliegenlarven durch eine Behandlung mit *S. feltiae* abgetötet.

→ In der Schweiz und in Frankreich wird die **Bekämpfung des Kastanienbohrers**, *Curculio elephas*, sowie **des Haselnussbohrers**, *Curculio nucum*, mit verschiedenen Nematodenarten getestet. In diesen Fällen kann die Behandlung den aktuellen Schaden nicht verhindern, da die Nematoden erst gegen die Larven eingesetzt werden können, die aus den befallenen Früchten in das Erdreich einwandern, um sich zu verpuppen. Der Nematodeneinsatz kann hier nur langfristig zu einer Verminderung der Populationsdichte der Schädlinge und damit zur Befallsminderung beitragen. Die gute Persistenz der Nematoden in Böden kommt dieser nachhaltigen Strategie entgegen.

→ Der **Maiswurzelbohrer**, der Anfang der 90er Jahre aus Amerika nach Europa (Bosnien) eingeschleppt wurde und sich rasch ausbreitet, ist ebenfalls ein Objekt zur Bekämpfung mit entomopathogenen Nematoden. In ersten Laborversuchen wurden die Arten *H. bacteriophora* und *H. megidis* als aussichtsreiche Kandidaten zur Bekämpfung ausgewählt. Erste Freilanduntersuchungen lieferten aber noch unzureichende Ergebnisse. In großflächig angebauten Kulturen, wie Mais, ist eine Kostenreduktion durch eine Optimierung der Nematodendosis denkbar. Durch eine gezielte Ausbringung der Nematoden an die Pflanzen kann die Dosis pro Flächeneinheit erheblich reduziert werden. Dazu müssten die Nematoden mit dem Saatgut in kleinen Pellets ausgebracht werden.

→ Ein weiterer Einsatzbereich sind **Hygieneschädlinge**. Die meisten Schabenarten sind anfällig gegen die Nematoden *S. carpocapsae*. Derzeit wird in einem von der AiF (Arbeitsgemeinschaft industrielle Forschung) geförderten Projekt die Möglichkeit der Schabenbekämpfung in mit *S. carpocapsae* befüllten Köderstationen untersucht. Ähnliche Stationen wurden in den USA bereits in den 90er Jahren getestet und bewirkten eine nachhaltigere Reduzierung der Schaben im Vergleich zur chemischen Standardbehandlung. Im gleichen Projekt soll auch die Bekämpfung von Asseln mit Nematoden untersucht werden.

All diesen Anwendungen liegen nur die vier Arten *S. feltiae*, *S. carpocapsae*, *H. megidis* und *H. bacteriophora* zugrunde. Es sind aber mittlerweile etwa 40 *Steinernema*-Arten und acht *Heterorhabditis*-Arten bekannt. Ihr Potenzial zur Schädlingsbekämpfung wurde nicht eingehender untersucht.

Dr. Arne Peters, e-nema Gesellschaft für Biotechnologie und biologischen Pflanzenschutz, Raisdorf

Wirtschaftlichkeit

Nützlinge im Freiland

Im Freiland herrschen viel schwierigere Bedingungen für den Nützlingleinsatz als im Unterglasanbau. So ist das Angebot auch deutlich niedriger. Was man künftig vom Nützlingleinsatz im Freiland erwarten darf, beschreibt Dr. Peter Katz.

Zurzeit werden in Deutschland für den Unterglasbereich über 50 verschiedene Nützlingleisten zur biologischen Schädlingsbekämpfung angeboten. Für das Freiland sind bei Insekten und Milben deutlich weniger Arten verfügbar. Eine Sonderrolle spielen die Nematoden, wo mehr Arten im Freiland eingesetzt werden als im Unterglasbereich. Auf diese Nützlingleistungsgruppe soll hier nicht eingegangen werden.

Vergleicht man die Einsatzfläche bei Insekten und Milben fällt auf, dass die wenigen Arten im Freiland auf einer deutlich größeren Fläche zum Einsatz kommen als die vielen Arten im Unterglasanbau. Allein die Schlupfwespe *Trichogramma brassicae* wird in Deutschland im Mais über 5000 ha gegen den Maiszünsler eingesetzt. Weitere Arten sind:

→ Die Schlupfwespen *Trichogramma dendrolimi* und *Trichogramma cacaeciae* werden gegen den Apfelwickler, den Fruchtschalenwickler und den Traubenwickler eingesetzt.

