

## Entwicklung eines situationsbezogenen Konzeptes zur Regulation des Erbsenwicklers in Gemüse- und Körnererbsen

---

Development of a situational concept to control pea moth in green- and field peas

**FKZ: 05OE025**

**Projektnehmer:**

Universität Kassel  
Fachgebiet Ökologischer Pflanzenschutz  
Nordbahnhofstraße 1a , 37213 Witzenhausen  
Tel.: +49 5542 98-1561  
Fax: +49 5542 98-1564  
E-Mail: [hsaucke@wiz.uni-kassel.de](mailto:hsaucke@wiz.uni-kassel.de)  
Internet: <http://www.uni-kassel.de>

**Autoren:**

Thöming, G.; Pölit, B.; Kühne, A.; Wedemeyer, R.; Saucke, H.

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

# **Abschlussbericht**

**Bundesprogramm ökologischer Landbau  
Forschungsprojekt 05OE025**

**„Entwicklung eines situationsbezogenen Konzeptes zur Regulation  
des Erbsenwicklers in Gemüse- und Körnererbsen“**

***Ausführende Stelle:***

Universität Kassel, Fachbereich Ökologische Agrarwissenschaften,  
Fachgebiet Ökologischer Pflanzenschutz  
Nordbahnhofstraße 1a  
D-37213 Witzenhausen

***Projektlaufzeit:***

01.01.2006 bis 31.12.2008

***Kooperationspartner:***

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie  
Referat Pflanzenschutz  
Stübelallee 2  
D-01307 Dresden

Ökoring Niedersachsen & Kompetenzzentrum Ökolandbau Niedersachsen  
Bahnhofstr. 15  
D-27374 Visselhövede

## Inhaltsverzeichnis

<b>1.</b>	<b>Ziele und Aufgabenstellungen des Projektes</b>	<b>3</b>
1.1.	Planung und Ablauf des Projektes	4
1.2.	Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wird	6
<b>2.</b>	<b>Material und Methoden</b>	<b>8</b>
2.1.	Risikobewertung	8
2.1.1.	Klimaschrankversuche	8
2.1.2.	Halbfreilandversuche	9
2.1.3	Flugmonitoring, Pflanzenphänologie und Befallserhebungen	10
2.1.4.	Berechnung von Risikoindizes	10
2.2.	Regulierung	13
<b>3.</b>	<b>Ergebnisse</b>	<b>14</b>
3.1.	Ausführliche Darstellung der wichtigsten Ergebnisse	14
3.1.1.	Risikobewertung	14
3.1.1.1.	Schlaggefährdung durch <i>C. nigricana</i> mittels zeitlich-räumlicher Analysen	14
3.1.1.2.	Erscheinen, Flugaktivität und Entwicklung von <i>C. nigricana</i> in Abhängigkeit von Temperatur und Photoperiode	19
3.1.2.	Regulierung	27
3.2.	Vorrausichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse <sup>34</sup>	
<b>4.</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>36</b>
<b>5.</b>	<b>Gegenüberstellung der ursprünglichen geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen</b>	<b>37</b>
<b>6.</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>39</b>
<b>7.</b>	<b>Übersicht über alle im Berichtszeitraum realisierten Veröffentlichungen zum Projekt</b>	<b>41</b>

## 1. Ziele und Aufgabenstellungen des Projektes

Der Befallsdruck durch den Erbsenwickler *Cydia nigricana* FABRICIUS (Lepidoptera: Tortricidae) hat in den letzten Jahren mit zunehmendem Erbsenanbau in allen Anbaubereichen stark zugenommen. Bedingt durch Ertragsausfälle und Qualitätsminderungen bei Körnererbsen sowie durch eine sehr geringe Schadtoleranz bei der Gemüseerbsenproduktion ist *C. nigricana* heute der Hauptschädling im Erbsenanbau.

In der Kampagneplanung der Biopolis GmbH Groß Munzel entstanden für die Gemüseerbsenproduktion durch zu hohe Befallswerte von *C. nigricana* zwischen 2000–2003 kontinuierlich steigende Flächenausfälle von 2 – 20% (Saucke et al. 2004). Diese Ausfälle waren mitverantwortlich für die Insolvenzanmeldung der Gemüsefrosterei Biopolis im Mai 2003. Dieses Beispiel unterstreicht die Bedeutung des Erbsenwicklers für die Gemüseerbsenproduktion und insbesondere für den ökologischen Gemüseerbsenanbau.

Gegenwärtig stehen im ökologischen Landbau keine wirksamen Methoden zur Direktbekämpfung des Erbsenwicklers zur Verfügung. Infolgedessen gewinnen präventive Maßnahmen bei der Schädlingsregulierung zunehmend an Bedeutung (Schultz & Saucke 2005). Die Entfernung der Erbsenflächen des Vorjahres ist für das Befallsrisiko der aktuellen Erbsenfelder von großer Bedeutung. Da die Erbsenwickler als Larvenkokons im Boden unterhalb ihrer Wirtspflanzen überwintern, geht von den Erbsenschlägen des Vorjahres das Befallspotential für das aktuelle Jahr aus. Schlagdistanzen, die außerhalb der möglichen Flugweite des Erbsenwicklers liegen, helfen den Befall zu reduzieren. Weiterhin haben die Sortenwahl und insbesondere die Aussaatzeit der Erbsen einen starken Einfluss auf den Erbsenwicklerbefall. Frühe Saaten von frühsaatverträglichen Sorten können ein Zusammentreffen von empfindlichen Entwicklungsstadien der Erbsenpflanze (Blüte, Hülsenansatz) und dem Hauptfalterflug verringern und haben einen deutlich schwächeren Befall von *C. nigricana* zur Folge. Aufgrund der sehr begrenzten Möglichkeiten einer Direktbekämpfung des Erbsenwicklers, ist die Überwachung des Falterfluges mit Hilfe von Pheromonfallen kombiniert mit einer gezielten Direktbekämpfung ein weiterer wichtiger Bestandteil der Schadensprävention.

Neben diesen präventiven Maßnahmen spielt insbesondere die Berücksichtigung der zeitlichen und räumlichen Ausbreitung des Schädlings sowie seine Abhängigkeit von

verschiedenen Umweltfaktoren eine bedeutende Rolle für die Regulierung des Erbsenwicklers.

Das Ziel dieses Projektes war es deshalb, ein Konzept zur Risikobewertung des Erbsenwicklerbefalls in Anbauregionen von Gemüseerbsen zu entwickeln, indem präventive Maßnahmen und eine bedarfsgerechte Option zur Direktbekämpfung integriert sind. Die Risikobewertung wurde ergänzt mit detaillierten Analysen zum räumlichen Auftreten und zur Verbreitung von *C. nigricana* sowie zur Abhängigkeit des Erbsenwicklervorkommens von Umweltfaktoren, insbesondere von Temperatur und Photoperiode. Die Konzeptentwicklung soll dem Anbauer von Gemüseerbsen unterstützen, das Befallsrisiko von *C. nigricana* richtig einzuschätzen und dementsprechend präventive Anbauplanung und anderen regulierenden Maßnahmen durchzuführen. Solch eine Risikobegrenzung bedeutet für den Landwirt eine Verminderung der Ausfälle. Außerdem ist mit Hilfe der zuverlässigen Risikobewertung in der Kampagneplanung für Gemüseerbsen eine höhere Planungssicherheit zu erwarten. Insgesamt wird der Anbau von ökologischen Gemüseerbsen durch Risiko minimierende Maßnahmen erleichtert und damit gefördert.

### **1.1. Planung und Ablauf des Projektes**

Das Projekt war in zwei Projektteile untergliedert. Im ersten Teil wurde zur Einschätzung des Befallsrisikos eine empirische Begleitung und Dokumentation von Erbsenwicklerschäden im laufenden Kampagnegeschehen in Anbauregionen von Gemüseerbsen unter Berücksichtigung der Anbauintensität von Körnererbsen durchgeführt (→**Projektteil Risikobewertung**). In einem zweiten Teil wurde eine darauf abgestimmte kombinierte Anwendung von präventiver Anbauplanung und Direktbekämpfung erarbeitet (→**Projektteil Regulierung**).

#### ***Risikobewertung***

Die empirische Datenerfassung zur Beurteilung von Risikolagen erfolgte in Anbaugebieten von Gemüse- und Körnererbsen. Ergänzende Untersuchungen zur Entwicklung des Erbsenwicklers wurden im Klimaschrank durchgeführt. Die Risikobewertung setzt sich aus zwei Teilaspekten zusammen:

a) die Abschätzung der Schlaggefährdung durch den Erbsenwickler innerhalb der jeweiligen Anbaugebiete durch zeitliche und räumliche Analysen

b) die Berücksichtigung phänologischer Daten zum Erscheinen, zur Flugaktivität und zur Entwicklung des Erbsenwicklers in Abhängigkeit von den Umweltfaktoren Temperatur und Photoperiode

Auf der Basis der Risikobewertung können Entscheidungen zum Einsatz ökologischer Regulierungsverfahren getroffen werden, die im Projektteil Regulierung bearbeitet wurden.

Als Untersuchungsgebiete wurden Daten in einem Körnererbsendominierten Anbaubereich in Nordhessen (Calden / Grebenstein) und in einem Gemüseerbsenanbaubereich der FROSTA AG Lommatzsch in Sachsen (Meißen / Riesa-Großhain / Döbeln) erfasst. In Nordhessen wurden die Daten zum Auftreten des Erbsenwicklers, zur Pflanzenphänologie, zum Klima und zum Anbausystem von der Universität Kassel erfasst und entsprechend in Sachsen vom Sächsischen Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie. Die Klimaschrankversuche sowie die gesamte Datenauswertung der Teilaspekte a) und b) erfolgte an der Universität Kassel. Durch das Kompetenzzentrum Ökolandbau Niedersachsen GmbH wurde und wird der Transfer der gewonnenen Erkenntnisse in die Praxis geleistet.

### ***Regulierung***

Die Regulierung des Erbsenwicklers wurde in einem Parzellenversuch über a) die präventive Maßnahmen Sortenwahl und Aussaatzeitpunkt und b) eine bedarfsgerechte Direktbekämpfung verfolgt. Mit Sortenwahl und Aussaatzeitpunkt wurde eine zeitliche Koinzidenzvermeidung von empfindlichen Entwicklungsstadien der Erbsenpflanze und dem Erbsenwicklerauftreten angestrebt. Bei der bedarfsgerechten Direktbekämpfung wurden gesplittete Aufwandmengen von natürlichen Pyrethrinen untersucht, um in Risikosituationen eine Möglichkeit der Schädlingsregulierung zu besitzen. Die Parzellenversuche und die Auswertung der Daten wurden an der Universität Kassel durchgeführt.

## **1.2.           Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde**

Der Erbsenwicklers *Cydia nigricana* FABRICIUS (Lepidoptera: Tortricidae) hat sich in den letzten Jahren mit zunehmendem Erbsenanbau zu einem bedeutenden Problemschädling entwickelt. Gravierenden Ertragsausfälle und Qualitätsminderungen bei Futter- und Saaterbsen sowie eine sehr geringe Schadtoleranz bei Gemüseerbsen von nur 0,5% machen *C. nigricana* heute zu einem der Hauptschädlinge in allen Erbsenanbaugebieten (Pittorf & Matthes 2004, Saucke et al. 2004, Jostock 2006, Huusela-Veistola & Jauhiainen 2006).

Neben der Erbse (*Pisum* spp.) als Hauptwirtspflanze können sich die Erbsenwicklerlarven auch auf anderen Leguminosenarten der Gattungen *Vicia*, *Lathyrus*, *Phaseolus* und *Orobus* entwickeln (Sarwar 1973). Falter ernähren sich von Blütennektar. Die Nahrungsaufnahme wurde an Pflanzen der Familien der Apiaceae, Rosaceae und Fabaceae beobachtet (Langenbuch 1941, Dann 1979).

Laut Literatur werden die Entwicklung von *C. nigricana* sowie die Dauer der verschiedenen Entwicklungsstadien primär von der Umgebungstemperatur gesteuert (Wheatlley & Dunn 1962, Stenmark 1971, Lewis & Strugeon 1978). Der Erbsenwickler überwintert als Larve in einem Kokon überwiegend in Bodentiefen von 1-10cm (Wright & Geering 1948, Sarwar 1973). Im Frühjahr verpuppen sich die Tiere für durchschnittlich 2-4 Wochen in der obersten Bodenschicht, ab Mitte Mai schlüpfen dann die Falter. Die Flugzeit dauert i.d.R. bis Ende Juli mit einem Flughöhepunkt im Juni/Anfang Juli. Die Falter des Erbsenwicklers fliegen vor allem in den späten Nachmittag- und Abendstunden bei warmer windstiller Witterung (Sarwar 1973). Die Eiablage erfolgt nach einer Präovipositionszeit von durchschnittlich 5–9 Tagen vereinzelt oder in kleinen Gruppen (2-3 Eier) an oberirdischen Pflanzenteilen der Erbsenpflanze (Nicolaisen 1928, Langenbruch 1941, Sarwar 1973). Nach durchschnittlich 7 Tage (21°C) schlüpfen die Larven. Es gibt 5 larval Stadien (L1-L5). Das erste Larvenstadium (L1) wandert zu den Erbsenhülsen, um sich dort einzubohren. In den Hülsen dringen die Larven in die sich entwickelnden Erbsensamen ein und ernähren sich im Laufe ihrer weiteren Entwicklung (L1-L5) von diesen. Nach einer durchschnittlichen Aufenthaltsdauer der Larven in der Erbsenhülse von 21 Tage (21°C) platzen die Hülsen auf oder die späten Larvenstadien (L4/L5) bohren sich aus den Hülsen aus und fallen zu Boden. Im

letzten Larvenstadium (L5) wandern die Larven in den Boden ab und spinnen für die Überwinterung einen festen wasserundurchlässigen Kokon, der mit Erdpartikeln verklebt wird. Die Diapause dauert 4-6 Wochen, der sich eine Winterruhe bis zur Verpuppung im Frühjahr anschließt (Nicolaisen 1928, Langenbruch 1941, Sarwar 1973).

Zur Erbsenwicklerbekämpfung werden synthetische Insektizide wie Phyrethroide (z.B. Karate® Zeon, Trafo® WG) oder Carbamate (z.B. Pirimor-Granulat) eingesetzt, diese zeigen aber oft nur begrenzte Bekämpfungserfolge (Pittorf & Matthes 2004, Jostock 2006, Huusela-Veistola & Jauhiainen 2006).

Der Erbsenwickler lebt während des gesamten Entwicklungszyklus nahezu vollständig in vor Insektiziden geschützten Habitaten wie in der Erbsenhülse und im Boden. Neben den Faltern kann nur das erste Larvenstadium in dem kurzen Zeitraum vom Schlupf bis zum Einbohren in die Hülse, der meist wenige Stunden bis Tage dauert, in Kontakt mit Insektiziden kommen. Lediglich während dieser begrenzten Zeit im Entwicklungszyklus kann *C. nigricana* mit Insektiziden effektiv bekämpft werden. Mit Hilfe von Pheromonfallen wird der Flug der Erbsenwicklerfalter in den Erbsenfeldern beobachtet, um die Spritzzeitpunkte der Insektizide möglichst optimal auf die kurze Zeitspanne anzupassen, während der sich die empfindlichen Larvenstadien außerhalb der Erbsenhülsen befinden. Mit dem Pflanzenschutzmitteleinsatz 7-10 Tage nach den Flughöhepunkt wird versucht die empfindlichen L1 Stadien mit der Spritzung zu treffen. Der Erbsenwicklerbefall kann jedoch auch mit solch einem gezielten Insektizideinsatz allein nicht unter der Schadtoleranzgrenze für Gemüseerbsen gehalten werden.

