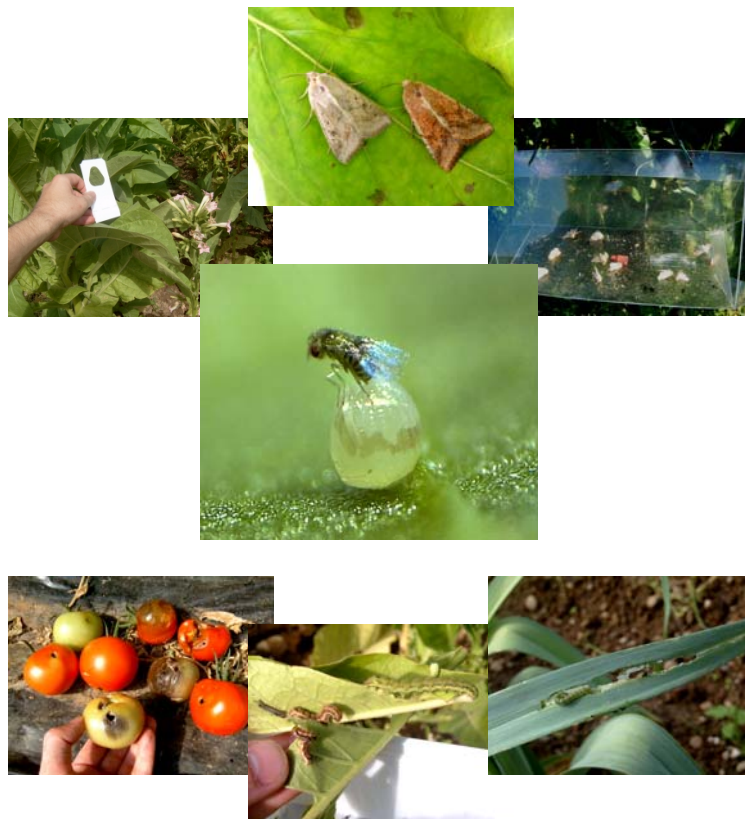

‘Schlupfwespen zur Bekämpfung eines neuen Gemüseschädlings’



Abschlußbericht
Projekt AZ 22267

‘Schlupfwespen zur Bekämpfung eines neuen Gemüseschädlings‘

Projekt AZ 22267

Abschlußbericht

Laufzeit: 01.01.2005 – 31.12.2007

verantwortl. Wissenschaftler: Dr. B. Wührer (AMW Nützlinge GmbH)
durchführender Wissenschaftler: Dr. O. Zimmermann (AMW Nützlinge GmbH)
beratende Wissenschaftler: Dr. H. Bathon, Dr. J. Huber (BBA Darmstadt) ¹

Bewilligungsempfänger:

AMW Nützlinge GmbH
Außerhalb 54
64319 Pfungstadt

Kooperationspartner:

Biol. Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA) ¹
Institut für Biologischen Pflanzenschutz
Heinrichstr. 243
64287 Darmstadt

¹ Bitte beachten Sie die Änderung des Institutsnamens ab 01.01.2008 :

Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen
Institut für biologischen Pflanzenschutz
Heinrichstrasse 243 D-64287 Darmstadt

Inhalt

1 Einleitung ... 5

2 Insektenzuchten und -herkünfte ... 6

2.1 *Helicoverpa armigera* ... 6

2.1.1 Herkunft der Zuchttiere von *Helicoverpa armigera* und Zuchtmethode ... 6

2.2 *Trichogramma*-Schlupfwespen ... 7

2.2.1 Zuchtmethode für *Trichogramma*-Schlupfwespen ... 7

2.2.2 Bestehende Zuchten von *Trichogramma* ... 8

2.2.3 Köderung und Sammlung von *Trichogramma* ... 9

2.2.4 Identifikation der *Trichogramma*-Arten ... 10

2.3 Larvalparasitoide ... 11

2.3.1 Sammlung und Zucht von Larvalparasitoiden ... 11

2.3.2 Identifikation der Larvalparasitoide ... 12

3 *Helicoverpa armigera* im Gewächshaus und im Freiland ... 12

3.1 Auftreten von *Helicoverpa armigera* in Deutschland 1975-2007 nach Literaturquellen ... 12

3.2 Monitoring des Zuflugs von *Helicoverpa armigera* und Befallsbeobachtungen ... 14

3.2.1 Monitoring des Zuflugs von *H.a.* und Befallsbeobachtungen 2003-2005 ... 14

3.2.2 Monitoring des Zuflugs von *H.a.* und Befallsbeobachtungen 2006 ... 15

3.2.3 Monitoring des Zuflugs von *H.a.* und Befallsbeobachtungen 2007 ... 18

3.3 Eiablagepräferenz von *H.a.* auf verschiedenen Kulturpflanzen ... 20

3.4 Zukünftiges Monitoring und Prognose von *H.a.* als zuwandernder Schädling ... 21

3.5 Aktuelle Einschätzung der Auswirkungen des Klimawandels auf *H.a.* ... 22

4 *Trichogramma* als Gegenspieler von *Helicoverpa armigera* ... 24

4.1 Akzeptanz von *Helicoverpa armigera* durch *Trichogramma* ... 24

4.2 Lebensdaten von *Trichogramma* ... 27

4.3 Einfluß von Extrembedingungen auf die Reproduktion von *Trichogramma* ... 29

4.4 Untersuchungen mit *Trichogramma* gegenüber Nicht-Zielorganismen ... 31

4.5 Parasitierung auf unterschiedlich behaarten Blattoberflächen ... 32

5 Käfig-, Gewächshaus- und Freilandversuche mit *Trichogramma* ... 34

5.1. Suchleistung von *Trichogramma* ... 34

5.1.2 Käfigversuche zur Suchleistung von *Trichogramma* ... 34

5.1.3 Gewächshausversuch auf Tomate zur Suchleistung von *Helicoverpa armigera* ... 36

5.1.4 Gewächshausversuch zur Bekämpfung von *Helicoverpa armigera* ... 40

5.2 Freilandversuche mit *Trichogramma*-Schlupfwespen ... 41

5.2.1 Freilassungsversuch mit *Trichogramma* in Tomate und Tabak ... 41

5.2.2 Freilassungsversuch mit *Trichogramma* an Tabakblüten mit Eiablage von *H.a.* ... 42

6 Die Brackwespe *Bracon brevicornis* als Gegenspieler von *Helicoverpa armigera* ... 43

6.1 Parasitierungsversuche mit *Bracon brevicornis* ... 43

6.2 Auswahltest mit *B. brevicornis* und verschiedenen Wirten ... 46

6.3 Käfigversuche zur Parasitierungsleistung von *B. brevicornis* ... 47

6.4 Freilassungsversuch mit *B. brevicornis* im Tabakfeld ... 48

6.5 Morphologischer Vergleich von *B. brevicornis* und *B. hebetor* ... 49

6.6 Auswahltest mit *B. hebetor* und verschiedenen Wirten ... 49

7. Zusammenfassung und Fazit ... 50

8. Literatur ... 52

9. Anhang: Veröffentlichungen, Tagungsbeiträge

1 Einleitung

Ziel dieser Projektarbeit war es, dem Praktiker eine biologische Bekämpfungsmaßnahme gegen den Gemüseschädling *Helicoverpa* (= *Heliothis*) *armigera* (*H.a.*) anzubieten. Dies umfaßt 1) die Beobachtung des Zuflugs mittels Pheromonfallen, 2) die Identifikation des Schädlings und 3) die Bekämpfung mit geeigneten heimischen Nutzarthropoden, inklusive Anwendungshinweisen zur gezielten Freilassung der in Massen gezüchteten Nützlinge. Ein Einsatz von Ei- und Larvalparasitoiden als Nützlingen wurde eingehend untersucht, und es kann abschließend eine Empfehlung für die biologische Bekämpfung dieses neuen Gemüseschädlings mit *Trichogramma*-Schlupfwespen gegeben werden.

Helicoverpa armigera, auch Baumwollkapselwurm genannt, da er in seinem Hauptverbreitungsgebiet der 'alten Welt' der wichtigste Baumwollschädling ist, gehört zur Familie der Eulenfalter (Noctuidae). In Nord- und Südamerika kommt *H.a.* nicht vor und wird dort von einer nahe verwandten Art vertreten. Über 60 Wirtspflanzen sind für *H.a.* nachgewiesen, darunter Tomate, Paprika, Kohl, Mais, Erbse, Bohne, Tabak, Sonnenblume und selbst Triebspitzen von Kiefern. Ebenso können eine Reihe von Wildkräutern gefressen werden, die ein stilles Potential für die mögliche Ausbreitung dieses Schädlings darstellen. Im Mittelmeergebiet ist *H.a.* ein etablierter Schädling. Er tritt zudem in Zentraleuropa, beispielsweise in der Tschechischen Republik und Ungarn als regelmäßiger und überwintender Schädling an Freilandkulturen auf. In Deutschland, Österreich und der Schweiz ist er jährlich als Zuwanderer nachzuweisen, Schäden treten erst in warmen Sommern auf. Diese können dann beträchtlich sein, wie sich in 2003 zeigte. Im Raum Freiburg wurden Mais, Lauch, Kohl, Tabak und Mais im Freiland massiv befallen. *H.a.* ist zur Ausbreitung auf Warmluftströme angewiesen, so dass eine zukünftige Zunahme des Befalls infolge wärmeren Klimas wahrscheinlich ist. Eine Überwinterung in Gemüsekulturen in Deutschland ist bislang nicht nachgewiesen und wird aufgrund der Temperaturansprüche des mediterran-subtropischen Schädlings im Freiland mittelfristig nicht erwartet. Eine Überwinterung im Gewächshaus ist dagegen wahrscheinlicher, wenn auch bislang kein eindeutiger Nachweis gelungen ist. Die Nachweise für *H.a.* in Deutschland nehmen seit Aufzeichnung der Wanderungen in den 1970ern stetig zu. Von Fachleuten wird *H.a.* als wichtigster Schädling unter den Wanderfaltern angesehen.

In Deutschland tritt *H.a.* zunehmend in Gewächshäusern und Folientunneln mit Tomate und Paprika auf und bedeutet für Landwirte und Pflanzenschutzberater eine neue Herausforderung. Eine Lücke in geeigneten Pflanzenschutzmaßnahmen stellt hier ein besonderes Problem dar, da in Gewächshauskulturen weitgehend ein biologischer Pflanzenschutz betrieben wird. Gegen die 'Weiße Fliege' kommt die Schlupfwespe *Encarsia formosa* zum Einsatz, Raubmilben werden gegen Spinnmilben eingesetzt. Starke Befallsherde der 'Weißen Fliege' werden gezielt mit nützlingsverträglichen Pflanzenschutzmitteln behandelt. Die Beobachtung des Zufluges, die exakte Bestimmung und nicht zuletzt eine geeignete biologische Bekämpfungsmaßnahme gegen den neuen Schädling sind erforderlich. Aufgrund seines schwer vorhersagbaren Auftretens sind viele Betriebe und auch amtliche Dienste nicht auf einen solchen Schädling eingestellt und es wird unter Umständen auf chemische Insektizide zurückgegriffen, um einen wirtschaftlichen Schaden zu verhindern. Damit sind allerdings sämtliche Nützlingseinsätze in den Betrieben gefährdet. Im Sinne einer Aufrechterhaltung der biologischen Bekämpfung von Schädlingen und der Vermeidung chemischer Insektizide, ist es erforderlich, gegen den neuen Schädling geeignete Maßnahmen zu erarbeiten.

2 Insektenzuchten und -herkünfte

Für die Versuche waren eine Reihe von Schädlings- und Nützlingszuchten erforderlich, von denen einige neu etabliert werden mußten. Auf einer Kunstfutter-Diät wurden der Zielschädling *Helicoverpa armigera* und die Kohleule *Mamestra brassicae* (als vergleichbarer heimischer Schädling) gezüchtet. Zur Prüfung der Parasitierung eines Nützlings (als Risikoabschätzung bzgl. Nichtziel-Organismen) wurde eine bereits vorhandene Zucht der Florfliege *Chrysoperla carnea* (BBA Darmstadt) genutzt. Es stand eine lebende Zuchtsammlung von Eiparasitoiden der Gattung *Trichogramma* (AMW Nützlinge) zu Verfügung. Als Zuchtfutter für beide Nützlinge dienten Eier der Getreidemotte *Sitotroga cerealella* (AMW Nützlinge). Für die Zucht und Auswahltests mit der Brackwespe *Bracon brevicornis* als Larvalparasitoiden wurden Zuchten der Mehlmotte *Epehstia kuehniella* und des Maiszünslers *Ostrinia nubilalis* unterhalten. Die Brackwespe *B. hebetor* lag in einer eigenen Laborzucht vor und wurde zusätzlich von einem Nützlingsanbieter bezogen.

2.1 *Helicoverpa armigera*

2.1.1 Herkunft der Zuchttiere von *Helicoverpa armigera* und Zuchtmethode

H.a. stand aus einer langjährigen Laborzucht der BBA zur Verfügung. Ursprünglich stammte sie 1978 von der Elfenbeinküste in West-Afrika. Während des Projektes konnte eine weitere Zuchtlinie aus Süd-Deutschland gewonnen werden.

Die Etablierung eines Zucht-systems für *H.a.* sollte für eine entsprechende Ausbeute an Eiern für die Versuche auf hohem Niveau laufen, aber auch zeit- und platzsparend eingerichtet werden. Ein geeignetes Kunstfutter auf Basis von Bohnenmehl war vorhanden (BBA Darmstadt). Es wurde eine Reihe von Zuchtbehältern für die Larven getestet, um Kannibalismus in der Zucht und Pilzbefall zu vermeiden. Die Gefahr einer Pilzinfektion (*Aspergillus niger*, *A. flavus*) war bei nicht ausreichender Luftzirkulation sehr hoch. Schließlich konnte in Kooperation mit der Abteilung für Insektenzuchten der Firma BayerCropScience (MEISNER, mdl.) eine Zucht-methode mit Einzellarven in Petrischalen (Durchmesser 6cm) etabliert werden, die den Anforderungen entsprach (Abb. 1-2).



Abb. 1-2: Zuchtssystem von *Helicoverpa armigera*: Larvenzucht in Petrischalen



Abb. 3-4: Eiablage-Behälter und Ei-Ernte von *Helicoverpa armigera*

Zur Eiablage diente Filterpapier bzw. Zellstoff als Deckel von Kunststoff-Zylindern (Abb. 3-4). Jeweils etwa 50-100 Falter pro Zylinder wurden mit Honigwasser getränktem Zellstoff angefüttert. Die Ei-Ernte wurde bei 5-8°C im Kühlschrank gelagert. Die Zuchtbedingungen im Raum betragen 24°C und 14 Stunden Licht.

2.2 *Trichogramma*-Schlupfwespen

2.2.1 Zuchtmethode für *Trichogramma*-Schlupfwespen

Die Zucht von *Trichogramma*-Stämmen folgte einem Zuchtsystem, das im Institut für Biologischen Pflanzenschutz (BBA Darmstadt) erarbeitet wurde (HASSAN 1994). In jeweils zwei 150-ml-Rollrandgläschen, die mit einem luftdurchlässigen Leinen-Deckel verschlossen wurden, konnten die einzelnen Stämme und Arten getrennt in Kunststoffschalen gezüchtet werden (Abb. 5+6). Der Wechsel der Zucht zwischen zwei Klimaschränken mit 25°C, bzw. 18°C verzögerte die Entwicklungsdauer, reduzierte somit den Betreuungsaufwand und ermöglichte eine optimale Zuchtausbeute. Alle zwei bis drei Tage wurden die Kulturröhrchen auf geschlüpfte Tiere überprüft und als Zuchtfutter frische Eikreise mit Getreidemotten-Eiern eingelegt. Die Wirtseier wurden zuvor mit pflanzlichem Tragant-Leim auf Papier geklebt. Die Parasitierung erfolgte bei 25 °C, ab 4-5 Tagen entwickelten sich die Zucht-Stämme bei 18 °C. Nach sieben Tagen wurde das parasitierte Zuchtmaterial auf ein Drittel reduziert und der Überschuss verworfen oder für die laufenden Auswahlversuche verwendet. Je nach *Trichogramma*-Art benötigte eine Generation etwa drei Wochen Entwicklungszeit. Die Massenzucht von *Trichogramma* wurde in speziellen Zuchtanlagen durchgeführt. Für kleinere Mengen hatte sich eine Zucht der Nützlinge in großen Glasröhren (30cm) bei 25°C, 75% Luftfeuchte und 16 Stunden Licht als geeignet erwiesen. Die Zuchtbetreuung erfolgte im Prinzip dem System der lebenden Zuchtsammlung von *Trichogramma*-Stämmen.



Abb.5-6: Zuchtsystem für *Trichogramma*-Schlupfwespen

2.2.2 Bestehende Zuchten von *Trichogramma*

Das Spektrum möglicher Schadlepidopteren als Zielwirte für *Trichogramma* umfaßt in Deutschland über 25 Arten (ZIMMERMANN 2004). Da die einzelnen *Trichogramma*-Arten und selbst Stämme eine unterschiedliche Anpassung an Klimabedingungen, Habitate und Wirte zeigen, ist es notwendig, im Laborversuch Stämme nach bestimmten Eigenschaften, wie in diesem Fall gegenüber *H.a.* als neuem Gemüseschädling, zu selektieren. Voraussetzung ist jedoch die Verfügbarkeit von bestehenden *Trichogramma*-Zuchtlinien in einer „lebenden“ Sammlung. Durch Zusammenlegung der ‘Stammzucht’ der BBA Darmstadt mit der betriebseigenen Stammzucht werden seit 2005 durch die AMW Nützlinge GmbH 27 Arten von *Trichogramma* (130 Stämme) gezüchtet. Sieben Arten aus Deutschland sind vertreten, in der Literatur werden etwa zehn Arten als in Deutschland heimisch geführt (Tab. 1). Die Bezeichnung der Zucht-Stämme folgt i.d.R. dem Artnamen, Herkunft und Fundjahr (z.B. CAC DE 90 O = die Art *T. cacoeciae* aus Deutschland 1990 im Obstbau geködert). „SP“ genannte Stämme sind noch nicht auf Artebene bestimmt. In der Zuchtsammlung von *Trichogramma* befanden sich bereits Stämme aus natürlich parasitierten Eiern, z.B. aus Kohlzünsler *Evergestis forficalis* („KZ“), der Kohleule *Mamestra brassicae* („K“) und dem Maiszünsler *Ostrinia nubilalis* („MZ“). Eine Liste der Arten- und Stämme, die in Zucht vorliegen ist in Tab. 1 aufgeführt. Die heimischen Arten sind hervorgehoben.

