



**Strategien zur Regulierung von im Gemüsebau
schädigenden Blumenfliegenarten (Anthomyiidae):
Wurzelfliegen an Buschbohnen (*Delia platura*,
Delia florilega), Zwiebelfliege (*Delia antiqua*),
Kleine Kohlfliege (*Delia radicum*)**

Erstellt von:

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)
Fachbereich Integrierter Pflanzenschutz
Söbrigener Str. 3a, 01326 Dresden
Tel.: +49 351 2612-445 Fax: +49 351 2612-328
E-Mail: gabriele.koehler@pillnitz.lfl.smul.sachsen.de
Internet: www.landwirtschaft.sachsen.de/lfl/

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

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



Schlussbericht

Zuwendungsempfänger/Ausführende Stelle:

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)

Fachbereich Integrierter Pflanzenschutz

Projektbearbeiterin: Karen Keuneke

Forschungsprojekt Nr.: 02OE477

Thema:

Strategien zur Regulierung von im Gemüsebau schädigenden Blumenfliegenarten
(Anthomyiidae):

Wurzelfliegen an Buschbohnen (*Delia platura*, *Delia florilega*),

Zwiebelfliege (*Delia antiqua*),

Kleine Kohlfliege (*Delia radicum*)

Laufzeit: 15.11.2002 bis 14.04.2003

Berichtszeitraum: 15.11.2002 bis 14.04.2003

Zusammenarbeit mit anderen Stellen:

Expertenbefragungen an der Universität Rennes, INRA Rennes und FiBL Schweiz

Freistaat  Sachsen

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

Abstract

The Anthomyiidae is a limiting factor in the ecological production of crops of beans, onions and brusselsprouts. Our aim was to urgently investigate methods in the controlling of flies.

Based on a theoretical study and the interviewing of experts, the biological regulation of cabbage-, root or bean-seed maggots as well as onion maggots was determined.

A variety of studies of insecticides and repellents based on plant extracts were available. Very few of these examples concentrated on the efficiency of substances against Anthomyiidae. However, the majority of the results are transferable. This mainly concerned preparations which proved to be efficient against the larvae of Diptere or Coleoptere.

Control management based on entomophage fungi proved to be unsuitable as they only attack the adult stage. The disadvantage of the approach with entomophage fungi on larvae proved to be that the pathogenese was too slow so that the damages to crops could not be sufficiently prevented. Only the usage of microbial toxins could be effective.

Due to high costs involved, the usage of beneficial insects has been proved to be unpractical. The minimising of the Dipteren population is a result of the predator optimisation. A optimal effect can however not be expected due to the delay of the predator enhancement. As a result, additional measures are necessary. The regulation with entomophage nematodes proves to be a problem as the first instar larvae is not sufficiently attacked.

The usage of physical control methods has proved to be successful against cabbage and onion maggots. Exclusion fences are possible as a further development of this immune system. This method proves to be a simple handling.

Inhaltsverzeichnis

1.	Ziele und Aufgabenstellung des Projektes	4
2.	Material und Methoden	6
3	Literaturstudie.....	7
3.1	Allgemeine Grundlagen der Regulation von Anthomyiidae	7
3.2	Pflanzliche Insektizide und/ oder Repellentien	9
3.2.1	<i>Chrysanthemum</i> sp.: Asteraceae	9
3.2.2	<i>Derris</i> sp. (Fabaceae) und <i>Lonchocarpus</i> sp.(Leguminosae).....	9
3.2.3	<i>Niembaum</i> (<i>Azadirachta indica</i> : Meliaceae).....	10
3.2.4	<i>Surinam-Bitterholz</i> (<i>Quassia amara</i>) und <i>Jamaika-Bitterholz</i> (<i>Picrasama excelsa</i>) Familie Simaroubaceae	11
3.2.5	<i>Pfeffer</i> (<i>Piper</i> sp.: Piperaceae)	11
3.2.6	<i>Zitrusgewächse</i> (<i>Citrus</i> sp.: Rutaceae).....	13
3.2.7	<i>Erdnuss</i> (<i>Arachis hypogaea</i> : Fabaceae).....	14
3.2.8	<i>Eukalyptus</i> (<i>Eucalyptus</i> sp.:Myrtaceae)	15
3.2.9	<i>Hutpilze</i> (versch.Ordnungen der Basidiomyceten)	15
3.2.10	<i>Kokosnuss</i> (<i>Cocos nucifera</i> : Arecaceae).....	15
3.2.11	<i>Pine Oil</i>	16
3.2.12	<i>Afrikanische Ölpalme</i> (<i>Elaeis guineensis</i> : Palmaceae).....	18
3.2.13	<i>Minze</i> (<i>Mentha</i> sp.: Lamiaceae)	18
3.2.14	<i>Sabadilla</i> (<i>Sabadilla officinales</i> : Liliaceae)	19
3.2.15	<i>Salbei</i> (<i>Salvia officinales</i> : Lamiaceae)	20
3.2.16	<i>Thymian</i> (<i>Thymus</i> sp.: Lamiaceae).....	20
3.2.17	<i>Kalmuswurzel</i> (<i>Acorus calamus</i> : Araceae)	21
3.2.18	<i>Zimt</i> (<i>Cinnamon zeylanicum</i> : Lamiaceae).....	21
3.3	Mikroorganismen	31
3.3.1	<i>Entomophage Pilze</i>	31
3.3.2	<i>Bakterien</i>	35
3.4	Tierische Antagonisten	41
3.4.1	<i>Arthropoden</i>	41
3.4.2	<i>Nematoden</i>	47

3.5	physikalische Bekämpfungsmöglichkeiten	52
3.5.1	<i>Kulturschutznetze und Vliese</i>	52
3.5.2	<i>Einflugbarrieren (Exclusion fences = Ausschlußzäune).....</i>	52
4.	Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse.....	55
5.	Zusammenfassung	56
6.	Literaturverzeichnis	57
	Anlagen	

1. Ziele und Aufgabenstellung des Projekts

Fördervorhaben im Bereich der Erzeugung, Verarbeitung und Vermarktung von Produkten des Anhangs I des EG-Vertrages (Vorhaben innerhalb des Agrarsektors),

Grundlagenforschung

Schädigende Blumenfliegen sind limitierender Faktor im ökologischen Anbau von Buschbohnen, Zwiebeln und Rosenkohl. Nach Verfahren zur Kontrolle schädigender Fliegen muss dringend gesucht werden. Ziel war es, über eine umfangreiche Recherche, Bausteine für entsprechende Verfahren im ökologischen Anbau zu finden.

Damit wird ein Beitrag zur verbesserten Wettbewerbsfähigkeit auf dem Gebiet des ökologischen Anbaues von Gemüsekulturen geleistet, die von Blumenfliegen befallen werden. Schädigende Blumenfliegen begrenzen den Anbau. Beispielsweise hat der Ökoring Niedersachsen mitgeteilt, dass 13% seiner Buschbohnenfläche auf Grund von Totalausfall nicht beerntet werden konnten, in Sachsen mussten 9% der Öko-Bohnenfläche umgebrochen werden. Möglichkeiten der Regulierung von Blumenfliegen würden die Verfahrenssicherheit also deutlich erhöhen, denn Blumenfliegen stellen gegenwärtig ein Produktionsrisiko dar, welches Umstellungen behindert. Seine Minderung führt zur Ausdehnung des ökologischen Landbaues.

Planung und Ablauf des Projekts

Teilziel	Zeitraum	Geplante Arbeitsaufgabe	Realisierte Arbeitsaufgabe
Literatur –und Internetrecherche	Mitte November 02 bis Ende Dezember 2002	Literaturrecherche, Internetrecherche	Literaturrecherche, Internetrecherche
	Anfang bis Mitte Januar 2003	Zusammenstellen der Rechercheergebnisse	Zusammenstellen der Rechercheergebnisse
Sammlung von Informationen in einschlägigen Forschungseinrichtungen	Anfang Januar bis 24. Januar 03	Organisatorische und inhaltliche Vorbereitung von Reisen zu einschlägigen Forschungsinstituten	Organisatorische und inhaltliche Vorbereitung von Reisen zu Experten nach Frankreich
	25. Januar bis 7. März 2003	Besuch von Forschungseinrichtungen zum Zweck der Informationssammlung	Besuch einer Forschungseinrichtung zum Zweck der Informationssammlung
	8. März bis 14. März 2003	Verfassen von Reiseberichten, Darstellung des Standes der gegenwärtigen Forschung	Darstellung des Standes der gegenwärtigen Forschung
Abschlußbericht	15. März bis 14. April 2003	Erarbeiten einer Datenbank, Abschlußbericht	Besuch der Entomologentagung, Verfassen von Reiseberichten, Erarbeiten einer Datenbank, Abschlußbericht

2. Material und Methoden

Für Recherchearbeiten wurde das Internet genutzt. Folgende Internetdatenbanken -u. Suchmaschinen wurden vorrangig eingesehen: Agris, Agricola, Phytomed und Google. Für eine Einsicht in ältere Literatur (vor der Ära des chemischen Pflanzenschutzes) wurde in der Bibliothek der BBA und der Deutsche Staatsbibliothek vor Ort recherchiert. Expertenbefragungen lieferten wertvolle Informationen zum gegenwärtigen Stand der Wissenschaft.

Es wurden die Universität Rennes (Frankreich) und das Institut Nationale de la Recherche Agronomique (INRA) besucht. Ein Team unter Leitung von Etienne Brunel arbeitet am Verhalten von Kohlfiegen (*Delia radicum*), an dem Vorkommen von nützlichen Kurzflügelkäfern im Blumenkohlkulturen der Bretagne, an der Wirkung von natürlichen Substanzen auf Kohlfliegeneier, an kulturtechnischen Maßnahmen gegen Kohlfiegen und an Kohlfliengzuchten. Etienne Brunel und seine Kollegen gaben Auskunft zu ihren Forschungsarbeiten und gewährten Einsicht in aktuelle Versuche und Zuchten. In der Bibliothek der Universität Rennes konnte die Literaturrecherche vervollständigt werden.

Auf eine geplante Reise an das Forschungsinstitut für Biologischen Landbau (FiBL) in der Schweiz wurde verzichtet, weil der dort beschäftigte Experte Eric Wyss, seine Ergebnisse im März 2003 auf der Entomologentagung in Halle vorstellte. Dort ergab sich die Möglichkeit zu einem ausführlichem Gespräch mit Eric Wyss. Er beschäftigt sich vorwiegend mit biotechnischen Maßnahmen zur Regulierung von Kohlfiegen.

Im Laufe der Recherchen stellte sich heraus, dass die Saatgutfirma Suet in Eschwege Erfahrungen bei der Inkrustierung von ökologischem Saatgut hat. Eine Kontaktaufnahme zu dieser Firma erfolgte. Aus diesem Grund wurde auf einen Besuch des Institutes für Technologie und Biosystemtechnik der FAL Braunschweig zur Recherche von möglichen Beizmitteln abgesehen, zumal an diesem Institut keine speziellen Erfahrungen zum ökologischen Anbau vorliegen.

Die Zusammenstellung der Rechercheergebnisse und der Expertenbefragungen erfolgte in Form einer Literaturstudie zu Möglichkeiten der Regulierung von schädigenden Blumenfliegen, die im ökologischen Anbau angewendet werden können.

Zusätzlich wurde eine Datenbank erstellt.

3. Literaturstudie

3.1 Allgemeine Grundlagen von Anthomyiidae

Die wichtigsten Anthomyiidae, die im ökologischen Gemüsebau eine Rolle spielen, sind die Kleine Kohlflye *Delia radicum*, die Wurzelfliegen *Delia floralis* und *Delia platura* und die Zwiebelflye *Delia antiqua*.

In verschiedenen Quellen wird die Kleine Kohlflye auch als *Delia brassicae* bezeichnet und *Delia radicum* als Schnauzen-Wurzelflye (SPAAR et al., 1985, WASILEVA et al. 1974). Nach Darstellung von SPAAR et al. (1985) kann *Delia radicum* auch an Bohne vorkommen. Demnach wäre ihr Wirtskreis etwas breiter als der von *Delia brassicae* (Kohl und Rettich). In HOFFMANN et al. (1994) werden *Delia radicum* und *Delia brassicae* als Synonyme verwendet. WASILEVA et al. (1974) berichten, dass *Delia brassicae* vornehmlich im östlichen europäischen Raum und vereinzelt in Mittelasien u. Fernen Osten zu finden ist. *Delia radicum* kommt hauptsächlich in westlichen Gebieten Europas vor. Beide Arten treten in Nordamerika auf. Dies wäre eine Nischenteilung. Eine klare Abgrenzung konnte in der Literatur nicht gefunden werden. In den überwiegenden Quellen, die in diese Studie einfließen wird aber *Delia radicum* als Kleine Kohlflye bezeichnet.

Delia radicum erscheint Ende April bis Anfang Mai (Roßkastanienblüte) und hat bis zu drei Generationen im Jahr. Sie legt ihre Eier (bis zu 10 Eier/Pflanze) an den Wurzelhals oder in Erdspalten in die Nähe der Pflanzen. Die Eiablage kann aber insbesondere bei Rosenkohl und Chinakohl auch an oberirdischen Pflanzenteilen erfolgen. Nach vier bis acht Tagen Schlüpfen die Larven, die Entwicklung vom L1-L3-Stadium dauert 3-4 Wochen (CRÜGER et al., 2003). Für die Bekämpfung spielen aber nur die L1- und L2-Larven eine Rolle, da sich nur diese Stadien frei im Boden bewegen (SULISTYANTO et al., 1994). Anschließend bohren sich die Maden in den Wurzelhals (bzw. Sprossgewebe) ein und beginnen mit ihrem zerstörerischen Fraß. Die Puppendauer liegt, je nach genetischem Typ (ausführliche Beschreibung bei BIRON et al., 2000) bei 15 bzw. 35 Tagen. Nach dem Schlüpfen müssen die adulten Insekten einen Reifungsfraß von 6-8 Tagen vornehmen, ehe erneut Eier abgelegt werden können (CRÜGER et al., 2003).

Die Kohlflyenmaden der ersten Generation schädigen vor allem junge Pflanzen kurz nach der Bestellung. Dem kann durch Netz- bzw. Vlieseinsatz begegnet werden. Schwieriger ist die Situation zur Flugzeit der 2. Generation im August im Rosenkohlanbau. Hier werden die

Eier direkt an die Röschen gelegt, wo ein Netzeinsatz kaum noch möglich ist. Die Maden fressen sich in die Röschen, nachfolgend faulen diese (PELERENTS et al. 1983).

Delia platura erscheint bereits ab März und hat bis zu vier Generationen im Jahr. Sie legt ihre Eier (30-40 Eier) in Bodenspalten auf humosen, feuchten Boden. Die L1-Larven schlüpfen nach 2-4 Tagen und begeben sich auf Wirtssuche. Die Larven dieser Art richten insbesondere im ökologischem Buschbohnenanbau große Schäden an. Sie fressen an den Keimlingen von Buschbohnen in der Phase des Auflaufens. Meistens werden die auflaufenden Pflanzen so stark geschädigt, dass sie absterben. 1-2 Larven pro Pflanze gelten bereits als starker Befall. Schädigend ist hauptsächlich die erste Generation im Zeitraum März bis Mai (BOLLOW, 1956; CRÜGER et al., 2003). Nach Aussagen von BRUNEL (2003) wird *Delia platura* in erster Linie von der organischen Substanz angezogen und legt aufgrund ihres großen Wirtskreises ihre Eier in den noch unbestellten Boden ab. Auch BOLLOW (1956) führt an, dass sich die Larven von *Delia platura* durchaus von organischer Substanz ernähren können. Demzufolge wären die Eier schon vor Aussaat der eigentlichen Kultur im Feld vorhanden. Dies hätte für die Bekämpfung weitreichende Konsequenzen, da somit ein Netz- bzw. Vlieseinsatz nicht mehr wirksam wäre.

Dem ökologischen Anbau stehen, neben einem Netz-/Vlieseinsatz, bisher nur vorbeugende Kulturmaßnahmen zur Verfügung. So müssen stabile Schönwetterlagen zur Saat von Bohnen genutzt werden, um damit günstige Bedingungen für ein schnelleres Auflaufen des Keimlings zu schaffen. Für eine kontinuierliche Marktbelieferung bzw. eine termingerechte Lieferung an die Verarbeitungsindustrie wäre allerdings eine weitestgehend witterungsunabhängige Terminierung der Aussaattermine wünschenswert.

Delia antiqua erscheint Ende April und hat ähnlich wie *Delia radicum*, drei Generationen im Jahr. Die Eier (bis zu 9 Eier/Pflanze) werden in Bodenspalten nahe der Pflanzen abgelegt. Nach 3-8 Tagen je nach Temperatur schlüpfen die L1-Larven. Die gesamte Larvenentwicklung ist nach 15-20 Tagen abgeschlossen. Die Verpuppung von *Delia antiqua* erfolgt in tieferen Bodenschichten (10-20 cm) als die der anderen Arten. Die Puppenruhe liegt in einem Zeitraum von 14-19 Tagen. Für den Zwiebelanbau ist die erste Generation bedeutend. Sie schädigt vor allem junge Pflanzen. Bei Trockenheit stirbt der größte Teil der Fliegeneier ab, so dass keine Maden schlüpfen können. Feuchte Witterung begünstigt den Befall. Die Pflanzen welken reihenweise und sterben ab (CRÜGER et al., 2003).

3.2 Pflanzliche Insektizide und/ oder Repellentien

In der Literatur sind in der Vergangenheit verschiedene pflanzliche Stoffe mit Insekten abschreckender (repellenter) oder insektizider Wirkung beschrieben worden. Bekannte Stoffe wie Pyrethrum, Rotenon oder Neem haben Eingang in die Praxis erhalten.

Es wäre hinsichtlich der Bekämpfung von Blumenfliegen interessant, sich auf diesem Sektor näher umzusehen und Versuche bei denen pflanzliche Substanzen gegenüber Schadorganismen auf ihre insektizide oder repellente Wirkung getestet wurden, anzuschauen. Eine eventuelle Übertragbarkeit auf Blumenfliegen wird dabei angestrebt, da in der Literatur nur einige wenige Untersuchungen zur Bekämpfung dieser Fliegen mittels pflanzlicher Präparate angestellt worden sind.

Die nun folgenden pflanzlichen Substanzen konnten in der Literatur gefunden werden als Stoffe mit insektizider und/ oder repellenter Wirkung.

3.2.1 *Chrysanthemum* sp.: Asteraceae

Die hohe toxische Wirkung von Pyrethrum ist schon lange bekannt und vielfach beschrieben worden (SCHREITER, 1995; SCHLEE, 1989; FEINSTEIN, 1952; PEARSON, 1935).

Pyrethrum wird aus den getrockneten Blütenköpfen verschiedener *Chrysanthemum*- Arten, häufig aus der dalmatinischen Insektenblume (*Chrysanthemum cinerariaefolium*), durch Pulverisieren oder Extraktion gewonnen. Es ist ein Stoffgemisch, deren Hauptwirkstoffe sechs verschiedene Terpenester (Pyrethrine) sind. Diese sechs Verbindungen sind wenig stabil und werden im Freiland durch Luft und UV-Licht schnell inaktiviert. Die Kontaktgiftwirkung der Pyrethrine beruht auf der Beeinflussung der Na/K-Permeabilität (SCHLEE, 1989).

Im ökologischen Gemüsebau wird es vornehmlich gegen Blattläuse, freifressende Schmetterlingsraupen, Weiße Fliege, Thripse, Spinnenmilben eingesetzt (FiBL, 2003). Außerdem fand Pyrethrum zur Bekämpfung von Stubenfliegen in der Viehhaltung Verwendung (PEARSON, 1935). Konkrete Versuche mit Blumenfliegen wurden nicht gefunden.

3.2.2 *Derris* sp. (Fabaceae) und *Lonchocarpus* sp. (Leguminosae)

Der Wirkstoff der *Derris* Wurzel sind Rotonoide. Diese gewinnt man besonders aus den Wurzeln verschiedener Leguminosen (neben den *Derris*-Arten Ostasiens in Südamerika *Lonchocarpus*- und auch weitere Pflanzenarten, auch aus anderen Familien wie Rubiaceae)

und Agaven). Die von Isoflavonen abgeleiteten Derivate des Rotenons oder des Hydroxyrotenons wirken als Enzymgifte (SCHLEE, 1989). Es ist ein Fraß- und Kontaktgift und wird vornehmlich gegen saugende Insekten wie Blattläuse, Spinnenmilben, Thripse und Weiße Fliegen angewendet.

Untersuchungen mit *Derris amazonica* gegen *Lutzomyia longipalpis*, einer Krankheitsübertragenden Mückenart, zeigten nach 72 Stunden einen guten Wirkungsgrad von 100 % (LUITGARDS-MOURA et al., 2002). Weitere Ergebnisse mit *Derris urucu* einer anderen Mückenart (*Aedes aegypti*) erreichten bereits bei Verwendung niedriger Konzentrationen dieselbe toxische Wirkung (GUSMÃO, et al., 2002).

3.2.3 Neembaum (*Azadirachta indica*: Meliaceae)

Der tropische Neembaum *Azadirachta indica* ist in Afrika, Asien und Amerika beheimatet, seine Samen haben eine breite insektizide Wirkung. Daneben wurden fraßdeterrente Eigenschaften festgestellt.

Neemsaamenextrakte zeigen unterschiedliche Wirkungen (Verminderung der Fruchtbarkeit, Einfluss auf die Nachkommenschaft und Lebensfähigkeit, gestörte Entwicklung z.B. Deformationen während der Verpuppung) gegen eine Reihe von Schädlingen vor allem aus den Ordnungen der Coleopteren, Lepidopteren, Hymenoptera, Heteropteren (SCHMUTTERER, 1987).

Über die Wirkung von Neem liegen umfangreiche Literaturangaben vor, die an dieser Stelle nicht alle aufgelistet werden können. Eine aktuelle Übersicht über die Anwendbarkeit gegen Pflanzenschädlinge gibt HUMMEL (2001).

Die folgenden Versuche stehen exemplarisch für die unterschiedliche Wirkung von Neem.

STEETS (1976/77) testeten verschiedene Konzentrationen (10, 50 und 100 ppm/l) vermahlene Extrakt der gesamten Neemfrucht an verschiedenen Stadien des Kartoffelkäfers (*Leptinotarsa decemlineata*). Die L1- und L2-Larven starben vor der Verpuppung. Direkte Applikationen von 1 und 0,5 µg pro Larve führten zu einer Verhinderung der Verpuppung.

Weiterhin zeigen Untersuchungen, dass auch die Fortpflanzung von Schadinsekten gestört werden kann. Kartoffelkäferweibchen, die an mit Neemsaamenextrakt behandelten Blättern gefressen hatten legten 90 % weniger Eier ab, als nicht kontaminierte Käfer (SCHMUTTERER, 1984). Beim Bohnenkäfer *Epilachna varivestis* konnten nach Fraß an mit Neemsaamenextrakt

behandelten Blättern Deformationen während der Verpuppung beobachtet werden (SCHMUTTERER, 1987).

Bezüglich Dipteren gibt es Versuche von STEFFENS & SCHMUTTERER (1982) unterschiedliche Konzentrationen Neemsamenextrakt in das Aufzuchtsubstrat der Mittelmeerfruchtfliege (*Ceratitis capitata*) zu applizieren. Die larvale Entwicklung konnte bei einer Konzentration von 5 ppm um einen Tag hinausgezögert werden. Mit einer Applikation von 20 ppm konnte eine signifikante Mortalität der Larven erreicht werden.

CHEN et al. (1996) demonstrierten weiterhin eine repellente Wirkung mit Neemsamenextrakt bei der orientalischen Fruchtfliege *Bactrocera dorsalis* an Guaven. Die Eiablage konnte dadurch um 87 % reduziert werden.

Konkrete Versuche mit der Gattung *Delia* gibt es nur wenige. Diese zeigten sowohl positive als auch negative Bilanzen (HUMMEL, 2001).

Erste Versuche an der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft zeigten, dass eine Reduzierung des Kohlfliegenbefalls an Rosenkohl durch eine Kombination von Neem und Salbei möglich ist (KÖHLER et al., 2000).