Im ökologischen Landbau stehen gegenwärtig keine wirksamen zugelassenen Pflanzenschutzmittel zur Direktbekämpfung des Erbsenwicklers zur Verfügung. Deshalb sind präventive Maßnahmen bei der Schädlingsregulierung besonders wichtig (Schultz & Saucke 2005). Die Entfernung der vorjährigen Erbsenschläge zum aktuellen Erbsenfeld ist für das Befallsrisiko von großer Bedeutung. Durch die Überwinterung der Erbsenwickler im Boden ist das Befallspotential des aktuellen Jahres von den Erbsenschlägen des Vorjahres abhängig. Die **Schlagdistanzen**, die außerhalb der möglichen Flugweite des Erbsenwicklers liegen, können den Befall reduzieren. Für *C. nigricana* wurden maximale Flugweiten von 2 - 10km angegeben (Hoffmann & Schmutterer 1999, Crüger et al. 2002, Huusela-Veistola & Jauhiainen

2006). Auch kann die Art der **Bodenbearbeitung** der Vorjahresflächen die Zahl der überwinternden Larven und damit das Auftreten des Erbsenwicklers vermindern. Die Larven von *C. nigricana* überwintern in Kokons in Bodentiefen von 1-10cm (Wright & Geering 1948, Sarwar 1973). Eine Bodenbearbeitung wie tiefes Pflügen kann die Entwicklung der Larven folglich stören und den Befall reduzieren. Die **Sortenwahl** und **Aussaatzeit** der Erbsen haben einen starken Einfluss auf das Befallspotential des Erbsenwicklers. Frühe Aussaattermine von frühsaatverträglichen Sorten konnten eine zeitliche Koinzidenz von empfindlichen Entwicklungsstadien der Erbsenpflanze und dem Hauptfalterflug verringern und haben einen geringeren Befall von *C. nigricana* zur Folge (Schultz & Saucke 2005, Schulz et al. 2005). Die **Überwachung des Falterfluges** mit Hilfe von Pheromonfallen ist aufgrund der sehr begrenzten Möglichkeiten einer Direktbekämpfung ein weiterer wichtiger Bestandteil der Schadensprävention (Macaulay et al. 1985, Wall et al. 1987).

Eine Risikobewertung zum Erbsenwicklerbefall von Schlägen in Erbsenanbaugebieten und eine darauf abgestimmten präventiven Anbauplanung (Schlagdistanzen, Sortenwahl, Aussaatzeitpunkt) können deshalb zur Zeit als die aussichtsreichste Maßnahmen zur Kontrolle von *C. nigricana* angesehen werden (Schultz & Saucke 2005, Huusela-Veistola & Jauhiainen 2006).

## **2. Material und Methoden**

### **2.1. Risikobewertung**

#### **2.1.1. Klimaschrankversuche**

Zur Erarbeitung phänologischer Daten zur Entwicklung des Erbsenwicklers in Abhängigkeit von Temperatur und Photoperiode wurde in Klimakammerversuche die Entwicklung überwinternder Larven (Kokons) und Puparien sowie der Schlupfbeginn und –verlauf der adulten Erbsenwickler unter verschiedenen Photoperiode-Temperatur-Regimes untersucht. Dazu wurden im Juli des jeweiligen Vorjahres aus Körnererbsenschlägen (Neu-Eichenberg/Hebenshausen) befallene Hülsen gesammelt, aus denen die Wicklerkokons für die Versuche gewonnen wurden. Die Kokons wurden in Sand unter geschützten Freilandbedingungen, d.h. unter natürlichen Licht- und Temperaturbedingungen, bis Ende November kultiviert. Im Anschluss wurden dann drei verschiedene Photoperiode-Temperatur-Regimes in Klimaschränken sowie eine Kontrollvariante unter den Licht- und Temperaturbedingungen im Freiland gestartet (Tab.1). Je Variante wurden 100

Wicklerkokons verwendet. Die Lichtstärke, die Luftfeuchte und die Temperatur in den unterschiedlichen Varianten wurden mit Datenloggern dokumentiert. Der Schlupfbeginn und –verlauf der adulten Erbsenwickler wurde im Frühjahr des Folgejahres untersucht.

Tab. 1: Photoperiode-Temperatur-Regimes zur Untersuchung von Schlupfbeginn und –verlauf des Erbsenwicklers im Klimaschrank

	Ruhephase	Entwicklungsphase	
		Licht	Temperatur
V1	Juli (Vorjahr)-Januar (Folgejahr) 2°C, 6:18 h L:D	18:6 h L:D 6:18 L:D 0:24 L:D	20°C ab Februar (Folgejahr)
V2	Juli (Vorjahr)-April (Folgejahr) 2°C, 6:18 h L:D	18:6 h L:D 6:18 L:D 0:24 L:D	20°C ab Mai (Folgejahr)
V3	Juli (Vorjahr)-Juni (Folgejahr) 2°C, 6:18 h L:D	18:6 h L:D 6:18 L:D 0:24 L:D	20°C ab Juli (Folgejahr)
V4	Durchgehend geschützte Freilandbedingungen		

### 2.1.2. Halbfreilandversuche

Um die Entwicklung und den Schlupf von *C. nigricana* auch unter Feldbedingungen zu berücksichtigen, wurden Versuche mit Photoektoren auf Vorjahres-Erbsenflächen durchgeführt. Vom Mai bis August (jeweils 2006, 2007, 2008) wurden auf einem Winterweizenschlag nach Gemüseerbse in Vorjahr (Neu-Eichenberg/Hebenshausen) 12 Photoektoren (Durchmesser 0,25 m<sup>2</sup>) aufgestellt und zweimal wöchentlich auf Falter hin kontrolliert.

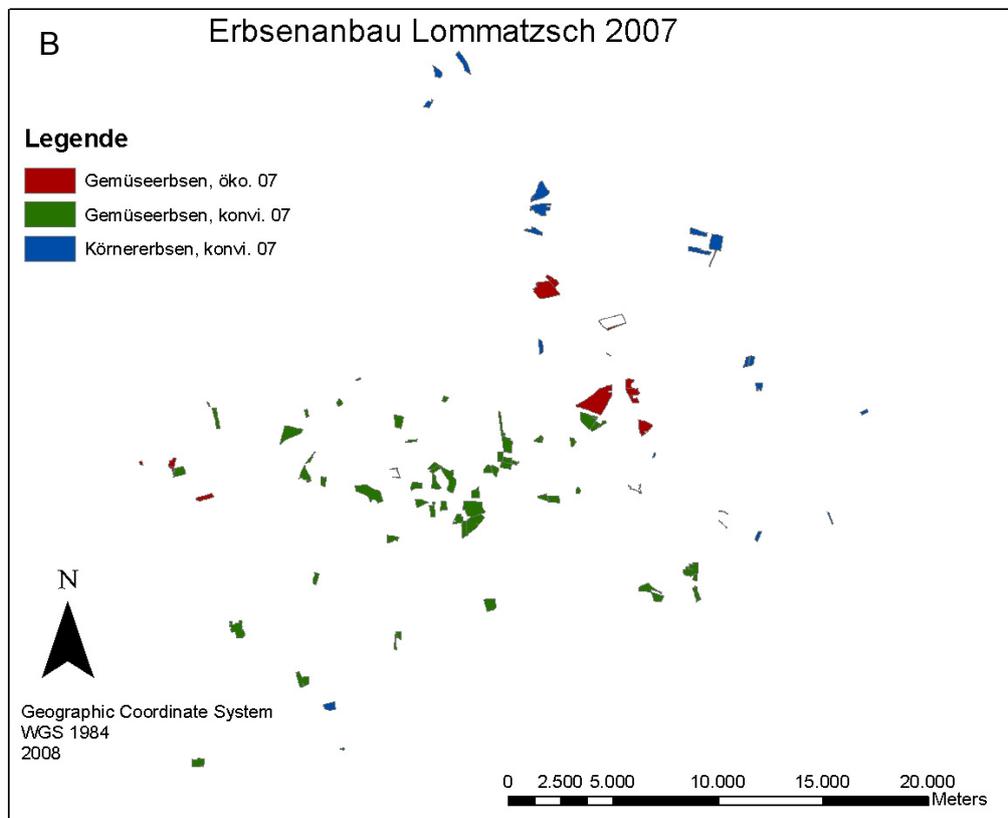
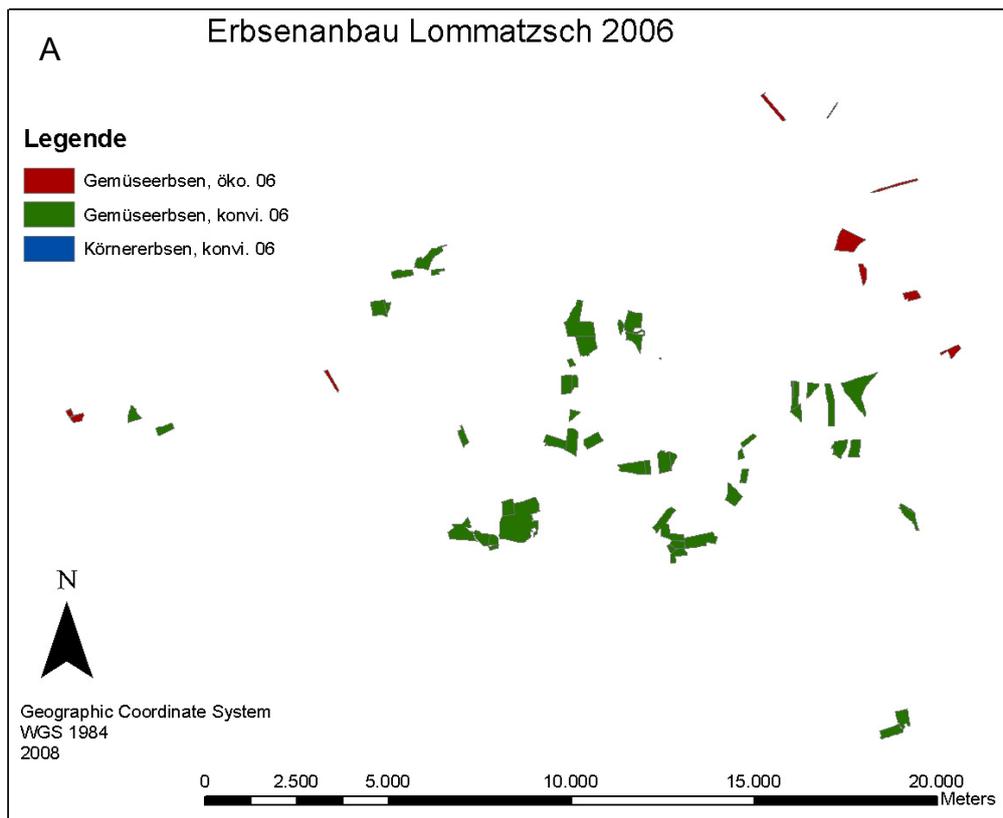
### **2.1.3. Flugmonitoring, Pflanzenphänologie und Befallserhebungen**

In den Modellregionen in Nordhessen und Sachsen wurden in den drei Projektjahren alle Erbsenschläge erfasst (Gemüseerbsen und Körnererbsen, jeweils ökologisch und konventionell). Im Anbaugebiet der FRoSTA AG wurden hauptsächlich Gemüseerbsen (ökologisch und konventionell) und konventionelle Körnererbsen angebaut (Abb. 1), während in Untersuchungsregion Calden / Grebenstein meist ökologische Körnererbsen und vereinzelt ökologische Gemüseerbsen und konventionelle Körnererbsen angebaut wurden (Abb. 2). Zur Überwachung des Erbsenwicklerfluges wurden in den ökologisch bewirtschafteten Erbsenflächen der jeweiligen Anbaugebiete Pheromon-Fallen aufgestellt und diese wurden mindestens einmal wöchentlich auf den Falterflug hin kontrolliert. Eine Befallserhebung mittels Ernte-, Pflück- bzw. Rückstellproben (% befallener Ernteerbsen) und die Erfassung der Pflanzenphänologie (Aussaat, Blühbeginn, Blühende) wurden für alle untersuchten Flächen durchgeführt.

### **2.1.4. Berechnung von Risikoindizes**

Zusätzlich zur Erfassung der Erbsenwickler- und Pflanzenphänologie wurde für die einzelnen Schläge die Anbau- und Befallsintensität, Schlagdistanzen, Wetterdaten (Lufttemperatur, Bodentemperatur, Niederschlagsmenge, Windrichtung, Windgeschwindigkeit, Globalstrahlung) und die Grunddaten der Schläge (Fruchtart, Sorte, Aussattermin, Bodenbearbeitung, PSM-Einsatz) erfasst. Die Kartierung der Erbsenflächen erfolgte mittels GPS-Einmessungen, bzw. Zusammenstellung von bereits vorhandenem Kartenmaterial.

Zur Berechnung von Risikolagen wurden als Parameter der 'Continuous Abundance Index' (CAI) und 'Minimal Distance' (MD) gewählt (Huusela-Veistola & Jauhiainen 2006). Zur Berechnung des CAI wurde die Erbsenanbaufläche des Vorjahres (%), die in einem bestimmten Radius (0,25; 0,5; 1,0; 2,0; 4,0 km) um die aktuellen Erbsenschläge liegt, berechnet. Der Parameter MD beschreibt den minimalen Abstand vom aktuellen Erbsenschlag zur vorjährigen Erbsenfläche.



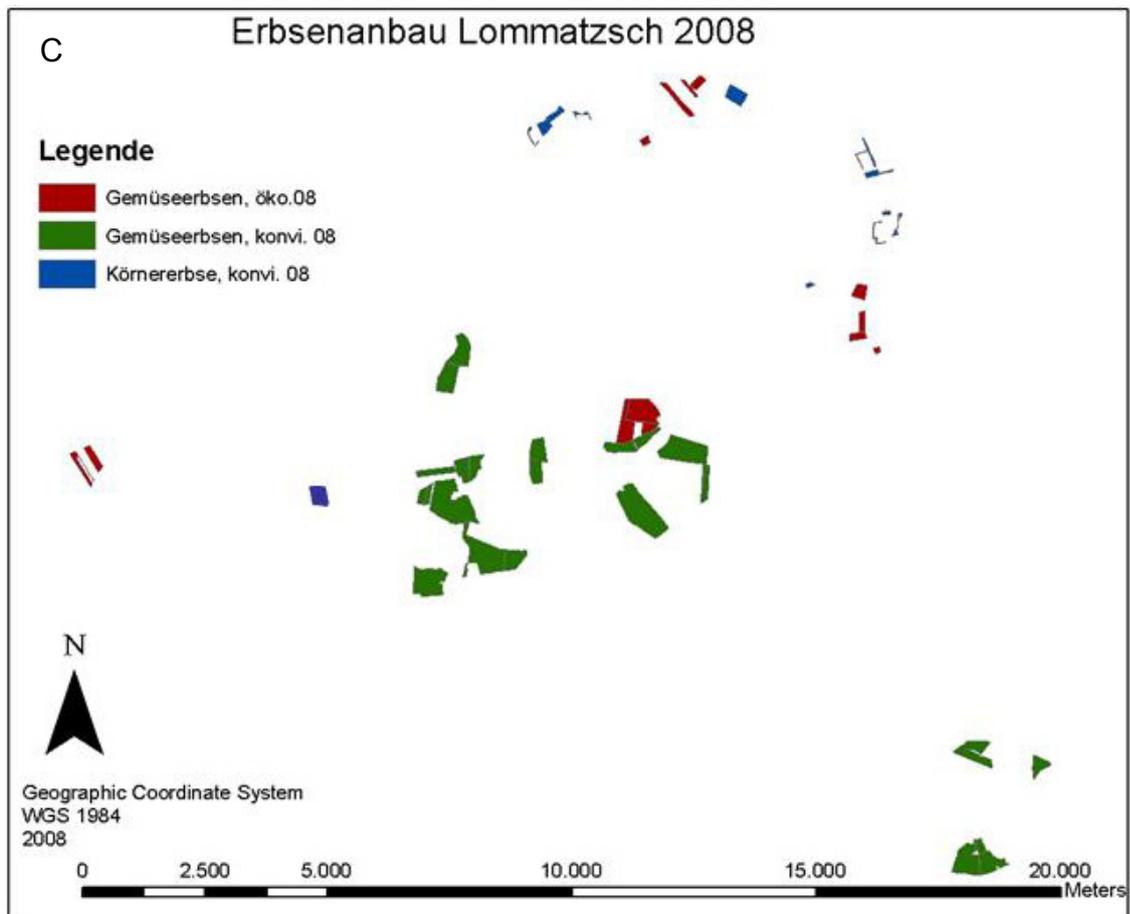


Abb. 1: Erbsenanbaufläche in der Modellregion Sachsen in den drei Projektjahren A) 2006, B) 2007, C) 2008