Tab. 1: Artenliste der bestehenden *Trichogramma*-Sammlung

Art	Stamm	Art	Stamm	Art	Stamm
<i>T. atopovirilia</i>	ATO CO 93	<i>T. cacoeciae</i>	CAC 1-DE 94 W	<i>T. evanescens</i>	EVA 3-DE 03 Ke
<i>T. bourarachae</i>	BOU EG 02	"	CAC 2-DE 94 W	"	EVA 1-DE 04
<i>T. boumieri</i>	BOU KE 99	"	CAC SY 98	"	EVA 2-DE 04
<i>T. bourarachae</i>	BOU PT 93	"	CAC AT 99	"	EVA 3-DE 04
<i>T. bourarachae</i>	BOU TN 02	"	CAC FR 99	"	EVA 4-DE 04
<i>T. brassicae</i>	BRA Da	"	CAC TN 02	"	EVA 1-DE 05 Ke
"	BRA Canada	"	CAC 1 -DE 05 A	"	EVA UA 04
"	BRA Da ISO	"	CAC 2 -DE 05 A	"	EVA CO 05
"	BRA FR 01	"	CAC 3 -DE 05 A	<i>T. funiculatum</i>	FUN AU 94
"	BRA IR 92	"	CAC 4 -DE 05 A	<i>T. ivelae</i>	IVE AU 94
"	BRA 1-DE 01Mz	"	CAC 5 -DE 05 A	<i>T. japonicum</i>	JAP TH 84
"	BRA 2-DE 01 Mz	"	CAC 6 -DE 05 A	<i>T. lutea</i>	LUT KE 02
"	BRA 3-DE 01 Kz	"	CAC 7 -DE 05 A	<i>T. mwanzai</i>	MWA KE 99
"	BRA 4-DE 01 Ke	"	CAC 1 -DE 06	<i>T. nerudai</i>	NER CL 99
"	BRA 5-DE 01 M	<i>T. chilonis</i>	CHI CN 93	"	NER PT 02
"	BRA 6-DE 01 M	<i>T. cordubensis</i>	COR EG 04	<i>T. nubilalis</i>	NUB CN 88
"	BRA DE 03 K	"	COR PT 93	<i>T. oleae</i>	OLE FR 02
"	BRA 1-DE 03 Ke	<i>T. dendrolimi</i>	DEN CN 97	<i>T. ostriniae</i>	OST CN 91
"	BRA DE 04 Mz	"	DEN DE 90 O	<i>T. piceum</i>	PIC MD 91
"	BRA FR 05 neo	<i>T. embryophagum</i>	EMB FR 02	<i>T. pintoii</i>	PIN PT 93
"	BRA CO 06	<i>T. evanescens</i>	EVA (Lager)	"	PIN UA 04
"	BRA 1 CO 07	"	EVA PT 93	<i>T. platneri</i>	PLA US 82
"	BRA 1 CZ 07	"	EVA DE 96 K	<i>T. pretiosum</i>	PRE CO 93
"	BRA 1 DE 07 Mz	"	EVA 1-DE 97 K	<i>T. principium</i>	PRI KG 98
<i>T. buesi</i>	BUE FR 92	"	EVA 2-DE 97 K	<i>T. semblidis</i>	SEM DE 98 K
<i>T. cacoeciae</i>	CAC DE 01 A	"	EVA 1-DE-01 Ke	"	SEM DE 01 K
"	CAC DE 66	"	EVA 2-DE-01 M	<i>T. turkestanikum</i>	TUR PT 93
"	CAC DE 83	"	EVA 1-DE 03 K		
"	CAC DE 90 O	"	EVA 2-DE 03 K		

2.2.3 Köderung und Sammlung von *Trichogramma*

Ergänzend zur bestehenden Sammlung wurde nach weiteren Schlupfwespen gesucht. In verschiedenen Habitaten wurden hierfür natürlich parasitierte Eier und Larven des Zielschädlings *H.a.* gesammelt (Tab. 2). Zur Köderung von *Trichogramma* wurden handelsübliche Freilassungskarten, auf denen nicht-parasitierte Getreidemotten-Eier aufgeklebt waren, verwendet. Die Köderung erfolgte im Frühjahr zu Beginn der Vegetationsperiode (April-Mai). An verschiedenen Standorten wurden neue *Trichogramma*-Stämme im Kohlanbau, in der Nähe zu Tabak- und Tomatenanbau, in Streuobstwiesen und im Mais geködert. Es zeigte sich, dass die Abfraßrate bei *Trichogramma*-Ködereinheiten mit fortschreitender Vegetationsentwicklung und zunehmender Aktivitäten der Räuber stark ansteigt. Auf den Karten wurden Raubwanzen, Larven von Marienkäfern, Flurfliegen und Schwebfliegen direkt beobachtet, die jedoch nur zu einem Teilverlust der Ködereier führten. Schnecken, die die ganze Karte aus Pappkarton auffraßen und Ameisen, führten in der Regel zum Totalverlust der Ködereinheiten. Selbst zum Teil abgefressene Köder konnten von *Trichogramma* erfolgreich parasitiert werden. Eine starke Prädation der Ködereier bedeutete also nicht zugleich, dass keine Parasitierung vorlag.

Tab. 2: Sammlung und Köderung von *Trichogramma* :

	Anz. paras.	Zeitraum	Kultur	Standort
Eiparasitoide				
<i>Trichogramma</i> sp.				
natürl. Eigelege	11	Juni	Kohl	Süd-Hessen
Köderkäfige	2 / 200	April-Mai	Obst	Süd-Baden
<i>Sitotroga</i> -Ei-Karten	156 / 2.800	April-Mai	Obst, Kohl, Tabak	(15 Standorte)

Im Bereich Süddeutschland wurden sonnenexponierte Standorte in die Sammlung einbezogen, da hier *H.a.* hauptsächlich auftritt und für diese klimatischen Bedingungen geeignete Gegenspieler am ehesten zu erwarten sind.

2006 konnten von 2.800 Ködereinheiten 88% wiedergefunden werden. Die Anzahl parasitierter Köder betrug 156 und ergab somit eine Parasitierungsrate der Köder von 5,6%. Schlupfproben wurden nach zwei bis drei Generationen in kleinen Probengläschen zur Bestimmung in Ethanol konserviert, bzw. tiefgefroren (-20°C). An fast allen Standorten konnten neue *Trichogramma*-Stämme geködert werden. In Tab. 3 sind die Funde nach Kulturen zusammengefasst. Im Bereich von Randstreifen mit Heckenbewuchs war *Trichogramma* am häufigsten zu ködern. Eine hohe Köderrate konnte zudem in Obstanlagen verzeichnet werden. In Wein gelangen relativ wenige, aber regelmäßige Funde, im Bereich Gemüse, der eigentlichen Zielkultur des Schädling *H.a.*, war die Köderung am wenigsten erfolgreich.

Tab.3: Verteilung der parasitierten *Trichogramma*-Köder auf die Kulturen (15 Standorte in 2006)

Kultur	„Treffer“	Standorte	Pro Standort
Gartenanlage	81	3	27
Apfel / Pflaume	48	6	8
Wein	7	2	3,5
Gemüse	1	2	0,5
Tabak	0	2	0

Die parasitierten Köder-Eier wurden in Rollrandgläschen überführt, im Labor bei 25°C und 75% Luftfeuchte inkubiert und nach dem Schlupf mit Honig-Gelatine und frischen Getreidemotten-Eiern gefüttert. Nicht alle neuen *Trichogramma*-Stämme konnten erfolgreich in eine Laborzucht überführt werden. Dieses Phänomen ist bekannt bei Arten, die den Laborwirt, in diesem Fall die Getreidemotte, nicht ausreichend akzeptieren.

2.2.4 Identifikation der *Trichogramma*-Arten

Aufgrund der geringen Größe und der Ähnlichkeit vieler *Trichogramma*-Arten musste eine genaue Bestimmung der gefundenen *Trichogramma*-Arten erfolgen. Die Unterschiede in der Morphologie des männlichen Genitalapparates wurden geprüft und als molekularbiologische Methode das ITS2-Stück der r-DNA mittels PCR auf Länge und Anzahl der Basenpaare untersucht. Zusätzlich wurden Verdauungsenzyme eingesetzt, um die Analyse zu verfeinern. Alle untersuchten *Trichogramma*-Stämme wurden an der Universität Hohenheim (MONJE, ZEBITZ, mdl) bestimmt. Abb. 7 zeigt ein PCR-Analyse-Gel zur Bestimmung von *Trichogramma*. Die Höhe der Laufbanden ist für einzelne Arten charakteristisch. Sicher bestimmte Referenz-Stämme dienten zusätzlich als Vergleich.

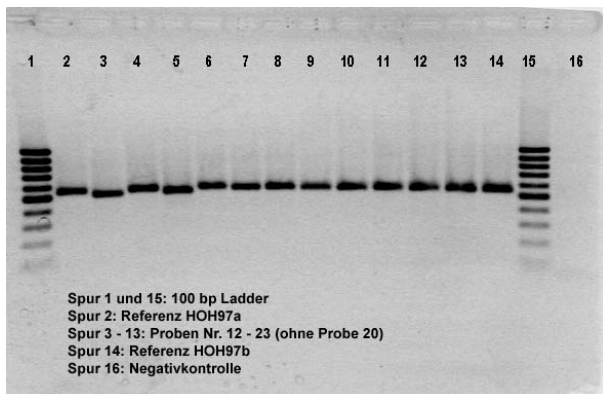


Abb. 7: PCR-Analyse-Gel zur Bestimmung von *Trichogramma*-Arten
 (Foto: Monje, Uni Hohenheim)

Die exakte Identifikation ist notwendig, um mit definierten Arten zu arbeiten und ist Voraussetzung der Qualitätssicherung und Qualitätserhaltung. Außer einer nicht ausreichenden Wirkung einer falsch eingesetzten Art sollen dadurch Faunenverfälschungen oder negative ökologische Auswirkungen beim Nützlingseinsatz ausgeschlossen werden. In Tab. 4 sind die geköderten und gesammelten *Trichogramma*-Arten aufgeführt. Vor allem wurde die Art *T. cacoeciae* gefunden, die in Obst- und Weinbau und in Heckenbereichen auftrat. In Kohl wurden *T. evanescens* (Abb. 10) und in einem Fall *T. semblidis* gesammelt. Aus Eiern der Robinienblattwespe wurde *T. aurosom* isoliert, in Mais wurde *T. brassicae* zurückgeködert.

Tab.4: Geköderte und gesammelte *Trichogramma*-Stämme 2005-2006

Geköderte Arten	Anz. Stämme
<i>T. cacoeciae</i>	150
<i>T. evanescens</i>	10
<i>T. brassicae</i>	5
<i>T. semblidis</i>	1
<i>T. aurosom</i>	1

2.3 Larvalparasitoide

2.3.1 Sammlung und Zucht von Larvalparasitoiden

Parasitierte Larven von *H.a.* und anderen relevanten Schadlepidopteren wurden über die gesamte Vegetationsperiode in den Kulturen gesucht (Tab.5).

Tab. 5: Sammlung und Köderung von Larvalparasitoiden :

	Wirte	Zeitraum	Kultur	Standort
Larvalparasitoide				
<i>Bracon brevicornis</i>	<i>Ostrinia nubilalis</i>	Juli / Aug	Mais	Dresden
<i>Campoletis</i> sp.	<i>Helicoverpa armigera</i>	Aug / Sept	Tabak	Freiburg
<i>Encyrtus</i> sp.	c.f. <i>Autographa gamma</i>	Sept	Tabak	Freiburg

Es konnte 2006 eine aus Maiskulturen gewonnene Brackwespe (SCHNEE 2006, PÖLITZ et al. 2007), die dort deutlich zur Reduktion von Maiszünslerlarven beitrug, im Labor weiter gezüchtet werden (Abb. 8). Die Art wurde als *Bracon brevicornis* bestimmt und ist laut Literatur u.a. ein Larvalparasitoid von *H.a.* (ZAKI et al. 1994, YAKTI et al. 2002). Von *B. brevicornis* konnte eine Laborzucht auf der Mehlmotte *E. kuehniella* als Ersatzwirt aufgebaut werden.

Insbesondere die Ichneumonide *Campoletis* sp. (Abb. 9), die aus Larven von *H.a.* an Tabak stammte und hohe natürliche Parasitierungsraten erreichte (2006: 17,2 % (n=29), 2006: 12,1% (n=177)), wäre für weitere Untersuchungen interessant, konnte aber nicht in einer Laborzucht erhalten werden (ZHANG et al. 2006). Die beobachteten Encyrtiden (Abb. 9) konnten ebenfalls nicht weitergezüchtet werden. Sie legen ihre Eier bereits in das Ei des Wirtes ab, entwickeln sich aber erst in der Präpuppe des Wirtes. Daher sind sie für eine gezielte biologische Bekämpfung nicht geeignet.



Abb.7: Die Brackwespe *Bracon brevicornis*



Abb. 8: *Campoletis* sp. parasitiert eine *H.a.*-Larve



Abb. 9: Encyrtiden-Massenschlupf (aus Noctuiden)



Abb.10: Parasitierte Kohleulen-Eier (*Trichogramma* sp.)

2.3.2 Identifikation der Larvalparasitoide

Bei den Larvalparasitoiden war eine Bestimmung der beobachteten Schlupfwespen mit vorliegender Literatur GOULET & HUBER (1993) und durch kontaktieren von Fachleuten möglich (ACHTERBERG, mdl.). Um die nahe verwandten Brackwespen-Arten *B. brevicornis* und *B. hebetor* sicher voneinander zu differenzieren, wurden morphologische Vergleiche und Auswahltests mit dem Angebot verschiedener Wirtslarven gleichzeitig durchgeführt (Kap. 6.5 und 6.6).

3 *Helicoverpa armigera* im Gewächshaus und im Freiland

3.1 Auftreten von *Helicoverpa armigera* in Deutschland 1975-2007 nach Literaturquellen

Der Zuflug von *H.a.* nach Deutschland ist vor allem für Baden-Württemberg sehr gut dokumentiert. Nach Beobachtungen, die den zuständigen Ämtern mitgeteilt wurden, tritt *H.a.* seit Jahrzehnten regelmäßig auf, zunehmend im Zusammenhang mit Fraßschäden. Von den Schädlingen unter den Wanderfaltern, die in Deutschland auftreten, ist *H.a.* am häufigsten vertreten.

Ein Zitat aus dem Standardwerk der Lepidopteren Baden-Württembergs (ULLRICH 1999) unterstreicht die Ausnahmestellung von *H.a.*: "In welchem Prozentsatz sich unter den Freiland-Falterfunden als Raupe eingeschleppte oder hier geschlüpfte Tiere verbergen, ist nicht zu bestimmen. Auffallend ist jedoch, dass im Gegensatz zu anderen Wanderfaltern die Zahl der *H.a.* - Meldungen in den letzten Jahrzehnten nicht abgenommen hat. Im Gegenteil: die Art wurde erst im 20. Jahrhundert regelmäßiger nachgewiesen."

Die Beobachtungen der Pflanzenschützer werden ergänzt durch Wissenschaftler und interessierte Laien, die das Auftreten von Wanderfaltern beobachten. Beobachtungen von *H.a.*, die im Internet veröffentlicht werden (Quelle: www.science4you.de), zeigen seit 1998 einen regelmäßigen Zuflug, hauptsächlich entlang des Rheingrabens in den Südwesten Deutschlands. *H.a.* ist über die letzten Jahre in allen Bundesländern beobachtet worden. Eine Übersicht der Flugdaten von 1998-2007 (166 Meldungen) über das Jahr aufgetragen, zeigen übereinstimmend mit den bereits recherchierten Daten aus Baden-Württemberg einen Hauptflug Mitte August und ein Auftreten bis Ende Oktober (Abb. 11). Die frühen Funde Ende April / Anfang Mai sind auf Einschleppungen (Jungpflanzen, Schnittblumen) zurückzuführen. In diesem Zeitraum wäre zukünftig ein möglicher Schlupf überwinternder *H.a.* im Gewächshaus zu erwarten. Im Freiland dürfte ein Schlupf der Falter aufgrund der kühlen Temperaturen nicht vor Juni / Juli zu erwarten sein, wie dies in 2005 in einer Einzelbeobachtung mit *H.a.* als 'Balkonüberwinterung' im Stadtbereich nachgewiesen wurde.

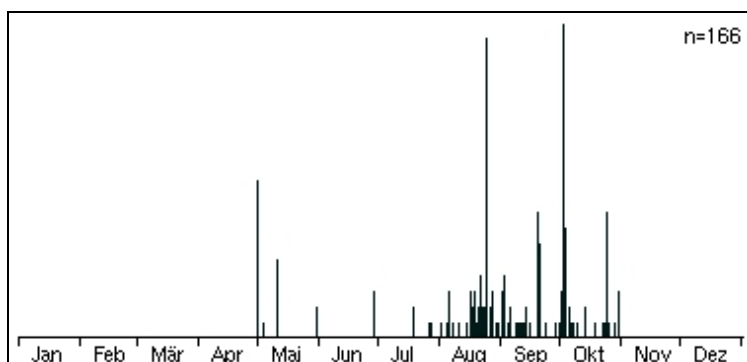


Abb. 11: Flugdiagramm nach Monaten für *H.a.* in Deutschland 1998-2007
(Quelle: www.science4you.de)

Eine Darstellung der Flugdaten auf einer Karte von Deutschland zeigt einen Zuflug hauptsächlich aus dem Südwesten (Abb. 12). Am oberen Rheingraben konzentrieren sich die Funde. Die Ausbreitung scheint bevorzugt über Flusstäler zu erfolgen.

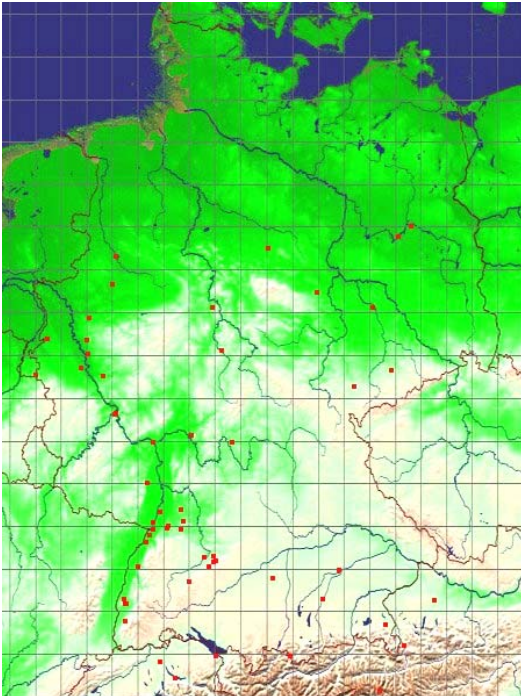


Abb. 12: Flugdiagramm für *H.a.* in Deutschland 1998-2006
(Quelle: www.science4you.de)

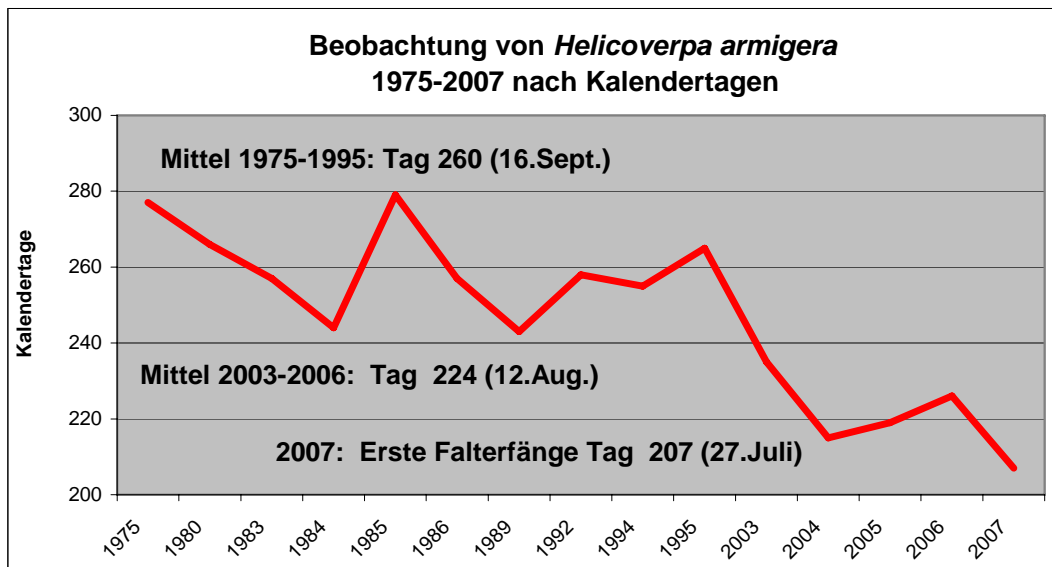


Abb.13: Vergleich der frühesten Beobachtungstermine von *H. armigera* 1975-2007

Abb. 13 zeigt eine grafische Zusammenstellung der frühesten Beobachtungstermine von *H.a.* in Deutschland. Von den verfügbaren Fundmeldungen wurden nur die mit exakter Angabe von Datum und nur Freilandfunde, nicht aber Pflanzenimporte, berücksichtigt STEINER (1997). Der recherchierte Datenumfang mit knapp 40 Meldungen gibt einen interessanten Trend über die vergangenen 30 Jahre wieder. Der erste

Beobachtungstag für einen Zuflug von *H.a.* lag von 1975-1995 im Mittel bei Kalendertag 260 (16. September). Von 2003-2006 lag das Mittel bei Kalendertag 224 (12. August). Schließlich konnte für den Bereich Freiburg i. Br. im vorliegenden Projekt 2007 ein Erstnachweis von zugeflogenen *H.a.* bereits am Kalendertag 207 (27. Juli) erfolgen. Damit hat sich das Auftreten des Schädlings in den vergangenen 32 Jahren bereits um über eineinhalb Monate von Mitte September zu Ende Juli verschoben. Diese Entwicklung korreliert mit der Zunahme des Temperaturmittelwertes der Vegetationsperiode im Oberrheingraben überein.