3.2.4 Surinam-Bitterholz (*Quassia amara*) und Jamaika-Bitterholz (*Picrasama excelsa*) Familie: Simaroubaceae

Aus der Rinde der zwei Bitterholzarten *Quassia amara* und *Picrasama excelsa* wird Quassin als Wirkstoff gewonnen und als Insektizid mit Fraß- und Kontaktgiftwirkung gegen Blattläuse, Sägewespen und Wicklerrauen verwendet.

EVANS & RAJ (1991) konnten eine selektive Toxizität von Quassin gegenüber den Mückenlarven *Culex quinquefasciatus*, und *Aedes aegypti* verdeutlichen. Allerdings konnte nur bei den Larven eine 100 %ige Mortalität nachgewiesen werden. Die Wirkstoffkonzentration von 30 ppm hatte keine Effekte auf die Puppen der Stechmücken.

3.2.5 Pfeffer (*Piper* sp.: Piperaceae)

Die insektizide Wirkung des Pfeffers ist vielfach in der Literatur beschrieben worden. In vielen afrikanischen Ländern werden Pfefferextrakte meist in Form von länger konservierbarem Öl insbesondere zur Bekämpfung gegen Vorratsschädlinge verwendet.

So beschrieben LALE & ALAGA (2000) die hohe insektizide und larvazide Eigenschaft des Aschantipfeffers (*Piper guineense*) gegenüber dem Rotbraunen Reismehlkäfer (*Tribolium*

castaneum). In Versuchen wurde bei Aufbringung von 5 g Pfefferöl/125 g Hirsesamen eine 92 % Mortalität der adulten Tiere und eine 90 % Mortalität der Larven innerhalb der ersten 24 Stunden erreicht. Die Larven reagierten auf niedrige Konzentrationen empfindlicher als die adulten Käfer. Außerdem wurde eine starke repellente Wirkung beobachtet.

Ebenso zeigte der Maiskäfer (*Sitophilus zeamais*) eine Mortalitätsrate von 80 % gegenüber Öl des Aschantipfeffers. Hierbei wurden 1 ml Pfefferöl mit einer 3 %igen Konzentration (0,3 ml Samenextrakt der Stammlösung wurden in 9,7 ml Petrolether gelöst) mit 10 g Maiskörnern vermischt. Die hohe Sterblichkeit von 80 % wurde allerdings erst 72 Stunden nach Anwendung erreicht. Bei Verwendung einer niedrigeren Konzentration trat die insektizide Wirkung früher in Erscheinung. Vielleicht ist der Repellenteffekt, der gleichzeitig den Fraß verhindert, hierbei geringer (ASHAMO & ODEYEMI, 2001).

SU et al. (1977) verwendeten zur Bekämpfung des Reiskäfers (*Sitophilus oryzae*) ein alkoholisches Extrakt aus schwarzen Pfefferkörnern (*Piper nigrum*). Dies wurde zum Einen zur Saatgutbehandlung von Weizen verwendet und zum Anderen für eine direkte Kontaminierung mit dem Insekt benötigt. Die Wirksamkeit des Extrakts wurde ermittelt. Generell konnte eine hohe Mortalität bei adulten Käfer festgestellt werden. Diese wurde aber erst, ähnlich wie beim vorher beschriebenen Maiskäfer, nach 72 Stunden erzielt. Außerdem war die Anzahl der Nachkommen in den behandelten Varianten deutlich reduziert. Eine Begründung hierfür wurde nicht genannt.

Ethanolische Extrakte verschiedener Pflanzen und Konzentrationen wurden im Laborversuch an Kudebohnsamen auf ihre insektizide Wirkung gegen den Vierfleckigen Bohnenkäfer (*Callosobruchus masculatus*) von ADEDIRE & LAJIDE (1999) getestet. Pfeffer (*Piper umbellatum*) wies die höchste Toxizität (90 % nach 24 Std.) auf. Die Durchführung erfolgte in Petrischalen, in denen jeweils 1 ml Pflanzenextraktlösung mit 10 g Bohnensamen vermischt wurde. Nach anschließender Trocknung (1-2 Std.) wurden 20 Käfer zugesetzt. Tote Tiere wurden täglich gezählt und entnommen.

In Versuchen von ASSABGUI et al. (1997) erzielte die toxische Eigenschaft des Aschantipfeffers bei Ohrwürmern (*Forficula auricularia*) eine 100 % Mortalität, wobei nach Aussage der Autoren die toxische Wirkung des Pfeffers durch Zugabe von Linalool, einem sekundären Pflanzenstoff, verstärkt wurde (synergistischer Effekt).

In der Literatur sind verschiedene Artikel zur Wirkung des Pfeffers gegenüber Stubenfliegen (*Musca domestica*) zu finden. So berichteten HARVILLE et al. (1943) über die insektizide

Wirkung von getrockneten Pfefferschoten von *Piper nigrum* gegenüber *M. domestica*. In Äthiopien werden die Blätter des Pfefferbaums (*Schinus molle*) generell als Repellent und Fraßdeterrent gegen Stubenfliegen eingesetzt. Aufgrund dessen isolierten WIMALARATNE et al. (1996) verschiedene flüchtige Stoffgruppen von *Schinus molle* und prüften diese gegenüber der Fliege. Zwei cyclische Stoffgruppen erwiesen sich schon in geringer Konzentration als starke Repellentien. Die Autoren halten eine Übertragung auf andere Insekten für möglich.

3.2.6 Zitrusgewächse (*Citrus* sp.: Rutaceae)

Die Inhaltsstoffe aus der Schale verschiedener Zitrusarten wurde in unterschiedlichen Versuchen als natürliches Insektizid erprobt.

Acht Zitrusöle wurden zunächst von SU (1972) auf ihre mögliche Toxizität gegenüber dem vierfleckigen Bohnenkäfer (*Callosobruchus masculatus*) und dem Reiskäfer (*Sitophilus oryzae*) untersucht. Hierbei konnte eine gute insektizide Wirkung von Zitronen-, (*Citrus limon*), Grapefruit-, (*Citrus paradisi*) und Limettenöl (*Citrus aurantifolia*) festgestellt werden. Bei *S. oryzae* war die Mortalität geringer. Die Öle waren für diesen Schädling nur mäßig toxisch. In Versuchen von ABBASSEY et al. (1987) wurden erneut acht Zitrusöle erprobt; diesmal zur Bekämpfung des amerikan. Reismehlkäfers (*Tribolium confusum*) und des Kornkäfers (*Sitophilus granarius*). Eine gute insektizide Wirkung von Limetten-, (*Citrus aurantifolia*), Navelorangen-, (*Citrus sinensis*), Zitronen-, (*C. limon*) und Grapefruitöl (*C. paradisi*) konnte gegenüber beiden Käfern verzeichnet werden.

TAYLOR & VICKERY (1974) führten Versuche mit Limonen, ein Hauptbestandteil von Zitrusöl aus den Schalen der Bitterorange (*Citrus aurantium*) gegen verschiedene Insekten durch. 10 Fliegenarten (*Musca* sp.) reagierten empfindlich auf den Wirkstoff. Die toxische Wirkung setzte knapp eine Minute nach Kontakt der Fliegen mit Limonen ein. Mit dem getesteten Limonen konnte ein vergleichbar guter Bekämpfungserfolg zu einem chemischem Insektizid gegen den Vorratsschädling und Samenkäfer (*Callosobruchus phasecoli*) erzielt werden.

Auch KASSIR et al. (1989) testeten Limonen. Sie prüften den Stoff auf seine Toxizität gegenüber den Larven (L4-Stadium) der Stechmücke (*Culex quinquefasciatus*) und weiterhin auf eine mögliche Beeinflussung der Eiablage. Die Reaktion der Larven war konzentrationsabhängig. 90 % Mortalität wurden bei einer Limonenkonzentration von 53,80 ppm in Wasser bereits nach 24 Stunden und bei einer Konzentration von 32,52 ppm erst nach 48 Stunden erreicht. Mit Limonen versetztes Wasser konnte bei einer Konzentration von 50 ppm die

Eiablage praktisch total verhindern. In der Kontrolle befanden sich dagegen 51 abgelegte Eier.

Ein weiterer Inhaltsstoff ist Limonin, das in Versuchen von ALFORD et al. (1987) aus dem vermahlenem Samen der Grapefruit (*Citrus paradisi*) extrahiert wurde. Seine Fraßdeterrente Wirkung wurde bei Larven des Kartoffelkäfers untersucht. Mit verschiedenen Limoninkonzentrationen behandelte Kartoffelblätter wurden den Käfern zum Fraß angeboten. Zwei Verfahren kamen dabei zur Anwendung. Einmal hatten die Käfer die Wahl zwischen behandelten und unbehandelten Blättern (choice), ein anderes Mal hatten die Tiere keine Wahl, da sie ausschließlich behandelte oder ausschließlich unbehandelte Blättern zum Fraß vorfanden (no-choice). Es zeigte sich, dass bei einer Dosis von 100 µg pro Blatt beim no-choice Verfahren der Fraß um 67 %, beim choice Verfahren um 96 % vermindert wurde.

3.2.7 Erdnuss (*Arachis hypogaea*: Fabaceae)

Zur Bekämpfung von verschiedenen Käfern, die bei der Lagerung von Getreide, Reis, Mais oder Leguminosen Schäden verursachen können, wurde Erdnussöl in verschiedenen Versuchen als natürliche und billige Alternative zu herkömmlichen Insektiziden erprobt.

In den Versuchen von ASHAMO & ODEYEMI (2001) und IVBIJARO et al. (1985) konnte eine hohe insektizide Wirkung (100 % Mortalität der adulten Käfer) innerhalb von 24 Stunden erreicht werden. Außerdem stellten sowohl ASHAMO & ODEYEMI (2001) als auch SINGH et al. (1978) eine gute Persistenz des Extraktes fest.

SINGH et al. (1978) beobachteten, dass Erdnussöl keine direkte Toxizität gegenüber Adulten des vierfleckigen Bohnenkäfers (*Callosobruchus masculatus*) aufwies. Desgleichen wurde die Eiablage nur geringfügig beeinträchtigt. Aber aus den abgelegten Eiern entwickelten sich keine Nachkommen. Weiterhin erläuterten die Autoren, wurde bei 1-2 Tage alten Eiern durch Kontakt mit dem Öl die Protoplasmabewegung gestoppt, so dass es zu einer Gerinnung kam. Bei 3-5 Tage alten Eiern, in denen sich teilweise oder vollständig schon Larven gebildet hatten, trat nach Kontakt mit dem Öl deren Tod innerhalb von Minuten ein. Demnach besitzt Erdnussöl eine ovizide Wirkung.

3.2.8 Eukalyptus (*Eucalyptus* sp.:Myrtaceae)

Eukalyptus (*Eucalyptus maculata citriodon*) wurde vielfach als pflanzlicher Stoff zur Abschreckung von verschiedenen Mückenarten eingesetzt. Die repellente Wirkung hielt

durchschnittlich 7 Stunden an und war vergleichbar mit der des chemischen Mittels. (TRIGG, 1996a; TRIGG & HILL, 1996).

Eine Abschreckung von 99,5 %, selbst 8 Stunden nach Applikation, konnte mittels eines Eukalyptusderivates gegenüber der Stallfliege oder "Wadenstecher" (*Stomoxys calcitrans*) erreicht werden (TRIGG, 1996b). Eine ähnlich starke Reaktion (91,1 %) wurde auch bei der Stubenfliege (*Musca domestica*) mit einem Öl von *Eucalyptus globulus* beobachtet (OSMANI et al., 1972).

3.2.9 Hutpilze (versch.Ordnungen der Basidiomyceten)

Die toxische Wirkung einiger Pilzarten wurde am Beispiel der Kleinen Essigfliege (*Drosophila melanogaster*) dokumentiert. BESL et al. (1987) untersuchten den Einfluß der Fruchtkörper von 127 Pilzarten auf die Entwicklung von *D. melanogaster*. Die unterschiedlich getesteten Pilze wurden gesäubert, gefroren und gefriergetrocknet. Die Autoren stellen die Art des Verfahrens in Frage, da nicht geklärt ist inwieweit die Toxizität hierdurch beeinträchtigt wird.

Anschließend wurden 10 % des Pilzsubstrats unter das Kultursubstrat gemischt. Die Aufnahme der Extrakte erfolgte somit oral. Von den getesteten Pilzen zeigten 30 % eine insektizide Wirkung und 16 % führten zu einer deutlich verzögerten Verpuppung sowie geringeren Verpuppungsrate. Zu Kategorie der "Pilze mit starker Hemmwirkung" gehörten vor allem die sogenannten "Giftpilze" wie Knollenblätterpilz, Pantherpilz oder Fliegenpilz. In Versuchen von MIER et al. (1996) zeigten auch einige Speisepilze wie z.B. Rotfußröhrling oder Maronenröhrling eine direkte toxische Wirkung gegenüber *Drosophila melanogaster*. Demnach müssten gegenüber Insekten noch andere Wirkstoffe eine Rolle spielen als nur die universellen Toxine vieler "Giftpilze".

3.2.10 Kokosnuss (*Cocos nucifera*: Arecaceae)

Das Öl der Kokosnusssamen wurde sowohl in Versuchen von SINGH et al. (1978) als auch bei IVBIJARO et al. (1985) zur Bekämpfung von Lagerschädlingen wie den Reiskäfer (*Sitophilus oryzae*) oder den vierfleckigen Bohnenkäfer (*Callosobruchus masculatus*) eingesetzt. Das Öl wurde jeweils direkt zur Saatgutbehandlung auf den Mais oder die Bohnen aufgebracht. Auf die Keimfähigkeit, so SINGH et al. (1978), der Maiskörner hatte diese Behandlung keinen Einfluss. Beide Arbeitsgruppen konnten einen 100 % Schutz mit Hilfe des Kokosnussöls

erzielen. Die Dosierung (5 ml oder 8 ml pro Saatgut) wich nur gering voneinander ab. SINGH et al. (1978) fanden daneben eine Herabsetzung der Fruchtbarkeit von *Sitophilus oryzae*.

3.2.11 Pine Oil

Pine Oil, ein Nebenprodukt der Papierindustrie, wurde in zahlreichen Versuchen getestet.

Der Begriff "Pine Oil" wurde ursprünglich zur Beschreibung isomerisch, zwei- und dreifach gebundener, cyclischer Alkolterpene benutzt, die bei der Destillation von Kiefern (*Pinus* spp.) gebildet werden (NIJHOLT, 1980).

Mitte der dreißiger Jahre untersuchte PEARSON (1935) die Wirkung von Pine Oil in Sprays, die zur Fliegenabwehr (*Musca domestica*) an Vieh, benutzt werden. Hierbei wurden auch Mischungen aus Pine Oil und Pyrethrum oder Pine Oil und Rotenonee erprobt. Die Ergebnisse zeigen eine Verstärkung der Toxizität und Repellentwirkung sowohl bei Pyrethrum als auch bei Rotenone.

Anfang der achtziger Jahre führten NIJHOLT (1980), NIJHOLT et al. (1981), ALFARO et al. (1984) und RICHMOND (1985) Versuche mit Pine Oil als Repellent gegen verschiedene im Forst schädigende Borkenkäferarten (*Dendroctonus* spp., *Gnathotrichus* spp., *Trypodendron lineatum*) durch. In allen Versuchen konnte eine 90-100 %ige repellente Wirkung erreicht werden. RICHMOND (1985) stellte bei dem Vergleich zwei unterschiedlicher Pine Oil-Präparate fest, dass Norpine65 als Fraß- und Eiablagedeterrent besonders effektiv ist.

JAVER et al. (1987) wiesen eine die Eiablage verhindernde Wirkung von Pine Oil bei Zwiebelfliege nach. Hierzu wurden in Laborversuchen Zwiebeln der Länge nach durchgeschnitten und in Petrischalen in Käfige gestellt. Die Behandlung mit Pine Oil erfolgte auf der Zwiebeloberfläche und auf der Glasfläche der Petrischale, um die Zwiebel herum. Nach 24 Stunden wurden die abgelegten Eier gezählt. In Versuchen in denen die Fliegen die Wahl zur unbehandelten Kontrolle hatten, konnte ein linearer Zusammenhang zwischen Pine Oil- Konzentration (von 0,075 und 1,0 %) und Verminderung der Eiablage verzeichnet werden. Bei einer Konzentration von 1% Pine Oil konnte die Eiablage bis zu 96,9% vermindert werden.

Diese Ergebnisse verminderten sich deutlich in den Versuchen, in denen die Fliegen keine unbehandelte Kontrolle zur Wahl hatten.

Auch NTIAMOAH et al. (1996) testeten die Wirksamkeit von Pine Oil gegen Zwiebelfliege. Es konnte eine Reaktion hinsichtlich der Eiablage ermittelt werden. So wurden unbehandelte

Zwiebeln zu 96,7% befallen, mit Pine Oil behandelte nur zu 71,8%. Außerdem wurde untersucht, welche Wirkstoffe für die abschreckende Reaktion der Fliege verantwortlich ist. Mittels Gaschromatograph zeichneten sich nach Aufspaltung des Pine Oils zwei große Fraktionen ab. Zum einen die Gruppe mit den Stoffen Limonene, 3-Carene und *p*-Cymene, zum anderen eine die alle weiteren Komponenten, acht weitere Monoterpene ((-pinene, α -pinene, myrcene, terpinolene, α -terpinene, α -terpinene, α -phellandrene, α -phellandrene) beinhaltet. Die Wirkung der beiden Fraktionen wurde gegenüber der Zwiebelfliege getestet. Es konnte beobachtet werden, dass bei Einsatz der ersten Gruppe mit den drei Hauptstoffen die Eiablage fast vollständig verhindert werden konnte (an 96,5% der Pflanzen erfolgte keine Eierablage), während die deterrenten Wirkung der zweiten Fraktion deutlich geringer war (an 61% der Pflanzen erfolgte keine Eierablage). Nach weiteren Versuchen mit jeweils den einzelnen drei Stoffen aus der ersten Fraktion im Vergleich zum Komplex ließ sich festhalten, dass die einzelnen Stoffe (Limonene, 3-Carene und *p*-Cymene) zwar alle eiablagevermindernde Eigenschaft gegenüber der Zwiebelfliege besitzen, die aber nicht den Schutz des Komplexes übertreffen. COWLES et al. (1990) konnten im Gegensatz dazu keine Wirkung von *p*-Cymene gegenüber der Zwiebelfliege feststellen.

Bei Einzeluntersuchung der restlichen Monoterpene stellte sich heraus, dass Myrcene eine recht gute Schutzwirkung (68,2%) gegenüber Zwiebelfliege aufweist. Insofern, so NTIAMOAH et al.(1996) könnte eine Mischung einzelner wirksamer Kiefernmonoterpene in Folgeversuchen erneut betrachtet werden.

Bei Ausbringung des Komplexes, zeigte sich eine Behandlung 24 Stunden vor Befall am effektivsten. Allerdings vermindert sich die Schutzwirkung erheblich wenn keine Kontrolle direkt zum Vergleich und damit als Abwanderungsmöglichkeit zur Verfügung steht.

MAGANGA et al. (1996) testeten verschiedene Öle auf ihre Repellentwirkung gegenüber Stubenfliegen (*Musca domestica*). Sie ermittelten, dass nur Pine Oil eine zufriedenstellende langanhaltende (über 24 Std.) abschreckende Wirkung besaß. Unter den einzelnen Inhaltsstoffen konnten bei Linalool fraß- und eiablagedeterrente Eigenschaften gefunden werden. Selbst nach vier Stunden lässt die Wirkung kaum nach. Der Grund für die abschreckende Wirkung von Linalool gegenüber der Stubenfliege sehen die Autoren in der zusätzlich antimikrobiellen Wirkung von Linalool. Da Stubenfliegen normalerweise ihre Eier in einer mikrokenreichen Umgebung ablegen, weil sich dort die Larven am besten entwickeln, könnte dies eine Begründung für die Abschreckung sein.

Es ist umstritten welcher Stoff von Pine Oil nun wirkt. Aber Linalool ist ein Bestandteil vieler Pflanzen. In pflanzlichen Extrakten wie beispielsweise Bergamottenöl (50%) oder Lavendelöl (30-40%) kommt er in besonders hoher Konzentration vor. Er ist ein tertiärer Alkohol, ein Terpenalkaloid und ist stark duftend. Insofern findet er auch in der Parfümindustrie Verwendung und wird zur Nachbildung von Blütenölen benutzt. In Pflanzen ist er in Blüten u.a. Bestandteil des "Duftes" zur Anlockung von Insekten, die der Bestäubung dienen (RAGUSO et al., 1999).

Weiterhin spielt Linalool eine Rolle bei der Räuber- Beute- Beziehung. Er lockt sowohl den Parasiten als auch den Nützlich an (DICKENS, 1999). Er bewirkt eine Verminderung des Zuflugs von Schädlingen und das Anlocken von Nützlingen (KESSLER & BALDEWIN, 2001).

3.2.12 Afrikanische Ölpalme (*Elaeis guineensis*: Palmaceae)

Das Öl aus den Samen der afrikanischen Ölpalme wurde gegenüber zwei verschiedenen Rüsselkäfern der Gattung *Sitophilus* erprobt. Diese beiden Vorratsschädlinge wurden mit Palmöl behandelten Maiskörnern in Kontakt gebracht. Im Gegensatz zu IVBIJARO et al. (1985) wählten ASHAMO & ODEYEMI (2001) eine 10mal höhere Dosis. Dennoch erzielten Ivbijaro et al. (1985) nach 24 Stunden eine höhere Mortalität (83,3 %) als ASHAMO & ODEYEMI (2001). Trotz höherer Dosis wurde nach 72 Stunden nur eine Mortalität von 70 % erreicht. Demnach scheint der Reiskäfer (*Sitophilus oryzae*) deutlich empfindlicher als der Maiskäfer (*Sitophilus zeamais*) auf das Pflanzenöl zu reagieren. Außerdem stellten IVBIJARO et al. (1985) fest, dass sowohl die Fruchtbarkeit des Maiskäfers als auch die Lebensfähigkeit der Eier herabgesetzt wurde.

Mit einer Saatgutbehandlung von 8 ml Palmöl pro kg Bohnen konnte gegen den vierfleckigen Bohnenkäfer (*Callosobruchus masculatus*) ein 100 % Schutz erzielt werden, da keine Folgegenerationen entstanden. Das Öl hat zwar keine direkte Toxizität gegen den adulten Käfer, auch keinen starken Einfluss auf die Eiablage, aber eine ovizide Wirkung (SINGH et al., 1978).

3.2.13 Minze (*Mentha* sp.: Lamiaceae)

KONSTANTOPOULOU et al. (1992) untersuchten verschiedene pflanzliche Extrakte auf ihre insektizide Eigenschaft und fanden bei einigen Minzearten (*Mentha spicata* und *M. pulegium*) eine gute Wirkung als Eiablagedeterrent gegenüber *Drosophila auraria*. Darüber hinaus

zeigte Poleiminze (*Mentha pulegium*) eine toxische Wirkung gegenüber adulten *Drosophila auraria*..

3.2.14 Sabadilla (*Sabadilla officinales*: Liliaceae)

Sabadilla oder Läusekraut (*Sabadilla officinales* = *Schoenocaulon officinale*) gehört zur Familie der Liliengewächse. Die Samen besitzen einen hohen Alkaloidgehalt, der vermutlich für die insektizide Wirkung verantwortlich ist. Früher wurde, wie der Name "Läusekraut" schon sagt, die Pflanze zur Bekämpfung von Kopfläusen benutzt. Ihre Samen wurden generell gegen viele "Plagen" (Flöhe, Zecken) bei Mensch und Tier eingesetzt (ALLEN et al., 1944).

Schotte & Gornitz (in ALLEN et al., 1944) formulierten 1935 aus den Wurzeln von *Derris ellipticae* (Rotenone) und den Samen von Sabadilla ein Insektizid, das in Kanada und USA patentiert wurde und im Einsatz gegen Raupen Verwendung fand.