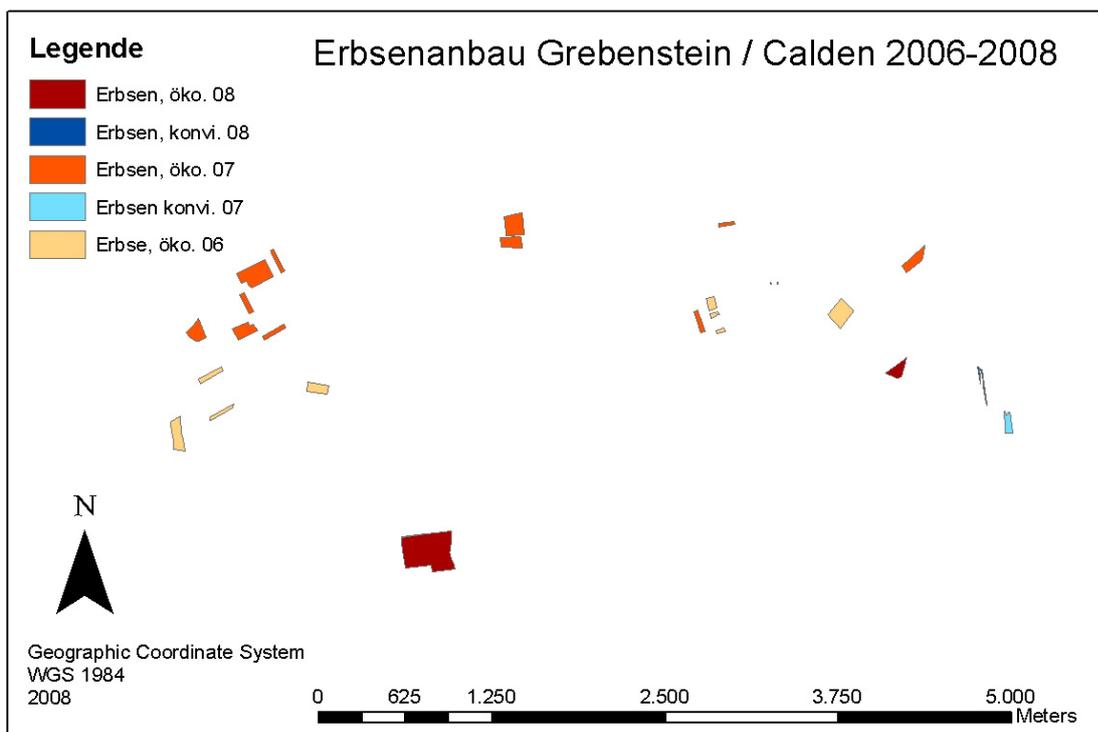


Abb. 2: Erbsenanbaufläche in der Modellregion Nordhessen in den drei Projektjahren

## 2.2. Regulierung

Die Möglichkeiten einer Regulierung des Erbsenwicklers wurden mit einem Parzellenversuchen als randomisierte Spaltenanlage mit drei Sorten zu je zwei Saatterminen auf einer Versuchsfläche in Neu-Eichenberg getestet. Der Parzellenversuch wurde als Wiederholung über die Untersuchungsjahre jeweils in 2006, 2007 und 2008 angelegt. Die Direktbekämpfung mit der Pyrethroid-Formulierung Spruzit-Neu<sup>®</sup> (W. Neudorff GmbH KG, Emmerthal, Deutschland) wurde in Kombination mit einer Aussaatstaffelung als präventive Anbaumaßnahme getestet. Die frühe, mittlere und spätsaatverträgliche Gemüseerbsensorte (Avola, Deltafon, Ambassador) wurden jeweils zu einem frühen und späten Termin gesät. Die sechs resultierenden Aussaatvarianten wurden im Vergleich zu einer unbehandelten Kontrolle jeweils mit Spruzit-Neu<sup>®</sup> in zwei verschiedenen Aufwandmengen (2x12l und 3x8l pro ha) behandelt. Die Spritztermine wurden nach der Wickler- und sortenabhängigen Pflanzenphänologie bestimmt. Das Versuchsdesign ist in Tabelle 2 dargestellt.

Die Pflanzenentwicklung (Aussaat, Auflaufen, Blühbeginn, Blühende, Ernte), der Blattlausbefall (Grüne Erbsenblattlaus *Acyrtosiphon pisum* HARRIS (Homoptera: Aphididae); Anzahl *A.pisum*/10 Haupttriebe/Parzelle), das Auftreten von Antagonisten der Grünen Erbsenblattlaus (Anzahl Schwebfliegenlarven, -puppen, parasitierte Blattläuse) und der Erbsenwicklerflug (Pheromonfallen, visuelles Monitoring) wurden zweimal wöchentlich erfasst. Bei der Grünernte (1 m<sup>2</sup>/Parzelle) wurden der Ertrag (Anzahl Pflanzen/m<sup>2</sup>, Anzahl Hülsen/Pflanze, dt/ha) und der Erbsenwicklerbefall (prozentualer Anteil befallener Hülsen und befallener Körner, Anzahl Larven/Hülse differenziert nach Entwicklungsstadien L1-L5, Anzahl Larven/m<sup>2</sup>) ermittelt.

Tab. 2: Versuchsdesign des Parzellenversuchs 2006-2008, Neu-Eichenberg/Hebenshausen

Variante *	Sorte, Saatzeitpunkt	Behandlung	Aufwandmenge
1	Avola früh	Kontrolle	unbehandelt
2	Avola früh	2x12l Spruzit-Neu <sup>®</sup>	1000 l/ha
3	Avola früh	3x8l Spruzit-Neu <sup>®</sup>	1000 l/ha
4	Avola spät	Kontrolle	unbehandelt
5	Avola spät	2x12l Spruzit-Neu <sup>®</sup>	1000 l/ha
6	Avola spät	3x8l Spruzit-Neu <sup>®</sup>	1000 l/ha
7	Deltafon früh	Kontrolle	unbehandelt
8	Deltafon früh	2x12l Spruzit-Neu <sup>®</sup>	1000 l/ha
9	Deltafon früh	3x8l Spruzit-Neu <sup>®</sup>	1000 l/ha
10	Deltafon spät	Kontrolle	unbehandelt
11	Deltafon spät	2x12l Spruzit-Neu <sup>®</sup>	1000 l/ha
12	Deltafon spät	3x8l Spruzit-Neu <sup>®</sup>	1000 l/ha
13	Ambassador früh	Kontrolle	unbehandelt
14	Ambassador früh	2x12l Spruzit-Neu <sup>®</sup>	1000 l/ha
15	Ambassador früh	3x8l Spruzit-Neu <sup>®</sup>	1000 l/ha
16	Ambassador spät	Kontrolle	unbehandelt
17	Ambassador spät	2x12l Spruzit-Neu <sup>®</sup>	1000 l/ha
18	Ambassador spät	3x8l Spruzit-Neu <sup>®</sup>	1000 l/ha

\*4 Wiederholungen je Variante (entspricht 72 Einzelparzellen)

### 3. Ergebnisse

#### 3.1. Ausführliche Darstellung der wichtigsten Ergebnisse

##### 3.1.1. Risikobewertung

##### 3.1.1.1. Schlaggefährdung durch *C. nigricana* mittels zeitlich-räumlicher Analysen

Da sich für die Berechnungen von Risikolagen große Untersuchungsgebiete am besten eignen, wurden die zeitlich-räumlichen Analysen am Beispiel der sächsischen Modellregion erarbeitet. In diesem Gebiet wurden innerhalb eines Radius von 30 km in der Hauptanbauregion der FROSTA AG Lommatzsch sämtliche Erbsenschläge über den Projektzeitraum untersucht. Auch für eine Umsetzung der Ergebnisse

solcher Analysen in eine zukünftige Anwendung in der Praxis des ökologischen Landbaus ist die Modellregion Lommatzsch sehr gut geeignet.

Zur Berechnung von Risikolagen wurde ein Zusammenhang zwischen dem Vorkommen des Erbsenwicklers im aktuellen Jahr und den Erbsenflächen des Vorjahres ermittelt werden. Als Parameter wurden der 'Continuous Abundance Index' (CAI) und 'Minimal Distance' (MD) verwendet.

Berechnungen zum CAI in beiden Untersuchungsregionen über die 3 Projektjahre haben ergeben, dass eine Berücksichtigung der Vorjahresflächen in einem Umkreis von 0,5 bis 2,0 km um die aktuellen ökologischen Gemüseerbsenschläge die beste Berechnungsgrundlage liefert. Der deutlichste Zusammenhang zwischen dem Auftreten des Erbsenwicklers und den vorjährigen Erbsenflächen konnte in den Jahren 2006-2008 mit  $CAI_{2,0\text{ km}}$  gezeigt werden (Abb. 3).

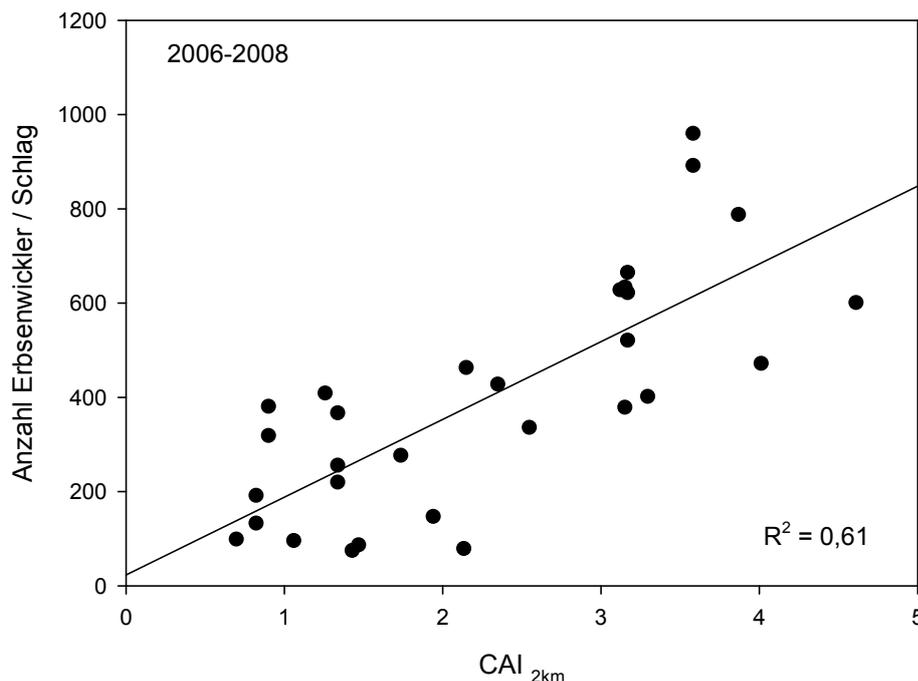


Abb. 3: Zusammenhang zwischen Anzahl Erbsenwickler pro Schlag ökologische Gemüseerbsen und Anteil (%) vorjähriger Erbsenflächen im Umkreis von 2,0 km um die aktuellen Erbsenschläge ( $CAI_{2,0\text{ km}}$ ) in der sächsischen Modellregion 2006-2008.

Bei Verwendung von  $CAI_{0,5\text{ km}}$  und  $CAI_{1,0\text{ km}}$  hat sich kein bzw. ein schwächerer Zusammenhang dargestellt (Abb.4 und 5).

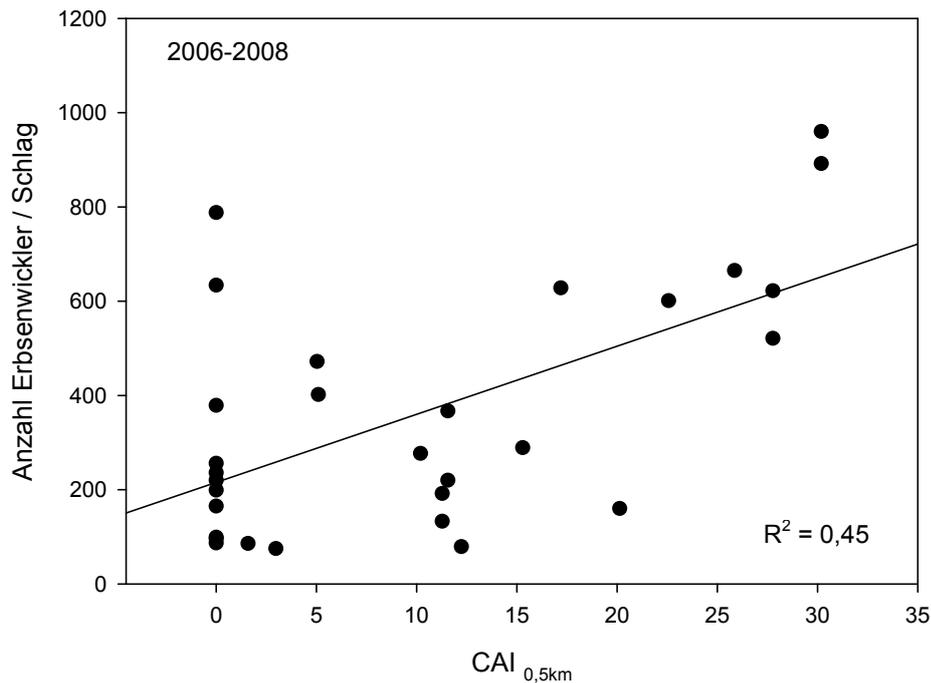


Abb. 4: Zusammenhang zwischen Anzahl Erbsenwickler pro Schlag ökologische Gemüseerbsen und Anteil (%) vorjähriger Erbsenflächen im Umkreis von 0,5 km um die aktuellen Erbsenschläge (CAI<sub>0,5km</sub>) in der sächsischen Modellregion 2006-2008.