3.2 Monitoring des Zuflugs von *H.a.* und Befallsbeobachtungen

3.2.1 Monitoring des Zuflugs von *H.a.* und Befallsbeobachtungen 2003-2005

2003 wurde ein starker Zuflug von *H.a.* registriert. Südlich von Freiburg wurden Tomaten in mehreren Gewächshaustunneln (SELZ, mdl.) und im Freiland Mais, Tabak und Lauch geschädigt (BÜHLER, mdl.). Der Befall war in einigen Tabakfeldern so stark, dass ein Totalverlust entstand und die eingesetzten Mähgeräte „voll von Larven“ waren (SCHWÄR, mdl.). In der Südpfalz wurden Schäden an Rosenkohl beobachtet (BRAND, mdl.). Obwohl es ein auffälliges und außergewöhnliches Ereignis war, wurde das Massenaufreten von *H.a.* 2003 leider nicht fachlich dokumentiert. 2004 wurde ein Befall in einem Tomaten-Folientunnel an der südhessischen Bergstraße beobachtet (BRAND, mdl.). Durch eine Schadensbonitur nach bereits erfolgten Bekämpfungsmaßnahmen konnte ein Befall von deutlich mehr als 10% aller Früchte ermittelt werden. Ein Raupenfraß ab dem 13.07. konnte jedoch nicht eindeutig nur auf *H.a.* zurückgeführt werden, da auch *Autographa gamma* als Schädling auftrat. Eingesammelte Larven waren bereits am 3. August verpuppt (BRAND, mdl.), was auf einen Zuflug zu Beginn Juli schließen läßt. Zwei Pheromonfallen in dem etwa 150m langen Tunnel waren jedoch nicht fängig, und es wurden in Bodenproben im August 2004 keine verpuppten *H.a.* gefunden (ZIMMERMANN, mdl.). In 2005 wurde in der Nähe von Freiburg von einem Befall in einem Tomatentunnel berichtet (BÜHLER, mdl.). Da ein sofortiger Bekämpfungseinsatz gegen die Larven mit Insektiziden erfolgte, waren eingehende Untersuchungen der Befallsstellen nicht mehr möglich. In beiden Fällen wurde die Entwicklung von einzelnen Larven bis zum Falter beobachtet und *H.a.* sicher bestimmt. Weitere Meldungen zum Zuflug von *H.a.* erfolgten 2005 trotz Versenden von 20 Pheromonfallen an eine Reihe von Pflanzenschutzberatern im süddeutschen Raum nicht.



Abb. 14: Pheromonfalle bei Tomaten, Freiburg 2005 Abb.15: Schadbild an Tomaten, Südhessen 2004

3.2.2 Monitoring des Zuflugs von *H.a.* und Befallsbeobachtungen 2006

2006 wurde bei Freiburg im Kerngebiet des Massenzufluges von 2003 von amtlicher Seite auf einer bereits älteren Befallsstelle entwickelte *H.a.*-Larven an Tabak beobachtet. Am 15. August wurde der erste Pheromonfallenfang von *H.a.* in einem Tomaten-Folientunnel beobachtet, der im Vorjahr befallen war. Ein Fraßschaden an Tomate konnte aber in 2006 nicht festgestellt werden. Mitte September wurde ein Befall in Tabak etwa 2 km südlich bekannt. Da er nicht bekämpft wurde, konnte der Schaden eingehender untersucht werden. Im Feld wurde eine Befallsbonitur an 10 x 25 Pflanzen vorgenommen (Abb. 16). Der Befall an den Tabakpflanzen war nicht einheitlich über das Feld verteilt, sondern tendenziell im Randbereich und im süd-westlichen Bereich stärker, wo ein Befall von mehr als 50% vorlag. An vielen Pflanzen war lediglich ein Blattfraßschaden ohne aktive Larven festzustellen. Die Befallsstellen im Tabak konzentrierten sich auf den oberen Pflanzenbereich, oft waren die Blüten direkt betroffen und in einigen Fällen wurden die Stängel miniert, so dass die Blüten umknickten. In der Regel war Blattfraß festzustellen. An einer Befallsstelle wurden maximal bis zu vier Larven beobachtet. Kleinere Tabakpflanzen von nur 0,5 m Höhe waren durch den Fraßschaden deutlich stärker geschädigt. Hier zeigte sich, welche Auswirkungen ein Befall an Tabak zu einem früheren Zeitpunkt, z.B. bereits Mitte Juli, haben könnte. Vereinzelt wurden unmittelbar neben angefressenem Tabak Fraßstellen an *Galinsoga parviflora* (Franzosenkraut), das als Beikraut im Feld auftrat, festgestellt.

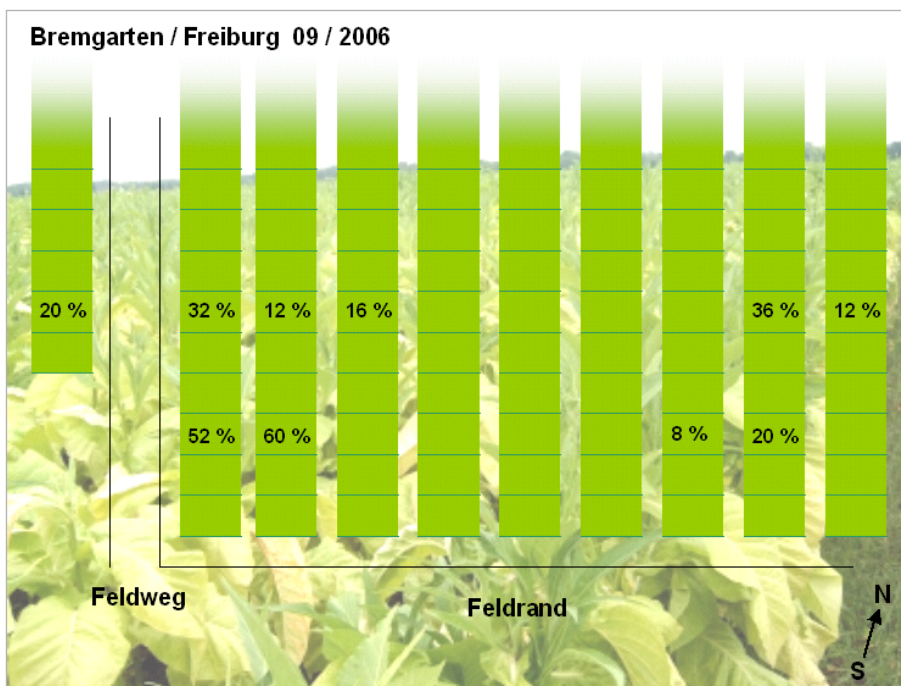


Abb.16: Befallsbonitur eines Tabakfeldes in Bremgarten / Freiburg 2006 (% befallene Pflanzen / 25)

Vom Ei (Einzelfund in 1,60m Höhe auf der Blattunterseite) bis zum letzten Larvenstadium traten alle Entwicklungsstadien auf. Die Auswertung der Larvengrößen in einer 1. Bonitur (Tab. 6) zeigte, dass mehr als 50% der Raupen bereits weit entwickelt waren. Nur etwa 21% 'kleine Larven' wurden gefunden, somit lag der Zeitpunkt der stärksten Eiablage bereits einige Wochen zurück. Bei der zusätzlichen Sammlung von Larven für die Laborzucht (2. Bonitur) bestätigen sich diese Anteile der Larvengrößen. Damit war belegt,

dass hier über einen Zeitraum von mehreren Wochen kontinuierlich Eiablage durch *H.a.* erfolgte. Die Beobachtungen von letzten Larvenstadien Mitte September lässt auf eine Eiablage vor 4-6 Wochen im Bereich Anfang August schließen. Die Anzahl beobachteter Larven stand in deutlichem Missverhältnis zur Anzahl befallener Pflanzen. Im Schnitt kamen auf eine befallene Tabakpflanze 0,5 Larven. Berücksichtigt man, dass bei bestehendem Befall in der Regel 1, in etwa einem Drittel der Fälle aber 2-3 und selten sogar 4 Larven / Pflanze beobachtet wurden, kann davon ausgegangen werden, dass zum Boniturzeitpunkt bereits viele Larven abgewandert und verpuppt waren. Um etwa 200 Larven für den Aufbau einer Laborzucht einzusammeln war das Absuchen von etwa 1.750 Tabakpflanzen erforderlich.

Tab. 6: Bonitur von Fraßschaden, Larvengrößen und Parasitierung von *H.a.* in Tabak (September 2006)

1. Bonitur			Larven					
Probe-Nr.	Anz. Pflanzen	Befall	klein	Mittel	groß	Tot	par.	Ind. / Befall
1	25	13	0	2	2	0	2	0,5
2	25	3	2	0	2	0	0	1,3
3	25	15	2	4	4	1	2	0,9
4	25	4	0	0	1	0	0	0,3
5	25	5	0	0	3	0	0	0,6
6	25	3	0	0	0	0	0	0,0
7	25	2	1	0	0	0	0	0,5
8	25	9	1	0	3	1	1	0,7
9	25	8	0	1	0	0	0	0,1
10	25	5	0	1	0	0	0	0,2
Gesamt / Anteile	250	26,8%	20,7%	27,6%	51,7%	6,9%	17,2%	0,5
Probe-Nr.	Anz. Pflanzen	Befall	klein	Mittel	groß	tot	par.	Ind. / Befall
2. Bonitur			35	37	105	0	15	-
Gesamt / Anteile	Ca. 1.500	-	19,8%	20,9%	59,3%	0,0%	12,1%	-

Obwohl bei Stichproben in der oberen Bodenschicht des stärksten Befalls keine Puppen beobachtet werden konnten, ist davon auszugehen, dass sich bereits ein Teil der ersten Generation verpuppt hatte. Es wurden zudem bereits Larven mittlerer Größe (etwa L3-4) an Tabakblättern beobachtet. Eine Beobachtung der Adulten mit Lichtfalle in der folgenden Woche ergab keinen Nachweis. Jedoch konnten mit zwei Pheromonfallen am Feldrand in der Folge Falterflüge von männlichen *H.a.* nachgewiesen werden. Von 14.-17.09. wurden 8 Falter beobachtet, vom 18.09.-05.10 weitere 19. Damit wurde für Mitte September der Schlupf einer zweiten Generation oder ein weiterer Zuflug nachgewiesen. In der Laborzucht dauert die Entwicklung vom Ei bis zum Falter bei 25-27°C etwa 4-5 Wochen. Unter Berücksichtigung der Entwicklungszeiten für die Larven und Puppen von *H.a.* unter Freilandbedingungen könnte ein Zuflug deutlich vor dem Pheromonfallenfund vom 15. August stattgefunden haben.

Benachbarte Tabakfelder zeigten nur vereinzelte Fraßschäden an den Feldrändern. Saatmais in unmittelbarer Nähe war nicht betroffen. Auf der gegenüberliegenden Straßenseite zur Pheromonfalle (etwa 200m entfernt) wurde über zehn Reihen hinweg eine befallene Lauchpflanze mit ausgewachsener Larve festgestellt. Etwa 0,5 Kilometer weiter war ein weiteres Tabakfeld betroffen. Hier war der Befall schwächer, jedoch wurden ebenfalls auffällig unterschiedlich weit entwickelte Larvenstadien nebeneinander beobachtet.

Etwa 12-17% der Larven von *H.a.* waren von Schlupfwespen der Gattung *Campoletis* (Ichneumonidae) parasitiert, die als Endoparasitoide im 3.-4.Larvenstadium auftreten und einen charakteristischen Kokon neben der leeren Larvenhülle von *H.a.* ausbilden (Abb.17). Neben *H.a.* kamen vereinzelt weitere Eulenfalter (c.f. *Autographa gamma*) vor. Davon waren zwei Larven von Encyrtiden (Abb. 18) parasitiert, wodurch aus der Präpuppe kurz vor ihrer eigentlichen Verpuppung hunderte kleine Schlupfwespen ausschlüpfen.



Abb. 17: Kokon von *Campoletis* sp. an *H.a.*-Larve



Abb. 18: Noctuiden-Präpuppe, befallen von Encyrtiden



Abb. 19 Gesamtsicht Tabakfeld



Abb. 20: Pheromonfalle am Feldrand



Abb. 21: Pheromonfallen-Klebfläche mit *H.a.*



Abb. 22: Schadbild an Tabakblättern



Abb.: 23: Minierfraß (Stängelumbruch)



Abb.: 24: Eiablage auf Blattunterseite

Die Abb. 19-24 geben einen Überblick zur Befallssituation durch *H.a.* in Tabak am Standort Bremgarten / Freiburg in 2006. Von dem aus Tabak isolierten Zuchtstamm von *H.a.* wurden in den ersten Generationen die Zuchtdate detailliert aufgenommen. Aus den im Freiland eingesammelten 212 Raupen konnten 124 Falter gezüchtet werden, davon 48 Männchen, 74 Weibchen. Von der Eiablage dieser 74 Weibchen wurden in der ersten Generation Larven im Labor 1068 Larven gewonnen. Die Verpuppungsrate lag bei 91,5%, der Weibchenanteil bei 48,1%. Über einen Zeitraum von etwa 12 Tagen schlüpfen 91,8% der Puppen. Die eingesammelten Larven verpuppten sich im Labor bei 25°C bis zum 24.09. zu 75%. Am 02.10. schlüpfen erste Weibchen, die ersten männlichen Falter schlüpfen vier Tage später. Schließlich war der Schlupf am 20.10. beendet (Abb. 25).

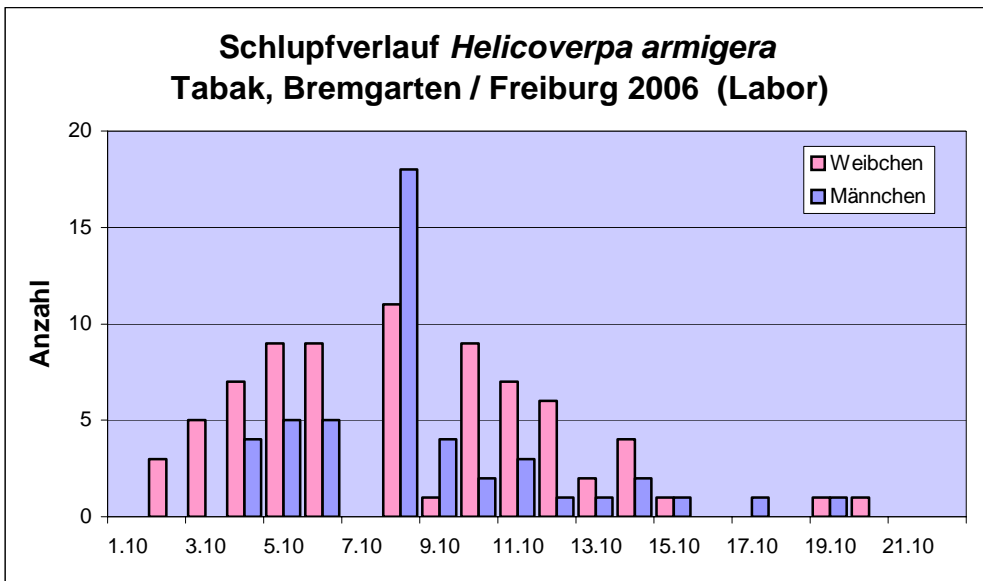


Abb. 25: Schlupfverlauf der im Tabakfeld eingesammelten Larven von *H. armigera* im Labor (25°C, 65% rh)

3.2.3 Monitoring des Zuflugs von *H.a.* und Befallsbeobachtungen 2007

2007 wurde die Beobachtung des Zuflugs von *H.a.* ausgeweitet. Zur Überwachung der Falter von *H.a.* wurde bei Bremgarten eine Lichtfalle aufgestellt. Bis Ende Oktober konnten aber, entgegen gleichzeitiger Pheromonfallenfänge, keine Falter von *H.a.* mit der Lichtfalle beobachtet werden, weder männliche noch weibliche. Weibliche Falter konnten interessanterweise außer aus den im Labor weiter gezüchteten Larven

in 2006 in keinem Untersuchungsjahr beobachtet werden. Zur Steigerung der Attraktivität der Lichtfalle wurden Astbündel von Schwarzpappel eingesetzt, da chinesische Wissenschaftler über eine geschlechtsunabhängige attraktive Wirkung von Schwarzpappelextrakt (*Populus nigra* (Salicaceae)) hinsichtlich *H.a.* berichtet hatten (LI et al. 2005). Ebenso soll der Duft von *Tagetes* sp. (Asteraceae) attraktiv wirken. Beide Pflanzenarten wurden zusammen mit einer Lichtfalle im Freiland zur Beobachtung weiblicher Falter von *H.a.* eingesetzt. Eine geeignete Lockwirkung durch diese Pflanzen beim Monitoring von *H.a.* konnte auch bei direkter Beobachtung in der vorliegenden Untersuchung nicht festgestellt werden.

Im Bereich Bremgarten / Freiburg wurden ab Ende Juli insgesamt 13 Pheromonfallen in der Nähe von den Kulturen Tomate, Tabak und Mais betreut (Abb. 27). Weitere Pheromonfallen wurden an Pflanzenschutzberater und gefährdete Betriebe gesandt. Entsprechend der Prognose aus der Vorjahresbeobachtung konnten 2007 bereits am 27. Juli erste männliche Falter in einer Pheromonfalle gefangen werden (Abb. 26). Nach aktueller Recherche ist dies der früheste bekannte Nachweis des Zufluges von *H.a.* seit Aufzeichnung der Flugdaten. Bemerkenswert war, dass neben zwei Tomatengewächshäusern Pheromonfallen in nur 5m Entfernung Falterflug anzeigte, jedoch keine Larven in diesen Gewächshäusern auftraten. Es besteht bei *H.a.* offensichtlich eine starke Präferenz für den Tabak als Wirtspflanze. Mit den Pheromonfallen konnten im Unterschied zu 2006 nur bis Mitte August 2007 ein Falterflug beobachtet werden. Im September 2006 konnte noch vereinzelter Flug festgestellt werden. Die Entwicklung einer 2. Generation wie in 2006 wurde in 2007 nicht beobachtet. Weitere Befallsstellen wurden durch persönliche Gespräche bekannt, so trat *H.a.* im konventionellen Mais (KWS, mdl.), im Süßmaisbau (HIPP, mdl.) und am Bodensee im Gemüseanbau (BÜHLER, BARBI, mdl.) auf.

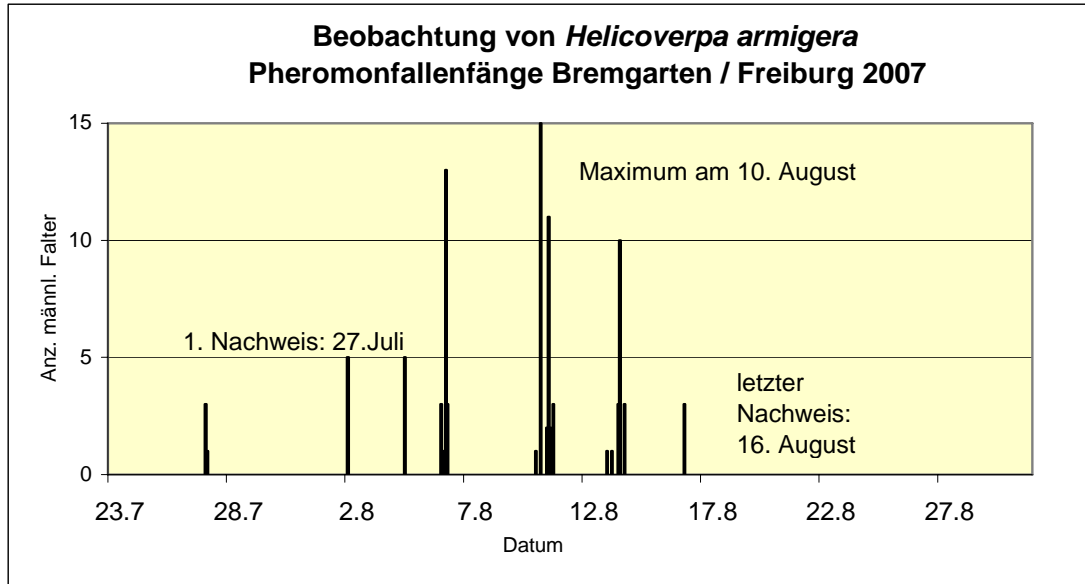


Abb. 26: Pheromonfallenfänge in Bremgarten / Freiburg 2007

Etwa eine Woche nach der ersten Beobachtung von Faltern in einer Pheromonfalle wurden erste Eiablagen festgestellt. Auffällig war übereinstimmend mit den Beobachtungen 2006, dass der Blütenbereich für die Eiablage bevorzugt wurde. Die Eiablage und Larvalentwicklung war August 2007 vergleichsweise gering und nur mit hohem Bonituraufwand festzustellen (Tab. 7). Entsprechend wurde nach intensiver Suche eine Woche nach Flugbeginn die erste Eiablage bonitiert. Sie beschränkte sich 2007 jedoch auf den Tabak. Weder im benachbarten Saatmais, noch an Tomate konnte trotz mehrerer umfangreicher Stichproben

Eiablage beobachtet werden. Es traten dort auch in den folgenden Wochen keine Larven auf. Unmittelbar neben den Fallen wurden Stichproben in den Tabakfeldern bonitiert. Die Gewächshaustunnel mit Tomaten bei Auhof 1 und Selz wurden ebenfalls beobachtet und blieben 2007 über die gesamte Saison befallsfrei. Die ersten Eiablagen im Tabak Anfang August beschränkten sich auf den Beobachtungspunkt Auhof 2. An anderen Standorten konnten vereinzelt Eiablagen bonitiert werden, die jedoch Mitte August durch den kulturbedingten Schnitt der Tabak-Blüte reduziert wurden. Dadurch entwickelten sich nur vereinzelt Larven. Mitte August konnte im Bereich Bremgarten zunehmender Befall mit Larven festgestellt werden. An Standort Tabak 1 war in 2007 kein Befallsdruck wie 2006 zu beobachten. Insgesamt beschränkte sich der Befall sehr auf einzelne „Nester“, was die Bonituren erschwerte.