In einem Versuch von ALLEN et al. (1944) wurden Sabadillasamen unterschiedlicher Herkunft hinsichtlich ihrer insektiziden Wirkung verglichen. Acht von den 25 getesteten Herkünften besaßen eine toxische Eigenschaft gegenüber *Musca domestica*, wobei interessant ist, dass dabei die Vermahlung, das Alter des Samens sowie die Temperatur eine wesentliche Rolle spielen. Demnach ist es besser schon länger vermahlene, ältere Samen für die Schädlingsbekämpfung zu gebrauchen, da deren Wirksamkeit besser ist als die eines frischen Pulver. Des weiteren kann ein hoher Temperatureinfluss (ab 75°C, Optimum: 150°C) zu einer gesteigerten Toxizität des Extrakts führen. Spätere Untersuchungen von ALLEN & BRUNN (1945) unterstrichen nochmals die drei genannten Einflussmöglichkeiten, verwiesen aber auch noch auf einen weiteren Faktor, den der Alkalisierung des Samens, d.h. eine verbesserte insektizide Wirkung durch Erhöhung des pH-Wertes. Dies wurde durch Zugabe von Kalk bei und nach der Vermahlung des Samens erreicht.

Die insektizide Kontaktwirkung gegenüber Stubenfliegen erwies sich als sehr gut, da schon nach wenigen Minuten eine fast 100%ige Mortalität erreicht wurde, weshalb Sabadilla in seiner Wirksamkeit mit der von Pyrethrum verglichen wird.

Andere Autoren wie TATE & GATES (1945) oder ALLEN & BRUNN (1945) bestätigten den guten Bekämpfungserfolg auch gegenüber verschiedene phytophage Wanzenarten. FISHER & STANLEY (1944) dagegen beobachteten in ihren Versuchen, dass Sabadillasamen ein guter Repellent gegen verschiedene beißende Insekten sowie deren Larvenstadien sind, Lähmungserscheinungen oder gar Mortalität aber nur bei zwei Insektenordnungen in Erscheinung traten.

3.2.15 Salbei (*Salvia officinales*: Lamiaceae)

Die Pflanze *Salvia officinales* zeigte in verschiedenen Versuchen eine abschreckende Wirkung gegenüber *Delia radicum*. HIRSCHFELD und KLINGAUF (1988) stellten besonders bei Verwendung eines alkoholischen Salbeixtrakts einen 98 %igen Schutz vor Eiablegebereiten *Delia radicum*- Weibchen fest. Ein wässriger Salbeiauszug hatte dagegen nur eine 71 %ige repel-lente Eigenschaft. Wird 10% Aceton hinzugegeben steigert sich der Erfolg auf 87 %.

NOTTHINGHAM (1987) testete im aufblasbarem Windtunnel aus Polyethylen den Einfluss pflanzlicher Duftstoffe (Wirtspflanze und/ oder Nicht- Wirtspflanze) auf das Flugverhalten weiblicher Kohlfliegen. Hierbei wurde u.a. auch Salbei als Nicht- Wirtspflanze erprobt und dessen Geruch in Kombination mit dem der Wirtspflanze. Es konnte ermittelt werden, dass *Delia radicum* nur beim Duft der Wirtspflanze vom höheren in einen niedrigeren Bereiche flog. Bei Düften von Nicht-Wirtspflanzen oder einer Kombination aus beiden wurde keine Änderung des Flugverhaltens beobachtet. Salbeiduft stört also den direkten Anflug zur Wirtspflanze.

3.2.16 Thymian (*Thymus sp.:* Lamiaceae)

Unterschiedliche Thymianarten wurden in Form ihres ätherischen Öls auf eine mögliche insektizide oder repellente Wirkung gegenüber verschiedene Dipteren getestet. Hierbei fanden PASSINO et al. (1999) bei zwei untersuchten Thymianarten eine gute bis sehr gute toxische Wirkung gegenüber der Mittelmeer-Fruchtfliege (*Ceratitis capitata*). Hierbei war *Thymus capitatus* in seiner Wirkungsweise etwas schneller als *Thymus herba barona*. Die Aufnahme erfolgte über das Futter. Interessant ist, dass die Mortalitätsrate der Fliegen, in Behandlungen mit niedrigen Konzentrationen Thymianöl, zunächst höher war, als in Behandlungen mit höherer Konzentrationen. Demnach tritt die toxische Wirkung bei höherer Dosis verzögert, aber dann um so stärker ein. Die Autoren begründen dieses Phänomen damit, dass höhere Konzentrationen gleichzeitig eine stärkere fraßdeterrente Wirkung mit sich bringen, weshalb zunächst weniger Fliegen starben.

Eine larvale (50 %ige) und adulte (60 %ige) Mortalität bei *Drosophila auraria* beschrieben KONSTANTOPOULOU et al (1992). Das Öl von *Thymus capitatus* wurde ebenfalls mit dem Futter (2,5 µl Öl/ Petrischale) verabreicht.

SINGH & SINGH (1991) untersuchten die Reaktion der Stubenfliege auf verschiedene ätherische Öle. *Thymus serpyllum* erwies sich als guter Repellent. Gleichzeitig konnte auch

eine geringe insektizide Wirkung gegenüber adulten Tieren verzeichnet werden. Es zeigte sich eine 40 %ige Mortalität nach 24 Stunden. Das Öl wurde als Kontaktmittel aufgebracht.

3.2.17 Kalmuswurzel (*Acorus calamus*: Araceae)

Die indische Kalmuswurzel wurde bereits in früheren Zeiten zum Fernhalten von Insekten verwendet (JACOBSON, 1975). Dies bestätigten auch Versuche von ADLER & JACOBSON (1982), die eine repellente Wirkung von Kalmuswurzelöl gegenüber der Stubenfliege *Musca domestica* nachweisen konnten.

Hierbei erscheint es interessant, dass von den sechs getesteten Kalmusölen insbesondere die, die bei nicht so hohen Temperaturen destilliert worden sind (80°-90°C), eine bessere, länger anhaltende Schutzwirkung hatten, im Gegensatz zu Destillaten bei hohen Temperaturen (103°-112°C).

SINGH & SINGH (1991) konnten darüber hinaus eine insektizide Wirkung von Kalmuswurzelöl gegenüber *Musca domestica* feststellen. 2 Stunden nach Behandlung mit einem 2 %igem Öl pro Insekt konnte eine 60 %ige Mortalität der Fliegen verzeichnet werden.

3.2.18 Zimt (*Cinnamon zeylanicum*: Lamiaceae)

Eine sehr hohe Toxizität von Zimtöl konnte gegenüber der Mittelmeer- Fruchtfliege (*Ceratitis capitata*) von PASSINO et al. (1999) ermittelt werden. Wie auch schon bei Thymian erfolgte die Aufnahme mit dem Futter. Zimt zeigte im Vergleich zu Thymian eine höhere insektizide Wirkung.

Schlussbetrachtungen pflanzliche Substanzen

Bei der Betrachtung der pflanzlichen Substanzen konnten verschiedene interessante Versuchsergebnisse in der Literatur gefunden werden, die auch für eine Bekämpfung von Blumenfliegen relevant sein könnten. Dies betrifft in erster Linie Präparate, die gegenüber Larvenstadien von Dipteren oder ggf. Coleopteren eine hinreichende Wirkung aufzeigen. Gerade gegen letztere wurden eine Reihe Versuche gefunden, die sich mit schwer bekämpfbaren Vorratskäfern des afrikanischen Kontinents befassten. Mangels finanzieller Möglichkeiten wenden sich dort viele Untersuchungen alternativen Bekämpfungsmöglichkeiten zu und wurden z.T. fündig.

Ölhaltige Präparate zeigten in vielen Untersuchungen eine zumeist längere Persistenz als alkoholische oder wässrige Extrakte. Öle mit larvaler insektizider Wirkung (z.B. Pfeffer,

Zitrusarten, Rotenon, Quassia, Thymian) oder Substanzen mit allgemeinen Toxinen (Hutpilze) könnten zur Saatgutbeizung (z.B. gegen 'Bohnenfliege') gut geeignet sein. Außerdem zeigte die toxische Wirkung des in vornehmlich älterer Literatur beschriebenen Sabadillakrautes bzw. deren Samen bei richtiger Anwendung (Erhöhung des pH-Wertes durch Zugabe von Kalk) eine gute Eigenschaft als Kontaktgift gegen Larven.

Die ovizide Eigenschaft einiger Stoffe (z.B. Erdnuss, Kokosnuss) könnte für eine direkte Applikation der Pflanzen gegen Kohl- und Zwiebelfliege genutzt werden.

Die Wirkung von Neem müsste genauer gegen Blumenfliegen untersucht werden, da die Informationen gegenüber dieser Schaderregerfamilie nur unzureichend sind. Die Wirkung von Neem ist vielfältig. Es können sowohl insektizide, entwicklungsbeeinflussende als auch repellente Wirkungen auftreten.

Als Repellent gegen Zwiebelfliegen wurde Pine Oil bereits und gegen Kohlfliege Salbei schon erfolgreich getestet. Außerdem sind Pfeffer, Eukalyptus, einige Hutpilze, Thymian, Kalmus und Zimt als Repellentien beschrieben. Sämtliche aufgeführten pflanzlichen Substrate haben entweder eine ovizide oder larvizide oder repellente Wirkung. Sie könnten sich deshalb hinsichtlich einer Anwendung gegenüber Blumenfliegen eignen. Bei Substanzen, die eine insektizide Wirkung gegenüber adulten Fliegen, z.B. *Musca domestica* haben, ist eine ovizide Wirkung bisher nicht getestet worden. Solche Tests könnten durchaus lohnend sein.

Eine Beantwortung dieser Fragen können aber nur genauere Untersuchungen der einzelnen Stoffe, in Form eines Screening, liefern.

Überblick "Pflanzliche Substanzen"

pflanzliche Substanz	untersuchtes Insekt	Wirkungsweise	Quelle
Aschantipfeffer <i>(Piper guineense:</i> Piperaceae) schwarzer Pfeffer <i>(Piper nigrum:</i> Piperaceae) Pfefferart <i>(Piper umbellatum:</i> Piperaceae)	<i>Tribolium castaneum</i> (Rotbrauner Reismehlkäfer)	<i>Piper guineense:</i> - insektizide, larvazide und repellente Wirkung des Pfefferöls - Larven reagieren bei geringen Konzentrationen empfindlicher als adulte Käfer - mit einer Saatgutbehandlung von 5 g Pfefferöl pro 125 mg Hirsesamen wurde eine Mortalität von 91,8 % (Käfer) und 90,0 % (Larven) erreicht	LALE & ALAGA (2000)
	<i>Sitophilus zeamais</i> (Maiskäfer)	- von einer 3 %igen Pfefferöllösung (0,3 ml Samenextrakt gelöst in 9,7 ml Petrolether) wurden 1 ml mit 10 g Mais (Saatgutbehandlung) vermischt; dies verursachte eine Mortalität der Adulten von 80 % (nach 72 Std.) - keine Beeinträchtigung der Lebensfähigkeit der Samen	ASHAMO & ODEYEMI (2001)
	<i>Forficula auricularia</i> (Gemeiner Ohrwurm)	- 500 ppm Pfefferextrakt hatte eine 100 %ige Toxizität gegenüber adulten Ohrwürmern - synergistische Wirkung in Kombination mit Linalool	ASSABGUI et al. (1997)
	<i>Musca domestica</i> (Stubenfliege)	<i>Piper nigrum:</i> - getrocknete Pfefferschoten haben insektizide Wirkung gegenüber adulte <i>Musca domestica</i>	HARVILLE et al. (1943)
	<i>Sitophilus oryzae</i> (Reiskäfer)	- bei einer Saatgutbehandlung mit 5000 ppm eines alkohol. Pfefferextrakts wurde nach 72 Std. eine 95-100 %ige Mortalität der adulten Tiere festgestellt - weniger Nachkommen	SU (1977)
	<i>Callosobruchus masculatus</i> (Vierfleckiger Bohnenkäfer)	<i>Piper umbellatum:</i> - eine Saatgutbehandlung mit 1 ml eines alkohol. Pfefferextrakts pro 10 g Bohnen führen innerhalb 24 Stunden zu 90 %ige Mortalität der adulten Käfer - Eiablagedeterrent	ADEDIRE & LAJIDE (1999)
peru. Pfefferbaum <i>(Schinus molle:</i> Anacardiaceae)	<i>Musca domestica</i> (Stubenfliege)	<i>Schinus molle:</i> - Blätter werden in Äthiopien als Repellent gegen die Stubenfliege eingesetzt - Repellent und Fraßdeterrent	WIMALARATNE et al. (1996)

<p>Bitterorange oder Pomeranze (<i>Citrus aurantium</i>) Limette (<i>Citrus aurantifolia</i>) Navel Orange (<i>Citrus sinensis</i>)</p> <p>Zitrone (<i>Citrus limon</i>)</p> <p>Grapefruit (<i>Citrus paradisi</i>)</p> <p>Familie: Rutaceae</p>	<p><i>Culex quinquefasciatus</i> (Stechmücke)</p> <p><i>Callosobruchus phasecoli</i> (Vorratsschädling: Samenkäfer) <i>Musca sp.</i> (Stubenfliegenarten) <i>Leptinotarsa decemlineata</i> (Kartoffelkäfer)</p> <p><i>Tribolium confusum</i> (Amerikan. Reismehlkäfer) <i>Sitophilus granarius</i> (Kornkäfer) <i>Callosobruchus masculatus</i> (Vierfleckiger Bohnenkäfer) <i>Sitophilus oryzae</i> (Reiskäfer)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - ein aus der Orangenschale geriebenes Öl hat bei einer Konzentration von 1000 ppm eine 87,5 % insektizide Wirkung gegenüber dem vierten Larvenstadium von <i>C. quinquefasciatus</i> - einen höheren Wirkungsgrad hat Limonen, ein Inhaltsstoff aus dem Öl der Schalen von <i>C. aurantium</i>; bei einer Konzentration zwischen 25 und 50 ppm hat er dieselbe insektizide Wirkung wie das vollständige Öl - mit 50 ppm Limonen versetztes Wasser verhinderte die Eiablage total; in der Kontrolle befanden sich dagegen 51 abgelegte Eier - gute Toxizität von Limonen gegen 10 adulten <i>Musca sp.</i>; Kontaktwirkung - vergleichbare Wirkung mit chemischem Insektizid bei <i>C. phasecoli</i> - Fraßdeterrente Eigenschaft (67,4 % bis 96,1 %) von Limonin (extrahiert aus Samen der Grapefruit) gegenüber Larven von <i>L. decemlineata</i> - gute insektizide Wirkung auf Adulte durch Öl aus Schalen der Limette, Navelorange, Zitrone und Grapefruit; Aufbringung pro Insekt - Öl von Zitrone, Grapefruit, Limette gute Toxizität auf Adulte von <i>C. masculatus</i>; nur mäßig wirksam gegen <i>S. oryzae</i>; Aufbringung pro Insekt 	<p>KASSIR et al. (1989)</p> <p>TAYLOR & VICKERY (1974)</p> <p>ALFORD et al. (1987)</p> <p>ABBASSY et al. (1979)</p> <p>SU et al. (1972)</p>
<p>Erdnuss (<i>Arachis hypogaea</i>: Fabaceae)</p>	<p><i>Sitophilus zeamais</i> (Maiskäfer)</p> <p><i>Callosobruchus masculatus</i> (Vierfleckiger Bohnenkäfer)</p> <p><i>Sitophilus oryzae</i> (Reiskäfer)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - von einer 1 %igen Erdnussöllösung (0,1 ml Samenextrakt gelöst in 9,9 ml Petrolether) wurden 1 ml mit 10 g Maissamen (Saatgutbehandlung) vermischt; dies verursachte eine Mortalität von 100 % nach 24 Std. - hohe insektizide Wirkung gegen adulte Käfer - gute Persistenz des Extraktes (nach 28 Tage noch wirksam) - im Lager behandeltes Saatgut (5 ml Erdnussöl/kg Bohnen) hatten keinen Befall; vgl. Kontrolle: 100 % Zerstörung nach 45 Tagen - gute Persistenz des Wirkstoffs (bis zu 180 Tagen) - keine Toxizität gegenüber Adulte; kaum Beeinträchtigung der Eiablage - wirkt als Ovizid, deshalb keine Nachkommenschaft - auf Keimfähigkeit der Bohnen hat Erdnussöl keinen negativen Einfluss - Fazit: billige u. wirksame Alternative zu herkömmlichen Mitteln - bei einer Saatgutbehandlung mit 10 ml Erdnussöl/kg Maiskörner liegt die Mortalitätsrate der adulten Käfer bei 100 % (nach 24 Std.) - geringere Eiablage; ovizide Wirkung bei 5 ml Öl/kg Maiskörner 	<p>ASHAMO & ODEYEMI (2001)</p> <p>SINGH et al. (1978)</p> <p>IVBUJARO et al. (1985)</p>

Eukalyptus <i>(Eucalyptus maculata citriodon: Myrtaceae)</i> <i>(Eucalyptus globulus: Myrtaceae)</i>	<i>Anopheles gambiae, Anopheles funestus</i> (Anopheles-, Malaria mücke)	<ul style="list-style-type: none"> - Feldversuche mit Eukalyptusderivat als Repellent gegenüber der <i>Anopheles</i>-mücke zeigten Schutz von 7 Std., Aufbringung durch Spray gleiche Wirksamkeit bei Vergleich mit konventionellem chem. Mittel 	TRIGG (1996a)
	<i>Culicoides impunctatus</i> (Certopogonidae: Gnitzen) <i>Stomoxys calcitrans</i> (Stallfliege, Wadenstecher)	<ul style="list-style-type: none"> - 99,5 % Schutz des Eukalyptusderivates hält zwischen 8 und 10 Std. an - nach 5 Std. noch über 94% Repellent-Wirkung gegen Stallfliege - im Vergleich zu dem Naturstoff <i>Citronella</i> ist Eukalyptusderivat länger persistent 	TRIGG (1996b) TRIGG & HILL (1996)
	<i>Musca domestica</i> (Stubenfliege)	<ul style="list-style-type: none"> - 91,1 % Repellent-Wirkung nach 3 Std., mit Öl präp. Filterpapier wird neben Futter gehängt, Fraßdeterrent 	OSMANI et al. (1972)
Hutpilze aus mehreren Ordnungen der Klasse der Basidiomyceten	<i>Drosophila melanogaster</i> (Kleine Essigfliege)	<ul style="list-style-type: none"> - Wirkung von gemahlener Pilzfruchtkörper (Applikation mit Kultursubstrat) auf Entwicklung der Larven von <i>D. melanogaster</i> - von 127 getesteten Pilzen zeigen 38 (30 %) eine insektizide Wirkung; 20 (16 %) führen zu einer deutlich verzögerten Verpuppung u. geringeren Verpuppungsrate - starkes Fraßgift, d.h. geringe Konz. bewirkt 100 %ige Mortalität: z.B. grüner Knollenblätterpilz (<i>Amanita phalloides</i>), Pantherpilz (<i>A. pantherina</i>), Fliegenpilz (<i>A. muscaria</i>) - Repellenteffekte von <i>D. melanogaster</i> bei Pilzen der Gattung Hautköpfe (<i>Dermocybe spp.</i>) 	BESL et al. (1987)
	<i>Drosophila melanogaster</i> (Kleine Essigfliege)	<ul style="list-style-type: none"> - Screening von 175 Hutpilzen (Applikation des Pilzsubstrats erfolgt mit Kultursubstrat) - 79 Species hemmten Insektenentwicklung - 9 Arten zeigten direkte toxische Wirkung: <i>Amanita phalloides</i> (grüner Knollenblätterpilz- humantoxisch!), <i>Boletus (Xer.) chrysenteron</i> (Rotfußröhrling), <i>Clitocybe nebularis</i> (Nebelkappe), <i>Hygrophoropsis aurantiaca</i> (Falscher Pfifferling), <i>Hygrophorus chrysodon</i>, (Geldzahnschneckling), <i>Boletus (Xer.) badius</i> (Maronenröhrling), <i>Cystoderma cinnabarium</i> (zinnoberroter Körnchenschirmling), <i>Pulveroboletus lignicola</i> (Nadelholzröhrling), <i>Entoloma lividum</i> (Riesenrötling- humantoxisch!) 	MIER et al. (1996)
	<i>Musca domestica</i>	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Amanita muscaria</i> (Fliegenpilz) anlockende und insektizide Wirkung - frisches Pilzmaterial wird mit Zucker vermengt 	PETZSCH (1960)

Kokosnuss <i>(Cocos nucifera:</i> Arecaceae)	<i>Sitophilus oryzae</i> (Reiskäfer)	<ul style="list-style-type: none"> - bei einer Saatgutbehandlung 5 ml Kokosnussöl/kg Maiskörner liegt die Mortalitätsrate der adulten Käfer bei 100 % (nach 24 Std.) - deutlich geringere Eiablage; wirkt als Ovizid, somit entstehen keine Nachkommen - gute Persistenz des Wirkstoffs (bis zu 60 Tagen) - auf Keimfähigkeit von Mais hat das Öl keinen negativen Einfluss - Fazit: billige u. wirksame Alternative zu herkömmlichen Mitteln 	IVBIJARO et al. (1985)
	<i>Callosobruchus masculatus</i> (Vierfleckiger Bohnenkäfer)	<ul style="list-style-type: none"> - Saatgutbehandlung (8 ml Kokosnussöl/kg Bohnen) zeigte 100 %igen Schutz, da keine F1-Generation entstand; ovizide Wirkung 	SINGH et al. (1978)
Pine Oil (Abfallprodukt aus Papierindustrie)	<i>Delia antiqua</i> (Zwiebelfliege)	<ul style="list-style-type: none"> - eine 1 % Pine Oil Konzentration (Laborversuch: 3 x 0,1 ml Öl/Zwiebel u. Petrischale) verhindert die Eiablage um 96,9 % (im Dual-choice Verfahren) - Auswertung erfolgte nach 24 Std. - Im No-choice Verfahren ist die Deterrentwirkung nicht ganz so absolut (Befallsdruck höher); dennoch wird die Eiablage um mehr als ein Drittel gesenkt 	JAVER et al. (1987)
	<i>Delia antiqua</i> (Zwiebelfliege)	<ul style="list-style-type: none"> - 72% Repellentwirkung - Wirkstoffe vermutlich (Limonene, 3-Carene, p-Cymene), diese Stoffgruppe verminderte im No-choice Verfahren die Eiablage um 63,2 % - wenn unbehandelte Pflanzen in Nähe stehen ist Repellentwirkung wieder stärker (85,3 %) - Vorschlag der Autoren: Pflanzung von unbehandelten Ackerrandstreifen als Ausweichmöglichkeit um nahezu absolute Repellentwirkung zu erzielen 	NTIAMOAH et al. (1996)
	<i>Musca domestica</i> (Stubenfliege)	<ul style="list-style-type: none"> - Repellentwirkung langanhaltend (über 24 Std.) - Fraßdeterrente Eigenschaften bei Stubenfliege durch Wirkstoff Linalool 	MAGANGA et al. (1996)
	<i>Dendroctonus pseudotsugae</i> (Douglasien Borkenkäfer)	<ul style="list-style-type: none"> - Versuch zweier versch. Pine Oil- Produkte (Norpine 65 u. BBR2) - Norpine 65 gegenüber <i>Dendroctonus spp.</i> effektiver 	RICHMOND (1985)
	<i>D.ponderosa</i> (Borkenkäferart)	<ul style="list-style-type: none"> - Repellentwirkung (79-91 %) 	NIJHOLD et al. (1981)
<i>Trypodendron lineatum</i> (gestreifter Nutzholzborkenkäfer)	<ul style="list-style-type: none"> - langanhaltende (ü. 3 Wo.) und sehr gute (90-100%) Repellentwirkung 	NIJHOLD (1980)	
<i>Gnathotrichus spp.</i> (Amerikan. Nutzholzborkenkäfer)			