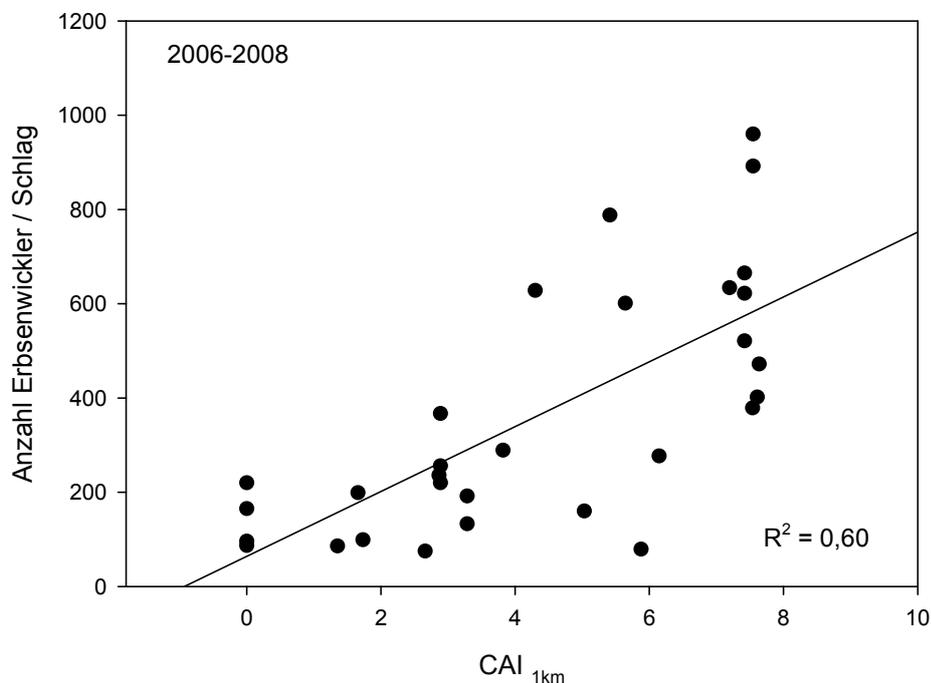


Abb. 5: Zusammenhang zwischen Anzahl Erbsenwickler pro Schlag ökologische Gemüseerbsen und Anteil (%) vorjähriger Erbsenflächen im Umkreis von 1,0 km um die aktuellen Erbsenschläge (CAI<sub>1,0km</sub>) in der sächsischen Modellregion 2006-2008.

Ein Zusammenhang zwischen dem Erbsenwicklerbefall und dem Anteil der vorjährigen Erbsenflächen im Umkreis um die aktuellen Erbsenschläge konnte nicht gezeigt werden. Das begründet sich damit, dass im Anbaugebiet der FRoSTA AG die ökologischen Gemüseerbsen nur in frühen Sätzen frühsaatverträglicher Sorten gesät wurden. Folglich wurden die Erbsen sehr früh geerntet, i.d.R. vor dem Haupterbsenwicklerflug. Die Entwicklung der Eier und jungen Larvenstadien des Erbsenwicklers waren zum Zeitpunkt der Ernte noch nicht vollständig entwickelt und deshalb im Erntegut nicht repräsentativ zu erkennen. Als Parameter für den Zusammenhang zwischen Auftreten des Erbsenwicklers in ökologische Gemüseerbsen und Anteil vorjähriger Erbsenflächen im Umkreis der aktuellen Erbsenschläge eignet sich deshalb der Erbsenwicklerflug besser als der Befall. In anderen Anbaugebieten, wo auch spätere Aussaattermine erfolgen, ist auch der Erbsenwicklerbefall als Parameter möglich.

Berechnungen zum minimalen Abstand der aktuellen Fläche zur Vorjahresfläche (MD) haben in beiden Untersuchungsregionen über die 3 Projektjahre gezeigt, dass ein Abstand von 500 m einen Grenzwert für den Erbsenwickler darzustellen scheint.

In den ökologischen Gemüseerbsen der sächsischen Modellregion hat die Anzahl der Erbsenwickler pro Schlag (Pheromonfallenzählungen) ab einem Abstand von >500 m deutlich abgenommen. Zwischen 0 – 500 m wurden 100 – 1000 Falter pro Schlag gezählt, während ab 500 m nicht mehr als 100 Erbsenwickler gefunden wurden (Abb. 6). Auch bei Betrachtung des Erbsenwicklerbefalls wurde ein deutlich geringerer Befall ab einem Abstand von >500 m festgestellt. Zwischen 0 – 500 m wurden ein Befall von 0 – 4,2 % befallene Ernteerbsen ermittelt, während ab 500 m maximal 0,2 % gefunden wurden (Abb. 7).

Allerdings bedeutet dieses Ergebnis nicht grundsätzlich, dass ein Abstand von 500 m zwischen aktueller Erbsenfläche und Vorjahresfläche ausreichen, um den Befall zu reduzieren. Bei der Interpretation der Ergebnisse muss erneut berücksichtigt werden, dass in der sächsischen Modellregion nur frühe Sätze Gemüseerbsen gesät wurden. In Kombination mit frühen Sätzen und der daraus resultierenden frühen Ernte konnte ein Abstand von 500 m zwischen aktueller und vorjähriger Erbsenfläche den Befall in Ökogemüseerbsen reduzieren. Wenn allerdings die Erbsen später geerntet wurden, wie z.B. in Körnererbsen oder späteren Sätzen, trat auch noch bis zu 11 km Abstand zur Vorjahresfläche ein starker Befall auf (Abb.8).

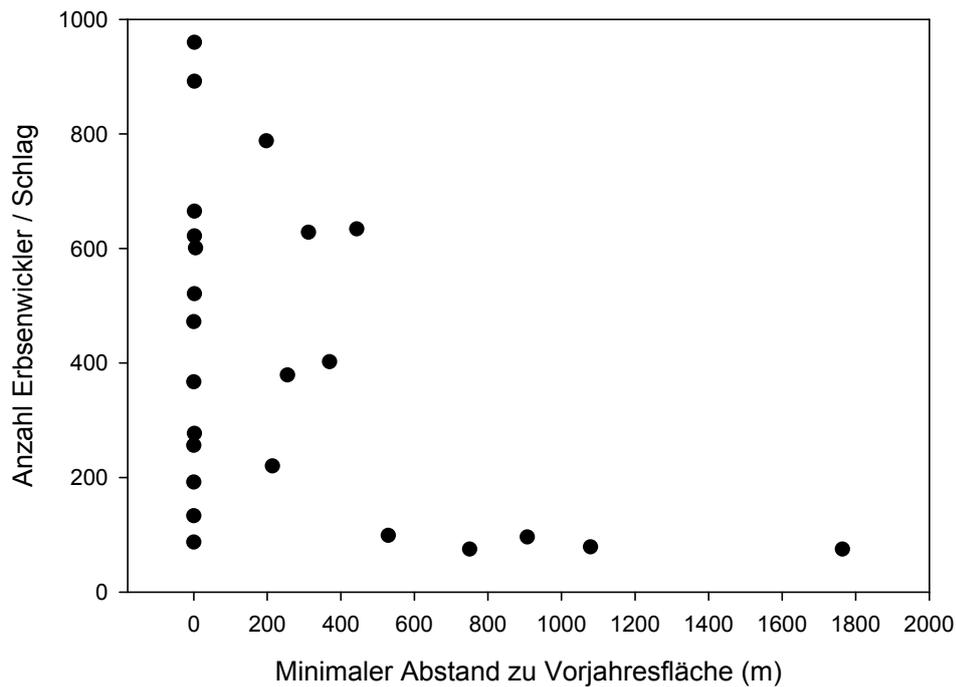


Abb. 6: Zusammenhang zwischen Anzahl Erbsenwickler pro Schlag ökologische Gemüseerbsen (Erbsenwicklerflug erfasst mit Pheromonfallen) und minimalem Abstand zur vorjährigen Erbsenfläche (m) in der sächsischen Modellregion 2006-2008.

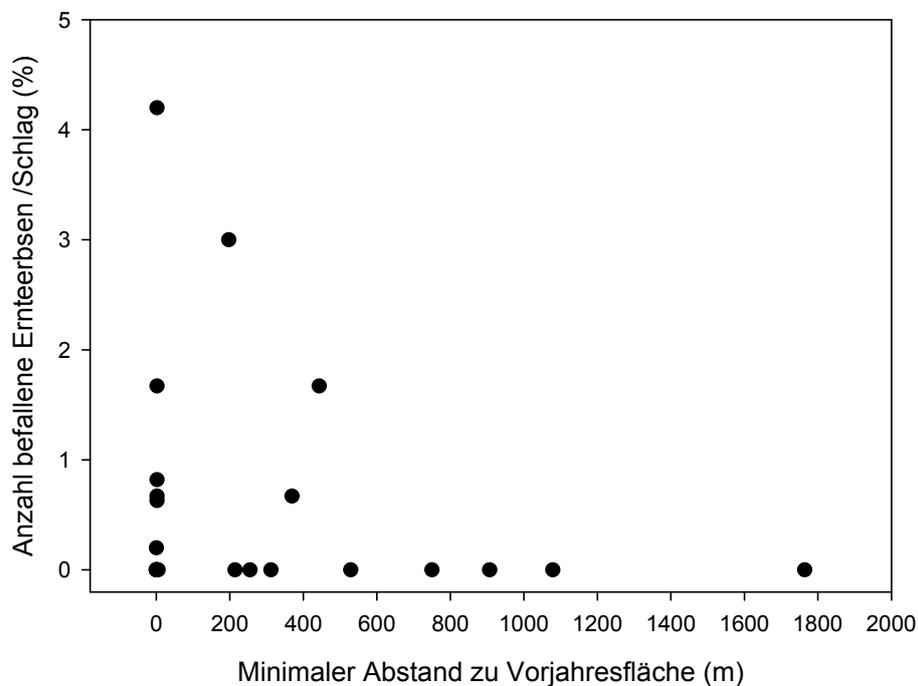


Abb. 7: Zusammenhang zwischen Anzahl befallene Ernteerbsen (Pflückproben) und minimalem Abstand zur vorjährigen Erbsenfläche (m) in ökologischen Gemüseerbsen der sächsischen Modellregion 2006-2008.



abhängig. Die gewonnenen Kenntnisse zu den Interaktionen von Temperatur und Photoperiode und dem Erscheinen, der Flugaktivität und der Entwicklung der Erbsenwickler können für Prognosen und damit auch für Risikobewertungen genutzt werden.

In den Klimaschrankversuchen wurde gezeigt, dass die Photoperiode einen über die Temperatur übergeordneten Einfluss auf die Entwicklung der Überwinterungsstadien der Erbsenwickler hat. Bei absoluter Dunkelheit (0:24 h L:D) konnte die Entwicklung vom Larvenkokon zum adulten Falter nicht erfolgreich abgeschlossen werden (Ausnahme 2 Individuen, entspricht 0,6%). Auch wird die Entwicklung der Überwinterungsstadien von *C. nigricana* durch a) die Länge der Kälteperiode (Tab. 3) und b) die aktuelle Temperatur (Abb. 9) während der Überwinterung beeinflusst. Diese beiden Faktoren sind abhängig von einander. Die Larvenkokons der Erbsenwickler benötigen nach der Kokonbildung im Sommer eine langsame Temperaturabsenkung und während der Überwinterung eine Kälteperiode von etwa  $\leq 2^{\circ}\text{C}$  für mindestens 6 Wochen, um sich erfolgreich weiterentwickeln zu können (Tab. 3).

Tab. 3: Falterschluß adulter Erbsenwickler im Klimaschrank ( $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ , 16:8 h L:D) , von im Feld gesammelten Kokons unter verschiedenen Bedingungen bezüglich des Beginns der Kältebehandlung (Beginn der  $2^{\circ}\text{C}$ -Behandlung 0, 3 und 15 Wochen nach der Kokonbildung) und des Zeitspanne der Kälteperiode (Zeitraum der  $2^{\circ}\text{C}$ -Behandlung von 2, 6 und 12 Wochen)

Beginn der $2^{\circ}\text{C}$ -Behandlung (Wochen nach Kokonbildung)	Zeitraum der $2^{\circ}\text{C}$ -Behandlung (Wochen)	Schlupf adulter Erbsenwickler (Mittelwert $\pm$ SE, n = 100)
0	2	0,00 $\pm$ 0,00
	6	0,00 $\pm$ 0,00
	12	0,00 $\pm$ 0,00
3	2	0,00 $\pm$ 0,00
	6	0,20 $\pm$ 0,11
	12	0,40 $\pm$ 0,14
15	2	0,00 $\pm$ 0,00
	6	14,80 $\pm$ 0,41
	12	10,20 $\pm$ 0,72

Diese benötigte Kälteperiode während des Winters ist gekoppelt mit der aktuellen Temperatur und der Photoperiode während der Überwinterungsphase. In unseren Klimaschrankversuchen war die Entwicklung der adulten *C. nigricana* früher beendet bei 24°C als bei 20°C. Auch sind die Falter bei Langtagbedingungen (18:6 h L:D) zu einem früheren Zeitpunkt geschlüpft als dies bei Kurztagbedingungen (6:18 h L:D) der Fall war (Abb. 9).

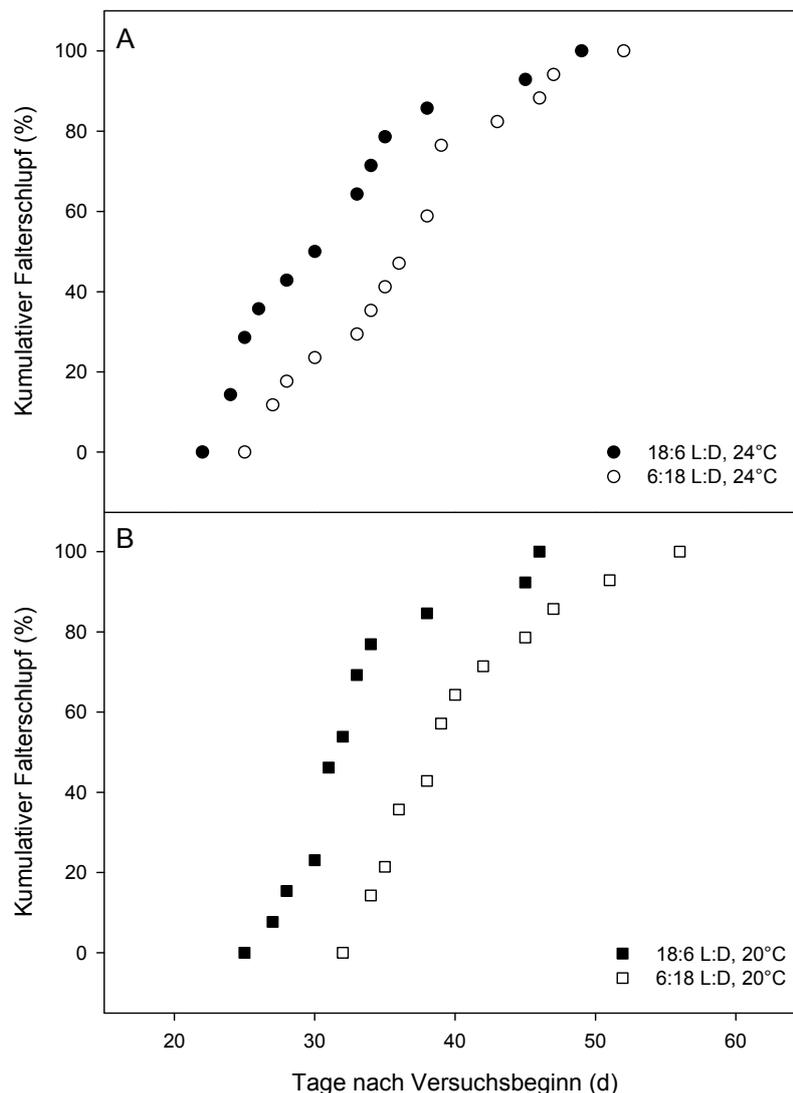


Abb. 9: Kumulativer Schlupf adulter Erbsenwickler (%) im Zeitverlauf (Tage nach Versuchsbeginn, d) unter verschiedenen Photoperioden- Temperatur- Steuerungen im Klimaschrank: Langtagbedingungen von 18:6 h L:D und Kurztagbedingungen von 6:18 h L:D bei einer Lufttemperatur von 24°C (A) bzw. 20°C (B).

Aufgrund dieser Ergebnisse sind wir zu dem Schluss gekommen, dass eine kritische Photoperiode überschritten werden muss, um die Sensibilisierung von *C. nigricana* gegenüber Temperatur zu erhöhen bzw. zu aktivieren. Diese Theorie haben wir mit Hilfe unserer Untersuchungen im Freiland überprüft und konnte diese bestätigen. Ab einer kritischen Tageslänge wurden die aktuellen Temperaturen summiert bis eine kritische Temperatursumme erreicht war, die das Auftreten des Erbsenwicklers angezeigt hat. Nach Berechnungen mit verschiedenen Werten als kritische Photoperiode wurde ein Schwellenwert von 14 h ermittelt.