→ Die Blumenwanze *Anthrenorhinus nemorum* wird gegen den Birnblattsauger verwendet.

→ Die Raubmilbe *Phytoseiulus persimilis* wird gegen Spinnmilben im Erdbeeranbau eingesetzt.

→ *Amblyseius cucumeris* kommt gegen eine in Skandinavien in Erdbeeren verstärkt auftretende Schadmilbe (*Phytonemus pallidus*) zur Anwendung.

Der Schwerpunkt liegt eindeutig im Mais- und Obstanbau. Im Freilandgemüseanbau sind zwar Verfahren vorhanden, wie die Bekämpfung von Schadraupen mit *Trichogramma*. Sie spielen in der Praxis aber nur eine untergeordnete Rolle.

Wenig kalkulierbar

Die Ursachen dafür, dass so wenige Nützlingleisten im Freiland zum Einsatz kommen, liegen in den insgesamt schwierigeren Einsatzbedingungen gegenüber dem Unterglasbereich:

→ Die Temperatur- und Feuchtigkeitsbedingungen oder Windverhältnisse sind wenig kalkulierbar.

→ Der Einsatzzeitpunkt ist oftmals schwieriger zu bestimmen.

→ Die großen Flächen können mit den im Unterglasbereich eingesetzten Ausbringungstechniken nur mit hohem Arbeitsaufwand belegt werden.

→ Bei vielen beweglichen Nützlingleisten (zum Beispiel Schlupfwespen) muss mit einer Abwanderung gerechnet werden.

→ Die Wirtschaftlichkeit des Nützlingleistungs-einsatzes ist in vielen Kulturen nicht gegeben. Bei niederem Deckungsbeitrag, (Beispiel Weizen) hat der Einsatz keinen Sinn.

Zu erwarten ist, dass der Nützlingleistungs-einsatz im Freiland, insbesondere in Kulturen mit hohem Deckungsbeitrag, eine immer größere Rolle spielen wird. Der Schwerpunkt wird weiterhin im Obstanbau liegen. Mittlerweile laufen hier Versuche zu neuen Einsatzverfahren von Nützlingleisten zum Beispiel mit der Schlupfwespe *Aphelinus mali* gegen die Blutlaus *Eriosoma lanigerum* oder mit der Raubmilbe *Typhlodromus pyri* gegen die Spinnmilbe *Panonychus ulmi*.

Einsatz bei Gemüse

Auch im Freilandgemüseanbau bietet sich die biologische Schädlingsbekämpfung mit Nützlingleisten an. Es sind meistens Kulturen mit relativ hohem Deckungsbeitrag, bei denen ein Einsatz wirtschaftlich Sinn macht. Auch sind Nützlingleisten, die eingesetzt werden können, bereits auf dem Markt vorhanden, zum Beispiel Gegenspieler von Blattläusen, Spinnmilben oder Schadschmetterlingen.

Verfahren für den Freilandgemüseanbau lassen sich in der Praxis nur dann etablieren, wenn es gelingt, den Ausbringungzeitpunkt und die Ausbringmenge der Nützlingleisten sowie die Ausbringungstechnik so zu optimieren, dass ähnliche Erfolge erzielt werden können wie im Unterglasanbau. Im Jahr 2005 sollen im Rahmen einer Diplomarbeit an der Fachhochschule Erfurt Versuche zum Nützlingleistungs-einsatz im Feldgemüseanbau unter Vlies durchgeführt werden.

Dr. Peter Katz, Katz Biotech AG, Baruth

Antagonisten im Einsatz

Der Einsatz mikrobieller Nutzorganismen zur Vitalisierung der Pflanzen und zur Bekämpfung bodenbürtiger Krankheiten bietet Vorteile, stößt aber auch an Grenzen.

Neben den klimatischen Einflüssen spielen insbesondere die Bodeneigenschaften für den Erfolg einer Kultur eine Rolle. Durch intensive Kulturmaßnahmen werden schwerwiegende Veränderungen in der Funktionalität des Bodengefüges verursacht.

Ein gesundes Bodenleben zeichnet sich durch eine große Vielfalt an Organismen aus (viele Mrd. Stück/g Boden), von denen Bakterien rund 40% ausmachen. Entwickelt sich das Bodenleben nicht in einem natürlichen Gleichgewicht – zum Beispiel durch Monokultur oder andere ungünstige Anbaubedingungen – können pflanzenpathogene Pilze oder Bakterien sich stark anreichern und zum Auftreten von Krankheiten führen.