Afrikanische Ölpalme <i>(Elaeis guineensis:</i> Palmae)	<i>Sitophilus zeamais</i> (Maiskäfer)	<ul style="list-style-type: none"> - von einer 3 %igen Palmenöllösung (0,3 ml Samenextrakt gelöst in 9,7 ml Petrolether) wurden 1 ml mit 10 g Mais (Saatgutbehandlung) vermischt - dies verursachte eine Mortalität der Adulten von 70 % (nach 72 Std.) - keine Beeinträchtigung der Lebensfähigkeit der Samen 	ASHAMO & ODEYEMI (2001)
	<i>Sitophilus oryzae</i> (Reiskäfer)	<ul style="list-style-type: none"> - bei einer Saatgutbehandlung 10 ml Palmenöl/kg Maiskörner liegt die Mortalitätsrate der adulten Käfer bei 83,3 % (nach 24 Std.) - geringere Eiablage; wirkt als Ovizid 	IVBIJARO et al. (1985)
	<i>Callosobruchus masculatus</i> (Vierfleckiger Bohnenkäfer)	<ul style="list-style-type: none"> - keine Beeinträchtigung der Keimfähigkeit des Samens durch Öl - Saatgutbehandlung (8 ml Palmöl/kg Bohnen) zeigte 100 %igen Schutz, da keine F1-Generation entstand; Wirkung als Ovizid 	SINGH et al. (1978)
Poleiminze (<i>Mentha pulegium:</i> Lamiaceae) krause Minze (<i>Mentha spicata:</i> Lamiaceae)	<i>Drosophila auraria</i> (Drosophilidae: Tau-oder Essigfliegen)	<ul style="list-style-type: none"> - beide <i>Mentha sp.</i> zeigen gute Wirkung als Eiablagedeterrent - <i>Mentha pulegium</i> zeigt außerdem toxische Wirkung gegenüber adulten Fliegen (2,5 µl Öl/ PetriSchale ; nach 30 min, 100 % Mortalität) - Aufnahme erfolgt über Futter; nur geringe Toxizität gegenüber Larven 	KONSTANTOPOULOU et al.(1992)
Sabadilla oder Läusekraut (<i>Sabadilla officinales = Schoenocaulon officinale:</i> Liliaceae)	<i>Blissus leucopterus</i> "Chinch bug" (Lygaeidae: Langwanze); <i>Anasa tristis</i> (Gurkenwanze)	<ul style="list-style-type: none"> - 2,4 g vermahlene Sabadillasamen/l Wasser als Spritzung führen nach zwei Tagen zu einer 99,4 %igen Mortalität von adulten <i>B. leucopterus</i> - bei <i>Anasa tristis</i> führen 4,8 g Sabadillasamen/l Wasser zu einem Bekämpfungserfolg von 99 % - die ersten Larvenstadien reagieren empfindlicher, d.h. bereits eine niedrigere Mittelkonzentration (2,4 g/l) führt zu 100 % Mortalität 	TATE & GATES (1945)
	<i>Musca domestica</i> (Stubenfliege)	<ul style="list-style-type: none"> - wirkt als Kontaktinsektizid gegenüber adulten Stubenfliegen - Sabadillasamen unterschiedlicher Herkunft wurden auf insektizide Wirkung getestet; 8 von 25 Pflanzen besaßen toxische Eigenschaft - Vermahlung, Alter des Samens und Temperatur bei Extraktion des Öls spielen offenbar eine große Rolle für die Toxizität 	ALLEN et al. (1944)
	<i>Epilachna varivestis</i> , (Mexikan. Bohnenkäfer), <i>Heliothis armigera</i> , (Altweltl. Baumwoll-kapselwurm), <i>Blatella germanica</i> (Deutsche Schabe), <i>Murgantia histrionica</i> (Harlequinwanze)	<ul style="list-style-type: none"> - guter Repellent für adulte Tiere und Larvenstadien versch. beißender Insekten - hohe Toxizität gegenüber <i>M. histrionica</i>; wirkt hier als Kontaktmittel - Lähmungserscheinungen bei <i>B. germanica</i> und <i>M.histrionica</i> 	FISHER & STANLEY (1944)
	<i>Oncopeltus fasciatus</i> (Milchkrautwanzen) <i>Melanoplus femur-rubrum</i> (Rotbeiniger Grashüpfer)	<ul style="list-style-type: none"> - 20 ml einer 10 %igen Kalklösung wurden 100 g vermahlene Sabadillasamen zugesetzt; getrocknet u. mit Kalk geprägt; dann mit Wasser versprüht - Wärmezufuhr bei Extraktion und Erhöhung des pH- Werts führen zu Steigerung der Toxizität des Samens (97-100 % Mortalität, nach 24 Std.) 	ALLEN & BRUNN (1945)

Salbei <i>(Salvia officinalis:</i> Lamiaceae)	<i>Delia radicum</i> (Kleine Kohlflye)	<ul style="list-style-type: none"> - im alkohol. Extrakt sehr wirksam als Eiablagedeterrent (98,3 %iger Abschreckungserfolg) - in wässriger Lösung (71,3 % repellente Wirkung) - wässrige Lös. und 10 % Aceton (86,5 % repellente Wirkung) 	HIRSCHFELD & KLINGAUF (1988)
	<i>Delia radicum</i> (Kleine Kohlflye)	<ul style="list-style-type: none"> - Einfluss auf das Flugverhaltens in Abhängigkeit unterschiedl. Duftstoffe (Wirtspfl./Nichtwirtspflanze) 	NOTTINGHAM (1987)
	<i>Delia radicum</i> (Kleine Kohlflye)	<ul style="list-style-type: none"> - Flugverhalten: erster Anflug auf behandelte Variante später, weniger Flüge, kürzerer Aufenthalt 	HIRSCHFELD (1988)
Thymian <i>(Thymus capitatus;</i> <i>T. herba barona;</i> <i>T. serpyllum:</i> Lamiaceae)	<i>Ceratitis capitata</i> (Mittelmeer-Fruchtfliege)	<ul style="list-style-type: none"> - beide Thymianarten zeigen gute bis sehr gute Toxizität (93,4 bzw. 91 % Mortalität nach 72 Std.) - insektizide und repellente Wirkung gegenüber adulten Fliegen <i>Thymus capitatus:</i> <ul style="list-style-type: none"> - wirkt etwas schneller - 25 µl Öl einer 0,5 %ige Konzentration pro Käfig (10 Tiere) zeigen bereits gute Wirkung 	PASSINO et al. (1999)
	<i>Drosophila auraria</i> (Drosophilidae: Tau-oder Essigfliegen)	<ul style="list-style-type: none"> - larvale (50 %) und adulte (60 %) Mortalität bei <i>Drosophila auraria</i> (2,5 µl Öl/ PetriSchale; nach 30 min)- Aufnahme erfolgt mit Futter <i>Thymus herba barona:</i> <ul style="list-style-type: none"> - Wirkung verzögert (erst nach 48 Std.) - erst bei 25 µl Öl einer 1 %ige Konzentration pro Käfig (10 Tiere) effektiv 	KONSTANTOPOULOU et al.(1992)
	<i>Musca domestica</i> (Stubenfliege)	<i>Thymus serpyllum:</i> <ul style="list-style-type: none"> - 100% repellente Wirkung - 2 %ige Öl (1 µl/pro Insekt) zeigen insektizide Wirkung gegenüber adulten Fliegen (40,5 % Mortalität nach 24 Std.) - bei Verwendung von Thymol (ein Inhaltsstoff des Thymians) ist die toxische Wirkung stärker (53,3 % nach 2 Std.) 	SINGH & SINGH (1991)

Kalmuswurzel (<i>Acorus calamus</i>)	<i>Musca domestica</i> (Stubenfliege)	<ul style="list-style-type: none"> - repellente Wirkung von Kalmuswurzelöl gegenüber der Stubenfliege konnte nachgewiesen werden - interessant: bessere, länger anhaltende repellente Wirkung von Ölen, die bei nicht so hohen Temperaturen destilliert worden sind (80°-90°C), im Gegensatz zu Destillaten bei hohen Temperaturen (103°-112°C). - insektizide Wirkung von Kalmuswurzel gegenüber adulte <i>Musca domestica</i> - Mortalität der Fliegen betrug 60,46 % nach 2 Stunden bei Verabreichung über Kontakt mit einer 2 % Öllösung (1 µl/pro Insekt) 	ADLER & JACOBSON (1982) SINGH & SINGH (1991)
Zimt (<i>Cinnamomum zeylanicum</i> : Lamiaceae)	<i>Ceratitis capitata</i> (Mittelmeer-Fruchtfliege)	<ul style="list-style-type: none"> - sehr gute Toxizität gegen Mittelmeerfruchtfliege - bei Ausbringung von 25 µl einer 1 %ige Zimtölkonzentration über Futter pro Käfig (10 Tiere) wird eine Mortalität von 92,1 % nach 72 Std. erzielt - bei einer 0,5 %igen Konzentration sinkt die Mortalität auf 56 % nach 48 Std. - insektizide und repellente Wirkung gegenüber adulten Fliegen 	PASSINO et al. (1999)
Neembaum (<i>Azadirachta indica</i> : Meliaceae)	(<i>Ceratitis capitata</i>) Mittelmeerfruchtfliege	<ul style="list-style-type: none"> - unterschiedliche Konzentrationen Neemsamenextrakt wurden in das Aufzuchtsubstrat der Mittelmeerfruchtfliege appliziert - die larvale Entwicklung konnte bei einer Konzentration von 5 ppm um einen Tag hinausgezögert werden - mit einer Applikation von 20 ppm konnte eine signifikante Mortalität der Larven erreicht werden. 	STEFFENS & SCHMUTTERER (1982)
	(<i>Bactrocera dorsalis</i>) orientalischen Fruchtfliege	<ul style="list-style-type: none"> - eine repellente Wirkung mit Neemsamenextrakt konnte bei der orientalischen Fruchtfliege an Guaven demonstriert werden - die Eiablage konnte dadurch um 87 % reduziert werden 	CHEN et al. (1996)
	<i>Delia radicum</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Reduzierung des Kohlfiegenbefalls an Rosenkohl durch eine Kombination von NeemAzal-T/S in Kombination mit Aminosol bzw. Salbeitinktur - Konzentrationen: NeemAzal-T/S (0,5%); Salbeitinktur (5%); Aminosol (0,3%) - befallene Röschen :Neem/Salbei-Variante: 25 %; Kontrolle: 60 % 	KÖHLER (2000)

Surinam-Bitterholz <i>(Quassia amara)</i> und Jamaika-Bitterholz <i>(Picrasama excelsa)</i> Familie: Simaroubaceae	Mückenlarven <i>Culex quinquefasciatus</i> , und <i>Aedes aegypti</i>	<ul style="list-style-type: none"> - konnten eine selektive Toxizität von Quassin gegenüber den Mückenlarven verdeutlichen - Wirkstoffkonzentration: 30 ppm - an Larven konnte eine 100 %ige Mortalität nachgewiesen werden - Wirkstoff hatte keine Effekte auf die Puppen 	EVANS & RAJ (1991)
Rotenon <i>Derris sp.</i> (Fabaceae) und <i>Lonchocarpus sp.</i> (Leguminosae)	<i>Lutzomyia longipalpis</i> (Mückenart) <i>Aedes aegypti</i> (Mückenart)	<ul style="list-style-type: none"> - Untersuchungen mit <i>Derris amazonica</i> gegen, einer krankheitsübertragenden Mückenart, zeigten eine gute insektizide Wirkung von 100 % nach 72 Std. - bei einer Konz. von 250mg/l in Wasser gelöstes Wurzelextrakt - Weitere Ergebnisse mit <i>Derris urucu</i> u. einer anderen Mückenart erreichten bereits bei Verwendung niedriger Konzentrationen (150µg/ml) einen 100 %igen Wirkungsgrad 	LUITGARDS-MOURA, et al. (2003) GUSMÃO, et al., (2002).

3.3 Mikroorganismen

3.3.1 Entomophage Pilze

Die Entdeckung entomophager Pilze liegt schon lange zurück. 1835 zeigte BASSI auf, dass Insektenkrankheiten durch Mikroorganismen hervorgerufen werden können. Er beobachtete dies an Seidenraupen, die durch den Pilz *Beauveria bassiana* zugrunde gingen. (in: BURGHESS und HUSSEY, 1971).

Mitte des 19. Jahrhunderts beschrieb COHN (1855) den Pilz *Entomophthora muscae* an Stubenfliegen (*Musca domestica*).

An pflanzenschädigenden Gemüsefliegen wurde *Entomophthora muscae* erstmals von VAN'T SANT (1963) entdeckt. Diese Beobachtungen an Möhrenfliegen (*Psila rosae*) in den Niederlanden konnten ein paar Jahre später von WHEATLEY (1971) in England bestätigt werden.

In den Achtziger und Neunziger Jahren des vorigen Jahrhunderts befassten sich in Dänemark und Norwegen zahlreiche Untersuchungen mit dem Thema der Biologischen Bekämpfung der Kleinen Kohlfliege und Möhrenfliege mittels Mikroorganismen (EILENBERG, 1987a; EILENBERG, 1987b; EILENBERG & PHILIPSEN, 1988; EILENBERG, 1988, EILENBERG et al., 1992).

Mit Untersuchungen und Beobachtungen zum natürlichen Vorkommen entomophager Pilze beschäftigten sich EILENBERG (1988) und EILENBERG & PHILLIPSEN (1988).

In beiden Versuchen wurden vom Feld gefangene Fliegen einzeln in 25 ml kleine Plastikgefäße gesetzt, deren Boden mit einer 5-10 ml einer 2%igen Wasseragarlösung bedeckt war. Nach-dem die Proben bei einer Temperatur von mindestens 17,5° C und relativen Luftfeuchte von 70% bebrütet wurden, konnte beobachtet werden, dass die Fliegen unter diesen Bedingungen nach 10- 14 Tagen starben. Bei den gefundenen Pilzen handelte es sich meist um *Entomophthora muscae* und *Conidiobolus apiculatus*, teilweise auch um *Erynia sp.*.

Außerdem sollte ermittelt werden wie hoch der natürliche Pilzbefall innerhalb der Population ist, ob es saisonale Unterschiede gibt und inwieweit das Mikroklima eine Rolle beim Befall durch entomophage Pathogene spielt.

Es wurde beobachtet, dass die Population der Pilze zwar durchaus eine Infektionsrate mit dreimaligen Höhepunkten von bis zu 60% erreichen, dass diese zeitlich aber hinter den Populationsmaxima des Wirtes liegen. Somit wird die erste Generation der Fliegen praktisch nicht befallen.

Das Mikroklima scheint für den natürlichen Pilzbefall eine Bedeutung zu haben, da die Autoren in der Nähe der Hecke, also in einem geschützten Bereich mit höherer Bodenfeuchte, einen deutlich höheren Befall als auf dem freiem Feld feststellen konnten.

Des weiteren konstatierte EILENBERG (1987b) einen linearen Zusammenhang zwischen der Lebensdauer der Möhrenfliegen und der Temperatur. Dies gilt sowohl für nicht-infizierte als auch infizierte Fliegen. Eine Inkubation mit höheren Temperaturen verkürzt den Zeitpunkt zu dem 50 % der *Entomophthora muscae*-infizierten Tiere gestorben sind (LT₅₀).

Im Intervall von 8,2°C- 20,2°C war die LT₅₀ für infizierte Fliegen etwa 5,4 mal kürzer als die durchschnittliche Lebensdauer für nicht-infizierte Fliegen.

Des gleichen zeigten die Primärsporen von *Entomophthora muscae* eine starke Temperaturabhängigkeit. Die Sporulationszeit der Kondiosporen wird mit zunehmender Temperatur verkürzt.

Diesen linearen Zusammenhang zwischen Auftreten einer *Entomophthora*- Epidemie und der Temperatur ermittelten auch KLINGEN et al. (2000). In zweijährigen Feldbeobachtungen unter Anwendung einer veränderten selektiveren Fangmethode wurde das natürliche Auftreten und der Verlauf von Pilzkrankheiten (hier: *E. muscae* und *S. castrans*) in Bezug zum Populationsverlauf von *Delia radicum* und *Delia floralis* beobachtet. Hierbei konnte eine starke Dezimierung der Fliegen und eine natürliche Infektionsrate von 47 % insbesondere durch *Entomophthora muscae* nachgewiesen werden. EILENBERG (1991) dagegen konnte nur eine Infektionsrate von 26 % und SINGH (1994) eine Rate von 25 % feststellen. KLINGEN et al. (2000) führen diese Abweichungen nicht auf die verschiedenen Fangmethoden sondern auf die unterschiedlichen Jahre mit ihren Schwankungen der entomophthoralen Infektionsraten innerhalb der *D. radicum*/ *D.floralis*-Feldpopulation zurück. Des weiteren wurde beobachtet, dass die Infektionsrate mit *S. castrans* vorwiegend bei niedrigeren Temperaturen ansteigt. Es ist daher anzunehmen, dass der Pilz entweder in diesem Bereich sich optimal entwickeln kann oder eine Konkurrenz zwischen den beiden Erregern besteht, so dass unter höheren Temperaturen der schwächere Pilz (hier *S. castrans*) durch den stärkeren (hier: *E. muscae*) gehemmt wird. Diese Annahmen der Autoren sind aber bisher nicht bewiesen.

EILENBERG (1987a) beobachtete im Laborversuch Unterschiede im Eiablageverhalten von infizierten und nicht- infizierten Möhrenfliegen. So legten infizierte Fliegen tendenziell weniger Eier ab. Weiterhin wiesen sie insbesondere nach einer frühen *Entomophthora*-Infektion (d.h. innerhalb der ersten vier Tage nach dem Schlüpfen) ein abnormales Verhalten

bei der Eiablage auf. Die Eier wurden oftmals nicht an den Wirtspflanzen abgelegt. Der Beweis, dass dieses abnormale Verhalten auch im Freiland erfolgt, zeigten Funde von Eiern auf Nichtwirtspflanzen, die in der Nähe von toten, infizierten Möhrenfliegen entdeckt wurden. Diese lagen unter den Blättern einer das Feld umfriedeten Hecke.

CARRUTHERS et al. (1985) übertrugen *Entomophthora muscae* aus toten Zwiebelfliegen (*Delia antiqua*) auf gesunde Wurzelfliegen (*Delia platura*). Somit ist eine Cross-Infektion möglich. Allerdings wurden für die Infektion künstlich optimale Bedingungen (eine Temperatur von 21°C bei einer gleichzeitig hohen relativen Luftfeuchte von 80 %) geschaffen.

Unter klimatisch günstigen Bedingungen, d.h. bei Temperaturen im Bereich von (18-22°C) und einer hohen relativen Luftfeuchte von (80 %), bei ausreichendem Inokulum und hohen Wirtsdichten können *Entomophthora muscae*- Epidemien in wenigen Tagen zu einer starken Dezimierung der Kohl- oder Möhrenfliegen führen. Dennoch stößt die Massenproduktion und Anwendung dieses Pilzes auf erhebliche Schwierigkeiten, da einerseits die Produktionskosten zu hoch sind (FINCH, 1993) und andererseits bei gezüchteten Pathogenen eine Abnahme der Virulenz festgestellt wurde (BRUNEL, 2003).

Die Pilze der Gattung *Metarhizium* und *Beauveria* lassen sich dagegen leichter und preiswerter in vitro kultivieren (FINCH, 1993). *Metarhizium anisopliae* dringt über die Kutikula ein und wirkt sozusagen als Kontaktmittel. Die Konidiosporen sind mehrere Monate lang infektiös. Sie benötigen zur Keimung eine Temperatur von mindestens 15°C (BECK & SERMANN, 1991).

POPRAWSKI et al. (1985a) testeten die Empfindlichkeit der Zwiebelfliege (*Delia antiqua*) auf 11 unterschiedliche entomophage Pilz-Isolate. Es konnte beobachtet werden, dass die Puppen generell unempfindlich auf die Sporen reagierten, es aber zu einer verschobenen Mortalität kam, da die adulten Fliegen nach Kontaminierung aufgrund der Infektion im Puppenstadium starben. Die unterschiedlichen Isolate zeigten eine differente Pathogenität gegenüber *Delia antiqua*. Diese äußerte sich durch signifikante Unterschiede der Mortalitätsraten. Hierbei ist zu erwähnen, dass insbesondere bei *Metarhizium anisopliae* die Herkunft der Isolate für die Bekämpfung eine große Rolle spielen. Isolate die aus ähnlichen oder gar gleichen Insektenarten entnommen wurden, zeigten eine weitaus bessere Wirkung (LATCH, 1976). Insofern ist es auch nicht verwunderlich, dass die *Metarhizium anisopliae* Isolate in diesen Versuchen (POPRAWSKI et al., 1985a) nur eine geringe Pathogenität aufwiesen, da sie aus anderen Insektenordnungen (Coleoptera, Lepidoptera) stammten. Die beiden *Paecilomyces*-

Arten waren dagegen in ihrer pathogenen Wirkung den anderen Pilzen überlegen. Dieser Pilz tritt ubiquitär in unterschiedlichen Insektenordnungen auf. Ein natürlicher Befall an *Delia antiqua* und *Delia floralis* wurde von VASSILIEVSKI (1929) beobachtet. Eine ähnliche Pathogenität gegenüber der Zwiebelfliege waren bei den *Beauveria bassiana*-Isolaten festzustellen (POPRAWSKI et al., 1985a). Die Autoren erklärten abschließend, dass eine Behandlung der Puppen nicht gleich den Tod der Puppen bedeute; vielmehr führe das Toxin der Isolate zu einer Verringerung der Adulten sowie zu deren verminderten Fruchtbarkeit, die sich durch eine Reduktion der Eiablage darstellt.

Auch MAJCHROWICZ et al. (1990) untersuchten die Pathogenität von *Beauveria bassiana* und *Paecilomyces fumosoroseus* gegenüber *Delia antiqua*. Die auf die Puppen ausgesprühte Konidiosporen-Suspension von *P. fumosoroseus* verursachte eine 47 %ige Puppenmortalität, während *B. bassiana* bei gleicher Konzentration weder einen Einfluss auf die Mortalität der Puppen noch der adulten Fliegen zeigte.

MEADOW et al. (2000) testeten im Laborversuch verschiedene Isolate insektenpathogener Pilze auf ihre Wirksamkeit gegen adulte Kohlfliegen. Die Applikation erfolgte durch Kontakt der Fliegen mit den Sporen. Bei Verwendung eines *Beauveria bassiana*- Isolates (P89), welches aus *Musca domestica* isoliert wurde, konnte bereits nach fünf Tagen ein Bekämpfungserfolg von bis zu 100 % erzielt werden. Außerdem erfolgte eine Weitergabe des Pathogens von kontaminierten auf gesunde Fliegen. Dies konnten die Autoren auch bei einem kommerziellen *Beauveria bassiana*- Präparat (Mycotrol®) nachweisen. Weiterhin wurde beobachtet, dass die Eiablage bei weiblichen Fliegen nach einer Kontaminierung unterdrückt wird. Die Verwendung des *Metarhizium anisopliae*- Isolates 2521 (isoliert aus *Deios spp.: Homeroptera*) zeigte eine pathogene Wirkung mit einer 50 %igen Mortalität nach fünf Tagen. Im Gegensatz zu POPRAWSKI et al. (1985a) und MAJCHROWICZ et al. (1990) konnten MEADOW et al. (2000) nur eine sehr geringe pathogene Wirkung von *Paecilomyces fumosoroseus* feststellen. Allerdings wurden hier andere Isolate verwendet.

Eine pathogene Wirkung der drei Pilze *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana* und *Paecilomyces fumosoroseus* von *Delia radicum* und *Delia floralis* konnte von VÄNNINEN et al. (1999) nach direkter Kontamination der Larven im Laborversuch bestätigt werden. Allerdings konnte mit keinem der 10 getesteten Pilz-Isolate eine erfolgreiche biologische Bekämpfung der beiden *Delia*-Arten und somit ein ausreichender Schutz der Kohlkultur erreicht werden. *Metarhizium anisopliae* zeigte zwar als einziges Isolat auch im Boden eine

gute Kontaktwirkung, sowohl gegen *Delia*- Larven als auch gegen *Delia*- Puppen, dennoch ist eine ausreichende Bekämpfung auch hier nicht möglich.

Destruxin E, ein aus *Metarhizium anisopliae* isoliertes Mycotoxin, wurde auf seine Toxizität gegenüber adulten Zwiebelfliegen von POPRAWSKI et al. (1985b) erprobt. Die Mortalität der getesteten Insekten erreichte bereits nach zwei Tagen 86 %. Trotz des guten Resultates muss aber beachtet werden, dass es sich hierbei ausschließlich um einen Laborversuch handelt. Die notwendige orale Aufnahme erfolgte über eine als Futter angebotene Honiglösung. Im Freiland würde dieser Weg der Infektion nicht möglich sein.