Unter der Annahme, dass eine Photoperiode von 14:10 h L:D als kritische Tageslänge auf die Entwicklung des Erbsenwicklers wirkt, wurden nicht-lineare Regressionen zwischen dem Wicklerauftreten und verschiedenen Umweltfaktoren (Luft-, Bodentemperatur, Globalstrahlung, Tageslänge) berechnet. Untersuchungen auf den Erbsenflächen in Neu-Eichenberg/Hebenshausen haben einen starken sigmoiden Zusammenhang zwischen dem Auftreten des Erbsenwicklers und der Temperatur gezeigt (Lufttemperatur Abb. 10, Bodentemperatur Abb. 11). Auch bestand ein starker Zusammenhang zwischen der Anzahl der Falter und der Globalen Strahlung sowie der Tageslänge (Abb. 12 und 13).

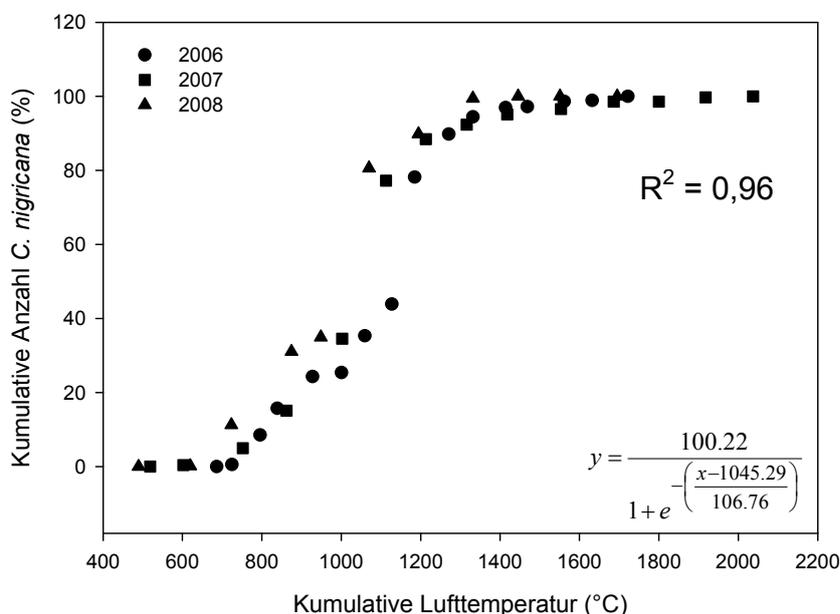


Abb. 10: Zusammenhang zwischen kumulativen Anzahl Erbsenwickler (%) und der kumulativen Lufttemperatur (C°) auf der Versuchsfläche ökologischer Gemüseerbsen in Neu-Eichenberg/Hebenshausen für die Jahre 2006-2008.

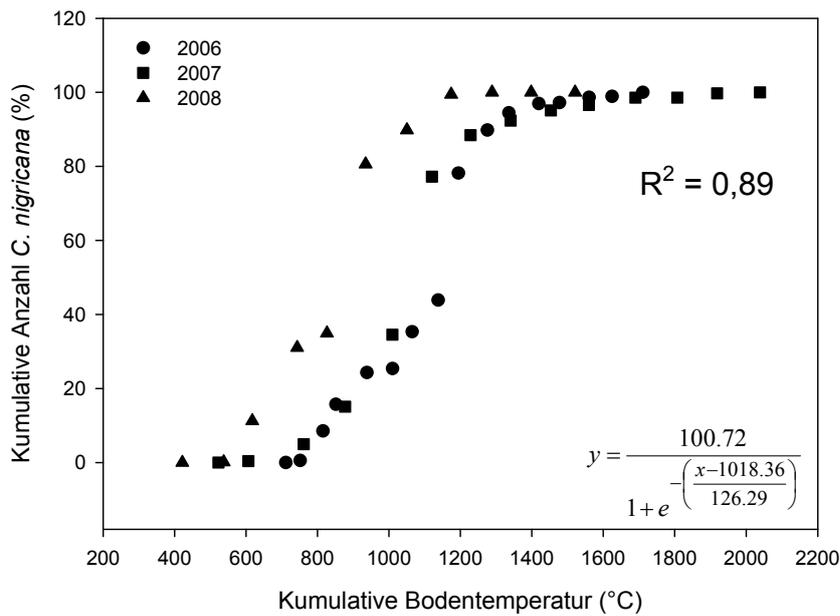


Abb. 11: Zusammenhang zwischen kumulativen Anzahl Erbsenwickler (%) und der kumulativen Bodentemperatur (C°) auf der Versuchsfläche ökologischer Gemüseerbsen in Neu-Eichenberg/Hebenshausen für die Jahre 2006-2008.

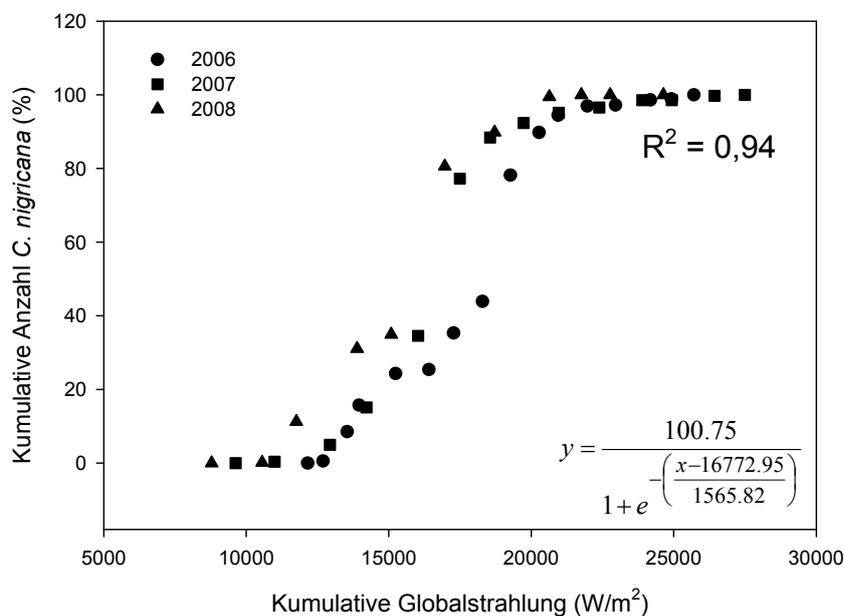


Abb. 12: Zusammenhang zwischen kumulativen Anzahl Erbsenwickler (%) und der kumulativen Globalstrahlung (W/m<sup>2</sup>) auf der Versuchsfläche ökologischer Gemüseerbsen in Neu-Eichenberg/Hebenshausen für die Jahre 2006-2008.

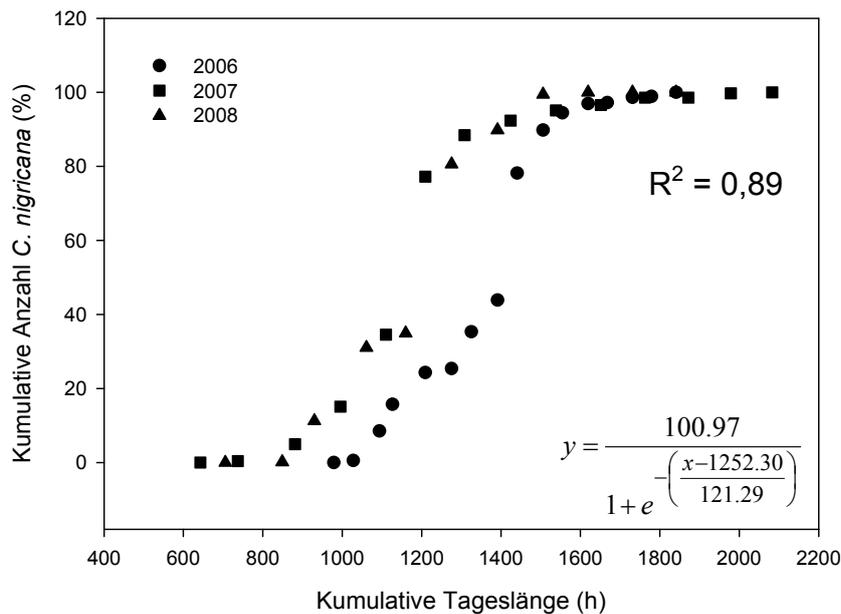


Abb. 13: Zusammenhang zwischen kumulativen Anzahl Erbsenwickler (%) und der kumulativen Tageslänge (h) auf der Versuchsfläche ökologischer Gemüseerbsen in Neu-Eichenberg/Hebenshausen für die Jahre 2006-2008.

Eine Gegenüberstellung der Werte für kumulative Globalstrahlung, kumulative Tageslänge, kumulative Luft- und Bodentemperatur in Neu-Eichenberg/Hebenshausen für 2006-2008 an 3 für das Auftreten des Erbsenwicklers charakteristischen Daten hat die Abhängigkeit der Umweltfaktoren zum Wicklerauftreten nochmals bestätigt. Als charakteristische Eckpunkte für das Vorkommen der Falter wurde das Datum a) des ersten Erbsenwicklers in der Pheromonfalle, b) des Flughöhepunktes und c) des ersten Falters im Photoelektor gewählt (Tab. 4). Ein Vergleich der Werte über die drei Jahre hat gezeigt, dass die Daten der ersten Erbsenwickler in der Pheromonfalle (a) und der Flughöhepunkt (b) genauer übereinstimmen als dies bei den ersten Wicklern im Photoelektor (c) der Fall war. Deshalb wurde für weitere Betrachtungen a) und b) als arttypische Eckdaten verwendet. Bei der Globalstrahlung und der Lufttemperatur zeigte sich eine geringere Streuung über die drei Jahre als bei der Tageslänge und der Bodentemperatur (Tab. 4). Ähnliche Ergebnisse wurden in der sächsischen Modellregion erzielt, wo die gleichen Daten wie im Feldversuch in Neu-Eichenberg erfasst wurden, allerdings in einem wesentlich größeren Untersuchungsgebiet (Summe von 9, 14, 9 industriell genutzte Ökogemüseerbsenfelder im Untersuchungsradius von 30 km<sup>2</sup> bei Lommatzsch, vgl. 1 Versuchsfeld Gemüseerbsenfelder (öko.) von 0,6 ha in Neu-Eichenberg) (Tab. 5).

Tab. 4: Auftreten des Erbsenwicklers im Untersuchungsgebiet Neu-Eicheberg/Hebenshausen in Ökogemüseerbsen in den Jahren 2006-2008 charakterisiert an den Daten a) des ersten Erbsenwicklers in den Monitoringfallen der aktuellen Erbsenfläche, b) des Flughöhepunktes der Erbsenwickler in der aktuellen Erbsenfläche (Zeitpunkt der maximalen Anzahl Falter/ Woche/ Monitoringfalle) sowie c) des ersten Erbsenwicklers in den Photoelektoren in der Erbsenflächen des Vorjahres.

	2006	2007	2008
<b>A 1. Falter in Monitoringfalle</b>			
Datum	08. Juni	21. Mai	28. Mai
Kumulative Globalstrahlung (W/m <sup>2</sup> )	12695.1	10996.8	10561.0
Kumulative Tageslänge (h)	1028.0	737.1	849.0
Kumulative Lufttemperatur (°C)	724.7	602.5	619.8
Kumulative Bodentemperatur (°C)	751.6	606.8	537.4
<b>B Flughöhepunkt</b>			
Datum	03. Juli	19. Juni	23. Juni
Kumulative Globalstrahlung (W/m <sup>2</sup> )	19265.8	17496.6	16968.6
Kumulative Tageslänge (h)	1440.4	1209.4	1275.5
Kumulative Lufttemperatur (°C)	1184.6	1112.6	1070.1
Kumulative Bodentemperatur (°C)	1194.8	1120.3	934.5
<b>C 1. Falter in Photoelektor</b>			
Datum	14. Juni	08. Juni	02. Juni
Kumulative Globalstrahlung (W/m <sup>2</sup> )	13958.6	14836.3	11760.3
Kumulative Tageslänge (h)	1126.8	1028.0	930.0
Kumulative Lufttemperatur (°C)	838.6	905.6	723.2
Kumulative Bodentemperatur (°C)	851.5	915.8	617.4

Tab. 5: Auftreten des Erbsenwicklers in der industriellen Gemüseerbseanbauregion der FRoSTA AG bei Lommatzsch in Ökogrammeerbse in den Jahren 2006-2008 charakterisiert an den Daten a) des ersten Erbsenwicklers in den Monitoringfallen und b) des Flughöhepunktes der Erbsenwickler (Zeitpunkt der maximalen Anzahl Falter/ Woche/ Monitoringfalle).

	2006	2007	2008
<b>A 1. Falter in Monitoringfalle</b>			
Datum	26. Mai	13. Mai	15. Mai
Kumulative Globalstrahlung (W/m <sup>2</sup> )	9115.4	7921.8	7068.9
Kumulative Tageslänge (h)	816.9	611.8	642.9
Kumulative Lufttemperatur (°C)	728.8	578.4	515.0
Kumulative Bodentemperatur (°C)	644.1	588.9	489.5
<b>B Flughöhepunkt</b>			
Datum	15. Juni	29. Mai	10. Juni
Kumulative Globalstrahlung (W/m <sup>2</sup> )	13190.2	11307.9	12377.1
Kumulative Tageslänge (h)	1143.3	865.2	1060.9
Kumulative Lufttemperatur (°C)	1040.9	883.8	1007.3
Kumulative Bodentemperatur (°C)	958.7	905.1	993.8

Insgesamt für alle untersuchten ökologischen Gemüseerbsefelder in Hessen und Sachsen und die drei Untersuchungsjahre wurden Temperatursummen bis zum ersten Auftreten des Erbsenwicklers im Feld (Nachweis durch Pheromonfalle) von 515,0 – 728,8°C errechnet (Tab. 4 und 5). Die Streuung zwischen den einzelnen Jahren und Standorten ist im Vergleich zu Daten in der Literatur sehr gering (Wheatly & Dunn, 1962). Ein Modell mit einer kritischen Photoperiode gekoppelt mit Temperatursummen, wie es hier verwendet wurde, hat einen engeren Zusammenhang mit der Entwicklung der Überwinterungsstadien von *C. nigricana* gezeigt als Berechnungen von Temperatursummen, die auf einem Temperatur Grenzwert basieren (Wheatly & Dunn, 1962). Damit könnte dieses Photoperiode-Temperatursummen Modell eine gute Eignung für Prognosen und Risikobewertungen bedeuten.

### 3.1.2. Regulierung

Der Erbsenwicklerflug im Untersuchungsgebiet des Parzellenversuchs, der mit Pheromonfallen erfasst wurde, zeigte den Flughöhepunkt Mitte bis Ende Juli in der 27., 25. und 26. Kalenderwoche in den Jahren 2006, 2007 und 2008 (Abb. 14).

Der beobachtete Hauptwicklerflug fand in allen Erbsensorten und Aussaatvarianten und in allen Untersuchungsjahren immer zum jeweiligen Zeitpunkt der Blüte/junge Hülsen der Erbsenpflanzen statt. Um die Anpassung des Erbsenwicklerfluges an die Erbsenphänologie zu verdeutlichen, ist als Beispiel der Verlauf des Erbsenwicklerfluges 2007 in den einzelnen Erbsensorten und Aussaatvarianten in Abb. 15 dargestellt (visuelles Monitoring).