Neben den üblichen Boden-desinfektions- oder Pflanzenschutzmaßnahmen ist die Nutzung der natürlichen Regulationsmechanismen durch gezielte Verwendung von bodeneigenen Mikroorganismen – so genannten „Antagonisten“ oder besser Rhizobakterien zur Förderung von Pflanzengesundheit und -leistung (PGPR) – eine innovative Methode zur Verbesserung des Gesundheitszustands und der Leistungsfähigkeit der Pflanzen.

Verschiedene Mechanismen wie Antibiose, Konkurrenz, Resistenzinduktion, Vitalisierung der Pflanzen durch Nährstoffmobilisierung und pflanzenphysiologische Effekte führen in sehr komplexen Wechselwirkungen zu einer Reduzierung des Krankheitsbefalls und einer Steigerung der Ertragsleistung bei den meisten Kulturen (Abbildung).

Biotechnische Produkte gegen tierische Schaderreger sind bereits lange bekannt (Viren, *Bacillus thuringiensis*, *Bouve-*

Abbildung 1: Wirkmechanismen und Interaktionen am Beispiel *Bacillus subtilis*



ria, *Metharizium*, *Verticillium lecanii*, Nematoden), in der Praxis anerkannt und stellen mit *Bacillus thuringiensis* weltweit

die wirtschaftlich bedeutendste biologische Produktgruppe im Pflanzenschutz dar.

Nur vereinzelt sind Beispiele

Tabelle 1: Kommerzielle Produkte:

(alphabetische Reihenfolge, nicht vollständig)

Mikro-organismus	Produkt ** = für Blatt- applikation	Firma	Zulassung/ Listung * = PSM- Zulassung
<i>Bacillus subtilis</i>	Biopro**	Bio-Protect GmbH	
	FZB24 WG/TB Rhizo Plus	FZB Biotechnik GmbH	US*/CH*/D/A u.a. Länder
	Phytovit	Prophyta GmbH	
<i>Coniothyrium minitans</i>	Contans	Prophyta GmbH	* 13 Länder F/D/US/...
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	Proradix	Sourcon-Padena AG	zahlreiche europäische Länder
<i>Pythium oligandrum</i>	Polyversum	Biopreparaty SRO, CS	
<i>Trichoderma sp.</i>	Binab TF	BINAB AB, Schweden	
	Promot	Fa. Mack, Fellbach	
	Trichodex**	Makhteshim-Agan GmbH	
	Trichosan	Sautter & Stepper	
	TRI 002/003	Plantsupport BV, NL	
	Vitalin Trichoderma T50	Vitalin GmbH	

siehe auch „Pflanzenstärkungsmittel im Zierpflanzenbau“, A. Terhoeven-Urselmans, 2004

zur praktischen Anwendung von Nutzorganismen gegen oberirdische Krankheitserreger zu finden.

Biotechnische Produkte gegen bodenbürtige Pflanzenkrankheiten auf der Grundlage von Mikroorganismen wie *Agrobacterium*, *Ampelomyces*, *Bacillus*, *Coniothyrium*, *Fusarium*, *Gliocladium*, *Pseudomonas*, *Pythium*, *Streptomyces* und *Trichoderma* sind teilweise noch relativ wenig untersucht und bisher nur von geringer wirtschaftlicher Bedeutung.

So ist derzeit – basierend auf Mikroorganismen – auf dem deutschen Markt nur ein Pflanzenschutzmittel verfügbar. Etwa 15 Pflanzenschutzmittel sind durch das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) gelistet (Tabelle). Angaben zu Behandlungsflächen, Einsatzmengen und wirtschaftlicher Bedeutung dieser Produkte sind von den Herstellern oder Vertreibern meist nicht zu erhalten. Als ein Beispiel ist aber die Anwendung von *Bacillus subtilis* FZB24 WG auf circa 15% der gesamten Kartoffelanbaufläche der Schweiz zu nennen.