Tab.7.: Bonituren der Eiablage, Kotstellen und des Larvenbefalls im Tabak (Bremgarten / Freiburg 2007)

Datum	1.8			4.8			14.8			21.8		
Standort	Eier	Kot	Larven	Eier	Kot	Larven	Eier	Kot	Larven	Eier	Kot	Larven
Nussbaum	-	-	-	0 /50	0/150	0/150	0 /50	7/150	5 /150	0 /50	4/150	15 /150
Kirsche	-	-	-	-	-	-	0 /50	4/150	0 /150	0 /50	3/150	10 /150
Tabak 1	-	-	-	0 /200	1/150	0 /150	0 /200	4/150	3 /150	0 /200	1/150	0 /150
Tabak 2	-	-	-	0/50	0/150	0/150	0/50	12/150	6 /150	1 /50	1/150	4 /150
Robinie	-	-	-	0/50	0/150	0/150	0/50	2/150	0/150	0/50	0/150	0/150
Auhof 1 *	-	-	-	0/50	0/150	0/150	7 /50	20/150	24 /150	(1) /50	10/150	3 /150
Auhof 2	12/ 200	0/150	0 /150	4 / 150	7/150	12/150	15/ 150	5/150	18/150	-	7/150	12/150
Buche	-	-	-	-	-	-	0/50	0/150	0/150	0/50	4/150	4/150
Selz *	-	-	-	-	-	-	0/50	0/150	0/150	0/50	0/150	0/150
Tunsel	-	-	-	-	-	-	0/50	3/150	2/150	0/50	3/150	2/150
Befall	12	0	0	4	8	12	22	57	58	2	33	50
Pflanzen	200	150	150	650	900	900	750	1.500	1.500	700	1.500	1.500

* zusätzliche Bonituren der Tomatentunnel (in 2007 befallsfrei)

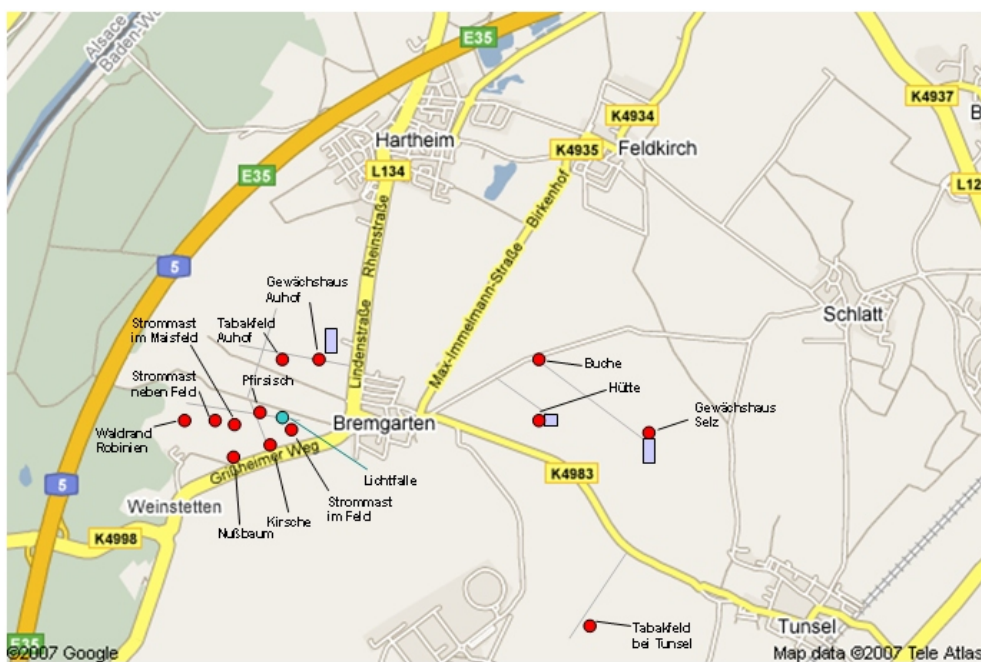


Abb.27 : Pheromonfallen-Standorte zum Monitoring von *H. armigera* in Bremgarten / Freiburg in 2007

Es wurde dazu übergegangen, in den freien Zeilen der Tabakfelder die Pflanzen abzulaufen und eine Sichtbonitur auf Kotkrümel unterhalb der Blüten auf etwa 1,50m Höhe durchzuführen. Bei Beobachtung von Kot wurde gezielt nach Larven gesucht. Zusätzlich wurden in Stichproben von je 50 Pflanzen an den Standorten die Blütenbereiche nach Eiablage abgesucht. Durch diese Boniturmethode konnten einige der unregelmäßig in den Feldern verteilten Befallsherde ausgemacht werden. Ein bekämpfungswürdiger Befallsdruck durch *H.a.* lag 2007 im Raum Freiburg nicht vor und ein mit 2006 vergleichbarer Schaden blieb auch in der scheinbar bevorzugten Kultur Tabak aus.

3.3 Eiablagepräferenz von *H.a.* auf verschiedenen Kulturpflanzen

Auf Basis der Feldbeobachtungen deutete sich für *H.a.* eine tendenzielle Bevorzugung von Tabak gegenüber anderen Kulturpflanzen, beispielsweise Tomaten, an. Es wurde daher ein Käfigversuch zur Eiablagepräferenz von *H.a.* durchgeführt. Zum Vergleich kamen Tabak, Tomate, Paprika sowie als Wirtspflanzen aus Afrika Okra und Baumwolle. In einem Gewächshauskäfig (1x1x2m³) wurden fünf getopfte Pflanzen von etwa 30 cm Höhe (ohne Blüten oder Früchte) randomisiert um eine zentrale Freilassungsstelle von drei begatteten Weibchen gestellt. Über fünf Tage wurde die Eiablage täglich bonitiert. Der Versuch wurde dreimal wiederholt. Die prozentuale Verteilung der Eiablage auf den verschiedenen potentiellen Wirtspflanzen sind in Abb. 28 dargestellt.

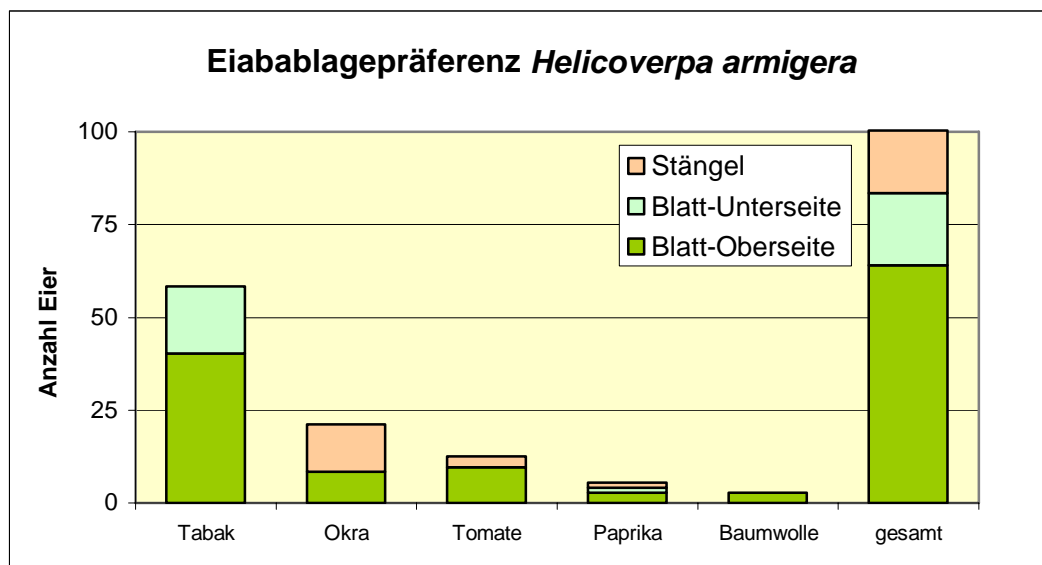


Abb. 28: Eiablagepräferenz von *H. armigera* bei Angebot von fünf Wirtspflanzen

Auf Tabak wurden fast 60% der Eier abgelegt und dort hauptsächlich auf die Blattoberseite. Auf Okra wurden etwa 20% der Eier abgelegt, davon mehr als die Hälfte am Stängel. Auf Tomate wurden 13% der Eier, zumeist auf der Blattoberseite gelegt, schließlich folgten Paprika und Baumwolle, die eine geringere Attraktivität für *H.a.* zeigten. Die Blattoberseiten wurden für die Eiablage zu mehr als 60% bevorzugt. Zu etwa gleichen Teilen von je 20% wurden die Blattunterseite und die Stängel zur Eiablage genutzt, wobei der hohe Anteil der Eiablage am Stängel von Okra diese Beobachtung einseitig verschiebt. An Baumwolle und Tabak wurden keine Eier an den Stängeln beobachtet. Bei Tomate und Paprika wurde nur vereinzelt an die Stängel abgelegt.

3.4 Zukünftiges Monitoring und Prognose von *H.a.* als zuwanderndem Schädling

Als Beobachtungsstrategie für den Oberrheingraben / Raum Freiburg schlagen wir vor, den zentralen Befallsort, der jährlich angefliegen wird, mit 3-4 Pheromonfallen jährlich Juli bis Mitte September zu überwachen. Zusätzlich sollten Betriebe, in denen sicher bestätigter Befall durch *H.a.* in den letzten Jahren auftrat, überwacht werden. Für eine effektive Bekämpfung von *H.a.* mit *Trichogramma*-Schlupfwespen ist eine Terminierung der Eiablage von grundsätzlicher Bedeutung. 2007 wurde ein Vorflug der männlichen Falter beobachtet. Damit steht bei einer Beobachtung von *H.a.* mit Pheromonfallen genügend Zeit zur Verfügung, einen Einsatz von Nützlingen zu planen und termingerecht durchzuführen.

Da eine Überwinterung bis auf eine Einzelbeobachtung im Stadtbereich (Quelle: www.science4you.de) bisher noch nicht nachgewiesen wurde und auch Überwinterungsversuche im Rahmen des vorliegenden Projektes nicht erfolgreich waren, ist eine frühere Beobachtung derzeit nicht erforderlich. Dennoch sollte Raupenfraß an Gemüse in den Monaten Juni und Juli dem jeweiligen Schädling exakt zugeordnet werden, um ein früheres Auftreten oder eine mögliche Überwinterung von *H.a.* in Zukunft rechtzeitig zu beobachten.

Über den Untersuchungszeitraum von drei Jahren wurde am Standort Bremgarten / Freiburg ein jährlicher Zuflug von *H.a.* beobachtet. Nach Auskunft des lokalen amtlichen Pflanzenschutzdienstes war *H.a.* hier seit 2003 in ununterbrochener Folge jedes Jahr zumindest im Tabak nachzuweisen. Die Befallsstärke schwankte, und nicht jedes Jahr waren Tomaten im Gewächshaustunnel befallen. Die Präferenz für Tabak konnte durch Gewächshausversuche bestätigt werden. Die Attraktivität des Standortes Bremgarten liegt wahrscheinlich in der geographischen Lage dieses Befallsgebietes im Oberrheingebiet, südöstlich des Kaiserstuhls. In diesem Einfluggebiet wurden 2007 etwa 50 ha Tabak angebaut. Diese günstige Konstellation macht das Untersuchungsgebiet zu einem geeigneten Vorwarngebiet für ein Auftreten von *H.a.* in Südwestdeutschland.

Es besteht bei der Erfassung des Auftretens von *H.a.* mittelfristig weiterhin das Problem, dass der neue Schädling nicht immer erkannt wird, bzw. aufgrund seines Quarantänestatus nicht gemeldet wird. Viele Meldungen zum Auftreten von *H.a.* ergaben sich erst im persönlichen Gespräch. Eine Broschüre mit Bestimmungsmerkmalen zum Abschluß des Projektes soll dem aktiv entgegen wirken und eine weitere Zunahme der Meldungen von *H.a.* bewirken. Wichtig ist vor allem, lebendes Belegmaterial zu sichern, um eine exakte Bestimmung von *H.a.* durchführen zu können.

Ein Massenzuflug wie 2003 konnte während des Projektzeitraumes nicht festgestellt werden. Das sporadische und nestartige Auftreten von *H.a.* erschwerte die Untersuchungen und machte einen direkten Bekämpfungseinsatz von *H.a.* durch *Trichogramma*-Schlupfwespen im Feld oder Gewächshaus nicht möglich. Daher wurden in den Untersuchungen unter Punkt 6. 'Freiland- und Gewächshausversuche' künstlich ausgebrachte Ködereier verwendet und zusätzliche Gewächshausversuche durchgeführt. Entgegen zunächst schlechter Ergebnisse bzgl. der Fängigkeit der Pheromonfallen in Gewächshausversuchen hat sich herausgestellt, dass die Freilandanwendung sehr gut funktionierte. Ein Fallenstandort im Windschatten eines Tomatengewächshauses wurde nach zwei Wochen ohne Fänge, durch ein Umsetzen um 100m auf die Freifläche innerhalb des nächsten Tages fängig. Es war auffällig, dass die richtige Wahl des Fallenstandortes entscheidend für eine ausreichende Lockwirkung des Pheromons ist.

Auch für die Kontrolle von *H.a.* in Gewächshäusern empfehlen wir einen Beobachtungspunkt auf einer Freifläche außerhalb der Gewächshausanlage.

3.5 Aktuelle Einschätzung der Auswirkungen des Klimawandels auf *H.a.*

Auf den UN-Konferenzen zum Klimawandel in 2005 und 2006 wurde auf die Zunahme von landwirtschaftlichen Schädlingen hingewiesen, die durch den Klimawandel ihr Verbreitungsgebiet erweitern könnten. Aufgrund des milden Winters wurde 2006 in den Medien verstärkt über den globalen Klimawechsel berichtet. Nach einer Reihe von Studien und Prognosen sind weltweit in einem Zeithorizont von 10-15 Jahren 1,8-4,5°C Erwärmung zu erwarten. Im aktuellen Weltklimabericht der UNO sind sich Experten nach zurückhaltenden Schätzungen einig, dass in den nächsten 30 Jahren ein Anstieg um mindestens 0,7°C zu erwarten sei. Auch im Untersuchungsgebiet lässt sich diese Veränderung nachweisen. Zwischen 1870-1950 und selbst bis 1990 waren die Niederschläge gleichmäßig über den Sommer verteilt. Im Sommer 2006 zeigte sich eine extreme Wetterlage, die für unsere Breiten nicht typisch war. Es traten starke Niederschläge im Juni und August auf, hingegen waren Juni und Juli außergewöhnlich trocken (Abb.29). Ein solcher Wandel der Wetterlage hin zu trockenen, warmen Sommern wird mittelfristig das Auftreten von *H.a.* fördern.

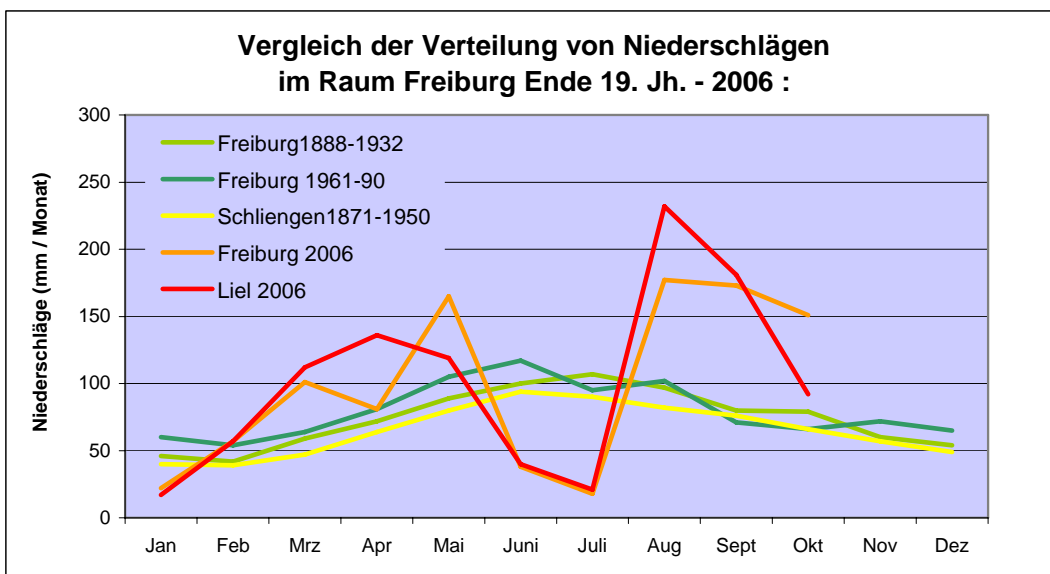


Abb.29: Klimawandel: Asymmetrische Verschiebung extremer Niederschlagsperioden im Raum Freiburg (verändert nach Huger 2006)

Ein Vergleich der Wetterdaten der letzten Jahre an einem aktuellen Beispiel für Süddeutschland zeigt, dass die mittleren Temperaturwerte ansteigen. Es ergeben sich durch das neue Wetterprofil bereits erhebliche Probleme, z.B. bei der Bekämpfung des Maiszünslers. Flugverlauf und Eiablage sind in den letzten Jahren ungewöhnlich verändert und schwieriger vorhersagbar, und es trat lokal eine zweite Generation des Schädlings auf. In Freiburg lag das langjährige Mittel von 1960-1991 im Zeitraum April bis Oktober bei 15,5°C. Die Abweichung von diesem Mittelwert lag zwischen 1992-1996 bei +0,5°C, 1997-2001 bei +0,8°C und schließlich verdoppelte sich die Abweichung von 2002-2006 auf +1,6°C. Eine Verschiebung des ganzjährigen Vorkommens von *H.a.* im Mittelmeerbereich und in Osteuropa, z.B. Süd-Ungarn, verkürzt die Zuwanderungswege, so dass mit einem immer früheren Zuflug zu rechnen ist, wie es bereits in der Schweiz

beobachtet wird (Burger, mdl). In den Gewächshäusern könnte *H.a.* mittelfristig aufgrund milder Winter eine Überwinterung gelingen. Dann würde der neue Schädling bereits im Mai / Juni in Deutschland auftreten. Das stellt die Landwirte z. B. im Tabak vor völlig neue Probleme, da hier aufgrund fehlender oder vernachlässigbarer Schädlinge bislang keine Pflanzenschutzmaßnahmen erforderlich sind. Neben dem Zünsler könnte sich im Mais außer dem erwarteten Ausbreiten des Maiswurzelbohrers zusätzlich *H.a.* zu einem Problemschädling entwickeln. In Südfrankreich tritt *H.a.* bereits als stärkster Schädling in Saatmais-Betrieben auf. Somit werden zukünftig zusätzliche Monitoringmaßnahmen und eine Bekämpfungsstrategie für drei Mais-Schädlinge mit entsprechendem logistischem Aufwand erforderlich. Durch *H.a.* sind im Gemüsebereich neben den Gewächshauskulturen von Paprika und Tomate auch Gemüse im Freiland gefährdet, u.a. Kohl, Bohnen und Lauch. Vereinzelt tritt *H.a.* bereits an Zierpflanzen wie Chrysanthemen im Gewächshaus auf (Bühler, mdl.), in 2006 und 2007 wurde Befall an Rosenzuchten im Raum Stuttgart gemeldet (Albert, mdl.).