Der Erbsenwicklerbefall ist in Abb. 16 – 18 dargestellt. Der Befall hat mit maximalen Werten von max. 1,9% befallene Ernteerbsen in 2007 bis max. 10,1% in 2006 stark geschwankt zwischen den drei Untersuchungsjahren. In allen drei Jahren wurde der stärkste Befall in der unbehandelten Kontrolle des späten Aussaattermins der Sorte Avola verzeichnet. Zur Blühzeit von Avola spät hat stets der Flughöhepunkt der Erbsenwickler stattgefunden, was den hohen Befall begründet. Der geringste Befall wurde in der späten Aussaatvariante der Sorte Ambassador ermittelt, da zum Zeitpunkt der Blüte von Ambassador spät nur noch vereinzelt Erbsenwickler geflogen sind. Eine zeitliche Koinzidenzvermeidung von empfindlichen Entwicklungsstadien der Erbsenpflanze (Blüte, junge Hülsen) und dem Erbsenwicklerauftreten mit Hilfe von Sortenwahl und Aussaatzeitpunkt konnte insbesondere mit diesem sehr späten Satz (Ambassador spät) gezeigt werden. Signifikante Effekte zwischen den Aussaatvarianten konnten in allen drei Jahren zwischen Avola spät mit dem stärksten Befall und Ambassador spät mit dem geringsten Befall errechnet werden.

Der Einsatz der Pyrethroid-Formulierung Spruzit-Neu<sup>®</sup> hat eine sehr variable Wirkung auf den Erbsenwicklerbefall gezeigt. Eine sichere signifikante Reduzierung des Erbsenwicklerbefalls konnte in keiner der Aussaat- und Behandlungsvarianten erzielt werden. Bei einem starken Erbsenwicklerauftreten, wie z.B. im Jahr 2006, konnte der Befall mit dem Einsatz von Spruzit-Neu<sup>®</sup> nicht unterhalb der Schadtoleranz bei Gemüseerbsen von nur 0,5% befallene Ernteerbsen gehalten werden. Wenn *C. nigricana* allerdings nur im geringen Maße auftrat, wie es in 2008 der Fall war, war es möglich, mit Spruzit Spritzungen den Befall unterhalb der Schadtoleranz von 0,5% zu halten. Im Jahr 2008 konnte in den Aussaatvarianten Deltafon früh und spät sowie

Ambassador früh und spät durch den Einsatz von Spruzit-Neu® die Schadtoleranzgrenze eingehalten werden. Ein Unterschied zwischen den beiden Aufwandmengen (2x12l/ha und 3x8l/ha) konnte nicht ermittelt werden (Abb. 16 – 18).

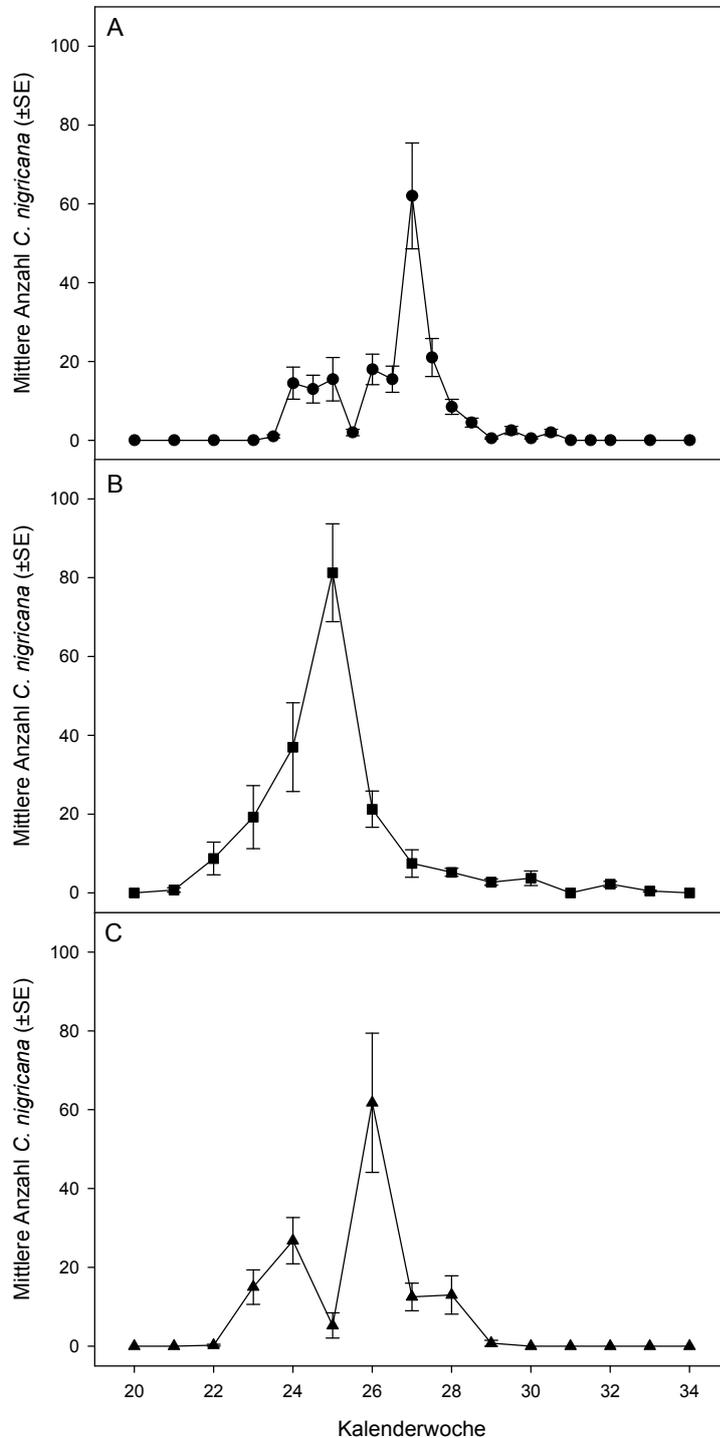


Abb. 14: Erbsenwicklerflug in der Untersuchungsregion des Parzellenversuchs (Neu-Eichenberg / Hebenshausen) dargestellt als mittlere Anzahl Erbsenwickler pro Pheromonfallen für die drei Projektjahre 2006 (A), 2007 (B) und 2008 (C).

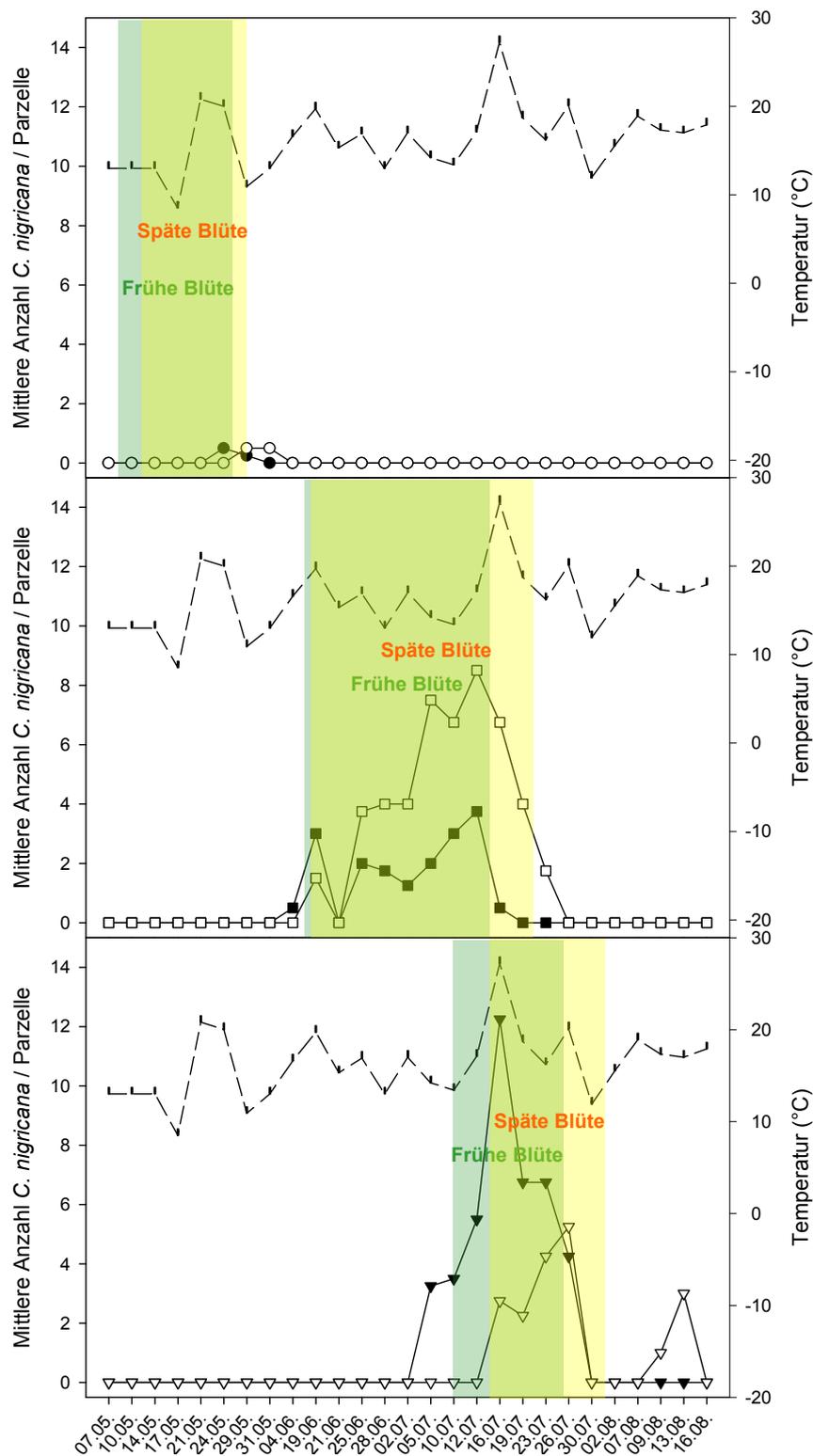


Abb. 15: Darstellung des Erbsenwicklerfluges als mittlere Anzahl Erbsenwickler / Parzelle nach visuellem Monitoring (schwarze Symbole: frühe Aussaat, weiße Symbole: späte Aussaat) in Abhängigkeit zur Erbsenpflanzenphänologie (grüner Balken: frühe Blüte, blauer Balken: späte Blüte) für die Sorten Avola, Deltafon, Ambassado und der Temperaturverlauf (gestrichelte Linie) für das Untersuchungsjahr 2007, Neu-Eichenberg / Hebenshausen.

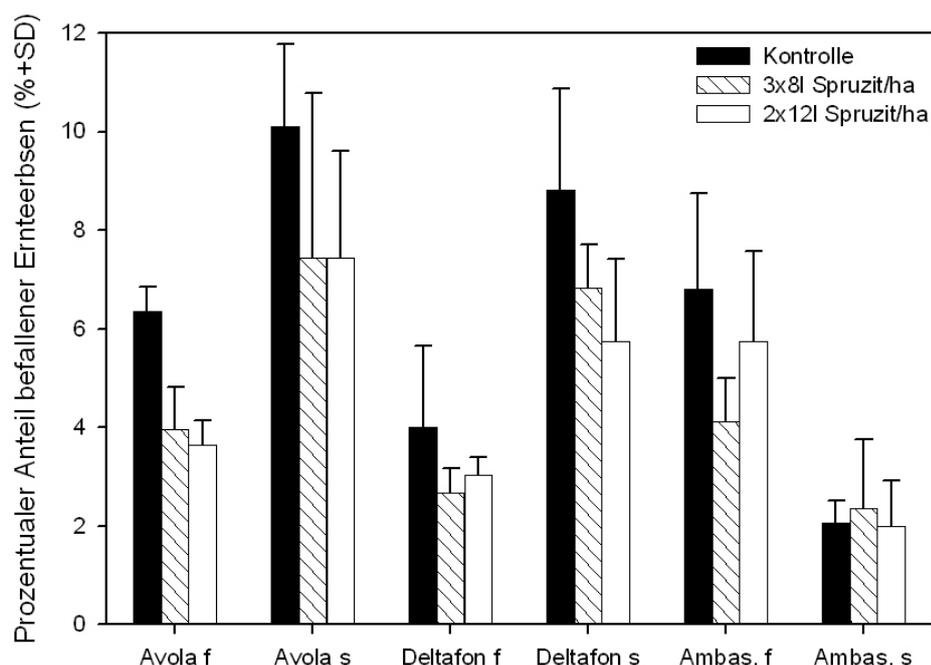


Abb. 16: Erbsenwicklerbefall dargestellt als prozentualer Anteil befallener Ernteerbsen (% ± SD) für die sechs Aussaatvarianten und die verschiedenen Behandlungen (nicht behandelte Kontrolle, 3x8l Spruzit/ha, 2x12l Spruzit/ha) für das Untersuchungsjahr 2006, Neu-Eicheberg/Hebenshausen.

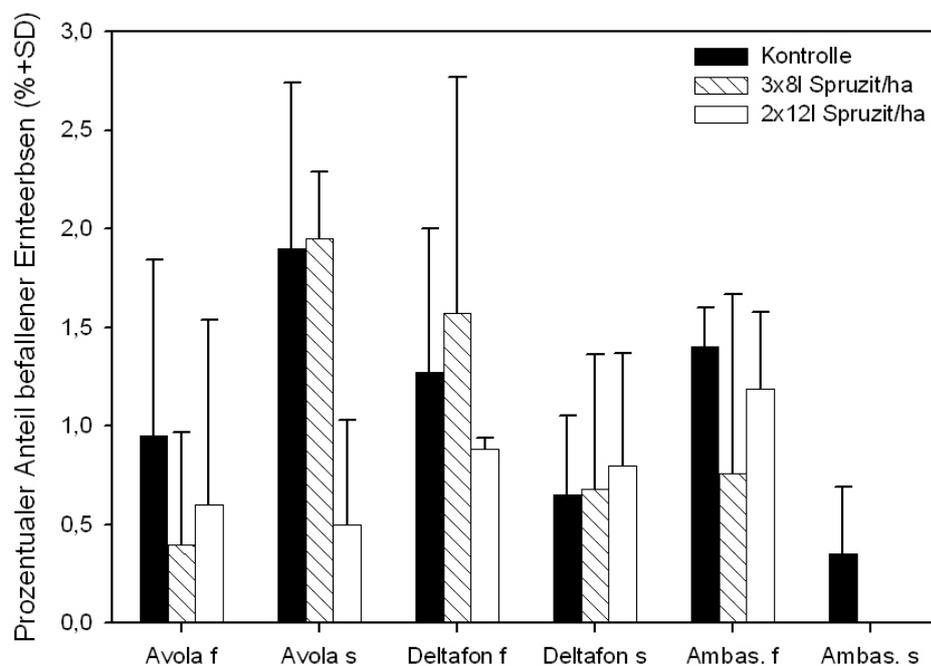


Abb. 17: Erbsenwicklerbefall dargestellt als prozentualer Anteil befallener Ernteerbsen (% ± SD) für die sechs Aussaatvarianten und die verschiedenen Behandlungen (nicht behandelte Kontrolle, 3x8l Spruzit/ha, 2x12l Spruzit/ha) für das Untersuchungsjahr 2007, Neu-Eicheberg/Hebenshausen.