Einsatzgebiete für Nutzorganismen

Typische Einsatzgebiete für mikrobielle Nutzorganismen sind einige landwirtschaftliche Kulturen sowie der gesamte Garten- und ökologische Anbau:

Kartoffeln: *Rhizoctonia solani* und Raps: *Sclerotinia* sowie allgemein der Komplex der Auf- und Welkekrankheiten im Gartenbau mit Salat: *Rhizoctonia* und *Sclerotinia*, Erdbeeren: *Verticillium*, *Cyclamen*, *Fusarium*, Rasen-Schneeschnitzel und die Anwendung zur Verbesserung der Wurzelentwicklung.

Vorteile von Nutzorganismen

Der Einsatz von Nutzorganismen zur Vitalisierung der Pflanzen und gegen bodenbürtige Krankheiten bietet eine ganze Reihe von Vorteilen:

Forschung für die Praxis

Projekte an der FH Erfurt

Im Fachbereich Gartenbau der Fachhochschule Erfurt werden mehrere Projekte zur biologischen Krankheitsvorbeugung und -bekämpfung im Freiland und unter Glas sowie zum Nützlingseinsatz im Zierpflanzenbau unter Glas betrieben.

Die Realisierung der Projekte erfolgt mit nationalen und internationalen Kooperatoren aus Verwaltung, Beratung, Industrie und Praxis. Die Projekte werden aus verschiedenen Quellen finanziert. Ausführliche Präsentationen erfolgten bereits an anderer Stelle (siehe Verweise im Text).

Das Projekt „Technologietransfer Biologische Krankheitsbekämpfung“

→ **Hintergründe, Ziele und Bedeutung:** Der vollständige Titel des Projekts lautet: „Entwicklung und Technologietransfer von praxisreifen Verfahren der biologischen Bekämpfung von bodenbürtigen Pflanzenkrankheiten im Gartenbau.“ Die Finanzierung erfolgte aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF, FKZ 17.018. 00) sowie des Thüringer Ministeriums für Wissenschaft, Forschung und Kunst (TMWFK).

Manche Firmen bieten Präparate von mikrobiellen Antagonisten zur biologischen Vorbeugung oder zur Bekämpfung von Pflanzenkrankheiten, die von bodenbürtigen Erregern verursacht werden, an. Einige der Mikroorganismen können den Pflanzenwuchs und die Blühfreudigkeit verbessern und die Pflanze gegen Schadorganismen stärken. Solche Präparate können, sofern keine negativen Auswirkungen auf Mensch, Tier und Umwelt zu erwarten sind, als Pflanzenstärkungsmittel registriert werden. Mittel, die das Pathogen direkt schädigen, fallen in die Gruppe der Pflanzenschutzmittel.

Während Pflanzenschutzmittel im Rahmen des Zulassungsverfahrens auf Wirksamkeit überprüft werden, ist für die Anerkennung als Pflanzenstärkungsmittel kein Wirkungsnachweis erforderlich. Dies führte dazu, dass neben wirksamen Präparaten Mittel auf den Markt kamen, die unter praktischen Bedingungen nur ungenügend wirksam sind. Ohne seriöse Prüfungen werden wirksame Mittel sich nicht gegen diese durchsetzen können, da die gesamte Mittelgruppe unter einem schlechten Image leidet. Diese Entwicklung ist be-

dauerlich, da für viele bodenbürtigen Krankheiten keine alternativen Bekämpfungsverfahren existieren.

Die Projektidee besteht also in der standardisierten Prüfung solcher Präparate und somit in einer wissenschaftlich begleiteten Markteinführung umweltfreundlicher biologischer Produkte des Pflanzenschutzes (Koch et al., 1999; Dercks und Schmatz, 2003; Internetreferenz a)). Das Projekt hat drei Ziele:

1. Identifizierung wirksamer Präparate durch Versuche,
2. Einführung geeigneter Präparate in die gärtnerische Praxis durch Demonstrationen und Beratung,
3. Kontinuierliche Verfahrensoptimierung durch begleitende Forschung in Zusammenarbeit mit den Herstellern.