4 *Trichogramma* als Gegenspieler von *Helicoverpa armigera*

Die Gattung *Trichogramma* wird als weltweit wichtigste Gruppe natürlicher Gegenspieler von Schädlingen im Pflanzenschutz genutzt. Es werden etwa zehn Arten zur biologischen Bekämpfung von Schadlepidopteren in wichtigen Kulturen wie Mais, Baumwolle, Zuckerrohr, im Obst- und Weinbau, sowie im Forst eingesetzt. Die Bestimmung der biologischen Eigenschaften und die Massenproduktion von *Trichogramma*-Arten mit Hilfe des Ersatzwirtes *Sitotroga cerealella* ermöglichte eine erfolgreiche Anwendung im Pflanzenschutz. Der Einsatz hat sich in Deutschland stetig ausgeweitet (HASSAN & WÜHRER 1997, ZIMMERMANN 2004). Auswahlversuche im Labor dienen als Basis für einen erfolgreichen Praxiseinsatzes von *Trichogramma* gegen neue Schädlinge wie *H.a.* (HASSAN 1994).

Von den heimischen Arten werden derzeit vier kommerziell gegen verschiedene Schädlinge bzw. Schädlingsfamilien eingesetzt (Tab. 8). Diese Arten, bzw. die verwendeten Stämme zeigen Präferenzen für gewisse Schädlingsfamilien, sowie Anpassungen an bestimmte Kulturen und Klimaverhältnisse.

Tab. 8: Kommerzieller Einsatz von *Trichogramma*-Arten in Deutschland

Art	Stamm	Einsatzbereich	Zielschädlinge
<i>T. brassicae</i>	BRA Da	Mais	Zünsler (Crambidae, Pyralidae)
<i>T. cacoeciae</i>	CAC D 90 O	Obst, Wein	Wickler (Tortricidae)
<i>T. dendrolimi</i>	DEN D 90 O	Obst, Wein	Wickler (Tortricidae)
<i>T. evanescens</i>	(Kohl-Stamm)	Gemüse	Eulenfalter (Noctuidae)
<i>T. evanescens</i>	(Lager-Stamm)	Vorrat	'Lebensmittelmotten' (Pyralidae, u.a.)

Für *H.a.* als Eulenfalter kommen hauptsächlich die Arten *T. evanescens* und *T. brassicae* in die engere Auswahl. In den folgenden Auswahltests werden jedoch auch andere in Deutschland heimischen Arten und ihre Stämme getestet. Als Referenz wird zudem die international gegen *H.a.* kommerziell eingesetzte Art *T. pretiosum* untersucht. *T. pretiosum* ist nicht in Europa heimisch und steht somit für eine mögliche Freilassung in Deutschland nicht zur Verfügung.

4.1 Akzeptanz von *Helicoverpa armigera* durch *Trichogramma*

Die unterschiedliche Akzeptanz von Schadlepidopteren durch *Trichogramma*-Arten ist aus verschiedenen Studien belegt (Wührer & Hassan 1993). In der vorliegenden Versuchsreihe wurde die Akzeptanz von *H.a.* durch verschiedene *Trichogramma*-Arten und -Stämme geprüft. In diesem Auswahltest konnten die Parasitierungsrate, das Geschlechterverhältnis und die Schlupfrate der Ei-Parasitoide bei *H.a.* als Wirt bestimmt werden. Zur Untersuchung der Akzeptanz wurden maximal 24 Stunden alte, begattete *Trichogramma*-Weibchen aus der Zuchtsammlung entnommen und ihnen in 100ml-Rollrandgläsern mindestens 60 Eier des Zielschädling zur Parasitierung angeboten (Abb. 30 und 31).

Als einmalige Futtergabe diente ein Tropfen Honig-Gelatine. Die Eikärtchen wurden vor den Versuchen jeweils durch eine einstündige UV-Bestrahlung sterilisiert, um eine Zerstörung der Eigelege durch Kannibalismus der nicht parasitierten L1-Larven zu verhindern. In jeweils 15 Wiederholungen wurden Einzelweibchen geprüft (Abb. 32 und 33). Im Deckelbereich aller Röhrchen, die in einer großen Plastikschale (20 cm x 35 cm) eingelegt wurden, diente feuchtes Papiertuch der Erhöhung der Luftfeuchte auf mindestens 65 %. Die Versuchsdauer lief bis zum Tod der untersuchten Tiere (ca. drei bis vier Tagen, nach Eintrocknen des Futtertropfens). Am Versuchsende wurden die parasitierten Eier bis zum Schlupf der Folgegeneration inkubiert. 14 Tage später erfolgte die Bonitur auf Parasitierungsleistung, Schlupfrate und Geschlechterverhältnis. Die Klimabedingungen lagen bei 25°C, mit >65 % rLF und 16:8 Stunden Licht.

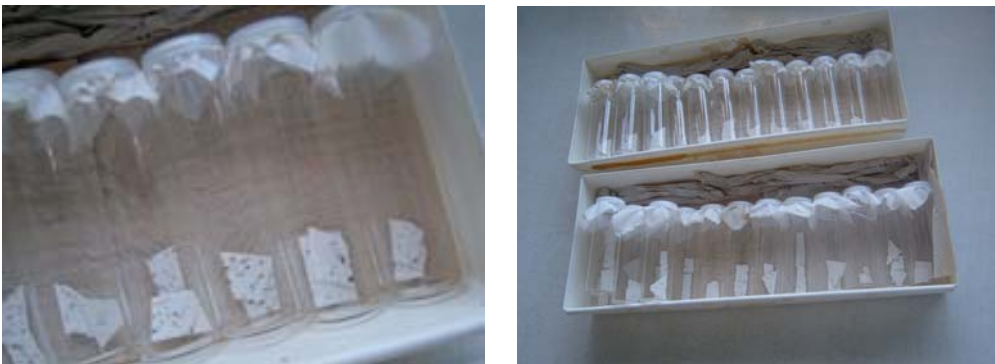


Abb. 30+31: Akzeptanztest mit *Trichogramma*-Einzelweibchen gegenüber *Helicoverpa armigera*

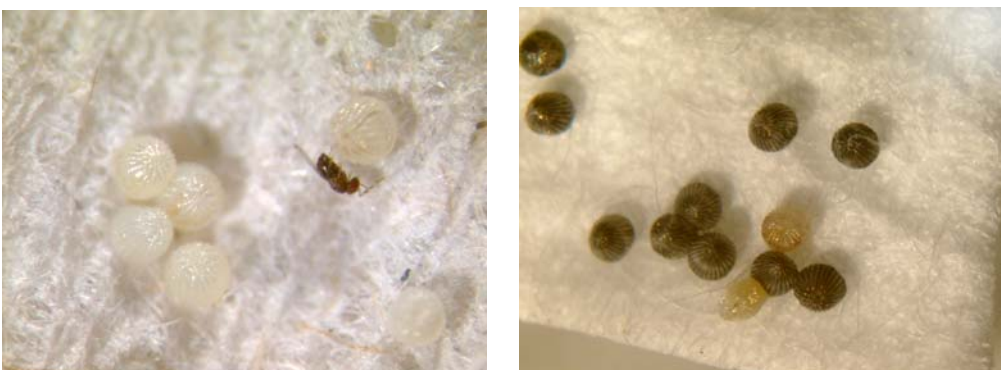
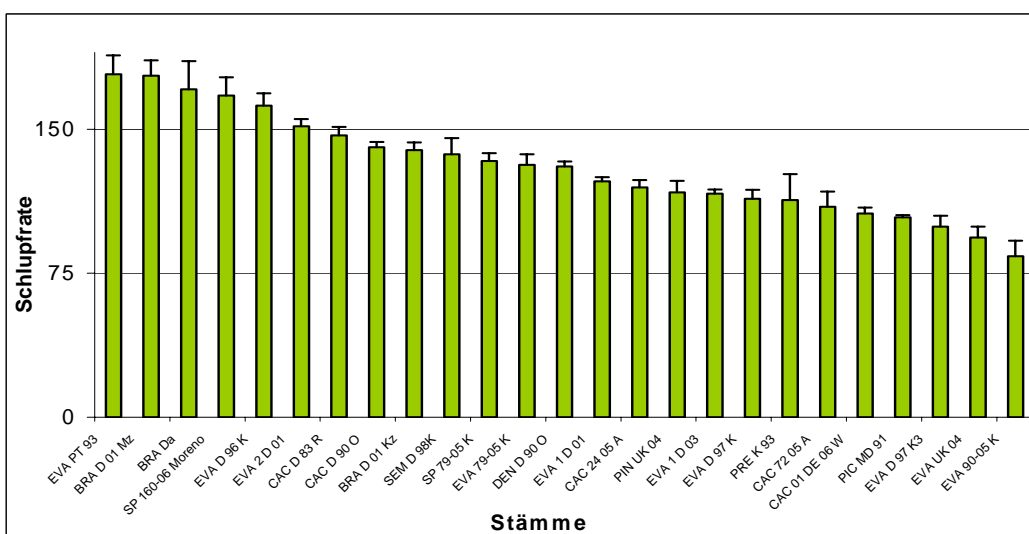
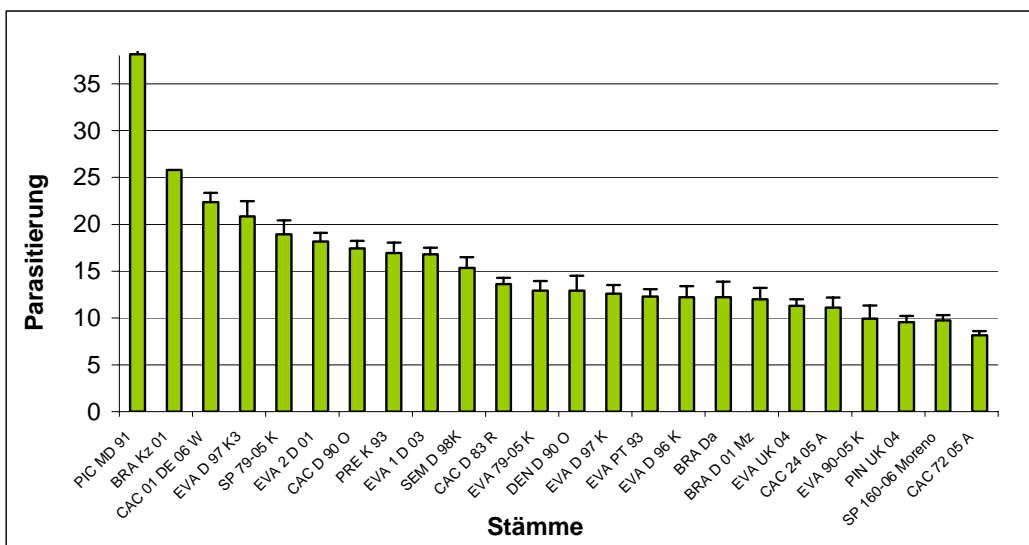


Abb. 32+33: Parasitierung von *Helicoverpa armigera* durch *Trichogramma*

Die untersuchten *Trichogramma*-Stämme zeigten bezüglich Wirtseiern von *H.a.* sehr unterschiedliche Parasitierungsleistungen. Im Akzeptanztest (Abb.34-36) erreichte PIC MD 91 mit 38 Eiern deutlich die

höchste Parasitierungsrate. In der Akzeptanz folgte danach *T. brassicae* (BRA KZ 01) aus Kohlzünsler mit 25 Eiern. Ein 2006 neu geköderter Stamm von *T. cacaoeciae* aus Wein (CAC DE 01-06) folgte mit 22, *T. evanescens* aus Kohl (EVA D 97 K) mit 21, danach ein weiterer neuer Stamm aus Kohl 2005 mit 18 Eiern. Die 'internationale Referenz' *T. pretiosum* lag bei 17 parasitierten Eiern. Es gab ein breites 'Mittelfeld' von Stämmen, die *H.a.* parasitierten, jedoch keine auffallende Akzeptanz zeigten. Diese Stämme mit geringerer Akzeptanz von 13 und weniger parasitierten Eiern sind u.a. *T. dendrolimi*, weitere Stämme von *T. brassicae*, *T. evanescens* und Köderungen von *T. cacaoeciae* aus Obstanlagen.

Bei der ermittelten Schlupfrate lag eine Reihe von Stämme bei über 1,5 Nachkommen / Wirtsei, d.h. es schlüpften aus einigen Eiern zwei *Trichogramma* in der Folgegeneration. PIC MD 91 und CAC 01 DE 06 W liegen mit nur wenig mehr als 1,0 Nachkommen / Wirtsei relativ schlechter, sind aber bei dem weit wichtigeren Faktor Weibchen-Anteil mit 94% bzw. 100% bei den besten Stämmen zu finden. Von den höchsten Parasitierungsraten bei *H.a.* liegt BRA Kz 01 als bester Stamm von *T. brassicae* bei 1,4 Nachkommen / Wirtsei und 74% Weibchenanteil, der beste Stamm von *T. evanescens* war EVA D 97 K bei 1,0 Nachkommen / Wirtsei mit 63% Weibchenanteil.



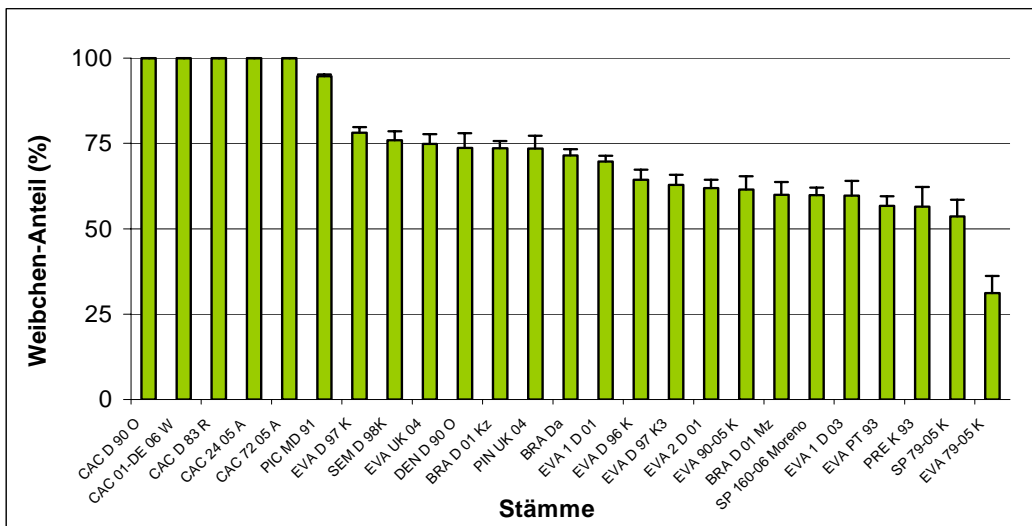


Abb. 34-36: Akzeptanz von *Helicoverpa*-Eiern durch *Trichogramma*-Stämme
 Vergleich von Parasitierungsrate, Schlupfrate und Weibchen-Anteil (MW \pm SE)

Die mitteleuropäische Art *T. piceum* zeigte bei einem Überangebot von Wirtseiern mit 38 Eiern deutlich die höchste Parasitierung von *H.a.*. Solange jedoch kein Nachweis von *T. piceum* für Deutschland vorliegt, darf diese Art nicht im biologischen Pflanzenschutz verwendet werden. Nachweise in Moldawien und Norditalien zeigen, dass die Art zentraleuropäisch verbreitet sein dürfte und ein Vorkommen in Deutschland wahrscheinlich ist. Hier zeigt sich am konkreten Beispiel, dass die Köderung neuer Arten und Stämme von grundlegender Bedeutung ist.

Im Vergleich zu *T. pretiosum* als 'internationale Referenz' zeigten mehrere heimische *Trichogramma*-Stämme eine höhere Akzeptanz von Eiern des Zielschädlings *H.a.*. Aus der vorliegenden Versuchsreihe lassen sich für weitere Prüfungen von *Trichogramma* unter diesen Testbedingungen folgende Qualitätsparameter für sehr gut geeignete Stämme gegenüber dem neuen Schädling *H.a.* ableiten: a) eine Parasitierungsrate von mehr als 20 *H.a.*-Eiern, b) eine Ausbeute von 1,5 Individuen pro Wirtsei, c) ein Weibchen-Anteil von mindestens 70% .

4.2 Lebensdaten von *Trichogramma*

Zum Vergleich ihrer Kapazität wurden *Trichogramma*-Stämme auf ihre tägliche Parasitierungsleistung und ihre Lebensdauer unter dem Einfluß unterschiedlicher Temperaturbedingungen bei 20°C, 25°C und 30°C untersucht. Temperatureinflüsse auf die Leistung von *Trichogramma*-Arten wurden von ABERA et al. (2002) beispielhaft anhand der Lebensdaten ermittelt. 13°C sind als limitierende untere Temperaturschwelle für die Weiterentwicklung beschrieben, über 30°C überleben i.d.R. nur *Trichogramma*-Arten aus warmen Klimazonen über einen längeren Zeitraum. In Gewächshäusern in Deutschland können im Sommer Temperaturen von über 30°C für den Nützlingseinsatz von Bedeutung sein.

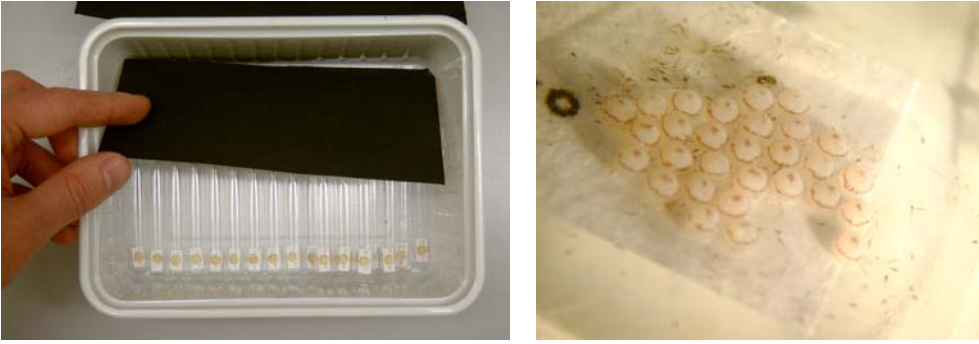
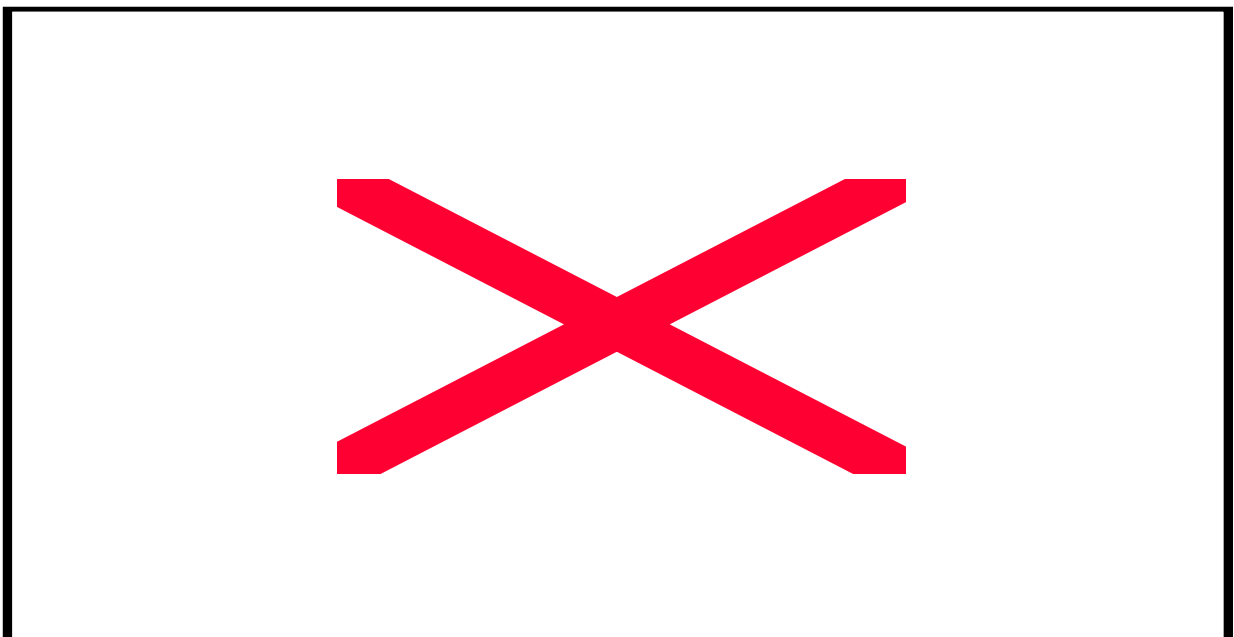


Abb. 37+38: Untersuchung der Lebensdaten von *Trichogramma*-Stämmen mit Einzelweibchen

Die Untersuchungen wurden mit Einzelweibchen in Einmalkulturröhrchen ($1 \times 4 \text{ cm}^3$) durchgeführt (Abb. 37-38). In jeweils 15 Wiederholungen wurden angebotene Wirtseier mit einem Tropfen Honig-Gelatine täglich ausgewechselt und bei der jeweiligen Temperaturstufe inkubiert ($> 65\%$ Luftfeuchte, 12 Stunden Licht). Im Folgenden wird auf die Ergebnisse zu den Überlebensraten eingegangen (Abb. 39-41).