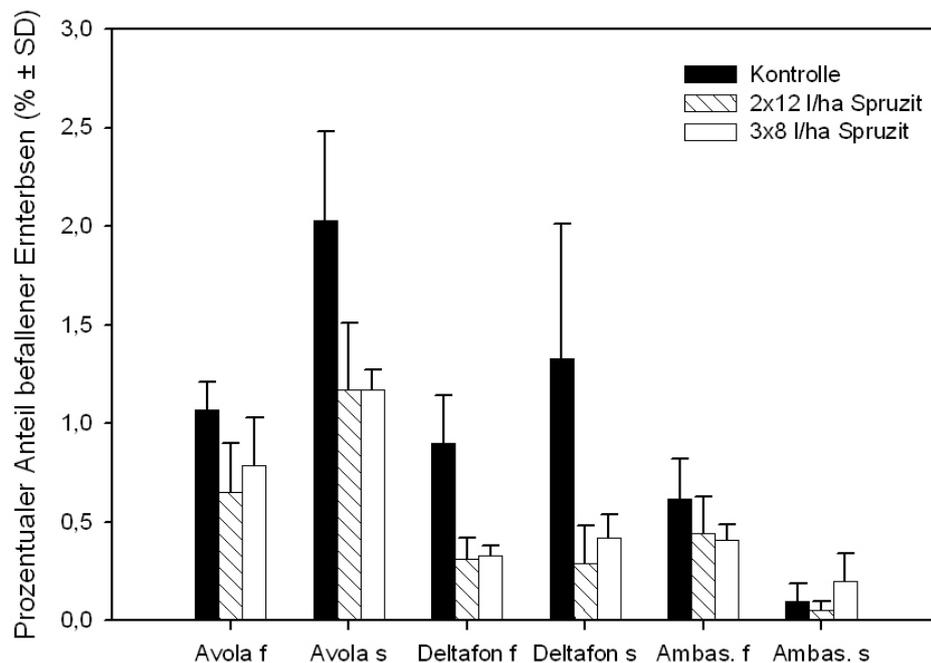


Abb. 18: Erbsenwicklerbefall dargestellt als prozentualer Anteil befallener Ernterbsen (%  $\pm$  SD) für die sechs Aussaatvarianten und die verschiedenen Behandlungen (nicht behandelte Kontrolle, 3x8l Spruzit/ha, 2x12l Spruzit/ha) für das Untersuchungsjahr 2008, Neu-Eicheberg/Hebenshausen.

Der Blattlausbefall im Parzellenversuch (Neu-Eicheberg/Hebenshausen) ist für die Jahre 2006 und 2008 in Abb. 19 und 20 dargestellt. Die Erbsenblattlaus *Acyrtosiphon pisum* ist in 2006 nur schwach, in 2007 gar nicht und in 2008 vermehrt aufgetreten. Insgesamt waren die Blattläuse nur über einen kurzen Zeitraum von etwa drei bis vier Wochen an den ersten Sätzen der Erbsenkultur (Avola früh/spät, Deltafon früh) von Bedeutung. Später zeigte sich ein verstärktes Auftreten von natürlichen Gegenspielern (Schwebfliegen, Parasitoide, Marienkäfer), die den Blattlausbefall ab etwa der dritten Woche nach Erstbefall selbstständig reguliert haben. In den ersten Wochen des Blattlausbefalls konnte die Behandlung mit Spruzit-Neu<sup>®</sup> bei der Sorte Avola früh/spät (2006, 2008) und Deltafon früh (2008) den *A. pisum* Befall signifikant reduzieren. Bei Deltafon spät und Ambassador früh/spät sind nur vereinzelt Blattläuse aufgetreten, da Nützlinge bereits in hoher Zahl vorhanden waren (Abb. 19 und 20).

Eine signifikante Reduktion der parasitierten Blattläuse sowie der Schwebfliegenlarven und -puppen aufgrund der Pyrethrin Behandlung konnte nicht festgestellt werden.

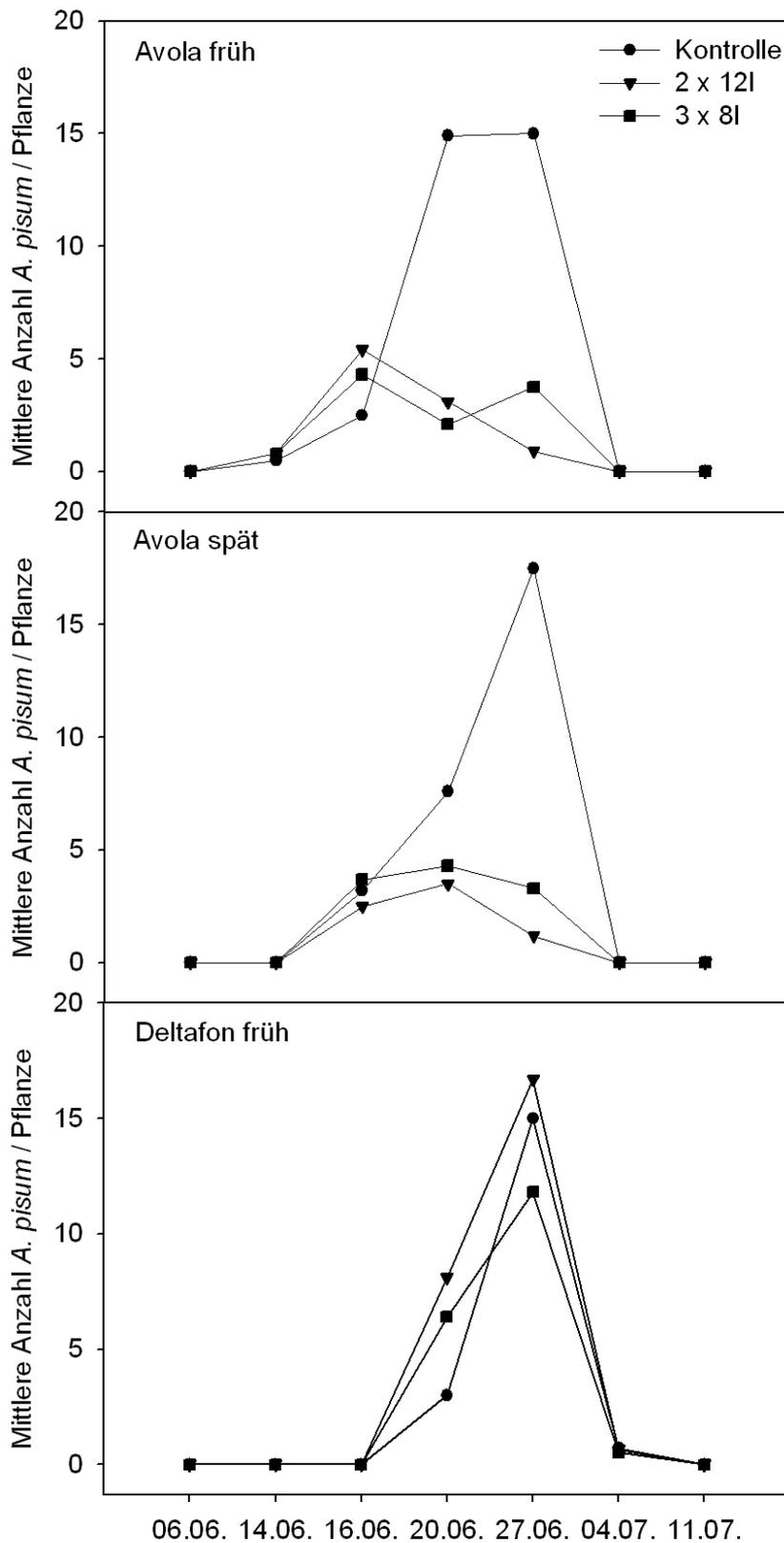


Abb. 19: Blattlausbefall dargestellt als mittlere Anzahl *Acyrtosiphon pisum* / Erbsenpflanze für Avola früh/spät sowie Deltafon früh und die verschiedenen Behandlungen (nicht behandelte Kontrolle, 2x12l Spruzit/ha, 3x8l Spruzit/ha) für das Untersuchungsjahr 2006, Neu-Eicheberg/Hebenshausen.

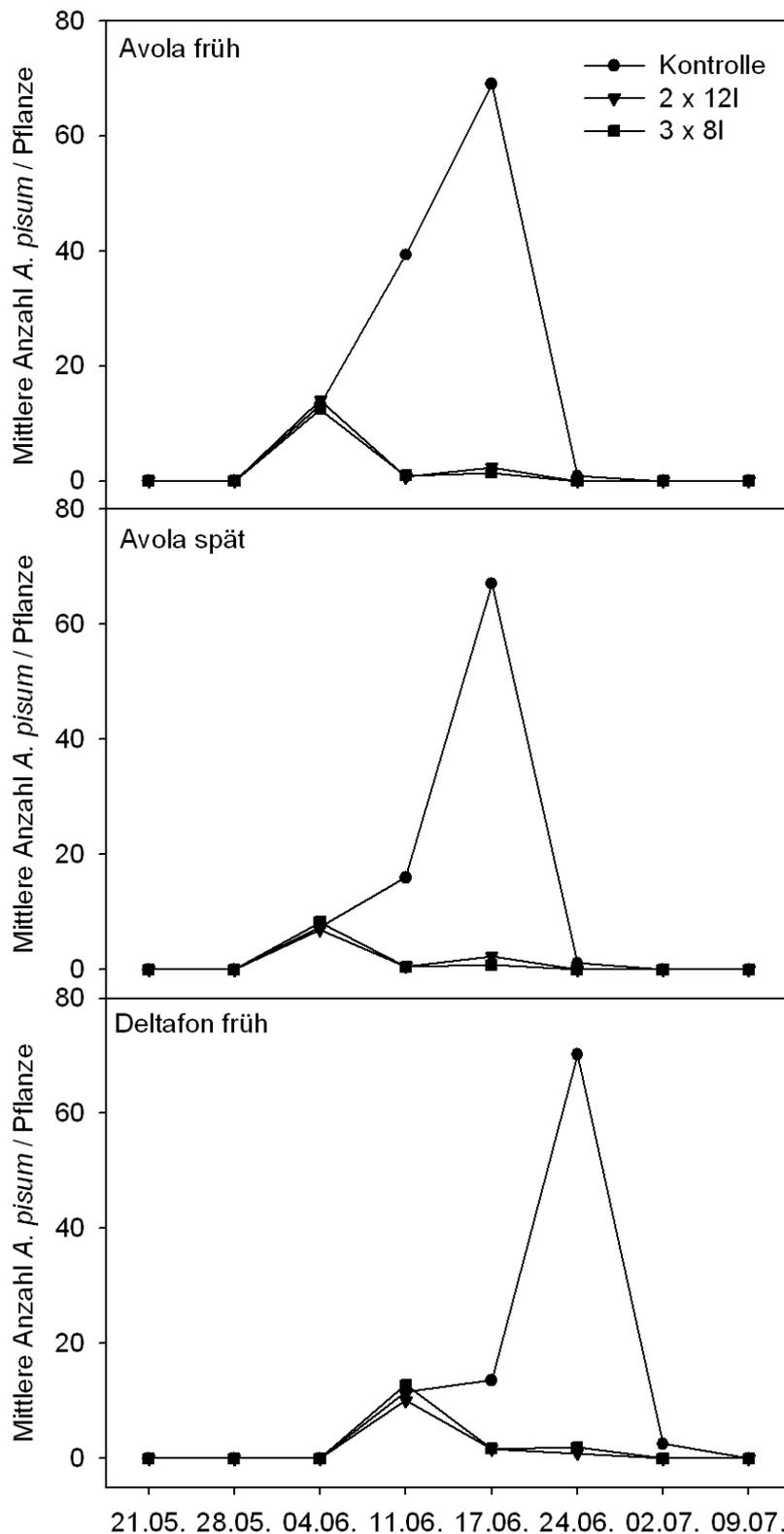


Abb. 20: Blattlausbefall dargestellt als mittlere Anzahl *Acyrtosiphon pisum* / Erbsenpflanze für Avola früh/spät sowie Deltafon früh und die verschiedenen Behandlungen (nicht behandelte Kontrolle, 2x12l Spruzit/ha, 3x8l Spruzit/ha) für das Untersuchungsjahr 2008, Neu-Eicheberg/Hebenshausen.

Insgesamt konnte die Pyrethroid-Formulierung Spruzit-Neu® die Erbsenblattlaus in dem Zeitraum, wo noch keine natürlichen Gegenspieler in der Kultur vorhanden waren, erfolgreich regulieren. Auch konnte mit dem Einsatz von Spruzit-Neu® der Erbsenwicklerbefall unterhalb der Schadtoleranzgrenze von 0,5% befallene Ernteerbsen gehalten werden, wenn ein geringer Ausgangsbefall im Erbsenfeld vorhanden war. Bei einer starken Individuendichte von *C. nigricana* konnte allerdings keine ausreichende Befallsreduktion mit Spruzit Behandlungen erreicht werden.

Ein geringerer Ausgangsbefall wurde durch die präventiven Maßnahmen Sortenwahl und Aussaatzeitpunkt gefördert. Folglich konnten sehr frühe und sehr späte Sätze in Kombination mit dem Einsatz von Spruzit den Erbsenwicklerbefall z.T. bis unterhalb der Schadtoleranzgrenze regulieren. Hingegen konnten die präventiven Maßnahmen oder die Direktbekämpfung alleine den Erbsenwickler nur in Ausnahmefällen ausreichend regulieren. Eine Kombination hat sich als wirkungsvoll erwiesen. Allerdings konnte bei einer sehr hohen Ausgangspopulation von *C. nigricana* auch mit der kombinierten Wirkung von präventiven und Direktbekämpfungsmaßnahmen keine ausreichende Regulierung erreicht werden.

### **3.2. Vorrausichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse**

In diesem Projekt konnten die wesentlichen Faktoren erarbeitet werden, die für eine Risikobewertung für den Erbsenwicklerbefall in Anbaugebieten von Gemüse- und Körnererbsen notwendig sind. Es wurden definiert:

- a) ein zeitlich-räumlicher Zusammenhang zwischen den vorjährigen Erbsenflächen und dem Erbsenwicklerauftreten im Folgejahr
- b) ein Einfluss von Photoperiode und Temperatur auf die Entwicklung der Überwinterungsstadien von *C. nigricana*, sowie dem Erscheinen und der Flugaktivität der adulten Erbsenwickler
- c) die Möglichkeit einer Steuerung der zeitlichen Koinzidenzvermeidung von empfindlichen Entwicklungsstadien der Erbsenpflanze und dem Erbsenwicklerauftreten durch Sortenwahl und Aussaatzeitpunkt

Auf der Basis dieser Daten soll ein Entscheidungshilfesystem (EHS), welches die zuverlässige Beurteilung von Risikolagen in Gemüseerbsenanbaugebieten ermöglicht, modelliert werden. Solch ein EHS ermöglicht eine Anbauplanung für

Erbsen, die eine maximale Prävention des Erbsenwicklerbefalls anstrebt. Unter Berücksichtigung der räumlichen Verteilung vorjähriger Erbsenflächen und der Witterung können Prognosen zum Erstauftreten, zur Flugaktivität, Eiablage und Larvenentwicklung erstellt und das Befallsrisiko für ein aktuelles Erbsenfeld berechnet werden. Mit Hilfe des Modells kann eine optimierte Anbauplanung empfohlen werden, mit dem Ziel das Befallsrisiko zu minimieren. Weiterhin kann ein EHS, z.B. bei ungünstiger räumlicher Verteilung vorjähriger Erbsenflächen aufgrund von Planungszwängen, Direktbekämpfungsmaßnahmen empfehlen und optimierte Spritztermine errechnen.