3.3.2 Bakterien

BRUNEL (1992) führte in den Jahren 1991/1992 Versuche mit *Bacillus thuringiensis* zur Bekämpfung der Kleinen Kohlfliege (*Delia radicum*) durch. Hierbei wurden zwölf verschiedene Stämme von *B.t.* auf ihre Effektivität gegenüber *D. radicum* untersucht. Obwohl einige von ihnen die Larven der Fliegen töteten, ist es fraglich inwieweit man diesen Laborversuch auf die Praxis übertragen kann, da die Aufnahme des Bakteriums gezielt über das Nährsubstrat erfolgte. Eine gezielte Kontaminierung der Larven im Freiland dürfte äußerst schwierig sein.

In einem Versuch von HAVUKKALA (1988) zeigte eine Behandlung der Kohlpflanzen mit einem *Bacillus thuringiensis*-Stamm eine positive Wirkung. Es konnte sowohl ein Schutz gegenüber *Delia radicum* als auch eine ertragssteigernde Wirkung gefunden werden. Allerdings ist die Beschreibung der Versuchsauswertung ungenau, so dass z.B. nicht nachzuvollziehen ist wie hoch der tatsächliche Ertrag war. Es wurde sowohl der Ertrag als auch der Schaden der sechs untersuchten Jahre gemittelt dargestellt. Jedoch erfolgte in nicht allen Jahren die gleiche Applikation. Insofern ist dieser Versuch zu vernachlässigen.

Der Strahlenpilz *Saccharopolyspora spinosa* (Actinomyceten) produziert 'Spinosad', welches sich aus den beiden Wirkstoffen Spinosyn A und D zusammensetzt. Diese Toxine bewirken eine extreme Reizüberflutung, die im Endeffekt zu Lähmungserscheinungen bei den Schädlingen führt. Es handelt sich um ein Fraßgift, weniger um eine Kontaktgift. Erste aussichtsreiche Beizversuche an Kohl mit Spinosad gegen *Delia radicum* wurden bereits von der Firma Dow Agri erprobt (BECKER, 2003).

Spinosad ein Handelspräparat, ist in Deutschland unter dem Namen "Conserve" der Firma DowAgri, im Zierpflanzenbau zugelassen. Gegenwärtig gibt es in Deutschland keine Zulassung für den Gemüsebau. Dagegen ist es in der Schweiz sowohl im konventionellen

Gemüsebau zugelassen als auch im Ökoanbau erlaubt (FiBL, 2003). Im Anhang II der EU-Ökoverordnung (EWG) Nr. 2092-91 ist es noch nicht aufgenommen. In Deutschland wird derzeit die Anwendung von Spinosad für den Ökoanbau in den Verbänden diskutiert.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass

der Pilz *Entomophthora muscae*:

- empfindlich auf Umwelteinflüsse (Temperatur, Feuchtigkeit) reagiert
- nur adulte Fliegen infiziert
- nach Infektion der Fliegen, zu einem veränderten Verhalten und verminderten Eiablage führt
- von infizierten auf gesunde Fliegen übertragen werden kann
- zu spät die adulten Fliegen infiziert; erst nachdem die Weibchen ihre meisten Eier bereits abgelegt haben
- in der Produktion zu teuer ist
- durch Zucht in seiner Virulenz geschwächt wird

der Pilz *Metarhizium anisopliae*:

- preisgünstig in der Produktion ist
- einfach in vitro kultiviert werden kann
- im Laborversuch auch die Larve infizieren kann
- auch die Puppen der Kohlflyge infiziert (Verschobene Mortalität)
- auch im Boden eine gute Kontaktwirkung gegenüber Larven zeigt
- durch seine Konidiosporen mehrere Monate lebensfähig und infektiös ist
- aus unterschiedlichen Insekten isoliert werden kann; die Herkunft dieser Isolate aber zur Bekämpfung von Blumenfliegen eine große Rolle spielt
- temperaturabhängig ist (Bodentemperatur < 15° C)

der Pilz *Beauveria bassiana*:

- preisgünstig in der Produktion ist
- einfach in vitro kultiviert werden kann
- aus unterschiedlichen Insekten isoliert werden kann; deren Wirkung teilweise gut ist (P 89, 195 u. 205)
- nach Infektion der Fliegen, zu einem veränderten Verhalten und verminderten Eiablage führt
- im Laborversuch auch die Larve infizieren kann

- von infizierten auf gesunde Fliegen übertragen werden kann
- in seiner Wirkung von abiotischen Faktoren abhängig ist (hohe Temperatur (20°C), hohe Luftfeuchte(60%±20%))

der Pilz *Paecilomyces fumosoroseus*:

- ähnliche Eigenschaften wie *Beauveria bassiana* aufweist

Schlussbetrachtungen Mikroorganismen

Entomophage Pilze, die ausschließlich adulte *Delia spp.* befallen, wie *Entomophthora muscae*, sind als Antagonisten unbrauchbar.

Zum einen stellt schon die Art der Applikation im Freiland, für eine erfolgreiche Behandlung der adulten Fliegen, ein Problem dar, zum anderen erfolgt die Infektion zu spät, nämlich erst nachdem die Weibchen ihre meisten Eier bereits abgelegt haben (FINCH, 1993). Weiterhin stößt die Massenproduktion und Anwendung dieses Pilzes auf erhebliche Schwierigkeiten, da einerseits die Produktionskosten zu hoch sind (FINCH, 1993) und andererseits bei gezüchteten Pathogenen eine Abnahme der Virulenz festgestellt wurde (BRUNEL, 2003).

Isolate aus den Gattungen *Metarhizium*, *Beauveria* und *Paecilomyces* scheinen auf den ersten Blick vielversprechend zu sein, da sie sich gut und preisgünstig in vitro vermehren lassen.

Ihre Anwendung im Boden gegenüber Larven von *Delia radicum* und *Delia floralis* war aber nur mäßig erfolgreich. Eine signifikante pathogene Wirkung der o.g. Pilz-Isolate konnte lediglich nach einer direkten Kontaminierung in der Petrischale unter Laborbedingungen beobachtet werden konnte (VÄNNINEN et al., 1999).

Bekämpfbar sind vor allem Puppen (POPRAWSKI et al., 1985; MAJCHROWICZ et al., 1990). Die Folgegeneration auf der Fläche könnte also reduziert werden, was aber auch mit vorbeugenden Maßnahmen wie z.B. einer entsprechenden Fruchtfolge und Bodenbearbeitung geleistet werden kann. Der Zuflug von Fliegen, die außerhalb der jeweiligen Kulturfläche schlüpfen, muss ebenfalls beachtet werden. Weiterhin muss berücksichtigt werden, dass Puppen von *Delia floralis* erst in einer Bodentiefe von 10-20 cm anzutreffen sind. Insofern ist hier eine Giesbehandlung mit Pilz-Isolaten nicht möglich.

Bei einer Anwendung im Freiland zeigte nur noch ein *Metarhizium anisopliae*- Isolat auch im Boden eine gute Kontaktwirkung gegen *Delia*- Larven. Eine ausreichend gute Bekämpfung ist aber auch hier nicht möglich, da die Infektion zu langsam verläuft. Nach 35 Tagen waren erst 25 % der Larven sichtbar infiziert. Die schädigenden und daher für die Bekämpfung so

wichtig zu erfassenden ersten Larvenstadien schlüpfen, je nach Temperatur unterschiedlich, bereits nach 5-10 Tagen (*Delia radicum*) bzw. nach 2-4 Tagen (*Delia platura*). Der anschließend verbleibende Zeitraum zwischen dem Schlüpfen und dem Einbohren in die Wirtspflanze umfasst nur wenige Stunden bis Tage. Dieser vorgegebene Rahmen lässt eine gezielte Bekämpfung mit entomophagen Pilzen somit nicht zu.

Die aus Bakterien bzw. Pilzen, *Saccharopolyspora spinosa* und *Metarhizium anisopliae*, isolierten Mycotoxine könnten dagegen in Form einer Saatgutbehandlung zur Bekämpfung von Blumenfliegen aussichtsreicher sein, zumal Spinosad als relativ neues Handelspräparat existiert und aktuelle Versuche von einer guten Wirkung berichteten (BECKER, 2003).

Die wenigen in der Literatur gefundenen Versuche mit *Bacillus thuringiensis* liefern nur ungenaue Informationen über Wirkungen (BRUNEL, 1992; HAVUKKALA, 1988). Das Problem dürfte hier, neben dem Finden eines aktiven Stammes, die orale Aufnahme der L1-Larven im Boden sein.

Während der Wirtssuche nehmen Wurzelfliegenlarven freies Wasser des Bodens bzw. teilweise auch organische Substanz auf. Insofern ist theoretisch zwar eine orale Aufnahme von *B.t.* möglich, dennoch dürfte die aufgenommene Menge für eine hinreichende letale Wirkung zu gering sein.

Für weiterführende Untersuchungen eignen sich nur die beiden Mykotoxine des Bakteriums *Saccharopolyspora spinosa* und des Pilzes *Metarhizium anisopliae*.

Überblick "Mikroorganismen"

Mikroorganismus	Schädling	Wirkung	Quelle
entomophage Pilze			
<i>Entomophthora muscae</i>	<i>Delia radicum</i>	- Feldbeobachtungen: natürliche Infektionsrate der adulten Fliegen lag bei 26 % bzw 25 %	EILENBERG (1991), SINGH (1994)
	<i>Psila rosae</i>	- Laborversuch: Abnormales Eiablageverhalten der infizierten Fliegen	EILENBERG (1987a)
		- höhere Temperaturen verkürzen die Inkubationszeit und somit Lebensdauer adulter Fliegen - Sporulationszeit der Kondiosporen wird mit zunehmender Temperatur verkürzt.	EILENBERG (1987b)
	<i>Delia radicum</i> <i>Delia floralis</i>	- Feldbeobachtungen: linearer Zusammenhang zwischen Auftreten einer <i>Entomophthora</i> -Epidemie und der Temperatur - bei optimalen Bedingungen (20°C) Dezimierung der Population um 47 %	KLINGEN et al. (2000)
	<i>Delia platura</i>	- Übertragung der Sporen von toten <i>Delia antiqua</i> auf gesunde <i>Delia platura</i> (Cross-Infektion)	CARRUTHERS et al. (1985)
<i>Metarhizium anisopliae</i>	<i>Delia antiqua</i>	- Toxizität von Destruxin E , ein aus <i>M. anisopliae</i> isoliertes Mycotoxin, zeigte bereits nach zwei Tagen gegenüber der adulten Zwiebelfliege eine Mortalität von 86,3 % (Applikation: 1000 ppm Mycotoxin pro 12 ml Honigwasser(1:1)) - Versuch nicht auf Freiland übertragbar, da notwendige orale Aufnahme mit dem Futter, als Infektionsweg nicht möglich ist	POPRAWSKI et al. (1985b)
	<i>Delia radicum</i>	- <i>Metarhizium anisopliae</i> zeigte als einziges Isolat im Boden gute Wirkung, gegen Larven u. Puppen, dennoch keine ausreichende Bekämpfung möglich, zu langsame Pathogenese	VÄNNINEN et al. (1999)
	<i>Delia radicum</i>	- die Verwendung des <i>Metarhizium anisopliae</i> -Isolats 2521 (isoliert aus <i>Deios spp.: Homeroptera</i>) führte nach 5 Tagen zu einer 50 % Mortalität der adulten Fliegen	MEADOW et al. (2000)
<i>Beauveria bassiana</i>	<i>Delia antiqua</i>	- die beiden <i>B. bassiana</i> -Isolate (195 und 205) zeigten eine pathogene Wirkung gegenüber <i>D. antiqua</i> ; eine geringe Puppenmortalität wurde beobachtet - obwohl Puppen sonst unempfindlich auf Sporensuspension reagierten; da es zu einer verschobenen Mortalität kam, d.h. die adulten Fliegen starben aufgrund der Kontaminierung im Puppenstadium - die Toxizität der Isolate führte weiterhin zu einer verminderten Fruchtbarkeit (Reduktion der Eiablage)	POPRAWSKI et al. (1985a)

	<i>Delia antiqua</i>	Infektion der Puppen mit einer Konidiosporen-Suspension von dem <i>B. bassiana</i> Isolat 142 hatte weder Einfluss auf die Mortalität der Puppen noch der Adulten	MAJCHROWICZ et al. (1990)
	<i>Delia radicum</i>	<ul style="list-style-type: none"> - verschiedene <i>Beauveria bassiana</i>-Isolate wurden im Laborversuch auf ihre Wirksamkeit gegen adulte Kohlfliegen getestet - nur mit <i>Beauveria bassiana</i>-Isolat (P89), aus <i>Musca domestica</i> isoliert, wurde eine Mortalität von 100% (n. 5 Tagen) erzielt - Weitergabe des Pathogens von kontaminierte auf gesunde Fliegen konnte bestätigt werden - kontaminierte Fliegen zeigten keine Eiablage 	MEADOW et al. (2000)
<i>Paecilomyces sp.</i>	<i>Delia antiqua</i>	- die auf die Puppen ausgesprühte Konidiosporen-Suspension von <i>P. fumosoroseus</i> verursachte eine 47,5 %ige Puppenmortalität	MAJCHROWICZ et al. (1990)
	<i>Delia antiqua</i>	<ul style="list-style-type: none"> - die beiden <i>Paecilomyces</i>- Arten, <i>P. fumosoroseus</i> und <i>P. farinosus</i>, erwiesen sich in ihrer pathogenen Wirkung den anderen Pilzen-Isolaten überlegen - Puppenmortalität wurde beobachtet - die Toxizität der Isolate führte weiterhin zu einer verminderten Fruchtbarkeit (Reduktion der Eiablage) - <i>Paecilomyces sp.</i> sind zur Bekämpfung von <i>Delia antiqua</i> bestens geeignet 	POPRAWSKI et al. (1985a)
	<i>Delia radicum</i>	<ul style="list-style-type: none"> - nur geringe Mortalität von <i>Delia radicum</i> bei Verwendung verschiedener Isolate von <i>P. fumosoroseus</i> - allerdings: Verwendung anderer Isolate als vorherige Autoren 	MEADOW et al. (2000)
Bakterien			
<i>Bacillus thuringiensis</i>	<i>Delia radicum</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Laborversuch: zwölf verschiedene Stämme von <i>B.t.</i> wurden auf ihre Effektivität gegenüber Larven von Kohlfliegen getestet - Aufnahme erfolgte oral über Nährsubstrat - einige Stämme zeigten zwar eine toxische Wirkung, aber eine gezielte Kontaminierung im Freiland dürfte äußerst schwierig sein 	BRUNEL (1992)
	<i>Delia radicum</i>	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Bacillus thuringiensis</i> wurde von 1980-1986 als eine nicht-chemische Bekämpfungsmethode im Vergleich zu einem Insektizid in Kohlschlägen getestet - Ertrag konnte gesteigert werden aber ungenaue Versuchsbeschreibung - gibt keine Auskunft über tatsächlichen Ertrag und Schutzwirkung 	HAVUKKUALA (1988)
<i>Saccharopolyspora spinosa</i>	<i>Delia radicum</i>	- erste Beizversuche an Kohl mit Spinosad , ein von <i>Saccharopolyspora spinosa</i> (Actinomyceten) produziertes Mycotoxin	BECKER (2003)

3.4 Tierische Antagonisten

3.4.1 Arthropoden

Gegenüber der Gattung *Delia* gibt es unterschiedliche Arthropoden, die als natürliche Antagonisten, in Erscheinung treten. Allein 60-100 verschiedene prädatorisch lebende Käferarten aus den Familien der Staphylinidae (Kurzflügelkäfer) und Carabidae (Laufkäfer) existieren, die Eier und Larven der Anthomyiidae vertilgen (FINCH, 1996b; PELERENTS et al., 1983, BRUNEL & FOURNET, 1996).

Trotzdem sind die meisten Arten keine spezifischen Räuber der Anthomyiidae. Versuche von GRAFIUS & WARNER (1989) zeigten, dass *Bembidion quadrimaculatum*, ein Käfer aus der Familie der Carabidae, in Laborversuchen zwar durchaus in der Lage ist bis zu 25 Eier bzw. L1-Larven von *Delia antiqua* pro Tag zu verspeisen, unter Feldbedingungen aber keine eindeutigen Präferenzen gegenüber Zwiebelfliegen zeigte.

Die wichtigsten Vertreter der Laufkäfer, die natürlicherweise auf Feldern vorkommen sind *Bembidion spp.*, *Harpalus spp.* und *Feronia spp.* (PELERENTS et al., 1983). Ihre Anwesenheit führt zu einer natürlichen Dezimierung der Gattung *Delia*, ist aber als alleinige biologische Bekämpfungsstrategie nicht ausreichend. (PELERENTS et al.; FINCH, 1996a).

Unter den verschiedenen Kurzflügelkäfern wurden in der Vergangenheit insbesondere zwei Arten der Gattung *Aleochara* als Antagonisten der Anthomyiidae näher betrachtet: *Aleochara bilineata* Gyll. und *Aleochara bipustulata* L. (READ, 1962, FOURNET et al. 1999a & 2000).

Die *Aleochara spp.* sind sowohl Parasitoide als auch Räuber. Sie fressen Eier und Larven der *Delia spp.* Die Weibchen legen ihre Eier in die Erde, in Nähe der Fliegeneier ab. Die daraus schlüpfenden mobilen Larven bewegen sich frei im Boden und suchen nach einer geeigneten Wirtspuppe, in die sie ein kleines Loch fressen, um sich selbst einzubohren. Nach 30 Tagen Entwicklungszeit in der parasitierten Puppe, schlüpfen schließlich neue Käfer (BRUNEL, 1999).

Adulte *Aleochara spp.* fressen durchschnittlich 10 Fliegeneier bzw. erste Larvenstadien pro Tag (FINCH, 1993). Ein erwachsener Käfer ist aber unter Laborbedingungen, d.h. direkte Fütterung ohne Suche, genauso in der Lage bis zu 90 Eier (Männchen) bzw. sogar 160 Eier (Weibchen) am Tag zu fressen (FOURNET, 2000).

Aufgrund der guten Wirtsadaptation von *Aleochara bilineata* konzentrierten sich viele Arbeiten auf eine mögliche Zucht und entwickelten hierfür spezielle Methoden (WHISTLECRAFT et al.,

1985; HERTELVELDT et al., 1984). Deshalb erfolgten Experimente, die genauere Erkenntnisse über Verhalten (Verteilung über das Feld), Entwicklung, Fruchtbarkeit, Lebensdauer etc. gaben (LANGLET & BRUNEL, 1996; BRUNEL et al., 1999; FOURNET et al., 2000). Außerdem wurde überprüft, welche Art die effektivere ist und ob bei gemeinsamem Vorkommen eine mögliche interspezifische Konkurrenz besteht (FOURNET et al., 2000; JONASSON, 1994; AHSTRÖM- OLSSON, 1994; FOURNET & BRUNEL, 1999).

JONASSON (1994) stellte eine Coexistenz und Nischenteilung der beiden *Aleochara species* fest, da die Population von *Aleochara bilineata* vom Frühling bis zum Frühsommer zunächst zwar durch *Aleochara bipustulata* verdrängt wurde, anschließend jedoch aufgrund ihrer besseren Wirtsadaptation wieder zunahm, so dass ein Nebeneinander beider Arten möglich ist. Dies wurde von AHSTRÖM- OLSSON (1994) bestätigt. Nach Aussage der Autorin entwickelt sich *A. bilineata* in allen *Delia spp.*, zieht aber größere und schwerere Puppen, z.B. die von *Delia radicum* (10-23 mg) den Kleineren vor. *A. bipustulata* präferiert dagegen nur die kleineren *Delia spp.*.

FOURNET et al. (2000) und FOURNET & BRUNEL (1999) haben bei ihren Untersuchungen im Gegensatz zu JONASSON (1994) und AHSTRÖM-OLSSON (1994) eine ausgeprägte Konkurrenz zwischen den beiden Arten festgestellt. Diese ging soweit, dass nicht nur die Eier und Larven der Käfer von der anderen Art gefressen wurden, sondern auch bereits parasitierte Puppen erneut von der anderen Käferart parasitiert wurden. Hierbei zeigte sich *A. bilineata* deutlich konkurrenzstärker, da diese Art verstärkt Multiparasitismus betrieb (FOURNET et al., 1999b & 2000).

Unterschiede der beiden Arten konnten bei Entwicklungszeit, Sterblichkeitsrate und Temperaturempfindlichkeit beobachtet werden (BRUNEL et al., 1999).

A. bipustulata hat zwar eine längere Lebensfähigkeit und ein größeres Reproduktionspotential, aber die Wachstumsrate ist bei *A. bilineata* höher. Außerdem zeigt die Art eine bessere Wirtsspezifität und -akzeptanz. Weiterhin besteht eine gut Synchronisation mit der Entwicklungszeit des Wirtes, weshalb *A. bilineata* von FOURNET et al. (2000) als Nützling favorisiert wurde.

Für das unterschiedlich starke Auftreten im Jahr können noch weitere Gründe eine Rolle spielen. Während *A. bipustulata* als adultes Tier überwintert und seine aktive Phase bereits im Frühling beginnen kann (HEYDEMANN, 1956), überwintert *A. bilineata* als L1-Larve seiner Wirtspuppe, so dass erst im Juni die nächste (erste) Generation erscheint (WADSWORTH,

1915). Somit ist die Anzahl der Generationen auch unterschiedlich. *A. bilineata* hat zwei und *A. bipustulata* drei Generationen/Jahr (FULDNER, 1960).

Im Freiland erscheinen die Käfer normalerweise erst, nachdem die Fliegen bereits ihre Eier abgelegt haben. Um bereits frühzeitig vom räuberischen Verhalten der Nützlinge profitieren zu können, wurden Versuche für eine geregelte Massenausbringung unternommen (FINCH, 1993).

Trotz vielfacher Bemühungen der Züchtung von *Aleochara bilineata* liegt die notwendige Anzahl der auszubringenden Käfer für eine erfolgreiche Bekämpfung der *Delia spp.* bei 20.000 (BROMAND,1980) bzw. 650.000 (HERTELVELDT et al., 1984) Käfer pro Hektar. Ein Einsatz in größeren Gebieten ist aufgrund zu hoher Produktionskosten nicht vorstellbar (FINCH 1996).

Gegenwärtige Versuche z.B. am INRA (Institut Nationale de la Recherche Agronomique) konzentrieren sich nunmehr auf eine Etablierung und Förderung von *Aleochara*-Arten in den Kulturpflanzenbeständen.

Ergebnisse von ROUSSE (2000) zeigten, dass *Delia radicum* bei einer Wahl unter den Kohlarten bevorzugt die Kohlrübe befällt. Diese Präferenz wurde von FOURNET (2002) aufgegriffen, indem mehrere Kohlrübenparzellen in eine Brokkolikultur gepflanzt wurden. Diese Kohlrüben hatten eine doppelte Funktion 1. als Fangpflanze für *Delia radicum*, um die eigentliche Kultur vor einem Befall zu schützen, und 2. als Lockpflanze für *Aleochara spp.*, die insbesondere durch den Geruch verletzter Pflanzen angelockt werden. Die Ergebnisse zeigten, dass in den gemischten Varianten (Kohlrübe/Brokkoli) im Randbereich zur Kohlrübe ein geringerer Kohlfliegenbefall an Brokkoli festgestellt wurde, mit zunehmender Entfernung zur Kohlrübe nahm auch der Schaden verstärkt zu. Weiterhin beobachtete FOURNET (2002), dass die Staphylinidaen-Population in den gemischten Varianten deutlich erhöht war. Dies wurde auf den starken Kohlfliegenbefall der Kohlrüben (Lockpflanze) zurückgeführt. Die künftigen Bemühungen richten sich nunmehr auf eine gezielte "offene Zucht" in der Kultur (BRUNEL, persönliche Mitteilung 2003).