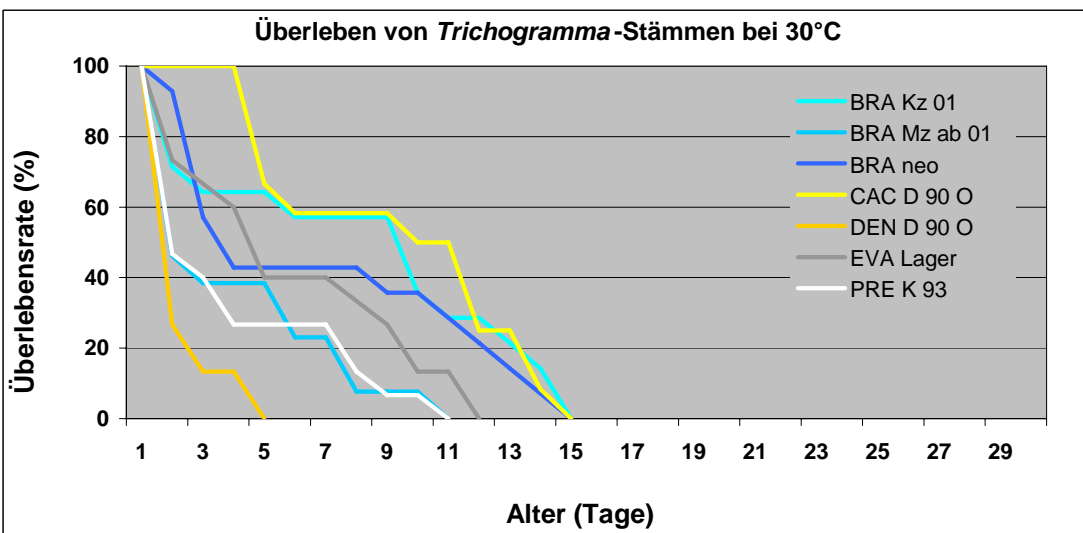
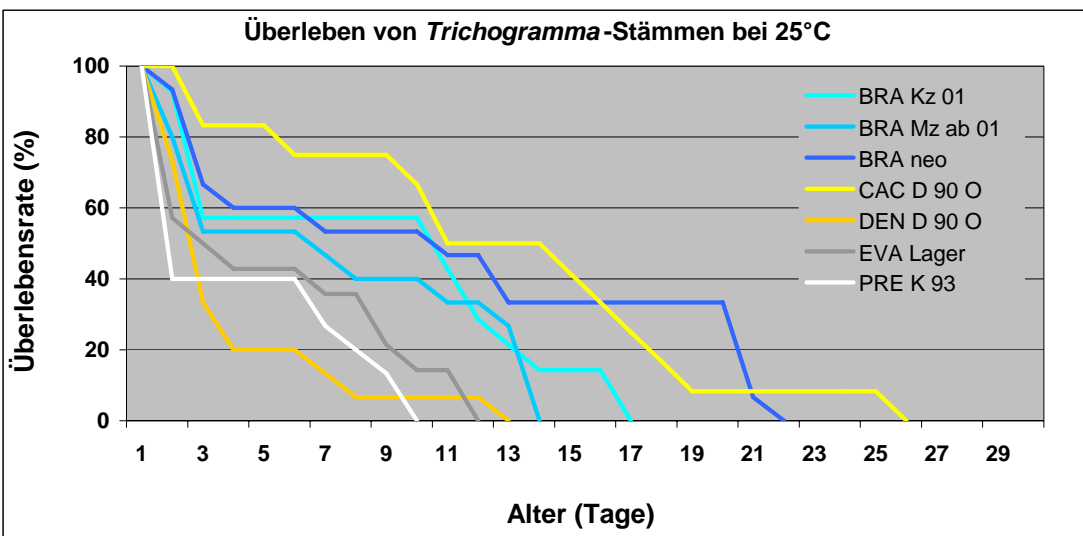
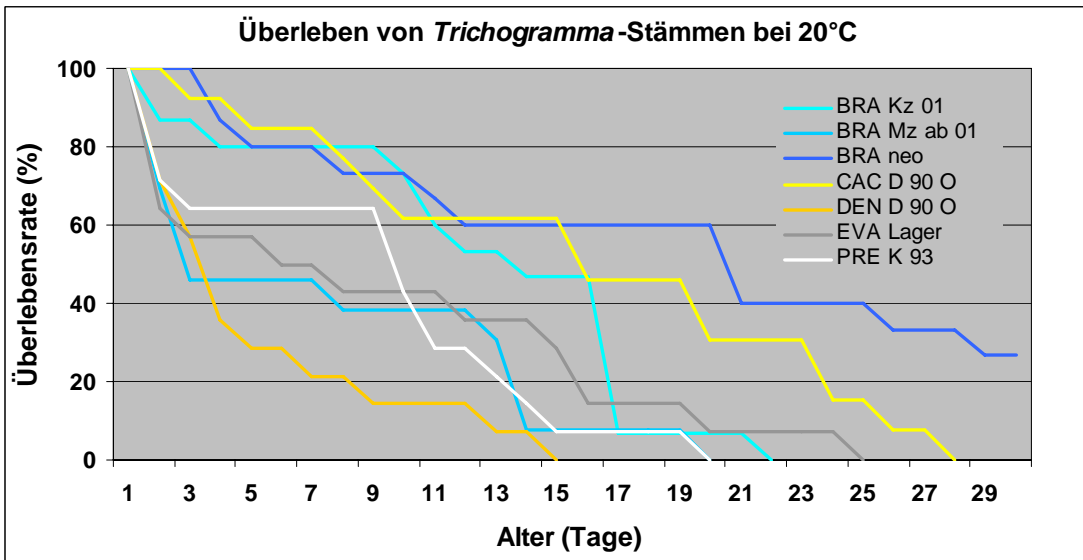


Abb. 39-41: Vergleich der Überlebensraten von *Trichogramma*-Stämmen bei 20°C, 25°C und 30°C

Bei allen Temperaturstufen fallen als langlebige Stämme BRA neo, BRA Kz 01 und CAC D 90 O auf. Bei 20°C erreicht BRA neo über 35 Tage maximale Lebensdauer. BRA Mz 01 als weiterer Vertreter der Art *T. brassicae* weist nur eine durchschnittliche Überlebensrate auf. Lediglich bei CAC D 90 O bleiben bei 30°C über einen Zeitraum von drei Tagen alle Individuen am Leben. Entgegen allen anderen untersuchten

Stämmen zeigte BRA Kz 01 eine übereinstimmende Überlebensrate für 25°C und 30°C und somit eine mögliche Eignung für den Einsatz gegen *H.a.* unter sehr warmen Gewächshausbedingungen.

Auffällig ist, dass PRE K 93 als Referenz für *T. pretiosum* im Vergleich mit den anderen Stämmen nur eine mittlere bis schlechte Position einnimmt. Von den kommerziell verwendeten Stämmen zeigt DEN D 90 O eine besonders kurze Lebensdauer, was für eine praktische Anwendung ein stark limitierender Faktor ist.

Für die Suchleistungstests und praxisnahe Versuche im Gewächshaus können die beiden heimischen Stämme von *T. brassicae* und der Stamm von *T. cacoeciae* in die engere Wahl einbezogen werden.

4.3 Einfluß von Extrembedingungen auf die Reproduktion von *Trichogramma*

Ein Lebensstapel-Test wurde in leichter Abwandlung zu den Untersuchungen in 4.2 mit der Art *T. brassicae* (BRA Da) bei 25°C und 30°C durchgeführt. Die angebotenen Eier wurden alle zwei Tage gewechselt und die Lebensdauer täglich bonitiert. Ermittelt wurden Parasitierung, Schlupfrate und Weibchen-Anteil.

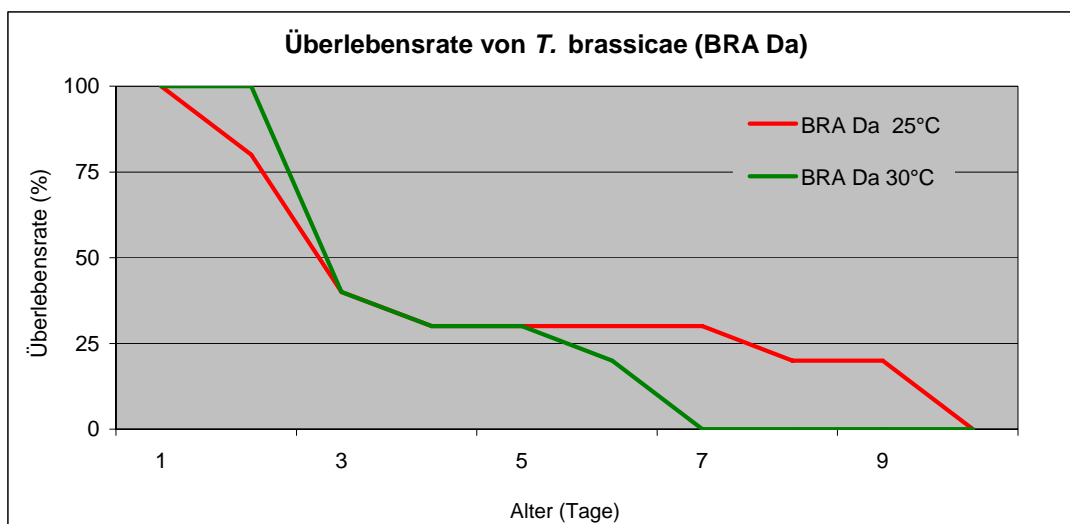


Abb. 42: Überlebensraten von *T. brassicae* bei 25°C und 30°C

Die Überlebensraten der geprüften *T. brassicae* war bei 30°C deutlich geringer als bei 25°C. Während bei 25°C einzelne Weibchen noch bis zu 9 Tage überlebten, waren es bei 30° nur noch 6 Tage. Die weiteren Lebensdaten (Abb. 42-45) von BRA Da zeigten über den Zeitraum von einer Woche einen gleichmäßigen Rückgang der Parasitierungsleistung, ebenso abhängig von der Höhe der Temperatur. Die Schlupfrate lag bei 25°C über den gesamten Versuchszeitraum sehr hoch und es wurde eine Ausbeute von 1,5 Nachkommen / Wirtsei erreicht, bei 30°C nahm die Schlupfrate stetig ab. Ebenso wurde beobachtet, dass sich bei 30°C der Weibchen-Anteil verringerte.

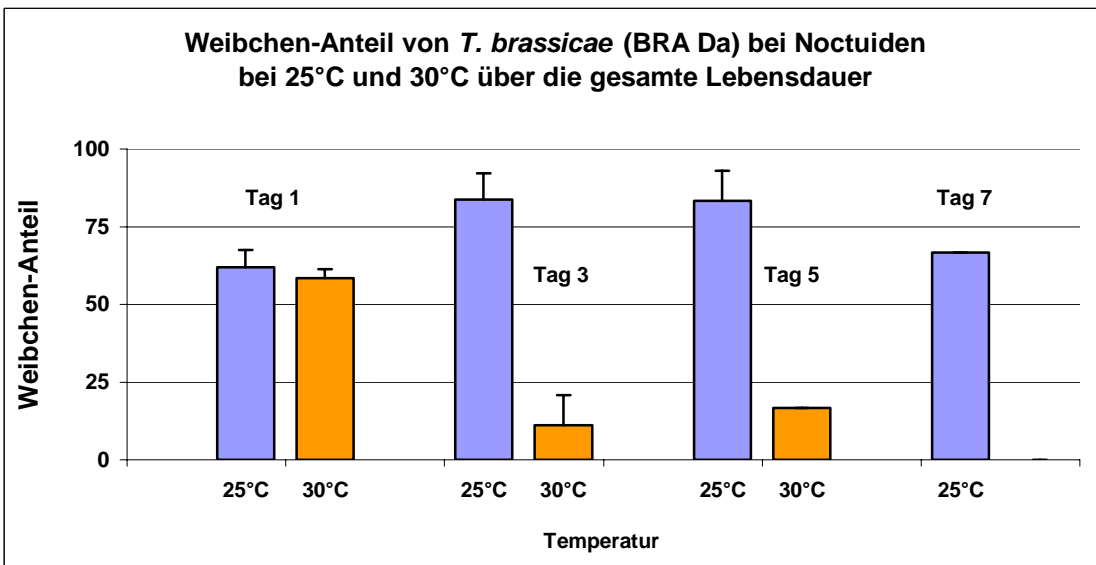
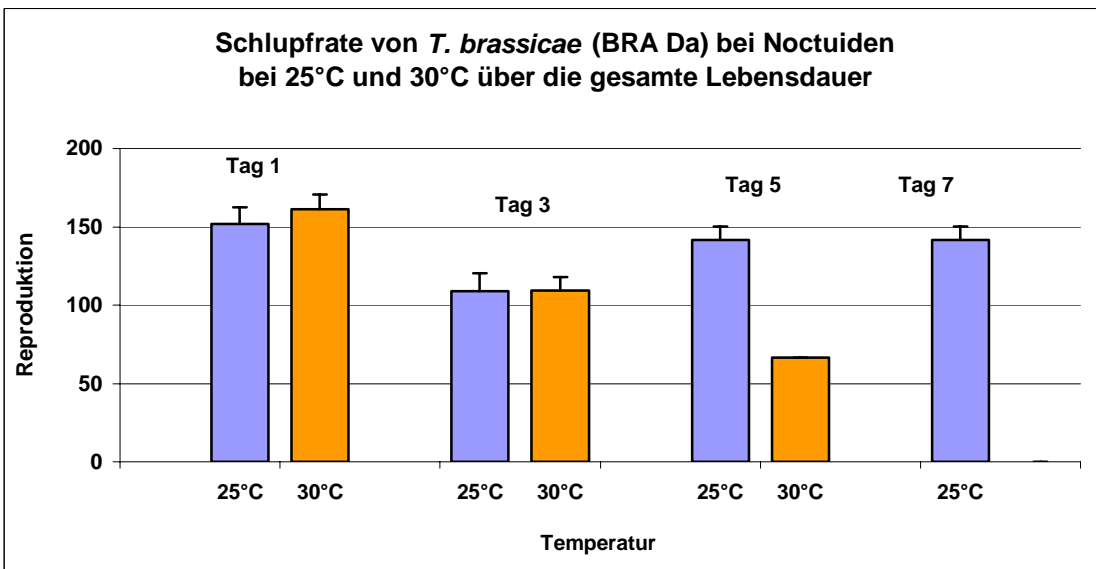
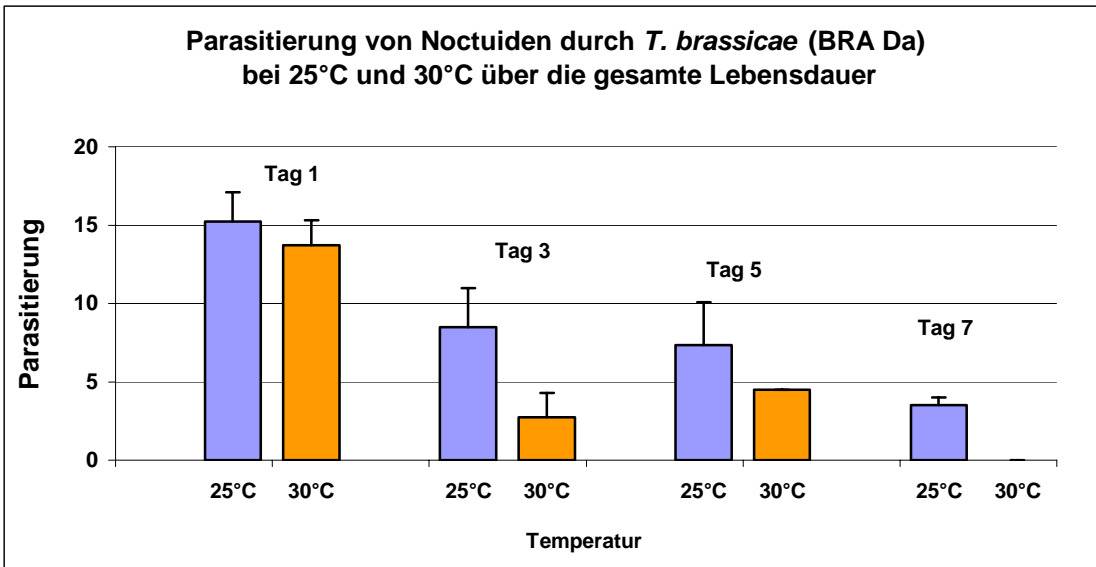


Abb. 43-45: Untersuchung der Lebensdaten von BRA Da: Parasitierungsleistung, Schlupfrate und Weibchen-Anteil

Diese Ergebnisse zum Einfluß von extremen Gewächshaustemperaturen auf die Lebensdaten zeigen, dass eine Etablierung von *Trichogramma* bei dauerhaften Temperaturen über 30°C wenig wahrscheinlich ist. Für die Praxis macht dies eine wiederholte Freilassung der Nützlinge im Gewächshausbereich erforderlich.

4.4 Untersuchungen mit *Trichogramma* gegenüber Nicht-Zielorganismen

Obwohl *Trichogramma* als polyphage Parasitoide beschrieben werden, zeigen sie eine deutliche Präferenz für Schadlepidopteren, wie Abb. 47 zeigt. Beim Einsatz von *Trichogramma* sollen Nützlinge nicht geschädigt werden. Aus Untersuchungen zu den Nebenwirkungen von *Trichogramma*-Freilassungen ist bekannt, dass die Parasitoide beispielsweise auch Eier der Florfliege *Chrysoperla carnea* annehmen können (Babendreier et al. 2005). Auf der anderen Seite können auch andere Schädlinge als *H.a.* durch die Eiparasitoide bekämpft werden. Im vorliegenden Versuch dient die Kohleule *M. brassicae* als Beispiel. Diese Situation wird hier unter Zwangsbedingungen in Rollrandgläschen wie im Akzeptanztest untersucht, jedoch stehen zwei Wirtsarten gleichzeitig zur Auswahl. Im vorliegenden Präferenztest wurde jeweils die gleiche Anzahl Eier (n = 60) eines Nützlings und eines Schädlings mit zwei Weibchen von *T. cacoeciae* (CAC D 90 O) angesetzt.

Beide Wirte wurden angenommen, jedoch in stark unterschiedlichem Maße. In Abb. 47 ist in Anteilen dargestellt, welchen Einfluß *Trichogramma* im Röhrchenversuch auf den Schlupf der L1-Larven der jeweiligen Wirte hatte.