Letztlich müssen für eine standardisierte Prüfung von Produkten reproduzierbare Testsysteme zur Verfügung stehen. Diese sollen im Verlauf des Projekts ebenfalls entwickelt werden. Aus ökonomischen Erwägungen wurden die ersten Versuche in Kulturen und gegen Krankheitserreger durchgeführt, die in Thüringen und darüber hinaus große Bedeutung haben. Diese wurden durch eine Umfrage unter gärtnerischen Betrieben und Isolationen von Krankheitserregern aus befallenen Pflanzen ermittelt. Es waren die Pathosysteme *Fusarium oxysporum* f. sp. *cyclaminis* (FOC) – *Cyclamen* (Cyclamenwelke) und *Sclerotinia sclerotiorum* – Sonnenblume (als Modellpflanze aus dem Zierpflanzenbau). *Sclerotinia sclerotiorum* ist ein weltweit verbreiteter bodenbürtiger Pilz, der Weichfäulen an zahlreichen Kulturpflanzen verursacht. In Thüringen hat der Pilz während der

INTERNET

- a) <http://apsnet.org/meetings/2001/abstracts/m01ma050.htm> (Informationen zum Projekt „Technologietransfer Biologische Krankheitsbekämpfung“, Stand November 2004)
 b) www.bba.de/projekte/nuetzlinge/nuetzling_start.htm (Informationen zum Verbundvorhaben „Nützlinge“, Stand November 2004)

→ Eine Nutzung im konventionellen Anbau ist möglich. Bei einigen Produkten gibt es zum Teil gute Kombinationswirkungen mit Fungiziden oder Düngern.

→ Sie bieten eine Perspektive für Lückenindikationen, da kaum Fungizide gegen bodenbürtige Krankheiten im Gartenbau verfügbar sind.

→ Die Nutzung im biologischen Anbau ist möglich, wenn nicht gentechnisch veränderte Mikroorganismen oder Zutaten verwendet werden.

→ Es gibt keine Rückstandsprobleme und keine Umweltbelastung.

→ Nachhaltige Wirkungen sind möglich.

Grenzen der Nutzorganismen

Eine hohe Erwartungshaltung steht im Gegensatz zu oft kaum sichtbaren Wirkungen (Ertragsergebnisse quantitativ bemessen!). Weitere Grenzen des Einsatzes sind:

→ Die Wirkung wird von den Entwicklungsbedingungen für Pflanzen und Mikroorganismen beeinflusst.

→ Einige Produkte sind nur bedingt lagerfähig.

→ Antagonisten sind immer vorbeugend einzusetzen. Das Geld zur Vorsorge fehlt aber oft.

→ Die hohen Kosten für Entwicklung und insbesondere Zulassung sind von kleinen Firmen nicht zu tragen. Die Förderung der Entwicklung endet vor der Kommerzialisierung und ist deshalb eine Bruchstelle für viele Produktentwicklungen.

Antagonisten erfolgreich einsetzen

Eine gute Kenntnis zu Pflanzenart, Pathogenen und Gegenspielern sowie biologischen Wechselwirkungen und Einfluss von Umweltbedingungen ist nötig. Dies bedeutet Beratungsbedarf!

Die Regeln guter gärtnerischer und landwirtschaftlicher Praxis (Hygiene, gute Kulturführung) dürfen nicht außer Acht gelassen werden. Folgen, die durch schwer wiegende Kulturfehler oder die Verwendung minderwertiger Ausgangsware (Saat- und Pflanzgut) auftreten, können mit Hilfe biologischer Produkte keinesfalls ausgeglichen werden.

Die Entwicklung bei der Anwendung von Mikroorganismen erweitert sich über antagonistische Wirkungen hinaus in Richtung „biofertilizing effects“, das heißt Ertragsstabilisierung bei gleichzeitiger Reduzierung des mineralischen Nährstoffeinsatzes (Klopper, 2004). In Deutschland stehen wir erst am Anfang dieser Entwicklung und brauchen mehr Engagement und Akzeptanz in der Praxis.

Dr. Helmut Junge, FZB Biotechnik GmbH, Berlin
 Literaturangaben beim Autor

letzten Jahre enorm an Bedeutung gewonnen, wahrscheinlich infolge der Ausweitung des Rapsanbaus, einer der wichtigsten Wirtspflanzen.

Die Bedeutung des Projekts liegt in der Entwicklung von Testsystemen sowie im Erarbeiten von Lösungen für das Management von bodenbürtigen Pflanzenkrankheiten zu einer Zeit, in der gesetzliche und technische Grenzen den Rahmen für chemische Verfahren zunehmend enger setzen.