In der Vergangenheit wurden bereits Versuche zur Förderung von Nützlingen angestellt. AHLSTRÖM-OLSSON & JONASSON (1993) benutzten Senfmehl, um den Geruch verletzter Pflanzen zu simulieren, und damit *Aleochara spp.* anzulocken. Die Ergebnisse zeigen jedoch, dass hier nicht nur Nützlinge sondern auch andere *Delia*-Arten wie *Delia florilega* und *Delia platura* angezogen wurden.

Zukünftig sind am INRA Projekte geplant, die sich mit der Herstellung eines synthetischen Lockstoffes für *Aleochara spp.* befassen sollen. Diese Anregungen stammen aus den Ergebnissen von FOURNET (2003) und CORTESERO et al. (2000).

Weitere Antagonisten, wie die Schlupfwespe *Trybliographa rapae* aus der Familie der Figitidae, die unterschiedliche *Delia spp.* und deren Larvenstadien parasitieren, wurde in der Vergangenheit als Nützling untersucht. Sie entwickelt sich in allen drei Larvenstadien von *Delia spp.*, präferiert aber L2- und L3-Stadien. *Delia radicum* wird aber erst im Puppenstadium abgetötet. Insofern kann mit diesem Nützling keine kurzfristige Schadensreduzierung von Blumenfliegen erreicht werden (NEVEU, 1998; NEVEU et al., 2000). Ihre Population reagiert aber empfindlich auf abiotische Faktoren, insbesondere Temperaturschwankungen, so dass Bestrebungen, ihn als Nützling gezielt einzusetzen aufgegeben wurden (KACEM, 1999).

Die räuberische Fliege *Scatophaga steroraria* mit einem breiten Wirtskreis wurde von FAILES et al. (1992) unter Laborbedingungen gegen *Musca domestica*, *Delia antiqua* und *Drosophila spp.* eingesetzt. Hierbei erwies sich der Antagonist aber in erster Linie gegenüber *Musca domestica* erfolgsversprechend.

Schlussbetrachtungen Arthropoden

Wie bereits die Anzahl der Quellen verdeutlicht, beschäftig(t)en sich in der Vergangenheit und Gegenwart zahlreiche Untersuchungen mit dem Thema Nutzarthropoden. Anfängliche Bemühungen eine Zucht von *Aleochara bilineata* zu kommerzialisieren scheiterten sehr bald an den hohen Produktionskosten (FINCH, 1996; BRUNEL, 2003).

Die Bestrebungen am INRA mit Lockpflanzen *Aleochara spp.* längerfristig auf den Feldern zu etablieren steckt noch in den Anfängen. Dennoch muss einschränkend zu den von dem INRA verfolgten Bekämpfungsstrategien angemerkt werden, dass sich die Wissenschaftler der mitunter eingeschränkten Wirksamkeit der Nützlingsförderung bewußt sind. Sollte dieser Ansatz im Einzelfall nicht ausreichen, wird im Sinne des Integrierten Pflanzenschutzes durchaus der Einsatz chemischer Bekämpfungsverfahren ins Kalkül gezogen, eine 'Notbremse', die dem Öko-Anbau so nicht zur Verfügung steht.

Überblick "Arthropoden"

Nutzarthropoden	Schädling	Wirkung	Quelle
<i>Bembidion quadrimaculatum</i>	<i>Delia antiqua</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Laborversuche: Käfer können 25 Eier bzw. L1-Larven/ Tag von <i>Delia antiqua</i> fressen - Feldversuche zeigten keine eindeutigen Wirtspräferenzen der Käfer 	GRAFIUS & WARNER (1989)
<i>Aleochara spp.</i>	<i>Delia radicum</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Vergleich der Entwicklungszeit in Abhängigkeit zur Temperatur zwischen <i>Aleochara bilineata</i> und <i>Aleochara bipustulata</i> - Vergleich der beiden <i>Aleochara spp.</i>: - <u><i>Aleochara bilineata</i></u>: - gute Synchronisation der Entwicklungszeit mit dem Wirt (Ei-L1:6d, L1-Adult:30,9d, Gesamtentwicklungszeit:61,91d - vgl. <i>D. radicum</i>: Ges.entw.zeit:50,37d) - größere Wirtsakzeptanz (<i>D. radicum</i>): 86,5 % - höhere Wirtsspezifität: Larve entwickelt sich in <i>D. radicum</i>, <i>D. platura</i>, <i>D. antiqua</i>, <i>D. floralis</i> u. anderen Arten der Gattung <i>Delia</i> - bessere Konkurrenzfähigkeit: Adulte fressen Larven u. Eier von <i>A. bilineata</i>, es werden außerdem bereits von <i>A. bipustulata</i> oder <i>T. rapae</i> parasitierte Puppen erneut parasitiert - favorisierte Nutzarthropode - <u><i>Aleochara bipustulata</i></u>: - längere Lebensdauer: adulte Weibchen max. 199d (vgl. <i>A. bilineata</i>: 133d) - längere Gesamtentwicklungszeit: 73,4d - Wirtsakzeptanz (<i>D. radicum</i>): 68,3 % - Larve entwickelt sich in allen Gattungen <i>Delia</i>, <i>Lucilia</i>, <i>Heliophagella</i>, <i>Ravinia</i> - schwächere Konkurrenzfähigkeit: Adulte fressen Larven u. Eier von <i>A. bilineata</i> - Zuchtmethoden von <i>Aleochara bilineata</i> 	<p>BRUNEL et al (1999)</p> <p>FOURNET et al (2000); LANGELET & BRUNEL (1996), BRUNEL et al. (1999)</p> <p>WHISTLECRAFT et al. (1985); HERTELVELDT et al., (1984)</p>

<i>Aleochara spp</i>	<i>Delia radicum</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Untersuchung der interspezifischen Konkurrenz von <i>Aleochara bilineata</i> und <i>Aleochara bipustulata</i> - (FOURNET et al., 1999 & 2000; FOURNET & BRUNEL, 1999) beobachteten ausgeprägte Konkurrenz der beiden Arten, Adulte fressen Larven u. Eier der anderen Art, und teilweise auch Multiparasitismus von <i>A. bilineata</i> - (JONASSON, 1994; AHSTRÖM-OLSSON, 1994) stellten Coexistenz und Nischenteilung der beiden Arten fest - <i>A. bipustulata</i>: Überwintert als adultes Tier, kann bereits im Frühling seine aktive Phase beginnen, 3 Generationen/Jahr - <i>A. bilineata</i> Überwintert als L1-Larve, erste Generation erscheint im Juni, 2 Generationen/Jahr - Entwicklung von <i>A. bilineata</i> in allen <i>Delia spp.</i>, präferiert aber größere und schwerere Puppen - <i>A. bipustulata</i> präferiert kleinere Puppen - Etablierung und Förderung der <i>Aleochara spp.</i> in der Kultur durch Lockpflanzen ,offene Zucht‘ - Versuch zur Förderung natürlicher Antagonisten mit ausgebrachtem Senfmehl - aber: Nützlinge als auch andere <i>Delia spp.</i> wurden angelockt 	<p>FOURNET et al., (1999 & 2000); JONASSON, 1994; AHSTRÖM-OLSSON, 1994; FOURNET & BRUNEL, 1999</p> <p>HEYDEMANN (1956); WADSWORTH (1915); FULDNER (1960)</p> <p>AHSTRÖM-OLSSON (1994)</p> <p>FOURNET (2003)</p> <p>AHLSTRÖM-OLSSON & JONASSON (1993)</p>
<i>Trybliographa rapae</i>	<i>Delia radicum</i>	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Trybliographa rapae</i> entwickelt sich in allen drei Larvenstadien von <i>Delia spp.</i> - präferiert aber L2 und L3-Stadien - <i>Delia radicum</i> wird erst im Puppenstadium getötet - Population von <i>Trybliographa rapae</i> reagiert empfindlich auf abiotische Faktoren, insbesondere Temperaturschwankungen 	<p>NEVEU, (1998); NEVEU et al., (2000)</p> <p>KACEM (1999)</p>
<i>Scatophaga steroraria</i>	<i>Delia antiqua</i>	<ul style="list-style-type: none"> - räuberische Fliege <i>Scatophaga steroraria</i> hat einen breiten Wirtskreis - Laborversuche gegen <i>Musca domestica</i>, <i>Delia antiqua</i> und <i>Drosophila spp.</i> zeigten, keine erfolgsversprechend Wirkung als Antagonist gegen <i>Delia antiqua</i> 	<p>FAILES et al. (1992)</p>

3.4.2 Nematoden

In der Literatur sind eine Reihe Quellen zu finden, die sich mit der biologischen Bekämpfung von *Delia spp.*, zumeist *Delia radicum*, mittels Nematoden auseinandersetzen (SLOUN et al., 1989; SULISTYANTO et al., 1994; MORRIS, 1985; SIMSER, 1992; HART & WILLMOTT, 2002; BELAIR et al. 1994; VÄNNINEN et al. 1992; GEORGIS et al. 1983).

In allen Versuchen wurden bakterienübertragende Nematoden der Familie Steinernematidae und Heterorhabditidae eingesetzt. Diese sind besonders zur biologischen Bekämpfung von Schadinsekten geeignet, da sie durch rasches Abtöten ihres Wirtes den Schaden an den Kulturpflanzen gering halten. Weiterhin verfügen Nematoden dieser Familien über ein breites Wirtsspektrum. Das infektiöse Larvenstadium dieser Nematoden dringt in das Wirtsinsekt ein und entlässt in der Leibeshöhle des Insektes die symbiontischen Begleitbakterien, die den Tod des Insektes herbeiführen (SLOUN, et al. 1989; HASSAN et al. 1993).

Die vorliegenden Arbeiten verglichen überwiegend die entomophage Wirkung und Effektivität der verschiedene Arten miteinander.

In Laborversuchen konnte herausgefunden werden, dass die Wirkungseffizienz der Nematoden vom Larvenstadium des Wirtes abhängig ist (SULISTYANTO et al., 1994). Die Autoren testeten unterschiedliche Isolate von *Steinernema feltiae* sowie zwei andere *Steinernema*- Arten und eine *Heterorhabditis*-Art. Alle Nematoden zeigten im Test mit Kohlfliegenlarven des ersten Stadiums eine geringere Wirkung als gegenüber Larven des dritten Stadiums. Die Mortalität der L1-Larven befand sich bei allen Isolaten/Arten in einem Bereich zwischen 22-39 %. Die größte Diskrepanz aber konnte bei Verwendung des *S. feltiae*-Isolates OBSIII beobachtet werden. Die Mortalität der L3-Larven betrug 87 % und die der L1-Larven 37 %.

Aus den Gewächshausversuchen von HART & WILLMOTT (2002) geht ebenfalls hervor, dass mit *Steinernema feltiae* nur eine 40 %ige pathogene Wirkung gegen *Delia radicum* erzielt werden konnte. Im Vergleich hierzu war *Steinernema affine* effektiver (60 % pathogene Wirkung). Bei Betrachtung mehrerer *Steinernema*- Arten konnten zwar VÄNNINEN et al. (1992) mit *S. feltiae* das beste Resultat gegen *Delia radicum* auf Blumenkohlschlägen erzielen, dennoch konnten hier keine signifikanten Ertragsunterschiede zwischen der Kontrolle und der Behandlung mit dem Nematoden-Isolat gefunden werden.

Eine genauso geringe Anfälligkeit von *Delia radicum*-Larven gegenüber *Steinernema bionis*, *Heterorhabditis sp.* und *Steinernema feltiae* (Isolat OBSIII) ergaben Laborversuche

von VAN SLOUN (1989). Maximal 33 % der Kohlfliegenlarven wurden parasitiert. Auch in Gewächshausversuchen konnte die Anzahl der Kohlfliegenlarven und -puppen an Blumenkohlpflanzen durch Anwendung von 200 Nematoden pro cm³ Substrat nicht hinreichend genug vermindert werden. Die Reduktion betrug unter optimalen Bedingungen für die Nematoden bei konstant 20°C und 85 %iger Luftfeuchtigkeit durch *Steinernema bibbonis* 43 %, *Heterorhabditis sp.* 37 % und *Steinernema feltiae* 30 %. Lediglich in einem von sechs Feldversuchen konnte die Applikation von Nematoden den Fraßschaden durch Kohlfliegenlarven an Rettich signifikant reduzieren. Der Anteil vermarktungsfähiger Ware stieg in diesem Versuch von 62 % in der Kontrolle auf 86 % nach Anwendung der drei Nematodenarten.

Eine Parasitierung von 80 % bei *Delia radicum* und sogar 100 % bei *Delia antiqua* konnte allein MORRIS (1985) im Laborversuch mit *Steinernema feltiae* und *Heterorhabditis bacteriophora* ermitteln. Dennoch sind diese Ergebnisse nur wenig aussagekräftig, da es sich bei den betrachteten Blumenfliegenlarven ausschließlich um L3-Larven handelt. Bei der Bekämpfung von Blumenfliegen spielen aber nur die ersten beiden Larvenstadien eine Rolle, da nur dieses im Boden frei beweglich ist (FINCH, 1989; SULISTYANTO et al., 1994).

Neben den zur Bekämpfung in Frage kommenden Nematodenarten spielen nach Aussagen von BELAIR et al. (1994) die Applikationsform für den Bekämpfungserfolg eine Rolle. Dies dokumentierte ein Feldversuch mit Blumenkohl, in dem mit einer Tauchbehandlung vor der Pflanzung eine 60 %ige Schadminderung erreicht wurde. Diese Behandlung war vergleichbar mit dem Ergebnis der chemischen Variante. Eine Bandspritzung zeigte dagegen keine Wirkung.

Schlussbetrachtung Nematoden

Die meisten Autoren erläuterten, dass eine ausreichende biologische Bekämpfung mit entomophagen Nematoden gegen *Delia spp.* nicht möglich ist (SULISTYANTO et al., 1994; HART & WILLMOTT, 2002; VAN SLOUN, 1989; VÄNNINEN et al., 1992).

Bei den angeführten Untersuchungen lag der Bekämpfungserfolg in Gewächshaus- oder Freilandversuchen bei maximal 30-45 %. Diese Ergebnisse zeigen, dass die L1-Larven durch Nematoden nicht ausreichend eliminiert werden können (SULISTYANTO et al., 1994).

Lediglich BELAIR et al. (1994) erreichten mit einer Tauchbehandlung 60 % Schadensminderung. Hier wäre zu prüfen inwieweit die Methodik den Erfolg steigern kann und ob dieser erreichte Wirkungsgrad von 60 % stabil ist. Die Kosten für eine Tauchbehandlung mit

$0,6 \times 10^9$ Nematoden /ha wie bei BELAIR et al. (1994) liegen bei ungefähr 160 €/ha (durchschnittlicher Preis von Nematodenpräparaten deutscher Nützlingsfirmen). Insofern könnte sich bei erfolgreicher Wirkung dieser Mehraufwand lohnen. Aufgrund der Widersprüchlichkeit zwischen den unterschiedlichen Versuchsergebnissen (gefundene Wirkungsgade zwischen 30 und 60 %) und der allein nicht ausreichenden Schadminderung von 60 %, ist aber der Einsatz von Nematoden gegen Wurzelfliegen im Kohlanbau als Bekämpfungsstrategie nicht aussichtsreich.

Weitere begrenzende Faktoren zum Einsatz von Nematoden ergeben sich aus ihren biologischen Ansprüchen, die im Freiland nicht immer gegeben sind.

Die Feuchtigkeit ist ein limitierender Faktor für die Lebensfähigkeit und Aktivität der insektenparasitierenden Nematoden. Eine ‚relative Feuchte‘ (vermutlich Feldkapazität) von 100 % gilt für die Wirtssuche und Parasitierung als optimal (SCHMIEGE, 1963). Der Boden darf aber nicht vollständig mit Wasser gesättigt sein, da sich Nematoden im freien Wasser nicht mehr gerichtet fortbewegen können (PETERS, 1999). Weiterhin sollte die Bodentemperatur nicht unter 15°C liegen, da die Infektiosität der Nematoden dann geringer ist (VAN SLOUN, 1989). Die größte Aktivität zeigen beispielsweise die infektiösen Larven von *Steinernema feltiae* zwischen 22 und 32°C (SCHMIEGE, 1963).

Aus diesem Grund ist der Einsatz von entomophagen Nematoden gegen *Delia platura* nicht möglich. Diese Arten der Gattung *Delia* schädigen gerade frühe Buschbohnenkulturen, da ihre L1-Larven bereits bei einer Bodentemperatur von 10°C nach 8 Tagen schlüpfen können und die Bohnen je nach Bodentemperatur eine unterschiedlich lange Auflaufdauer haben (bei 13°C: etwa 24 Tage; bei 15°C: etwa 17 Tage, 17°C: 14 Tage, KRUG, 2003).

Die Bodenart ist eine weitere abiotische Einflussgröße, denn mit steigendem Tongehalt nimmt die Bewegungsfähigkeit der Dauerlarven ab, leichte sandige Böden, die sich schnell erwärmen fördern dagegen die Aktivität (GEORGIS & POINAR, 1983).

Der Einsatz von Nematoden ist also nach bisherigen Erkenntnissen nicht aussichtsreich, da ihre Wirkung schwankt und von den abiotischen Faktoren abhängt. Außerdem wird das freibewegliche L1-Stadium der Blumenfliegen kam befallen.

Überblick "Nematoden"

Nematoden	Schädling	Wirkung	Quelle
<i>Heterorhabditis sp.</i> ; <i>Steinernema spp.</i>	<i>Delia radicum</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Laborversuch zeigte: Abhängigkeit der Wirkungseffizienz bei <i>Steinernema feltiae</i> vom Larvenstadium des Wirtes - unterschiedliche Isolate von <i>S. feltiae</i> sowie zwei andere <i>Steinernema spp.</i> und eine <i>Heterorhabditis sp.</i> wurden gegen L1 u. L3-Larven von <i>Delia radicum</i> getestet - alle getesteten Nematoden-Arten und Isolate hatten eine geringere Wirkung gegen L1-Larven als gegen L3-Larven - größte Diskrepanz konnte bei Verwendung des <i>S. feltiae</i>-Isolates OBSIII beobachtet werden, Mortalität der L3-Larven: 87 % und L1-Larven: 37 %. - in Laborversuchen: geringe Anfälligkeit von <i>Delia radicum</i>-Larven gegenüber <i>Steinernema bibionis</i>, <i>Heterorhabditis sp</i> und <i>Steinernema feltiae</i> - nur maximal 33 % der Kohlfliiegenlarven wurden parasitiert - in Gewächshausversuchen: Anwendung von 200 Nematoden pro cm³ Topf zeigte keinen ausreichende Bekämpfungserfolg, trotz optimaler Bedingungen (20°C und 85 % rel. LF) - nur in einem Feldversuch konnte Applikation von Nematoden, Fraßschaden durch <i>D. radicum</i>-Larven an Rettich signifikant reduzieren, vermarktungsfähige Ware: 86 % (Kontrolle: 62 %) 	<p>SULISTYANTO et al. (1994)</p> <p>SLOUN VAN (1989)</p>
	<i>Delia radicum</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Feldversuch: Applikation von <i>Steinernema carpocapsae</i> und <i>Heterorhabditis bacteriophora</i> mit Konzentrationen von 250 Nematoden/cm² zeigten keine ausreichend pathogene Wirkung gegenüber <i>Delia radicum</i> - es konnte weder der Wurzelschaden reduziert werden noch der Ertragsverluste gemindert werden 	SIMSER (1992)
	<i>Delia radicum</i> , <i>Delia antiqua</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Laborversuch in Petrischalen bei optimalen 20-25°C - bei <i>D. radicum</i> wurde mit einer Konzentration von 125 Nematoden/ Insekt (<i>Steinernema feltiae</i> und <i>Heterorhabditis bacteriophora</i>) pro Larve (L3) eine 80 %ige Parasitierung erzielt - bei <i>D. antiqua</i> wurde eine 100 %ige Parasitierung bereits mit einer Konzentration von 83 Nematoden pro L3-Larve erreicht 	MORRIS (1985)

	<p><i>Delia radicum</i>, <i>Delia floralis</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Gewächshaus: Vergleich von <i>Steinernema affine</i> mit Handelspräparat "Nemasys"® (<i>S. feltiae</i>) - signifikant höhere Wirkung von <i>S. affine</i> - an Blumenkohl in Feldversuchen wurden verschiedene Applikationsmöglichkeiten und Konzentrationen von <i>Steinernema carpocapsae</i> gegen <i>Delia radicum</i> erprobt - nur direkte Behandlung der Pflanzen mit $0,6 \times 10^9$ Nematoden pro ha war erfolgreich - Bandspritzung mit $2,5 \times 10^9$ Nematoden pro ha konnte Schaden nicht vermindern - <i>Steinernema feltiae</i> war von allen getesteten Isolaten am effektivsten - dennoch erscheint Bekämpfung mit Nematoden nicht aussichtsreich - 2-jährige Feldversuche zeigten keine Unterschiede zwischen Kontrolle und Behandlung mit Nematoden- Isolat 	<p>HART & WILLMOTT (2002)</p> <p>BELAIR et al. (1994)</p> <p>VÄNNINEN et al. (1992)</p>
--	--	--	---

3.5 physikalische Bekämpfungsmöglichkeiten

3.5.1 Kulturschutznetze und Vliese

Die Anwendung von Kulturschutznetzen und Vliesen ist im ökologischen Kohl- und Rettichanbau bisher oftmals die einzige Möglichkeit, einen wirtschaftlichen Anteil marktfähiger Ware zu produzieren. Die Wirksamkeit einer Netzabdeckung wird durch verschiedene Versuche belegt (HASELLI & KONRAD, 1987; WONNEBERGER, 2002).

WONNEBERGER (2002) untersuchte sechs verschiedene Varianten zur Kohlfliegenbekämpfung bei Steckrüben. Als günstigste Variante erwies sich eine Netzabdeckung (Rantai K) über den gesamten Kulturzeitraum. Ein nur sechs wöchigen Abdeckung konnte den Befall der Ernteprodukte (naturgemäß) nicht verhindern. Eine Vliesabdeckung (vermutlich 10 g-Vlies mit Netzverstärkung) zeigte einen ähnlich hohen Wirkungsgrad wie die Netzabdeckung, führte aber auf Grund der Temperaturerhöhung zu Ertragseinbußen.

Auch HASELLI & KONRAD (1987) erzielten in den unterschiedlichen Versuchen mit einer Netzabdeckung auf Rettich und Chinakohl Ertragssteigerungen. In dem Rettichversuch konnten 90 % des Rettichs vermarktet werden, etwa doppelt so viel wie in der Kontrolle.

Die angeführten Versuche zeigen, dass die Anwendung von Vliesen und Kulturschutznetzen im Ökoanbau gute Wirkungen zeigen. Problematisch ist allerdings der Einsatz auf großen Flächen und das Handling bei durchzuführenden Kulturmaßnahmen. Gegen Wurzelfliegen im Bohnenanbau ist eine Anwendung vermutlich wirkungslos, da die Fliegen schon vorher eingewandert sein können. (BRUNEL, 2003). Hierfür wären genauere Untersuchungen notwendig. Bei Vlies- aber auch Folienabdeckung ist aber unabhängig von einer ggf. Unterbindung der Eiablage eine Wirkung durch ein schnelleres Auflaufen auf Grund der Temperaturerhöhung zu erwarten.

3.5.2 Einflugbarrieren (Exclusion fences = Ausschlußzäune)

Eine neuartige Bekämpfungsstrategie gegen Gemüsefliegen mittels vertikaler Barrieren aus Insektenschutznetzen wurde in Kanada entwickelt.

Wie vorangegangene Studien zeigten, breiten sich verschiedene Gemüseschädlinge in erster Linie in einer Flughöhe von 30 cm über dem Boden, also knapp über der Kultur, aus (VERNON et al., 1989; TUTTLE et al., 1988). In weiteren Experimenten in denen Fällen (vom Prinzip ähnlich wie die Malaisefalle) zur Schaderregerüberwachung aufgestellt wurden,

konnte beobachtet werden, dass sich die Fliegen in den Fangtrichtern nur nach oben (in Richtung des Lichtes) bewegten.