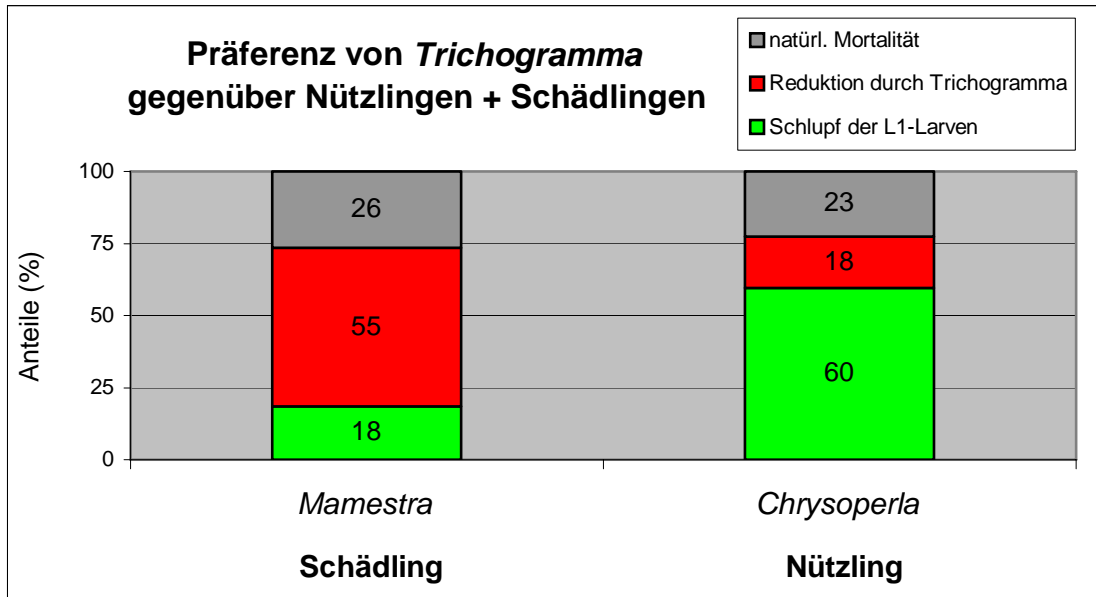


Abb. 47: Präferenztest mit *Chrysoperla* und *Mamestra*

Der Schädling schlüpfte mit 18% deutlich weniger als *Chrysoperla*, die zu 60% überlebten. Während der Schädling zu 55% parasitiert wurde, erfolgte dies bei dem Nützling unter Zwangsbedingungen nur zu 18%. Diese Prüfung der Sicherheit von *Trichogramma* gegenüber Nicht-Ziel-Organismen wurde in den Gewächshaus- und Freilandversuchen weiter beobachtet. Während der Freilassungsversuche mit *Trichogramma* im Gewächshaus (Kap. 5.1) wurden gleichzeitig Eier von Florfliegen zur Kontrolle der

Blattläuse und der Weißen Fliege eingesetzt. Es konnte in allen Gewächshausversuchen keine Parasitierung der Florfliege festgestellt werden. Da außerdem *C. carnea* in erster Linie als Larven eingesetzt werden, liegt keine Gefährdung des Florfliegeneinsatzes durch die Freilassung von *Trichogramma* vor.

4.5 Parasitierung auf unterschiedlich behaarten Blattoberflächen

Tomaten und Tabak haben eine starke Drüsenbehaarung, die dazu dient Fraßfeinde abzuwehren, indem ihnen u.a. die Mundwerkzeuge verkleben. Zur Prüfung der Suchleistung auf unterschiedlichen Blattoberflächen wurden parallel zu Gewächshaus- und Freilandversuchen Tests mit *Trichogramma*-Schlupfwespen durchgeführt.



Abb. 48: Röhrentest mit 4cm² Oberflächen



Abb.49: Petrischalentest mit ganzen Blättern

Einzelweibchen wurden jeweils für 24 Stunden in 50ml-Rollrandgläschen *H.a.*-Eier auf Oberflächen von 4cm² Fläche angeboten (Abb. 48). Als Varianten wurden je 20 Eier angeboten als a) auf Papiertuch natürliche Eiablage aus der Zucht, b) auf Tomatenblatt (haarige Sorte) künstlich mit Tragant-Leim aufgeklebt und c) auf Tabak natürliche Eiablage. Es wurde die Blattoberseite verwendet und die Blattstücke und das Papier auf Karton mit 4 x 1 cm² Fläche geklebt und jeweils 20 Wiederholungen pro Variante bei 25°C und 65% Luftfeuchte untersucht.

In Abb. 50 wird die beobachtete Parasitierungsleistung dargestellt. Alle Stämme zeigten auf Tabakblattstücken mit natürlicher Eiablage keine Parasitierung. Auf dem Papiertuch mit natürlicher Eiablage wurden von *T. brassicae* im Mittel 6,5 Wirtseier parasitiert, von *T. cacoeciae* 7,5 Wirtseier, von *T. evanescens* 5,7. Auf behaarten Tomatenblättern zeigte *T. cacoeciae* mit 7,9 Wirtseiern keinen deutlichen Unterschied in der Parasitierung im Vergleich zu dem Papiertuch, bei *T. brassicae* hingegen verringerte sich die Parasitierungsrate um fast zwei Drittel auf 2,3. Bei *T. evanescens* lag die Parasitierung auf haarigen Tomatenblättern mit 2,9 auch auf niedrigerem Niveau als bei *T. cacoeciae*. Während *T. cacoeciae* insgesamt 15,5 Wirtseier auf den Oberflächen parasitierte, waren bei *T. brassicae* 8,8 und bei *T. evanescens* 8,6 Eier parasitiert und somit bei nur wenig mehr als der Hälfte als bei CAC D 90 O.

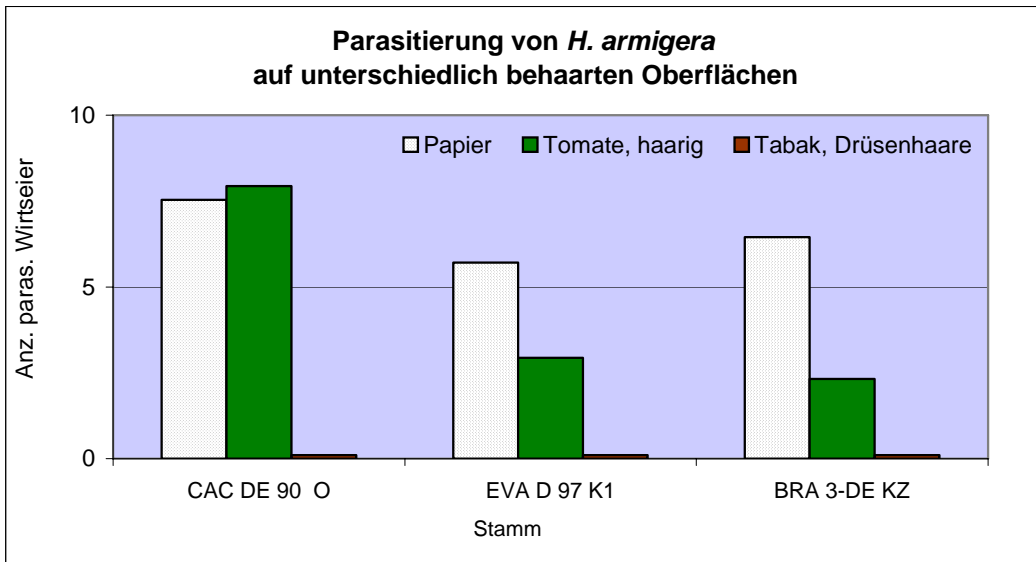


Abb.50: Parasitierung auf behaarten Blattoberflächen von Tabak und Tomate im Vergleich zu Papier

Dieser Versuch zeigt, dass *T. cacoeciae* auf behaarten Tomatenblättern angebotene Eier am besten auffindet. Da selbst unter diesen Zwangsbedingungen Wirtseier auf Blattoberflächen von Tabak nicht gefunden oder akzeptiert wurden, bedeutet dies für die Praxis, dass eine Anwendung von *Trichogramma* in Tabak nicht empfohlen werden kann. In zusätzlichen direkten Beobachtungen wurde festgestellt, dass sich direkt auf die Tabakblätter ausgesetzte *Trichogramma*-Weibchen nur wenige Zentimeter fortbewegten und bei direktem Kontakt mit den Drüsenhaaren nach wenigen Minuten starben. Im Versuch wird deutlich, dass selbst haarige Tomatensorten genügend Abstand zwischen den Drüsenhaaren haben, wodurch die bevorzugte laufende Fortbewegungsweise von *Trichogramma* weniger behindert wird.

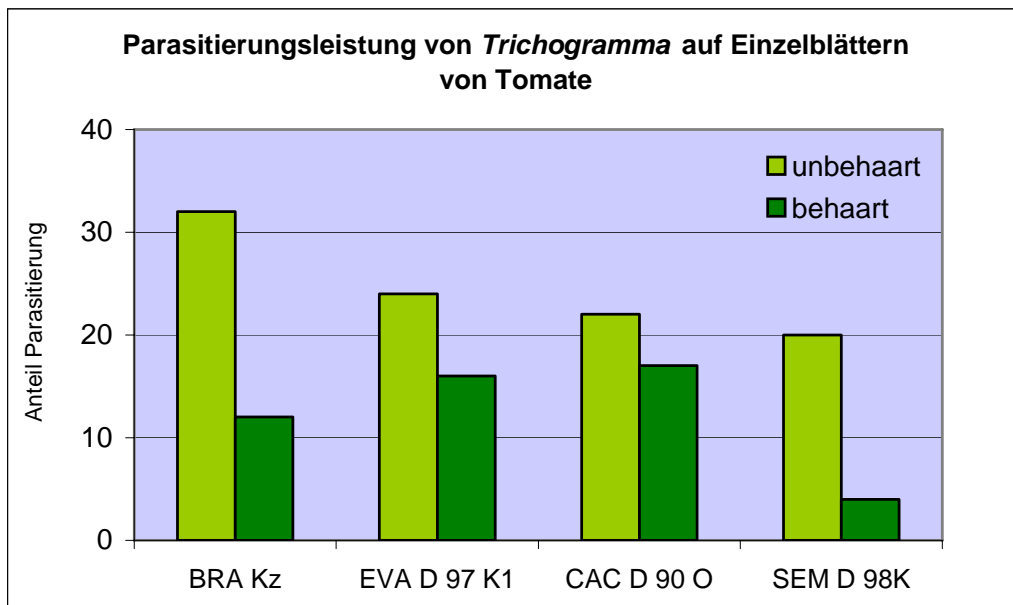


Abb.51: Parasitierung von *Trichogramma* auf Einzelblättern von Tomaten

In einem weiteren Test (Abb. 49) wurden ganze Blätter von behaarten und nicht behaarten Tomatensorten, sowie Tabakblättern in 20cm-Petrischalen mit einzeln aufgesetzten Wirtseiern präpariert und *Trichogramma*-Weibchen in der Petrischale ohne Kontakt mit dem Blatt ausgesetzt. 5 Eier von *H.a.* wurden auf die Blätter

aufgelegt und 1, 3 bzw. 5 Einzelweichen auf der Innenseite der Petrischale freigelassen ohne Kontakt zum Blatt. Geprüft wurden die Stämme der Arten *T. brassicae*, *T. evanescens*, *T. cacaoeciae* und *T. semblidis*. Der Versuch wurde über 24 Stunden bei 25°C und 65% Luftfeuchte in jeweils 5 Wiederholungen durchgeführt. Auf den Tabakblättern wurde keine Parasitierung beobachtet. Direktbeobachtungen zeigten, dass die Einzelweibchen nicht vom Glas auf das Tabakblatt laufen. Dies stimmt mit Beobachtungen von amtlichen Pflanzenschutzberatern überein (Schrameyer, mdl.). Bei der Variante mit behaarten Tomatenblättern wurde das Blatt innerhalb kurzer Suchzeit, in der Regel innerhalb der ersten 15 Minuten aufgesucht. In Abb. 51 ist die Parasitierung auf behaarten und unbehaarten Tomatenblättern dargestellt. Der Anteil der Parasitierung war auf unbehaarten Tomatenblättern höher. BRA KZ 01 zeigte die höchste Parasitierungsleistung, jedoch auch einen deutliche Beeinflussung durch die Behaarung. Dieser Unterschied war bei *T. evanescens* EVA D 97 K1 weniger stark ausgeprägt, ebenso zeigte der Stamm CAC D 90 O eine gute Parasitierung auf behaarter Oberfläche. *T. semblidis* parasitierte tendenziell etwas weniger auf unbehaarten Blättern, deutlich schlechter jedoch bei behaarten Tomaten.

5 Käfig-, Gewächshaus- und Freilandversuche mit *Trichogramma*

5.1. Suchleistung von *Trichogramma*

5.1.2 Käfigversuche zur Suchleistung von *Trichogramma*

In Käfigen wurden behaarte Tomatenpflanzen, Tabak und Paprika-Pflanzen von 30-40 cm Höhe mit 3 x 10 Wirtseiern versehen und an der Pflanzenbasis 20 Weibchen aus Einmalkulturröhrchen freigesetzt (Abb. 52). In Vorversuchen wurde das Parasitoid:Wirt-Verhältnis von 1:1,5 bestimmt, bei dem eine Differenzierung der Stämme am besten möglich ist. Die Versuche wurden in 6 Wiederholungen bei 25°C, 60% Luftfeuchte und 16 Stunden Lichtregime durchgeführt. Als neuer Stamm wurde CAC 01-DE 06 geprüft, der 2006 aus einer Weinlage im Oberrheingebiet geködert wurde und möglicherweise an ein warmes Klima besser adaptiert ist.



Abb. 52: Tomatenpflanze mit Köder-Eikarten von *H. armigera*

Nach zwei Tagen wurden die Eikarten eingesammelt und auf aktive Parasitoide untersucht. Bei 25°C und 65% Luftfeuchte wurden die Eikarten inkubiert und nach 1-3 Tagen auf Schlupf von L1-Larven von *H.a.* überprüft. Nach mindestens einer Woche wurde die Parasitierung auf den einzelnen Eikarten bonitiert.

Die Suchleistung des neu geköderten Stammes CAC 01-DE 06 (*T. cacaoeciae*) und BRA Da (*T. brassicae*) sind auf Tomate (Abb. 53) annähernd gleich. Ebenso liegen CAC DE 90 O und BRA 2-DE 01 MZ auf gleichem Niveau, BRA Kz nur wenig geringer. Hingegen weisen auch hier die Stämme PRE CO 93 (*T.*

pretiosum) und SEM DE 98 K (*T. semblidis*) eine durchschnittliche, EVA D 97 K1 eine geringe und EVA Lager (*T. evanescens*) die schlechteste Suchleistung auf.

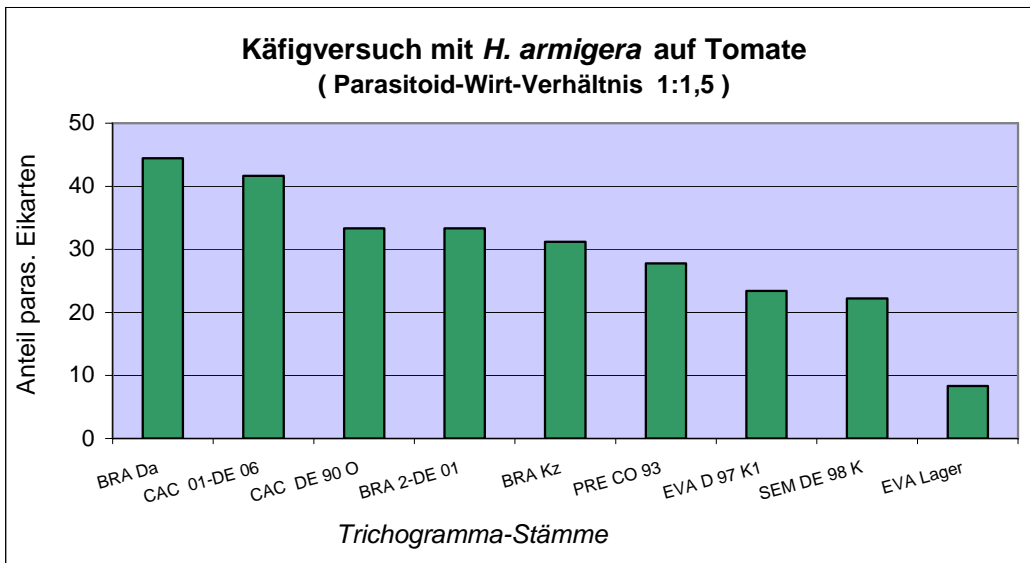


Abb.53: Suchleistung von *Trichogramma* im Halbfreilandversuch: Anzahl parasitierter Eier von *H.a.* auf Tomate

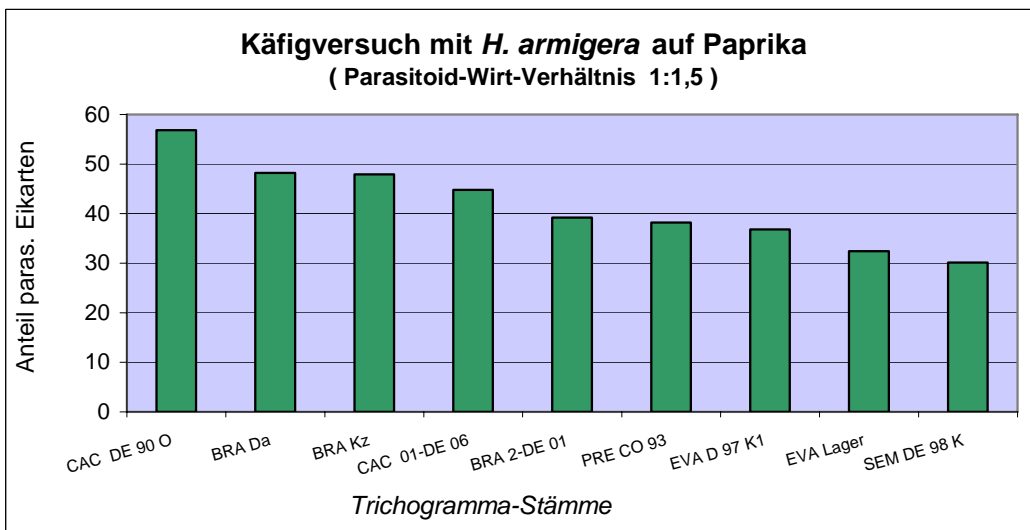


Abb.54: Suchleistung von *Trichogramma* im Halbfreilandversuch: Anteil parasitierter Eikarten auf Paprika

Bei Paprika (Abb. 54) ergibt sich ein ähnliches Bild wie bei Tomate. Stämme von *T. cacaoeciae* und *T. brassicae* zeigen hier gute Parasitierungsleistungen. Die glatte Oberfläche der Blätter begünstigt die Suchleistung der Schlupfwespen, wodurch die Parasitierung auf höherem Niveau liegt. Hingegen war die Leistungsfähigkeit aller *Trichogramma*-Arten auf Tabak (Abb. 55) sehr gering. Es wurden nur einzelne der ausgebrachten Eikarten parasitiert, viele Schlupfwespen erreichten die Köderstellen nicht. Dies betätigt, dass ein Einsatz von *Trichogramma* auf Tomaten und Paprika erfolgversprechender ist als im Tabak.

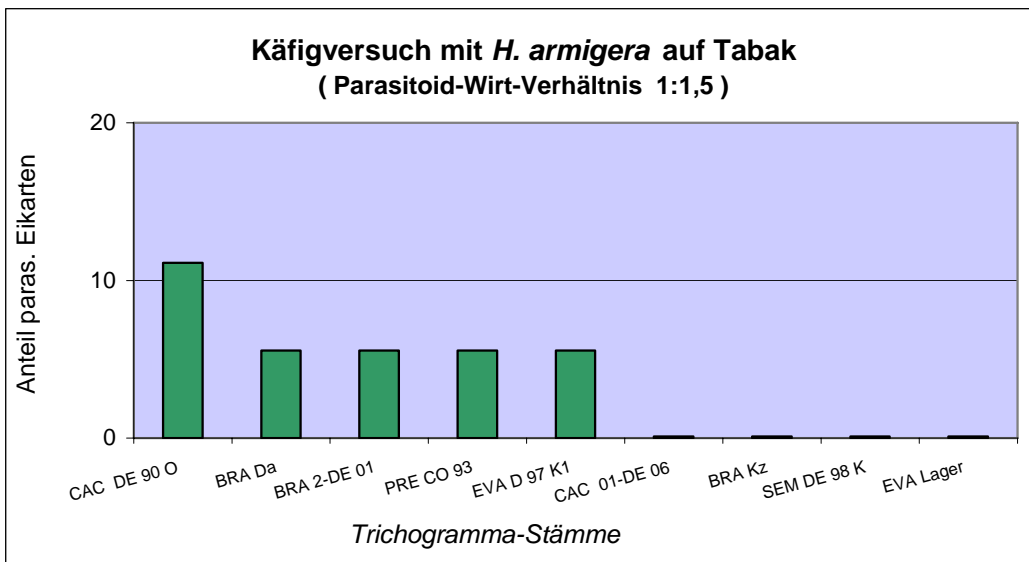


Abb.55: Suchleistung von *Trichogramma* im Halbfreilandversuch: Anteil parasitierter Eikarten auf Tabak

Unter Käfigbedingungen zeigten sich die deutlichen Unterschiede der Pflanzenoberflächen und der Wuchsform hinsichtlich der Parasitierung von Eiern des Gemüseschädling *H.a.*. Insbesondere die geringe Parasitierung auf Tabak ist auffallend. Stämme von *T. brassicae* und *T. cacaoeciae* haben eine gute Suchleistung auf den verschiedenen Gemüsearten gezeigt.