→ **Biologische Prophylaxe gegen die Cyclamenwelke:** Die

Cyclamenwelke ist chemisch nicht zu bekämpfen. Im Rahmen des Projekts wurden zunächst methodische Grundlagen erarbeitet. Es konnte erstmals ermittelt werden, dass eine Inokulation des Substrats durch Einarbeitung der Sporen von FOC ins Substrat besser für Versuche geeignet ist als eine Inokulation durch Angießen mit einer Sporensuspension in den Topf. Der Befall trat früher auf und entwickelte sich gleichmäßiger und stärker. Zudem gab es weniger Schwankungen zwischen den Wiederholungen eines Prüfglieds. Zweitens wurden Untersuchungen zur optimalen Inokulumdichte durchgeführt, um unterschiedliche Stufen des Befallsdrucks von FOC zu simulieren. Bei hohem Befallsdruck können mikrobielle Antagonisten überfordert werden. Es zeigte sich, dass 10 000 Sporen/Topf besser für Versuche geeignet sind als 20 000 oder 30 000 Sporen.

In dem solchermassen „geichten“ Testsystem wurde der Einfluss einer Substrateinmischung von FO 47 auf die Entwicklung der Cyclamenwelke untersucht. Bei FO 47 handelt es sich um einen apathogenen Stamm von *Fusarium oxysporum*, der in Frankreich entdeckt und zu einem Produkt des biologischen Pflanzenschutzes weiterentwickelt wurde (siehe DEGA 4/2001, 2/2002). Grundgedanke des Wirkungssystems ist, dass der Pilz richtig und zeitig angewendet das Substrat durchwächst und die Wurzeln der Pflanzen vollständig besetzt. Diese können dann von den pathogenen Stämmen nicht mehr besiedelt werden. FO 47 soll unter dem Handelsnamen „Fusaclean G“ von der Firma NPP (Natural Plant Protection, Noguères und Pau/F) als Pflanzenstärkungsmittel auf den Markt gebracht werden.

Das Produkt kann in *Cyclamen* jedoch zumindest in der vom Hersteller nahegelegten und hier getesteten Aufwandmenge (200 g/m³ Substrat) und dem geprüften Befallsdruck von FOC nicht empfohlen werden. Es verhinderte weder den Befall noch verminderte es die Be-

fallsstärke zu Versuchsende. Es verzögerte lediglich den Befallsverlauf. Ein Verschieben des Krankheitsauftretens bis nach dem Pflanzen-Verkaufstermin würde dem Käufer das Problem überlassen, was dem Image der *Cyclamen* schaden würde. Die Arbeiten sind detailliert bei Dercks und Schmatz (2003) sowie bei Dercks et al. (2003) beschrieben. In Zukunft soll geklärt werden, ob FO 47 bei niedrigerem Befallsdruck Erfolg versprechend einzusetzen ist.

→ **Biologisch/integrierte Bekämpfung von *Sclerotinia sclerotiorum*:** Dieser Teil des Projekts wurde ausführlich in DEGA 44/2004 beschrieben.

Das Verbundvorhaben „Nützlinge II“ – Standort Erfurt

Von 2000 bis 2003 förderte das Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (BMVEL) ein Forschungs- und Entwicklungsvorhaben zur Optimierung des biologischen Pflanzenschutzes mit Nützlingen (Verbundvorhaben „Nützlinge“, siehe DEGA 8 und 10/2003). Insgesamt waren 13 Gartenbaubetriebe in vier Bundesländern beteiligt, die regional zu vier Projekten mit eigener wissenschaftlicher Betreuung zusammengefasst wurden. Das Institut für Pflanzenschutz im Gartenbau der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA) in Braunschweig koordinierte diese Projekte zentral. Deren Schwerpunkt war die Förderung des Nützlingseinsatzes in Zierpflanzen. Einzelheiten wurden bereits bei Windeck-Breuer et al. (2003) sowie Leopold et al. (2003) veröffentlicht.

Auf Grund der positiven Ergebnisse des Verbundvorhabens „Nützlinge“ fördert das BMVEL nun das Verbundvorhaben „Nützlinge II“. Dies wurde hinsichtlich der Standorte und der Anzahl betreuter Betriebe erweitert. Es besteht aus insgesamt 30 Betrieben, die regional zu sechs Projekten (Hamburg, Hannover, Bonn, Rostock, Neustadt/Weinstraße, Erfurt) zusammengefasst wurden. Den Betrieben einer Region steht je-

weils eine wissenschaftliche Betreuung zur Seite. Die verschiedenen Projekte werden überregional vom Institut für Pflanzenschutz im Gartenbau der BBA koordiniert (www.bba.de/projekte/nuetzinge/nuetzl_start.htm).