Diese Erkenntnisse machten sich VERNON & MACKENZIE (1998) zunutze, um mit vertikalen Barrieren niedrigfliegende Gemüseschädlinge aus den Kulturen auszuschließen. In ersten Untersuchungen wurden mit Kohlrüben bepflanzte Parzellen mit einem einfachem Holzzaun eingefriedet. Dieser war mit einem Nylonmaschenetz von 1mm Maschengröße umspannt. Als Abschluss war der Zaun über die gesamte Länge mit einem nach Außen schräg abfallenden 22 cm langen Überhang im Winkel von 30-35° ausgestattet. Dieser sollte eine Fallenwirkung haben und somit verhindern, dass Gemüsefliegen die Barriere überwinden.

Zunächst wurden unterschiedliche Höhen von 30, 60 und 90 cm Zaunhöhe mit Überhang getestet. Zur Kontrolle wurde ein Zaun ohne Netz aufgestellt. Es zeigte sich, dass der Befall von *Delia radicum* linear zur Netzhöhe (0-90 %) abnimmt. Gelbtafeln, die innerhalb der Parzellen in verschiedenen Höhen aufgehängt wurden zeigten, zwar das einzelne Fliegen noch in einer Höhe von 1,80 m vorkommen können, doch befand sich die Mehrzahl in einem Bereich von 30-90 cm Höhe. Insgesamt befanden sich 80-83 % weniger weibliche Fliegen in den Parzellen, die mit einem 90 cm hohem Insektenzaun umgeben waren, als in den ungeschützten Parzellen. Weiterhin traten deutliche Ertragsunterschiede zwischen den beiden Varianten auf. 1992 waren 26 % geschädigte Pflanzen in der 90 cm hohen Zaunvariante und 85 % in der Kontrolle. Ähnliche Versuche wurden gegen Möhrenfliegen (*Psila rosae*) angestellt (VERNON & MCGREGOR, 1999).

In einem anderen Experiment von PÄTS und VERNON (1999) sollte die Dichte von Kohlfliegen und Tiegerfliegen (einem in Kanada vorkommenden natürlichen Gegenspieler von *Delia radicum*) beobachtet werden. Neben den Varianten Insektenzaun und Kontrolle wurde getestet, in wie weit zusätzlich Fangpflanzen außerhalb des Zaunes (Rettich) die Wirksamkeit verbessern. Diese Variante zeigte sich allerdings weniger effektiv als die reine Ausschlußvariante, bei der eine geringere Anzahl Insekten gefangen wurde und dementsprechend auch weniger Kulturpflanzen befallen waren (25 %, vgl. Kontrolle 85 %).

Aktuelle Versuche über die Wirksamkeit von Einflugbarrieren gegen die Besiedlung von Brokkoli und Kohlrabi durch die Kohldrehherz gallmücke (*Contarinia nasturtii*) wurden von WYSS (2003a) durchgeführt. Hierbei wurde, ähnlich wie bei den kanadischen Untersuchungen, ein 1,40 m hohes feinmaschiges Kulturschutznetz (Rantai K) mit einem nach Außen gerichteten Netzüberhang von 25 cm verwendet. Neben der unbehandelten

Variante als Kontrolle wurde außerdem das in der Schweiz im Biogemüsebau bereits zugelassene Mittel Audienz (Wirkstoff Spinosyn A und D) eingesetzt. Es zeigte sich, dass in beiden Kulturen ein Einfliegen der Gallmücken durch die vertikalen Barrieren verhindert werden konnte. Der Wirkungsgrad der Barrieren lag bei 60-80 % und übertraf damit sogar die Wirkung von ‚Audienz‘ (hier: 35-60 % Wirkungsgrad), dass bei frühzeitiger, mehrmaligen Applikation im Allgemeinen aber eine ausreichende Wirkung gegen *Contarinia nasturtii* aufweist.

Schlussbetrachtung Einflugbarrieren

Die Versuche mit den Barrieren zeigen eine vielversprechende Wirkung (VERNON & MACKENZIE, 1998; VERNON & MCGREGOR, 1999; PÄTS & VERNON, 1999; WYSS, 2003a). Sie sind im Prinzip eine Weiterentwicklung von Kulturschutznetzen, deren Wirkung ebenfalls auf dem Ausschließen von Schadorganismen beruht.

Die vertikalen Netze weisen gegenüber Kulturschutznetzen aber verschiedene Vorteile auf:

- a) Sie liegen nicht auf der Kultur auf und beeinflussen somit kaum das Mikroklima.
- b) Auch direkte mechanische Beeinflussungen der Kulturpflanzen werden vermieden.
- c) Außerdem ist der Arbeitsaufwand, um die Netze für Kulturmaßnahmen zu öffnen, geringer (WYSS, 2003a).

Voraussetzung für die Wirksamkeit der Einflugbarrieren ist,

- a) dass der entsprechende Schädling in die Kulturen einwandert bzw. noch nicht auf dem entsprechenden Schlag etabliert ist.
- b) dass der Schädling nur in bodennahen Luftschichten in die Kulturen einwandert.

Gute Erfolge der Methode wurden daher bei *Delia radicum*, *Psila rosae* und *Contarina nasturtii* verzeichnet (VERNON & MACKENZIE, 1998; VERNON & MCGREGOR, 1999; PÄTS & VERNON, 1999; WYSS, 2003a). Probleme werden bei der Regulation von Schadlepidopteren gesehen, da sich diese auch in höheren Luftschichten bewegen (WYSS, 2003b).

Nach Aussagen von WYSS (2003b) liegen die Kosten für diese Barrieren vermutlich deutlich unter denen einer normalen Netzabdeckung. Gegenwärtig wurde eine Firma beauftragt, die Barrieren praxistauglich weiterzuentwickeln. Die Haltbarkeit der Netze soll mindestens 5 Jahre betragen.

4. Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse

Sämtliche im Bericht aufgeführten pflanzlichen Substanzen besitzen sowie einige Mykotoxine besitzen entweder larvizide oder ovizide oder repellente Eigenschaften und sollten in weiteren Untersuchungen gegenüber schädlichen Blumenfliegen getestet werden.

Insbesondere gegenüber der ‚Bohnenfliege‘ *Delia platura* erscheint zukünftig eine Saatgutbeizung mit larvizid wirkenden Stoffen aus diesen ‚Testsubstanzen‘ als sehr aussichtsreich. Eine Zusammenarbeit mit der Saatgutfirma Suet, die bereits Erfahrungen mit der Inkrustierung von ökologischem Samen hat, bietet sich an.

Gegenüber Kohlfliege und Zwiebelfliege könnten zusätzlich Repellentien (z.B. Pine Oil) die Eiablage an Pflanzen- bzw. auch Pflanzenteilen verhindern. Außerdem dürfte die Kombination mit 'Einflugbarrieren' zum direkten Schutz gegen diese einwandernden, über der Kultur niedrig fliegenden Schädlinge, als gute Möglichkeit zur primären Senkung des Schaderregerbefalls, genutzt werden.

Grundsätzlich lässt sich feststellen, dass die biologischen Bekämpfungsmaßnahmen kombiniert werden müssen um einen ausreichenden Schutz der Pflanzen gegenüber den unterschiedlichen Fliegenarten gewährleisten zu können.

Die Ergebnisse dienen als Vorbereitung für die weitere konkrete Bearbeitung des Themas in Form von Screenings zur Wirkung von pflanzlichen und bakteriellen Substanzen und darauf aufbauenden Feldversuchen, zur Wirkung dieser Substanzen im Freiland und ihrer Kombination mit biotechnischen Methoden, unter den Bedingungen des ökologischen Anbaues.

Die erstellte Datenbank mit den Ergebnissen der Recherche soll in das Internetportal Ökologischer Landbau eingespeist werden.

Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen

Die geplanten Ziele wurden erreicht.

Die gefundenen pflanzlichen und bakteriellen Substanzen sollten in einem weiterführenden Laborscreening und darauf aufbauenden Freilandversuchen in Kombination mit biotechnischen Methoden getestet werden. Die Art und Weise der Applikation der gefundenen Stoffe (Spritzung, Saatgutbeizung) muss weiter untersucht werden. Ein neues Projekt zur fortführenden Bearbeitung dieser Problematik in Laborscreenings und Freilandversuchen ist deshalb sinnvoll.

5. Zusammenfassung

Im Rahmen einer Literaturstudie wurde der Stand der Forschungen zur nicht-chemischen Regulation der Kleinen Kohlflyge (*Delia radicum*), der Wurzel- bzw. Bohnenfliegen (*D.* und *D. platura*) sowie der Zwiebelflyge (*D. antiqua*) erfasst. Dabei wurde auf gängige Datenbanksysteme sowie Bibliographien zurückgegriffen, die bis zum Anfang des 20. Jahrhunderts zurückreichten. Am INRA sowie der Universität in Rennes (F) konnte Einblick in aktuelle Forschungsansätze zur Regulation von Kohlflygen genommen werden.

Zur Wirkung pflanzlicher Insektizide und/oder Repellentien konnte eine Vielzahl von Veröffentlichungen gefunden werden. Allerdings beschäftigten sich nur wenige Arbeiten direkt mit der Wirksamkeit dieser Substanzen gegenüber Blumenfliegen, doch erscheinen verschiedene Ergebnisse auch auf diese übertragbar zu sein. Dies betrifft in erster Linie Präparate die gegenüber Larvenstadien von Dipteren oder ggf. Coleopteren eine hinreichende Wirkung zeigten.

Beschriebene Regulationsansätze auf Basis entomophager Pilze, die nur adulte Stadien befallen, scheiden zur Bekämpfung von Blumenfliegenlarven aus. Bei entomophagen Pilzen die Larven befallen ergibt sich zumeist das Problem, dass die Pathogenese zu langsam verläuft und damit Schäden an den Kulturpflanzen nicht ausreichend verhindert werden. Lediglich Ansätze auf Basis mikrobieller Toxine erscheinen erfolgversprechend.

Ein gezielter Einsatz von Nutzarthropoden scheidet auf Grund der hohen Kosten der Zucht als praxistaugliches Verfahren aus. Eine optimierte Nützlingsförderung kann das Wachstum schädlicher Dipterenpopulationen begrenzen. Allerdings kann, insbesondere auf Grund der zeitlichen Verzögerung des Nützlingsauftretens, nicht immer mit einer ausreichenden Wirkung gerechnet werden, so dass zusätzliche Maßnahmen erforderlich sind. Bei der Regulation mit Hilfe von entomophagen Nematoden ergibt sich das Problem, dass das 1. Larvenstadium zumeist nicht ausreichend parasitiert wird.

Als erfolgreich erwiesen sich bei Kohl- und Zwiebelflyge bisher alle Versuche zur physikalischen Abwehr mittels Kulturschutznetzen. Als eine Weiterentwicklung dieses Abwehrsystems können 'Einflugbarrieren' angesehen werden, die ein einfacheres 'Handling' versprechen.

--	--	--

6. Literaturverzeichnis

- ABBASSY, M. A. A.; HOSNY, A. H.; LAMAEI, O.; CHOUKRI, O. 1979: Insecticidal and synergistic citrus oil isolated from citrus peels. Meded. Fac. Landbouwwet. Rijksuniv. Gent **44**, 21-29
- ADEDIRE, C. O.; LAJIDE, L. 1999: Toxicity and oviposition deterency of some plant extracts on Cowpea storage bruchid, *Callosobruchus maculatus* F.. Z. PflKrankh. PflSchutz **106**, 647-653
- ADLER, V. E.; JACOBSEN, M. 1985: Evaluation of selected natural and synthetic products as housefly repellents. J. Environ. Sci. Health Part A (Environ. Sci. Eng.) **17**, 667-673
- AHLSTROEM- OLSSON, M. 1994: Developmental time of the parasitoids *Aleochara bilineata* and *A. bipustulata*- the influence of temperature and host size. Bull. OILB/SROP **17** (8), 137-140
- AHLSTROEM- OLSSON, M.; JONASSON, T. 1992: Mustard meal mulch- a possible cultural method for attracting natural enemies of brassica crops. Bull. OILB/SROP **15** (4), 171-175
- ALFARO, R. I.; BORDEN, J. H.; HARRIS, L. J.; NIJOHLT, W. W.; MCMULLEN, L. H. 1984: Pine oil: a feeding deterrent for the white pine weevil, *Pissodes strobi* (Coleoptera: Curculionidae). Can. Ent. **116**, 41-44
- ALFORD, A. R.; CULLEN, J. A.; STORCH, R. H.; BENTLEY, H. D. 1987: Antifeedant activity of limonin against the Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae). J. Econ. Entomol. **80**, 575-578
- ALLEN, T. C.; BRUNN, L. K. 1945: Increased toxicity of Lime-treated *Sabadilla* seed in dust suspensions. J. Econ. Entomol. **38** (3), 291-293
- ALLEN, T. C.; DICKE, R. J.; HARRIS, H. H. 1944: *Sabadilla*, *Schoencaulon* spp., with reference to ist toxicity to houseflies. J. Econ. Entomol. **37** (3), 400-407
- ASHAMO, M. O.; ODEYEMI, O. O. 2001: Protection of maize against *Sitophilus zeamais* Motsch. Using seed extracts from some indigenous plants. Z. PflKrankh. PflSchutz **108**, 320-327
- ASSABGUI, R.; LORENZETTI, F.; TERRADOT, L.; REGNAULT- ROGER, C.; MALO, N.; WIRIYACHITRA, P.; SANCHEZ- VINDAS, P. E.; SAN ROMAN, L.; ISMAN, M. B.; DURST, T.; ARNASON, J. T. 1997: Efficacy of botanicals from the Meliaceae and Piperaceae. Phytochemicals for pest control (USA), 38-48
- BECK, D. 1992: Insektenpathogene Pilze im Pflanzenschutz unter Glas. Rheinische Monatszeitschrift für Gemüse, Obst, Zierpflanzen **80** (9), 468-469
- BECK, D.; SERMANN, H. 1991: Biologische Bekämpfung des Gefurchten Dickmaulrüßlers in Rosen. Gartenbau **38** (11), 42-43
- BELAIR, G.; AUDET, C.; LAMBERT, L. 1994: Essai au champ du nematode *Steinernema carpocapsae* contre la mouche du chou. Phytoprotection **75** (3), 143-144
- BESL, H.; KRUMP, C.; SCHEFCSIK, M. 1987: Wirkung von Pilzfruchtkörpern auf *Drosophila*-Maden. Z. Mycol. **53**, 273
- BIRON, D.; BRUNEL, E.; LANDRY, B.; NÉNON, J. P.; CODERRE, D.; BOIVIN, G. 1998: Variabilité génétique et expression de différences morphologiques et phénologiques dans les populations de *Delia radicum* L.(Diptera: Anthomyiidae). Phytoprotection **79**, 149

- BOLLOW, H. 1956: Die Bohnenfliege, ihre Lebensweise und ihre Bekämpfung. Praktische Blätter für Pflanzenbau- u. Pflanzenschutz **51**, 103-108
- BROMAND, B. 1990: Investigations on the biological control of the cabbage root fly (*Hylemya brassicae*) with *Aleochara bilineata*.. IOBC/WPRS Bull. **3** (1), 49-62
- BRUNEL 2003: mündliche Mitteilungen. Institut Nationale de la Recherche Agronomique, Rennes (F)
- BRUNEL, E 1999: Mouche du chou. Deux staphylins prédateurs et parasitoïdes. Réussir Fruits Légumes **173**, 50-51
- BRUNEL, E. 1992: Work carried out at Rennes during 1990 and 1991 on pest insects of field vegetable crops. Bull. OILB/SROP **15** (4), 168-170
- BRUNEL, E.; FOURNET, S. 1996: Fauna associated with the cabbage root fly in sequential sowings of turnip. Bull. OILB/SROP **19**, 140-146
- BRUNEL, E.; FOURNET, S.; PEDRO, P.; RENOULT, L. 1999: Comparaison des durées de développement à différentes températures de deux espèces sympatriques d'*Aleochara* (Coleoptera; Staphylinidae), prédateurs et parasites de la mouche du chou, *Delia radicum* L. (Diptera: Anthomyiidae).. Ann. Soc. Entomol. Fr. (N.S.) (suppl.) **35**, 71-76
- CARRUTHERS, R.; HAYNES, D. L. 1985: Laboratory transmission and in vivo incubation of *Entomophthora muscae* (Entomophthorales: Entomophthoraceae) in the onion fly, *Delia antiqua* (Diptera: Anthomyiidae). J. Invertebr. Pathol. **45**, 282-287
- CHEN, C.C.; DONG, Y. J.; CHENG, L. L.; HOU, R. F. 1996: Deterrent effect of neem seed kernel extract on oviposition of the oriental fruit fly (Diptera: Tephritidae) in guava. Journal of Entomology **89** (2), 462- 466
- COHN, F. 1855: *Empusa muscae* und die Krankheit der Stubenfliegen. Ein Beitrag zur Lehre von den durch parasitische Pilze charakterisierten Epidemien. Nov. Actorum Acad. Caes. Leop.- Carol. German. Nat. Cur. **25**, 299-360
- CORTESERO, A. M.; STAPEL, J.O.; LEWIS, W.J. 2000: Understanding and manipulating plant attributes to enhance biological control. Biological control **17**, 35-49
- CRÜGER, G.; BACKHAUS, G.F.; HOMMES, M.; SMOLKA, S.; VELTEN, H.-J. 2002: Pflanzenschutz im Gemüsebau. Ulmer, Stuttgart, 4. Aufl.
- DICKENS, J. C. 1999: Predator- prey interactions: olfactory adaptations of generalist and specialist predators. Agriculture and Forest Entomology **1**, 47-54
- EILENBERG, J. 1988: Occurrence of fungi from Entomophthorales in a population of carrot flies (*Psila rosae* F.) 1985 and 1986 (*Entomophthora muscae*, *Conidiobolus apiculatus*, *Erynia* sp., *Erynia muscae*). Bull. SROP **11** (1), 53-59
- EILENBERG, J. 1991: Entomophthorales on adult cabbage root flies (*Delia radicum*). IOBC/WPRS Bull. **14** (7), 46-48
- EILENBERG, J. 1987a: Abnormal egg- laying behaviour of female carrot flies (*Psila rosae*) induced by the fungus *Entomophthora muscae*. Entomol. Exp. Appl. **43** (1), 61-65
- EILENBERG, J. 1987b: The culture of *Entomophthora muscae* (C) Fres. In carrot flies (*Psila rosae* F.) and the effect of temperature on the pathology of the fungus (lethal time, primary spore discharge). Entomophaga **32** (4), 425-435

- EILENBERG, J.; PHILIPSEN, H. 1988: The occurrence of Entomophthorales on the carrot fly (*Psila rosae* F.) in the field during two successive seasons (*Entomophthora muscae*, *Conodiobolus apiculatus*, *Erynia* sp.). *Entomophaga* **33** (2), 135-144
- EVANS, D.A.; RAJ, R.K. 1991: Larvicidal efficacy of Quassin against *Culex quinquefasciatus*. *Indian J. Med. Res. Section A* **93** (9), 324-327
- FEINSTEIN, L. 1952: Insecticides from plants. Yearbook of Agriculture 1952,
- FiBL 2003: Hilfsstoffliste. Zugelassene und empfohlene Hilfsstoffe für den biologischen Landbau- 2003. Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL), Frick (CH)
- FINCH, S. 1989: Ecological considerations in the management of *Delia* pest species in vegetable crops. *Ann. Rev. Entomol.* **34**, 117-137
- FINCH, S. 1993: Integrated pest management of the cabbage root fly and the carrot fly. *Crop protection* **12** (6), 423-430
- FINCH, S. 1996a: A review of the progress made to control the cabbage root fly (*Delia radicum*) using parasitoids. Proceedings of the second EU workshop: Arthropod natural enemies in arable land, 2: Survival, reproduction and enhancement, Acta Jutland 1996, 227-239
- FINCH, S. 1996b: Effect of beetle size on predation of cabbage root fly eggs by ground beetles. *Entomologia Experimentalis et Applicata* **81**, 199-206
- FISHER, E. H.; STANLEY, W. W. 1945: Preliminary tests with *Sabadilla*. *J. Econ. Entomol.* **38** (1), 125-126
- FOURNET, S. 2000: Ecobiologie comportementale des adultes et des larves de deux Coleopteres Staphylinidae, Parasitoides de la mouche du chou. Diss., Universität Rennes 1
- FOURNET, S. 2002: Mise au point de la lutte biologique au champ contre la mouche du chou en Bretagne à l'aide du Staphylin *Aleochara bilineata*. Rapport GIS "LBIO" (Groupement D'Interet Scientifique Lutte Biologique et Integree dans L'Ouest) Region Bretagne, 1-80
- FOURNET, S.; STAPEL, J. O.; KACEM, N.; NENON, J. P.; BRUNEL, E. 2000: Life history comparison between two competitive *Aleochara* species in the cabbage root fly, *Delia radicum*: implications for their use in biological control. *Entomologia Experimentalis et Applicata* **96**, 205-211
- FOURNET, S.; BRUNEL, E. 1999: A Hypothesis to explain the competition between two staphylinid parasitoids of *Delia radicum* L.. *Bull. OILB/SROP* **22** (5), 113-116
- FULDNER, D. 1960: Beiträge zur Morphologie und Biologie von *Aleochara bilineata* Gyll. und *A. bipustulata* L. (Coleoptera: Staphylinidae). *Zeitschrift für Morphologie und Ökologie der Tiere* **49**, 312-386
- GEORGIS, R., POINAR, G.O.; WILSON, A.P. 1983: Practical control of the cabbage root maggot, *Hylemia brassicae*, (Diptera: Anthomyiidae) by entomogenous nematodes. *IRCS Med. Sci. Microbiol. Parasitol. Infect. Dis.* **11**, 322
- GEORGIS, R.; POINAR, G.O. 1983: Effect of soil texture on the distribution and infectivity of *Neoaplectana glaseri* (Nematoda: Steinernematidae). *J. Nematol.* **15**, 329-332
- GRAFIUS, E.; WARNER, F. W. 1989: Predation by *Bembidion quadrimaculatum* (Coleoptera: Carabidae) on *Delia antiqua* (Diptera: Anthomyiidae). *Environ. Ent.* **18** (6), 1056-1059
- GUSMAO, D.S.; PASCOA, V.; MATHIAS, L.; VIEIRA, I.J.C.; BRAZ-FILHO, R.; ALVES LEMOS, F.J. 2002: *Derris (Lonchocarpus) urucu* (Leguminosae) extract modifies the peritrophic