Entsprechend der im Zuwendungsbescheid in den Nebenbestimmungen, Punkt 17, aufgeführten Auflagen wurde die Zentralstelle der Länder für EDV-gestützte Entscheidungshilfen und Programme im Pflanzenschutz (ZEPP) über die entsprechende Datenerfassung und Auswertung laufend informiert. Auf der Pflanzenschutztagung in Kiel (22.-25.09.2008) fand ein Treffen aller Projektpartner mit der ZEPP statt auf dem die gesamten Ergebnisse der drei Projektjahre ausführlich diskutiert und von Seiten der ZEPP für die Entwicklung eines EHS für sehr gut befunden wurden. Weiterhin wurde ein Konzept für ein Folgeprojekt, in dem die Modellierung des EHS erfolgen soll, entworfen. Nach der fachlichen Einschätzung der ZEPP ist eine Modellentwicklung mit den geplanten Partnern unter laufender Validierung realistisch und Erfolgs versprechend. Unter Vorbehalt der Finanzierung eines Folgeprojektes sind damit die Aussichten für die abschließende Entwicklung eines EHS zur Minimierung des Befallsrisikos in Erbsenanbaugebieten ausichtsreich.

Bisher wurden die Projektergebnisse im Januar 2007 und im Januar 2008 auf einer Informationsveranstaltung in Lommatzsch für die Ökogemüseerbsenanbauer, –berater und –verarbeiter in Sachsen diskutiert. Die Veranstaltung wurde von der FRoSTA AG, der Öko-Bauernhöfe Sachsen GmbH (ÖBS) und des Sächsisches Landesamts für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (ehemals Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft (SLL)) veranstaltet und diente unter anderem der aktuellen Kampagneplanung für die Ökogemüseerbsen und der Auseinandersetzung mit Problemen im Pflanzenschutz und Anbau allgemein. Die Diskussion unserer Projektergebnisse zusammen mit allen Projektpartnern und Praktikern des Ökogemüseerbsenanbaus während der gesamten Projektlaufzeit hat bei der

Weiterentwicklung des Projektes geholfen und gleichzeitig die Verbreitung der Ergebnisse in der Praxis des ökologischen Gemüseerbsenanbaus ermöglicht.

Die Präsentation der abschließenden Ergebnisse des Projektes und die Erörterung der geplanten Entwicklung eines EHS mit allen bisherigen und künftigen Projektpartnern sowie Praktikern sind ebenfalls im Rahmen der alljährlichen Informationsveranstaltung bei der FRoSTA AG in Lommatzsch im Januar 2009 geplant.

#### **4. Zusammenfassung**

Das Ziel des Projektes war es, ein Konzept zur Risikobewertung des Erbsenwicklerbefalls in Anbauregionen von Gemüseerbsen zu entwickeln, in dem präventive Maßnahmen und eine bedarfsgerechte Option zur Direktbekämpfung integriert sind.

Die Datenerfassung zur Beurteilung von Risikolagen erfolgte in Erbsenanbaugebieten in Hessen und Sachsen, beide mit Schwerpunkt auf ökologischen Landbau. Die Risikobewertung umfasste die Abschätzung der Schlaggefährdung durch den Erbsenwickler innerhalb der Anbaugebiete mittels zeitlich-räumlicher Analysen und die Berücksichtigung phänologischer Daten zum Erscheinen, Flugaktivität und Entwicklung des Erbsenwicklers in Abhängigkeit von Temperatur und Photoperiode. Basierend auf der Risikobewertung sollten Entscheidungen zum Einsatz ökologischer Regulierungsverfahren getroffen werden können, die in einem zweiten Projektteil bearbeitet wurden. Die Regulierung des Erbsenwicklers wurde in einem Parzellenversuch über die präventiven Maßnahmen Sortenwahl und Aussaatzeitpunkt und eine bedarfsgerechte Direktbekämpfung untersucht.

Als Ergebnis konnten die wesentlichen Faktoren, die für eine Risikobewertung zum Erbsenwicklerbefall notwendig sind, definiert werden:

- a) ein zeitlich-räumlicher Zusammenhang zwischen den vorjährigen Erbsenflächen und dem Erbsenwicklerauftreten im Folgejahr
- b) ein Einfluss von Photoperiode und Temperatur auf die Entwicklung der Überwinterungsstadien von *C. nigricana*, sowie Erscheinen und Flugaktivität der adulten Erbsenwickler

c) eine Steuerung der zeitlichen Koinzidenzvermeidung von empfindlichen Entwicklungsstadien der Erbsenpflanze und dem Erbsenwicklerauftreten durch Sortenwahl und Aussaatzeitpunkt

Der Einsatz der Pyrethroid-Formulierung hat eine variable Wirkung in der Regulierung des Erbsenwicklers gezeigt. Mit Spruzit-Neu® konnte der Befall nur bei geringem Ausgangsbefall unterhalb der Schadtoleranzgrenze gehalten werden. Bei einer starken Schädlingsdichte konnte keine ausreichende Befallsreduktion erreicht werden.

## **5. Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen**

Insgesamt konnten, wie die oben dargestellten Ergebnisse zeigen, die Ziele erreicht und der Zeitplan eingehalten werden. Im Projektteil Risikobewertung war eine reine Datenerfassung geplant. Über die Projektziele hinausgehend wurden bereits zusätzlich erste Berechnungen zur Einschätzung des Befallsrisikos erstellt.

Eine Risikobewertung erfolgte mit der Definition der wesentlichen Faktoren, die für eine Risikoeinschätzung für den Erbsenwicklerbefall in Anbaugebieten von Gemüse- und Körnererbsen notwendig sind.

a) ein zeitlich-räumlicher Zusammenhang zwischen den vorjährigen Erbsenflächen und dem Erbsenwicklerauftreten im Folgejahr

b) ein Einfluss von Photoperiode und Temperatur auf die Entwicklung der Überwinterungsstadien von *C. nigricana*, sowie dem Erscheinen und der Flugaktivität der adulten Erbsenwickler

c) die Möglichkeit einer Steuerung der zeitlichen Koinzidenzvermeidung von empfindlichen Entwicklungsstadien der Erbsenpflanze und dem Erbsenwicklerauftreten durch Sortenwahl und Aussaatzeitpunkt

Da sich die Gemüseerbsenanbauregion der FRoSTA AG bei Dresden als sehr gut geeignetes Untersuchungsgebiet für den Projektteil der Risikobewertung erwiesen hat, wurde der Untersuchungsschwerpunkt auf dieses Gebiet gelegt. Der Untersuchungsumfang ist in dieser Region von Jahr zu Jahr stark ausgeweitet worden. Die erfassten Daten in der Modellregion bei Dresden bieten eine sehr umfassende und detaillierte Datengrundlage zum tatsächlichen Erbsenwicklerbefall im Erbsenanbau (Ökogemüseerbsen, Körnererbsen, konventionelle Gemüseerbsen

und nicht geerntete konventionelle Gemüseerbsen) in Relation zur räumlichen Verteilung der Erbsenflächen.

Der entstandene Mehraufwand, den die wesentlich umfangreicheren Untersuchungen in der sächsischen Modellregion verursacht haben, konnte durch Restmittel der jeweiligen Vorjahre kostenneutral gedeckt werden.

Die Datenerfassung zur Risikobewertung erfolgte nach Beratung mit der ZEPP (siehe auch 3.2.). Auch wurden in bereits geführten Gesprächen mit der ZEPP die Ergebnisse des Projektes besprochen und ein Konzept für ein Folgeprojekt, in dem die Modellierung des EHS erfolgen soll, entworfen. Die Aussichten für die abschließende Entwicklung eines EHS zur Minimierung des Befallsrisikos in Erbsenanbaugebieten sind sehr viel versprechend, unter der Voraussetzung, dass die Finanzierung eines Folgeprojektes gefunden wird.

Der Parzellenversuch des Projektteils zur Regulierung des Erbsenwicklers wurde in den drei Untersuchungsjahren planmäßig durchgeführt. Die Ergebnisse bestätigen, dass eine zeitliche Koinzidenzvermeidung von Erbsenblüte und Erbsenwicklerflug durch die Wahl des Aussaatzeitpunktes eine wichtige präventive Maßnahme zur Reduzierung des Befalls und damit der Ertragsausfälle in der Gemüseerbsenproduktion darstellt. Mit dem Einsatz von Spruzit-Neu<sup>®</sup> konnte der Erbsenwicklerbefall unterhalb der Schadtoleranzgrenze von 0,5% befallene Ernteerbsen gehalten werden, wenn ein geringer Ausgangsbefall im Erbsenfeld vorhanden war. Bei einer starken Individuendichte von *C. nigricana* konnte allerdings keine ausreichende Befallsreduktion mit Spruzit Behandlungen erreicht werden.

Eine Kombination beider Maßnahmen ist damit eine Option zur Regulierung des Erbsenwicklers, allerdings nur wenn Risikolagen vermieden werden.

Basierend auf den Ergebnissen dieses Projektes soll die Modellierung eines EHS, welches eine Anbauplanung für Erbsen mit maximaler Prävention des Erbsenwicklerbefalls anstrebt, in einem Folgeprojekt ermöglicht werden. Auch sollen die Ergebnisse in zukünftigen Informationsveranstaltungen für Praktiker des ökologischen Landbaus sowie im Rahmen von Beratertätigkeiten weiter verbreitet werden.

## 6. Literaturverzeichnis:

**Crüger G, Backhaus GF, Hommes M, Smolka S.** 2002. Pflanzenschutz im Gemüsebau, 4. Auflage, Ulmer Stuttgart.

**Dann C.** 1979. Untersuchungen zur Schadwirkung und Überwachung des Erbsenwicklers (*Laspeyresia nigricana* (Steph.)) im Trockenerbsenanbau des Bezirkes Halle. Dissertation der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg.

**Geissler K.** 1994. Eignung des Granulose-Virus des Apfelwicklers (*Cydia pomonella* L.) zur Bekämpfung des Erbsenwicklers (*Cydia nigricana* Steph.). Archiv für Phytopathologie und Pflanzenschutz, 29, 191-194.

**Hoffmann GM, Schmutterer H.** 1999. Parasitäre Krankheiten und Schädlinge an landwirtschaftlichen Nutzpflanzen, Ulmer, Stuttgart, 582-583.

**Huusela-Veistola E, Jauhiainen L.** 2006. Expansion of cropping increases the risk of pea moth (*Cydia nigricana*; Lep., Tortricidae) infestation. Journal of Applied Entomology, 130, 142-149.

**Jostock M.** 2006. Erbsenwickler – Ein Problemschädling in Futtererbsen? Raps, 2, 77-81.

**Langenbuch R.** 1941. Zur Biologie des Erbsenwicklers. Arbeiten zur Physiologischen und Angewandten Entomologie, 8, 219-247.

**Lewis T, Sturgeon DM.** 1978. Early warning of egg hatching pea moth *Cydia nigricana*. Annals of Applied Biology, 88, 199-210.

**Maucaulay EDM, Etheridge P, Garthwaite DG, Greenway AR, Wall C, Goodchild RE.** 1985. Prediction of optimum spraying dates against pea moth, *Cydia nigricana* (F.), using pheromone traps and temperature measurements. Crop Protection, 4, 85-98.

**Nicolaisen W.** 1928. Der Erbsenwickler, *Grapholita* (*Cydia*, *Laspeyresia*) sp., sein Schaden und seine Bekämpfung unter Berücksichtigung der Anfälligkeit verschiedener Erbsensorten. Kühn Archiv, 19, Halle, 196-256.

**Pittorf I, Matthes P.** 2004. Den Wickler am Wickel. dlz agrarmagazin, 4, 42-46.

**Sarwar SL.** 1973. Untersuchungen zur Biologie und Bekämpfung des Erbsenwicklers, *Laspeyresia nigricana* Steph. Dissertation an der Karl-Marx-Universität Leipzig.

- Saucke H, Balasus A, Schultz B, Brede U, Stange K.** 2004. Der Erbsenwickler (*Cydia nigricana*, Lep.: Tortricidae) als Qualitätsrisiko in Gemüseerbsen - aktuelle Probleme und Lösungsstrategien. In: Mitteilungen der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, 54. Pflanzenschutztagung, Hamburg, 20.-23. September 2004, p. 104.
- Schluz B, Balasus A, Saucke H.** 2005. Den Erbsenwickler austricksen. Bioland 09: 14.
- Schulz B, Saucke H.** 2005. Einfluss verschiedener Saattermine auf den Erbsenwicklerbefall (*Cydia nigricana* Fabr.) in ökologischen Gemüseerbsen. Ende der Nische. 1.-4. März 2005, Universität Kassel. S. 105-108.
- Stenmark A.** 1971. Studies on the pea moth (*Laseyresia nigricana* Steph.) in central Sweden I and II. Statens Växtskydanstalt, 15, 1-47.
- Wall C, Garthwaite DG, Blood Smyth JA, Sherwood A.** 1987. The efficacy of sex-attractant monitoring for pea moth, *Cydia nigricana*, in England, 1980-1985. Annals of Applied Biology, 110, 223-229.
- Wheatley GA, Dunn JA.** 1962 The influence of diapause on the time of emerge of pea moth, *Laspeyresia nigricana* (Steph.). Annals of Applied Biology, 50, 609-611.
- Wright DW, Geering QA.** 1948. The biology and control of the pea moth *Laspeyresia nigricana* Stephh..Bulletin for Entomological Resaerch, 39, 57-48.

## 7. Übersicht über alle im Berichtszeitraum realisierten Veröffentlichungen zum Projekt

### **Informationsveranstaltungen für Praktiker:**

*Fachveranstaltung der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft, der Elbtal Tiefkühlkost und der Öko-Bauernhöfe Sachsen GmbH 'Fachtag Öko-Industriegemüse', 11.01.2008, Lommatzsch. Präsentation und Diskussion der Projektergebnisse.*

*Fachveranstaltung der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft, der Elbtal Tiefkühlkost und der Öko-Bauernhöfe Sachsen GmbH 'Pflanzenschutz beim ökologischen Anbau von Industriegemüseerbsen', 11.01.2007, Lommatzsch. Präsentation und Diskussion der Projektergebnisse: Vortrag, Gunda Thöming: Aktuelle Ergebnisse zur Bekämpfung des Erbsenwicklers in Ökogemüseerbsen – Präventive Anbauplanung und Direktbekämpfung mit natürlichen Pyrethrinen.*

### **Tagungsbeiträge:**

Thöming G, Wedemeyer R, Pöllitz B, Köhler G, Saucke H 2008. Perspektiven präventiver Anbauplanung zur Regulation des Erbsenwicklers (*Cydia nigricana*) in ökologischen Gemüseerbsen. In: Mitt. Julius Kühn-Institut. 417, 56. *Deutsche Pflanzenschutztagung*, 22.09-25.09.2008, Kiel, 246.

Thöming G, Wedemeyer R, Saucke H 2008. Präventive Anbauplanung kombiniert mit bedarfsgerechtem Einsatz von Pyrethrinen zur Regulation des Erbsenwicklers (*Cydia nigricana*) in Gemüseerbsen, In: Mitt. Dtsch. Ges. Allg. Angew. Ent. 16, *Entomologentagung* in Innsbruck vom 26.02.-01.03.2007, 333-337.

Thöming G, Wedemeyer R, Pöllitz B, Rau F, Saucke H 2008. Pea moth in organic vegetable peas - risk assessment and direct control. In: Proceedings of the *IOBC wprs working group meeting 'Integrated control of field vegetables'*, 23.09.-28.09.2007, Porto, Portugal (in Druck).

Thöming G, Wedemeyer R, Saucke H 2007. Entwicklung eines Konzeptes zur Risikobewertung und Regulation des Erbsenwicklers (*Cydia nigricana*) in Gemüse- und Körnererbsen, In: Beiträge zur 9. *Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau*, 20.03.-23.03.2007, Universität Hohenheim, 301-304.

**Wissenschaftliche Zeitschriften:**

Thöming G, Saucke H (2009). Photoperiod and temperature controlling post-diapause development in pea moth (*Cydia nigricana*). *Entomologia Experimentalis et Applicata* (eingereicht).

Thöming G, Pölitz G, Kühne A, Saucke H (2009). Risk assessment of pea moth (*Cydia nigricana*) infestation in organic green peas based on spatiotemporal distribution and phenology of the host plant. *Ecological Entomology* (in prep.).