Das Verbundvorhaben läuft von Mitte 2003 bis Mitte 2006, in Erfurt von Juli 2004 bis Juni 2006. Erfurt ist mit dem Vorhaben „Einführung des biologischen Pflanzenschutzes in den Unter-Glas-Anbau von Zierpflanzen sowie Arznei- und Gewürzpflanzen unter besonderer Berücksichtigung von neuen Kulturen und Jungpflanzenbetrieben“ an dem Verbundprojekt beteiligt. Involvierte Betriebe sind die Bachmann Gartenbau GmbH, die Erplant Gartenbau e.G., beide Erfurt, der Gärtnerhof Holzhausen, die Pharmasaat Arznei- und Gewürzpflanzen Saatgut GmbH, Artern, und der Gartenbaubetrieb Seever, Dornheim. Die wissenschaftliche Betreuung liegt beim Fachbereich Gartenbau der FH Erfurt.

Besonderheiten im Vergleich zu den anderen Standorten sind die spezifische Berücksichtigung von Arznei- und Gewürzpflanzen- sowie Jungpflanzenbetrieben. Einen Schwerpunkt bei der Schädlingsbekämpfung bildet die Weiße Fliege in Poinsettien. *Bemisia tabaci* bereitet wesentlich größere Probleme als *Trialeurodes vaporariorum*. Beide Arten kommen als Mischpopulationen vor. In der Begleitforschung werden deswegen zunächst Versuche zur Bekämpfung von *Bemisia tabaci* durch verschiedene Nützlinge und integrierbare Pflanzenschutzmittel in der Versuchsgewächshausanlage der FH Erfurt durchgeführt. Die Ergebnisse sollen die Grundlage für betriebsspezifische Verfahren bilden, die in die Praxis transferiert werden.

Prof. Dr. Wilhelm Dercks, Fachbereich Gartenbau, Fachhochschule Erfurt, und **Dr. Ellen Richter**, Institut für Pflanzenschutz im Gartenbau der Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Braunschweig

LITERATUR

- Budge, S.P., und Whipps, J. M. (2001): Potential for integrated control of *Sclerotinia sclerotiorum* in glasshouse lettuce using *Coniothyrium minitans* and reduced fungicide application. *Phytopathology* 91: 221-227.
- Dercks, W., und Schmatz, R. (2003): Biologischer Pflanzenschutz in Thüringen. Tagungsband, 7. Thüringer Agrarökologie-Kolloquium: „Pflanzenschutz und Umweltschutz“. Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt. 15. Mai 2003, Jena, 32-42
- Dercks, W.; Schmatz, A.; Kreller, M.-L.; Seyler, C., und Hennig, F. (2003): Fusaclean G als Mittel gegen die Cyclamenwelke geprüft. *Gb – Das Magazin für Zierpflanzenbau* 24/2003 (20. Dezember 2003), 29-33
- Dercks, W.; Keuck, A.; Meissner, F.; Seyler, C.; Kreller, M.-L.; Binder, K.; Altmann, A.; Czekalla, E.; Schmatz, R., und Ganze, M. (2004): Pflanzenschutz in Sonnenblumen: *Sclerotinia* biologisch-integriert bekämpfen. *Deutscher Gartenbau* 44/2004 (30. Oktober 2004), 12-13
- Koch, E; Ganze, M., und Dercks, W. (1999): Biologische Krankheitsbekämpfung. *Deutscher Gartenbau*, 47/1999 (27. November 1999), 27-29
- Leopold, D.; Musch, F.; Götte, E.; Böcker, H.; Wiethoff, J.; Meyhöfer, R., und Richter, E. (2003). Verbundprojekt „Nützlinge“ Teil 2: Nützlinge in der Praxis. *Deutscher Gartenbau* 10/2003 (8. März 2003), 20-22
- Windeck-Breuer, K.; Schrage, R.; Götte, E.; Sell, P., und Richter, E. (2003): Verbundprojekt „Nützlinge“ Teil 1: Nützlinge in der Praxis. *Deutscher Gartenbau* 08/2003 (22. Februar 2003), 43-45