- matrix structure of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). Mem. Inst. Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro **97**, 371-375
- HART, A. J.; WILLMOTT, D.M. 2002: Biological control of cabbage root fly using entomopathogenic nematodes in glasshouse experiments. IOBC/WPRS Bull. **25** (1) In: Proceedings of meeting at Victoria (British Columbia, Canada), 6.- 9. May 2002 A. Enkegaard, 308
- HARVILLE, E. K.; HARTZELL, A.; ARTHUR, J. M. 1943: Toxicity of piperine solutions to houseflies. Contrib. Boyce Thompson Inst. **13**, 87-92
- HASSAN, S.A.; ALBERT, R.; ROST, W.M. 1993: Pflanzenschutz mit Nützlingen im Freiland und unter Glas. Ulmer, Stuttgart
- HERTVELDT, L.; KEYMEULEN VAN, M.; PELERENTS, C. 1984: Large scale rearing of the entomophagous rove beetle *Aleochara bilineata* (Coleoptera: Staphylinidae). Mitteilungen der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Berlin- Dahlem **218**, 70-75
- HEYDEMANN, B. 1956: Untersuchungen über die Winteraktivität von Staphyliniden auf Feldern. Entomologische Blätter für Biologie und Systematik der Käfer **52**, 138-150
- HIRSCHFELD A. 1988: Wirkungen verschiedener Pflanzen und Pflanzenextrakte auf Eiablage und Verhalten der Kleinen Kohlflye, *Delia radicum*. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Berlin- Dahlem **245**, 268
- HIRSCHFELD, A.; KLINGAUF, F. 1988: Repellency of plant extracts against the cabbage root fly. Med. Fac. Landbouww. **53**, 997-1005
- HOFFMANN, G.M.; NIENHAUS, F.; POEHLING, H.-M.; SCHÖNBECK, F.; WELTZIEN, H. C.; WILBERT, H. 1994: Lehrbuch der Phytomedizin. Blackwell, Berlin
- HUMMEL, E 2001: Practic oriented results on use and poduction of plant extracts and pheromones in integrated and biological pest control. In: 1. Workshop: March 29.3.2001, Uberaba, Brazil Properties of NeemAzal-TS Experiences and Possibilities in Biological Plant Protection
- IVBIJARO, M. F.; LIGAN, C.; YOUDEOWEI, A. 1985: Control of rice weevil, *Sitophilus oryzae* L. in stored maize with vegetable oil. Agricult. Ecosyst. Environm. **14**, 237-242
- JACOBSON, M. 1975: Insecticides from plants. A review from the Literature, 1954-1971. In: USDA Agric. Handbook No. 461 Govt. Printing Office, Washington, D.C, 138pp
- JAVER, A.; WYNNE, A. D.; BORDEN, J. H.; JUDD, G. J. R. 1987: Pine oil: An oviposition deterrent for the onion maggot, *Delia antiqua* (Meigen) (Diptera: Anthomyiidae). The Canadien Entomologist **7/8**, 605-609
- JONASSON, T. 1994: Parasitoids of *Delia* root flies in brassica vegetable crops: coexistence and niche seperation in two *Aleochara* species (Coleoptera: Staphylinidae). Norwegian journal of agricultural sciences (Norway) **16**, 379-386
- KACEM, N. 1999: Ecobiologie de *Trybliographa rapae* W., endoparasitoide de la mouche du chou *Delia radicum* L. (Diptera: Anthomyiidae). Thèse de doctorat, Université de Rennes 1
- KASSIR, J. T.; MOHSEN, Z. H.; MEHDI, N. S. 1989: Toxic effects of limonene against *Culex quinquefasciatus* Say larvae and ist interference with oviposition. Anzeiger für Schädlingskunde und Pflanzenschutz **62**, 19-21

- KESSLER, A.; BALDEWIN, I.T. 2001: Was dem einen sein Feind, ist dem anderen sein Freund. Presseinformation der Max-Planck-Gesellschaft, Internetartikel: www.mpg.de/pri01114.htm, 5-7
- KÖHLER, G., LABER, H. 2000: Gute Wirkungen von NeemAzal-TS in Kombination mit Aminosol bzw. Salbeitinktur gegen Kohlfiegen an Rosenkohl. In: Versuche im deutschen Gartenbau/ Gemüsebau, Verband der Landwirtschaftskammern Rheinischer Landwirtschafts-Verlag, Bonn, 98
- KONSTANTOPOULOU, I.; VASSILOPOULOU, L.; MAVRAGANI- TSIPIDOU, P.; SCOURAS, Z.G. 1992: Insacticidal effects of essential oils extracted from eleven Greek aromatic plants on *Drosophila auraria*. *Experientia* **48** (6), 616-619
- KRUG, H.; Liebig, H.-P.; Stützel, H. 2002: Gemüseproduktion. Ulmer, Stuttgart
- LALE, N. E. S.; ALAGA, K. A. 2001: Exploring the insecticidal, larvicidal and repellent properties of *Piper guineense* Schum. Et Thonn. Seed oil for the control of rust- red flour beetle *Tribolium castaneum* (Herbst) in stored pearl millet *Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.. *Z. Pfl.Krankh. PflSchutz* **108**, 305-313
- LANGER, V. 1996: Insect-crop interactions in a diversified cropping system: parasitism by *Aleochara bilineata* and *Trybliographa rapae* of the cabbage root fly, *Delia radicum*, on cabbage in the presence of white clover. *Entomol. Exp. Appl.* **80**, 365-374
- LANGLET, X.; BRUNEL, E. 1996: Preliminary results on predation by *Aleochara bilineata* Gyll. (Coleoptera: Staphylinidae). *Bulletin OILB/SROP* **19**, 162-166
- LATCH, G.C.M. 1976: Studies on the susceptibility of *Oryctes rhinoceros* to some entomogenous fungi. *Entomophaga* **21**, 31-38
- LUITGARDS- MOURA, J. F.; BERMUDEZ, E.G.E.; IMBIRIBA DA ROCHA, A.F.; TSOURIS, P.; ROSA-FREITAS, M.G. 2002: Preliminary assay indicate that *Antonia ovata* (Loganiaceae) and *Derris amazonica* (Papilionaceae), Ichthyotoxic Plants for uses for fishing in Roraima, Brazil, have an insecticide effect on *Lutzomyia longipalpis* (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae). *Mem. Inst. Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro* **97**,
- MAGANGA, M.,E.; GRIES, G.; GRIES, R. 1996: Repellency of various oils and pine oil constituents to house flies (Diptera: Muscidae). *Journal of Chemical Ecology (USA)* **25** (5), 1182-1187
- MEADOW, R.; VANDENBERG, J. D.; SHELTON, A. M. 2000: Exchange of inoculum of *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. (Hyphomycetes) between adult flies of the cabbage maggot *Delia radicum* L. (Diptera: Anthomyiidae). *Biocontrol Science and Technology* **10**, 479-485
- MIER, N.; SANDRINE, C.; KLAEBE, A.; CHAVANT, L.; FOURNIER, D. 1996: Insectal properties of mushroom and toadstool carpophores. *Phytochemistry* **41** (5), 1293-1299
- MORRIS, O. N. 1985: Susceptibility of 31 species of agricultural insect pests to the entomogenous nematodes *Steinernema feltiae* and *heterorhabditis bacteriophora*. *Can. Ent.* **117**, 401-408
- NEVEU, N. 1998: Sélection de l'hôte chez *Trybliographa rapae* W. (Hymenoptera: Figitidae), parasitoïde de la mouche du chou *Delia radicum* L. (Diptera: Anthomyiidae); perspective d'application en lutte biologique. Thèse de doctorat, Université de Rennes 1,

- NEVEU, N.; KRESPI, L.; KACEM, N.; NÉNON, J. P. 2000: Host- stage selection by *Trybliographa rapae* W. (Hymenoptera: Figitidae), a parasitoid of the cabbage root fly *Delia radicum* L.. Entomologia Experimentalis et Applicata **96**, 231-237
- NIJHOLD, W. W. 1980: Pine oil and oleic acid delay and reduce attacks on logs by ambrosia beetles (Coleoptera: Scolytidae). Can. Ent. **112**, 199-204
- NIJHOLD, W. W.; MCMULLEN, L. H.; SAFRANYIK, L. 1981: Pine oil protects living trees from attack by three bark beetle species *Dendroctonus* spp.. Can. Ent. **113**, 337-340
- NOTTINGHAM, S. F. 1987: Effects of nonhost- plant odors on anemotactic response to host- plant odor in female cabbage root fly, *Delia radicum*, and carrot rust fly, *Psila rosae*. Journal of Chemical Ecology (USA) **13** (5), 1313-1318
- NTIAMOAH, Y. A.; BORDEN, J. H.; PIERCE, H. D. JR. 1996: Identity and bioactivity of oviposition deterrents in pine oil for the onion maggot, *Delia antiqua*. Entomologia Experimentalis et Applicata **79** (2), 219-226
- OSMANI, Z.; ANEES, I.; NAIDU, M. B. 1972: Insect repellent cream from essential oils. Pesticides **6**, 19-21
- PASSINO, G. S.; BAZZONI, E.; MORETTI, M. D. L.; PROTA, R. 1999: Effects of essential oil formulations on *Ceratitis capitata* Wied. (Dipt., Tephritidae) adult flies. J. Appl. Ent. **123**, 145-149
- PÄTS, P.; VERNON, R.S. 1999: Fences excluding cabbage maggot flies and tiger flies (Diptera: Anthomyiidae) from large plantings of radish. Environmental Entomology **28** (6), 1124-1129
- PEARSON, A. M. 1935: The role of pine oil in cattle fly sprays. Bull. Univ. Delaware agric. Exp. Stn. **196**,
- PELERENTS C.; BOGAERT H. VAN; KEYMEULEN, M. VAN 1983: Biologische Bekämpfung von Kohlfliegen. Taspo Magazin **1**, 31-32
- PETERS, A., BACKES, J. 1999: Einfluss der Bodenfeuchte auf die Wirksamkeit entomophager Nematoden. In: 8. Arbeitstagung "Biologischer Pflanzenschutz",
- PETZSCH, H. 1960: Zur Toxizität des Fliegenpilzes (*Amanita muscaria* L.) für Diptera, insbesondere die große Stubenfliege (*Musca domestica* L.). Beitr. Entomol. **10**, 405-409
- POPRAWKSI, T. J.; ROBERT, P.- H., MANIANIA, N. K. 1985b: Susceptibility of the onion maggot, *Delia antiqua* (Diptera: Anthomyiidae), to the mycotoxin destruxin E. Can. Ent. **117** (6), 801-802
- POPRAWSKI, T.J.; ROBERT, P.-H., MAJCHROWICZ, I.; BOIVIN, G. 1985a: Suseptibility of *Delia antiqua* (Diptera: Anthomyiidae) to eleven isolates of entomologenic hyphomycetes. Environ. Entomol. **14** (5), 557-561
- RAGUSO, R. A.; PICHERSKY, E. 1999: A day in the life of a linalool molecule: Chemical communication in a plant- pollinator system. Part 1: Linalool biosynthesis in flowering plants. Plant Species Biology **14**, 95-120

- READ, D. C. 1962: Notes on the life History of *Aleochara bilineata* Gyll. (Coleoptera: Staphylinidae) and on its potential value as a control agent for the cabbage root maggot *Hylemia brassicae* Bouché (Diptera: Anthomyiidae). *The Canadian Entomologist* **94**, 417-424
- RICHMOND, C. E. 1985: Effectiveness of two pine oils for protecting lodgepole pine from attack by the mountain pine beetle (Coleoptera: Scolyidae). *Can. Ent.* **117**, 1445-1446
- ROUSSE, PASCAL 2000: Analyse des potentialités d'attraction et de multiplication de quelques espèces de crucifères vis à vis de *Delia radicum* (L.) (Diptera: Anthomyiidae). Rapport de INRA Rennes- Le Rheu, UMR Bio3P, 1-60
- SANT, L. VAN'T 1963: Lewenswijze en Bestrijding van de Wortelvlieg (*Psila rosae* F.) in Nederland. *Vers. Landbouw. Onderz.* **67**, 1-131
- SCHLEE, D. 1989: Sekundäre Naturstoffe von ökologischem und biologischem Interesse. *Biol. Rundschau* **27** (6), 289-304
- SCHMIEGE, D.C. 1963: The feasibility of using a neoplectanid nematode for control of some forest insect pests. *J. Econ. Entomol.* **56**, 427-431
- SCHMUTTERER, H. 1984: Pflanzenextrakte als umweltschonende Bekämpfung gegen Schadinsekten. *Gesunde Pflanzen* **36**, 254-261
- SCHMUTTERER, H. 1987: Insect growth-disruption and fecundity-reducing ingredients from the neem and chinaberry trees. In: *CRC Handbook of Natural Products, Vol. III, Insect Growth Regulators, Part. B D. E. Morgan and B.N. Mandava* CRC Press, Boca Raton, 119-170
- SCHREITER, J. 1995: Natürliche Insektizide aus Pflanzenextrakten. *Naturwissenschaftl. Rundschau* **48** (1),
- SIMSER, D. 1992: Field application of entomopathogenic nematodes for control of *Delia radicum* in collards. *J. of nematology* **24** (3), 374-378
- SINGH, D.; SINGH, A., K. 1991: Repellent and insecticidal properties of essential oils against house fly, *Musca domestica* L.. *Insect Sci. Appl.* **12**, 487-491
- SINGH, M. 1994: Fungal diseases on cabbage root fly, *Delia radicum* (L.) and turnip fly, *Delia floralis* (Fall.). Department of Horticulture and Crop Sciences, Agricultural University of Norway, As Norway (M.Sc.Thesis),
- SINGH, S. R.; LUSE, R. A.; LEUSCHER, K.; NANG, U. 1978: Groundnut oil treatment for the control of *Callosobruchus maculatus* F. during cowpea storage. *J. Stored Prod. Res.* **14**, 77-80
- SPAAR, D.; KLEINHEMPEL, H.; FRITSCHKE, R. 1985: Diagnose von Krankheiten und Beschädigungen an Kulturpflanzen: Gemüse. Deutscher Landwirtschaftsverlag DDR
- STEETS, R. 1976/77: Zur Wirkung eines gereinigten Extraktes aus *Azadirachta indica* A. Juss auf *Leptinotarsa decemlineata* Say (Coleoptera: Chrysomelidae). *Z. Angew. Entomol.* **82**, 169
- STEFFENS, R.; SCHMUTTERER, H. 1982: The effect of a crude methanolic neem (*Azadirachta indica*) seed kernel extract on metamorphosis and quality of the adults of the mediterranean fruit fly, *Ceratitidis capitata* (Diptera Tephritidae). *Z. Angew. Entomol* **14**, 98
- SU, H. C. F. 1977: Insecticidal properties of black pepper to rice weevils and cowpea weevils. *J. Econ. Entomol.* **70**, 18-21

- SU, H. C. F.; SPEIRS, R. D.; MAHANY, P. G. 1972: Toxicity of citrus oils to several stored-product insects: Laboratory evaluation. *J. Econ. Entomol.* **65**, 1438-1441
- SULISTYANTO, D.; PETERS, A.; HOKKANEN, H.; EHLERS, R.-U. 1994: Evaluation of entomopathogenic nematode strains for control of *Delia radicum*, *Tipula paludosa*, *T. oleracea*. *Bull. OILB/SROP* **17** (3), 140-143
- TATE, H. D.; GATES, D. B. 1945: Toxicity of *Sabadilla* to chinch bugs and squash bugs. *J. Econ. Entomol.* **38** (3), 391
- TAYLOR, W. E.; VICKERY, B. 1974: Insecticidal properties of limonene, a constituent of citrus oil. *Ghana J. Agric. Sci.* **7**, 61-62
- TRIGG, J. K. 1996a: Evaluation of eucalyptus- based repellent against *Anopheles* spp. In Tanzania. *Journal of the American Mosquito Control Association* **12**, 243-246
- TRIGG, J. K. 1996b: Evaluation of eucalyptus- based repellent against *Culicoides impunctatus* (Diptera: Ceratopogonidae) in Scotland. *Journal of the American Mosquito Control Association* **12** (2), 329-330
- TRIGG, J. K.; HILL, N. 1996: Laboratory evaluation of a eucalyptus- based repellent against four biting arthropods. *Phytotherapy Research* **10** (4), 313-316
- TUTTLE, A. F.; FERRO, D. N.; IDOINE, K. 1988: Role of visual and olfactory stimuli in host finding of adult cabbage root flies, *Delia radicum*. *Entomol. Exp. Appl.* **47**, 37-44
- VAENNINEN, I.; HOKKANEN, H.; TYNI- JUSLIN, J. 1999: Attempts to control cabbage root flies *Delia radicum* L. and *Delia floralis* (Fall.) (Dipt., Anthomyiidae) with entomopathogenic fungi: laboratory and greenhouse tests. *Journal of applied entomology* **123** (2), 107-113
- VAENNINEN, I.; VAINIO, A.; JAAKKOL, S. 1992: Attempts to control *Delia* ssp. with entomopathogenic nematodes. *Bull. OILB/SROP* **15** (4), 143-153
- VASSILJEVSKI, N.I. 1929: Die rosa Muscardine und ihr Erreger *Spicaria aphodii* und *Spicaria fumoso-rosae*. *Morbi Plantarum* **18**, 113-148
- VERNON, R. S.; MCGREGOR, R. R. 1999: Exclusion fences reduce colonization of carrots by the carrot rust fly *Psila rosae* (Diptera: Psilidae). *Journal of the Entomological Society of the British Columbia* **96**, 103-110
- VERNON, R. S.; MACKENZIE, J. R. 1998: The effect of exclusion fences on the colonization of rutabagas by cabbage flies (Diptera: Anthomyiidae). *The Canadian Entomologist* **130** (2), 153-162
- WADSWORTH, J. T. 1915: On the life history of *Aleochara bilineata* Gyll., a staphylinid parasite of *Chortophila brassicae* Bouché. *Journal of Economic Biology* **10**, 1-27
- WASILEWA, W.P.; AUTORENKOLLEKTIV UNTER DER LEITUNG VON WASILEWA, W.P 1974: Wrediteli Selskochosjaistwennych kultur. *lesnych nasashdenii* **2**, Kiew9
- WHEATLEY, G. A. 1971: *Entomology. Ann. Rep. Nat. Veg. Res. Stat. Wellesbourne*, **21**, 92-105
- WHISTLECRAFT, J.W.; HARRIS, C.R.; TOLMAN, J.H.; TOMLIN, A.D. 1985: Mass-rearing technique for *Aleochara bilineata* (Coleoptera: Staphylinidae). *J. Econ. Entomol.* **78**, 995-997
- WIMALARATNE, P. D.C.; SLESSOR, K. N.; BORDEN, J. H.; CHONG, L. J.; ABATE, T. 1996: Isolation and identification of house fly, *Musca domestica* L., repellents from pepper tree, *Schinus molle* L.. *Journal of Chemical Ecology (USA)* **22**, 49-59

- WONNEBERGER, 2002: Einfluss von Abdeckmaterial und der Behandlung mit Pflanzestärkungsmitteln. In: Versuche im ökologischen Gemüsebau in Niedersachsen, Ökoring Niedersachsen
- WYSS, E.; DANIEL, C. 2003: Die Wirksamkeit von Einflugbarrieren gegen die Besiedlung von Brokkoli und Kohlrabi durch die Kohldrehherzgallmücke *Contarinia nasturtii*. Entomologen-Tagung 2003; Halle; Kurzfassungen u. Programm der DGaaE, 235
- WYSS, E. 2003: Mündliche Mitteilung. Forschungsinstitut für Biologischen Landbau (FiBL), Frick (CH)

Anlagen

Reiseberichte:

- INRA-Institut Nationale de la Recherche Agronomique, Rennes (Frankreich)
- Entomologentagung, Halle

Bericht bezüglich Dienstreise zur INRA /Universität Rennes (Fr) vom 17.02-21.02.03

Am Institut Nationale de la Recherche Agronomique in Rennes arbeitet ein Forscherteam unter Leitung von Herrn Brunel schon seit mehreren Jahren zur Biologie und zur biologischen Regulation von Kohlflyge. Inmitten des Bretonischen (Blumen)Kohlangebietes werden von der Arbeitsgruppe sowohl Labor- als auch Freilandversuche zur Bekämpfung der Kohlflyge insbesondere mit *Aleochara*-Arten (Staphelinidae) und *Trybliographa rapae* (Figitidae) angelegt.

Herr Brunel nahm sich sehr ausführlich Zeit für eine Führung durch das Institut, wobei er insbesondere Details zur aktuellen, vielfach noch unveröffentlichten Untersuchungen vorstellte. So wurde herausgefunden, dass die Kohlflyge unter den Kohlarten bevorzugt die Kohlrübe befällt. Diese Präferenz wird versuchsweise dazu genutzt, diese als Fangpflanzen in weniger attraktiven Kohlbeständen wie Brokkoli anzubauen. Entsprechende Versuchs- bzw. Anbaukonzepte wurden von Herrn Brunel detailliert erläutert.

Eine andere Bekämpfungsstrategie baut auf der anlockenden Wirkung von mit Kohlflygen befallenen Pflanzen auf *Aleochara*-Arten auf. Diese Ei-Prädatoren und Puppen-Parasitoiden der *Delia*-Arten sollen durch eine gezielte 'offene Zucht' in den Kulturpflanzenbeständen etabliert werden.

Sehr Interessant waren auch Ausführungen von Herrn Brunel zu Einzelheiten bezüglich der Biologie der Schaderreger, die bei der vorbeugenden Bekämpfung von Blumenfliegen Berücksichtigung finden sollten.

Zukünftig ist die Entwicklung genauerer Prognosemodelle anvisiert, die auch die innerhalb einer Population auftretende Variation in der Länge der Puppenruhe und die Populationsdynamik des Nützlings mit berücksichtigen. Weiterhin ist beabsichtigt, die Anlockung des Nützlings durch einen synthetischen Lockstoff zu verstärken.

Herr Brunel organisierte auch Kontakte zur Universität Rennes, Institut Ecobiologie des Insectes Parasitoides (Institut für Ökobiologie parasitoider Insekten). Die dortige Arbeitsgruppe von Frau Cortesero beschäftigt sich u.a. mit dem Larvenparasitoid *Trybliographa rapae*. Dieser Nützling kommt zwar ubiquitär vor, auf Grund seiner starken Abhängigkeit von abiotischen Faktoren dürfte er aber voraussichtlich nicht als gezielt einsetzbarer Nützling in Frage kommen.

Interessant war die von Frau Cortesero gezeigte Methodik zur Zucht sowohl von *Delia radicum* als auch der drei o.g. Nützlinge.

In der Instituts-Bibliothek konnte Einblick in verschiedene, zumeist noch nicht allgemein veröffentlichte Arbeiten genommen werden. Inhaltlich ist hier insbesondere die in Zusammenarbeit mit dem INRA untersuchte Kohlrüben-Präferenz von *Delia radicum* und die daraus abgeleiteten Ansätze zur Bekämpfung zu nennen.

Insgesamt muss einschränkend zu den von dem INRA bzw. den Institut der Universität Rennes verfolgten Bekämpfungsstrategien angemerkt werden, dass sich die Wissenschaftlicher der mitunter eingeschränkten Wirksamkeit der Nützlingsförderung bewußt sind. Sollte wie auch vorhergesagt, mit entsprechenden Prognosemodellen dieser Ansatz im Einzelfall nicht ausreichen, wird im Sinne des Integrierten Pflanzenschutzes durchaus der Einsatz chemischer Bekämpfungsverfahren ins Kalkül gezogen, eine 'Notbremse', die dem Öko-Anbau so nicht zur Verfügung steht.

Bericht bezüglich Dienstreise zur Entomologen-Tagung in Halle am 26.03.03

Laut Projektantrag war eine Dienstreise zum Forschungsinstitut für Biologischen Landbau (FiBL) in Frick (CH) geplant, um sich hier zu dem neuesten Stand der Untersuchungen zur Regulation verschiedener Kohlschädlinge zu informieren. Zur Vorbereitung dieser Dienstreise wurde Kontakt mit Herr Wyss vom FiBL aufgenommen, der die Untersuchungen leitet.

Herr Wyss teilte mit, dass zur Zeit insbesondere Untersuchungen zur Bekämpfung von Kohlschädlingen mittels Einflugbarrieren durchgeführt werden. Deren Ergebnisse würden u.a. auf der Entomologentagung 2003 in Halle veröffentlicht. Außerdem bot Herr Wyss an dort weitere Frage zum aktuellen Forschungsstand zu beantworten, so dass sich eine Reise nach Frick erübrigen würde.

Auf der Tagung erläuterte Herr Wyss detailliert die Regulation von Schadinsekten mittels der „Einflugbarrieren-Methode“. Voraussetzung für dessen Wirksamkeit ist:

- a) dass der entsprechende Schädling in die Kulturen einwandert bzw. noch nicht auf dem entsprechenden Schlag etabliert ist.
- b) dass die Schädlinge nur in bodennahen Luftschichten in die Kulturen einwandern.

Herr Wyss konnte gute Erfolge der Methode bei der Kohldrehherzmücke (*Contarina nasturtii*) belegen, entsprechende Versuche mit Kohlfiegen konnten allerdings mangels Befall nicht ausgewertet werden. Generell erscheint ihm, wie auch Untersuchungen aus Kanada belegen, die Bekämpfung dieses Schaderregers als möglich.

Probleme sieht er bei der Regulation von Lepidopteren, da sich diese auch in höheren Luftschichten bewegen. Untersuchungen zur Bekämpfung anderer Blumenfliegen wurden am FiBL bisher nicht durchgeführt. Auch aus diesem Grunde und der Unsicherheit, ob das Verfahren auch auf großen Schlägen wirkungsvoll ist (hier können möglicherweise Schädlinge die durch den Wind in höhere Luftschichten befördert wurden wieder einwandern) ist Herr Wyss an einer Zusammenarbeit mit der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft sehr interessiert.