5.1.3 Gewächshausversuch auf Tomate zur Suchleistung von *Helicoverpa armigera*

In einem Gewächshausversuch wurden jeweils zu zweit getopfte Tomatenpflanzen von 15cm Höhe verwendet, deren Blättern sich berührten. Auf einer der beiden Pflanzen wurden auf einem 1cm² Papierstück 5 Einzelweibchen freigesetzt, mit einem Tropfen Honigfutter als Nahrung. Über 3 Tage wurden täglich jeweils 3 Eikarten mit 3-5 Eiern pro Karte auf den obersten Blättern der beiden getopften Pflanze zufällig verteilt und diese mit jeweils 4 Wiederholungen pro Variante durchgeführt. Ausgewertet wurde die Parasitierung der bei 25°C inkubierten Eikärtchen hinsichtlich der Freilassungspflanze und der in Blatt-Kontakt stehenden Nachbarpflanze. Die Pflanzenpaare standen isoliert auf Inseln in Wasserschalen.

In Abb. 56 - 58 sind die Ergebnisse für die Stämme BRA Da, CAC DE 90 O und EVA D 97 K3 dargestellt. *T. brassicae* zeigte erst ab dem 2.Tag eine bessere Suchleistung von mehr als 25% gefundener Eikarten, hauptsächlich auf den Freilassungspflanzen und der Variante ohne Haare. Schließlich wurde an Tag 3 fast ausschließlich die Variante ohne Haare aufgesucht, dort aber an der Freilassungspflanze und der Nachbarpflanze über 40% der Eikarten gefunden. Damit hatten sich die Einzelweibchen von BRA Da nach 3 Tagen in der Variante ohne Haare verteilt, bei haarigen Tomaten jedoch nur eine geringe Suchleistung gezeigt. Bei *T. cacaoeciae* zeigte sich insgesamt ein ähnliches Bild mit einer zunehmenden Verteilung innerhalb der Pflanzenstruktur. Auffällig war jedoch, dass von Tag 1 an CAC DE 90 O auch in der haarigen Variante eine gleichmäßig gute Suchleistung von etwa 25% gefundener Eikarten ermittelt werden konnte, tendenziell besser an den Freilassungspflanzen. Die Verteilung in der Variante ohne Haare war sehr ungleichmäßig. Während in den ersten beiden Tagen keine oder nur wenige Eikarten gefunden wurden, waren es an Tag 3 ein Anteil von bis zu 60% aufgefundener Eikarten.

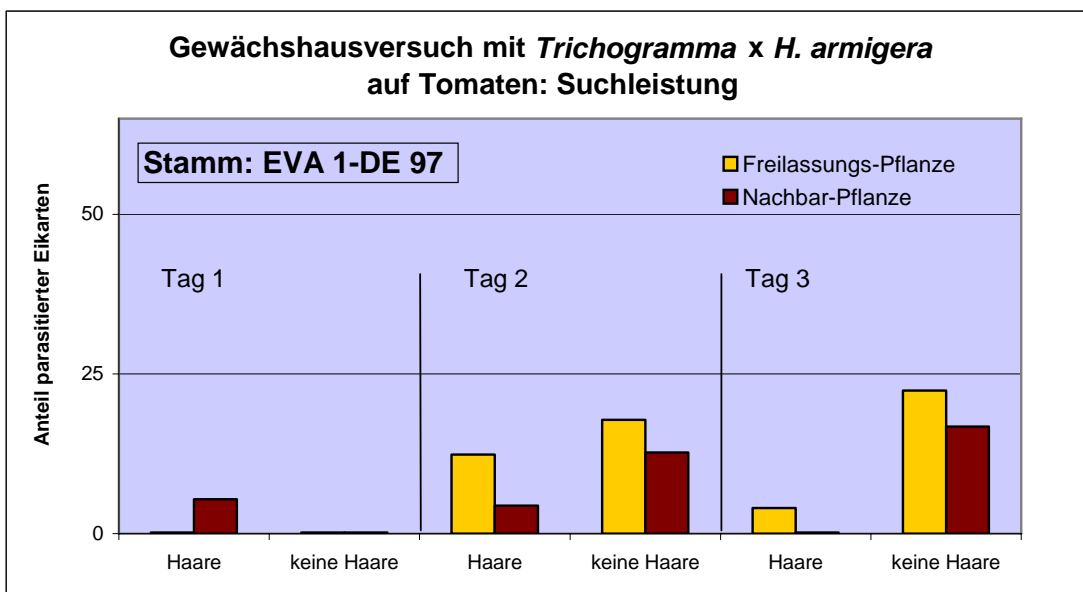
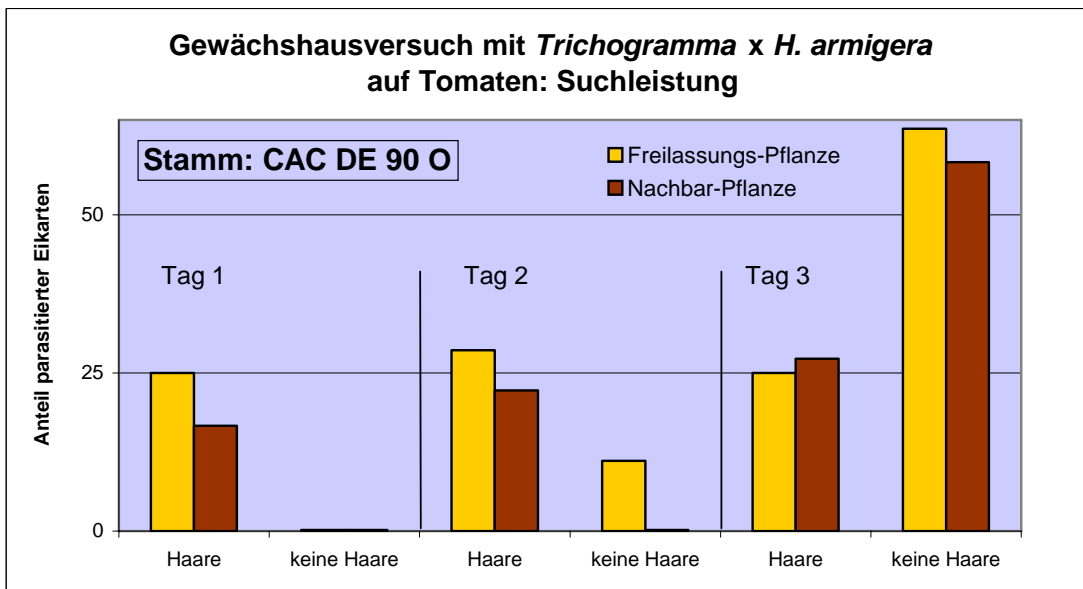
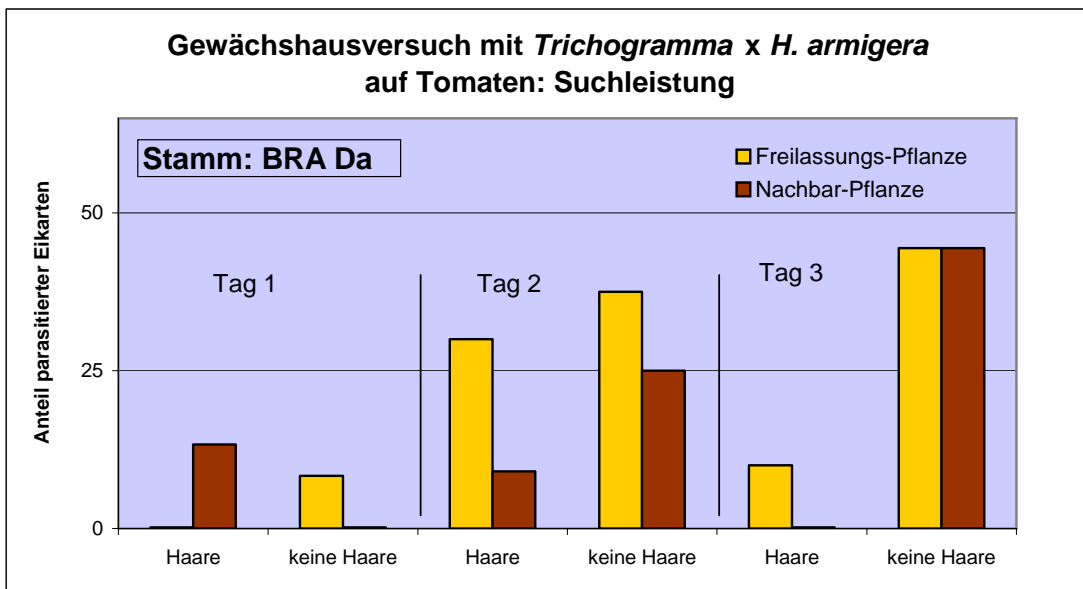


Abb. 56-58: Gewächshausversuch: Ausbreitung auf Nachbarpflanzen bei den Stämmen BRA Da, CAC D 90 O und EVA 1-DE 97

EVA 1-DE 97 K zeigte an Tag 1 eine sehr geringe Parasitierung der Nachbarpflanze. An Tag 2 stieg der Anteil parasitierter Eikarten, bleibt aber unter dem Niveau von BRA Da und CAC DE 90 O. Schließlich wurden an Tag 3 bei der nicht behaarten Tomatensorte eine nochmals höhere Parasitierung beobachtet. Zusammenfassend zeigt sich, dass sich die Parasitierung von CAC D 90 O mit oder ohne Haare kaum unterscheidet. Hingegen lässt sich bei BRA Da und EVA 1-DE 97 ein Zusammenhang zwischen einer geringeren Parasitierung und der Behaarung der Tomatenpflanzen feststellen.

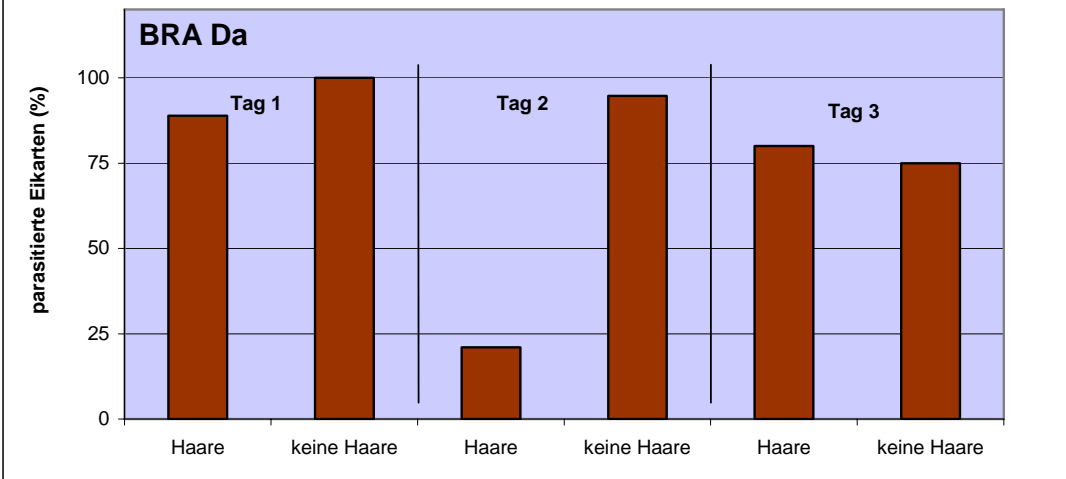
In einem weiteren Versuch wurde mit 50-60 cm hohen Tomatenpflanzen im Gewächshaus durchgeführt (Abb. 59). Untersucht wurden als Varianten 'haarige' und 'nicht haarige' Tomatensorten. In einer Pflanzschale wurden fünf Pflanzen angesetzt, deren Blätter sich berührten. Die Startpopulation, etwa 250 *Trichogrammen*, wurden als parasitierte Getreidemotteneier unmittelbar zu Schlupfbeginn auf der zentralen Pflanze in etwa 20 cm Höhe mit Tragant aufgeklebt. In 20cm Entfernung wurden 20 Köder-Eikarten mit jeweils 20 natürlich abgelegten Eiern von *H.a.* im Pflanzenbestand verteilt. Klimabedingungen waren 26°C bei 70% Luftfeuchte und 16 Stunden Lichtregime. Die Eikarten wurden über einen Zeitraum von 3 Tagen alle 24 Stunden gegen neue Eier ausgetauscht. Auf den Eikarten aktive *Trichogramma* wurden bonitiert inkubiert. Sowohl der Schlupf der nicht parasitierten L1-Larven von *H.a.* als auch der Parasitierungsgrad wurden ermittelt.



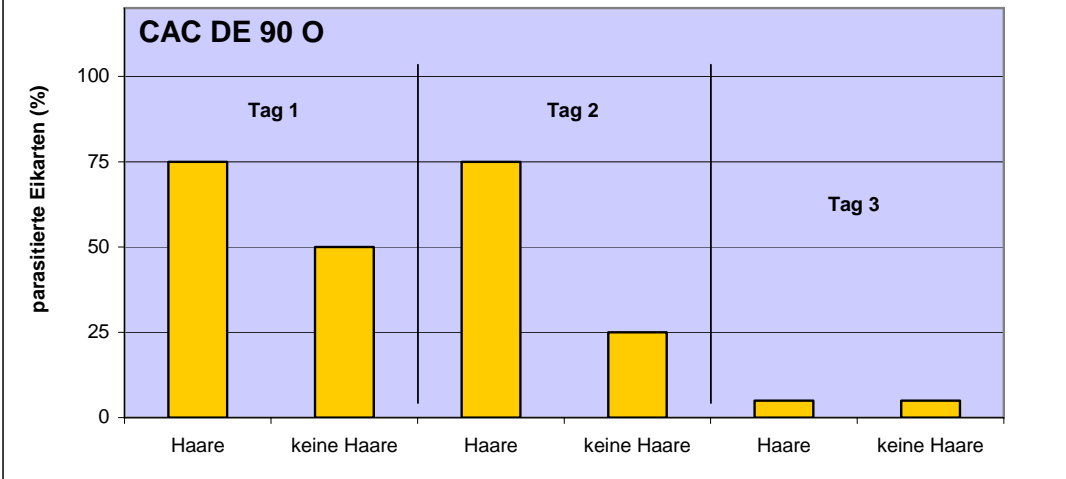
Abb.59: Suchleistung von *Trichogramma* auf Tomate im Gewächshausversuch

Ein Vergleich der Anteile aufgefundener, parasitierter Eikarten durch drei unterschiedliche *Trichogramma*-Arten ist in den Abb. 60-62 dargestellt. *T. brassicae* (BRA Da) zeigte die höchste Parasitierung über den gesamten Versuchszeitraum und eine unterschiedliche Leistung auf der behaarten und der nicht behaarten Tomatensorte. Auffällig ist, dass *T. brassicae* dieses hohe Niveau weitestgehend beibehielt. Die kurzfristig geringe Parasitierung nach 48 Stunden, hingegen wieder eine sehr gute Suchleistung nach 36 Stunden könnte sich mit der Behaarung erklären. Möglicherweise legten die Parasitoide nach dem ersten Tag auf den behaarten Pflanzen eine regelrechte „Pause“, z.B. beim Host-Feeding, ein, bevor sie nach weiteren Eiern suchten. *T. evanescens* (EVA 1-DE 97 K) lag auf etwas niedrigerem Niveau, auch hier war ein Unterschied in der Suchleistung durch die Behaarung zu beobachten. Die Art *T. cacoeciae* (CAC DE 01 A) erreichte über den gesamten Versuchszeitraum die geringste Parasitierung, am dritten Tag war fast kein Nachweis parasitierter Eikarten mehr möglich. *T. cacoeciae* zeigte keinen Unterschied hinsichtlich der Behaarung.

**Gewächshausversuch mit *H. armigera* auf Tomate:
Anteil gefundener Eikarten durch *T. brassicae***



**Gewächshausversuch mit *H. armigera* auf Tomate:
Anteil gefundener Eikarten durch *T. cacaoeciae***



**Gewächshausversuch mit *H. armigera* auf Tomate:
Anteil gefundener Eikarten durch *T. evanescens***

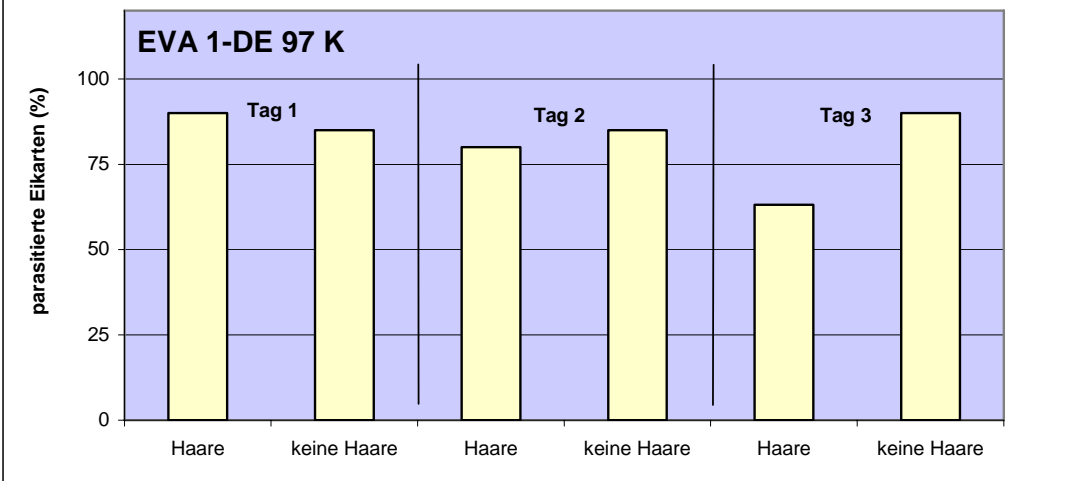


Abb. 60-62: Gewächshausversuch mit Tomatensorten unterschiedlicher Behaarung: Anteil gefundener Eikarten

Die Blattoberfläche der behaarten Tomate ist nicht ausschließlich mit Drüsenhaaren besetzt und stellt gegenüber dem Tabak für die Schlupfwespen, wie in Direktbeobachtungen überprüft wurde, ein geringeres Hindernis dar. Die unbehaarte Tomaten-Sorte sollte prinzipiell schneller abgesucht werden können. Weitere direkte Beobachtungen der laufenden Einzeltiere müssten klären, ob *T. cacoeciae* die behaarten Stängel schneller überbrückte und zu den Blättern flog. Möglicherweise ist *T. cacoeciae*, die aus Hecken- und Baumbereichen bekannt ist, an Gemüsekulturen weniger gut angepasst. Parasitoide mit einer höheren Ausbreitungsgeschwindigkeit könnten die unbehaarte Variante bereits nach dem zweiten Versuchstag verlassen haben, hingegen schienen die Arten *T. brassicae* und *T. evanescens* weiter „standorttreu“ auf den Pflanzen nach Wirtseiern zu suchen. Auffällig war vor allem, dass *T. evanescens*, eine *Trichogramma* aus Gemüsekulturen, in diesem Versuch eine bessere Parasitierungsleistung aufwies als in den vorangegangenen Versuchen mit einzelnen Weibchen. Dadurch wird deutlich, dass Untersuchungen mit kleinen Gruppen von *Trichogramma* gegenüber Populationen oder echten Freilassungen mit TrichoKarten (à 3.000 Individuen) schwieriger zu interpretieren sind. Es werden einerseits Aussagen über die kleinräumige Ausbreitung einzelner Individuen auf Nachbarpflanzen möglich, jedoch ändert eine nicht überprüfbare Mortalität im Versuch die Ergebnisse mitunter sprunghaft. Anhand von *T. evanescens* zeigt sich im vorliegenden Versuch mit Populationen, dass diese Art durchaus gute Parasitierungsleistungen auf Tomaten erreichen kann.

5.1.4 Gewächshausversuch zur Bekämpfung von *Helicoverpa armigera*

In einem Gewächshausversuch mit getopften 80-100 cm hohen Paprika-Pflanzen wurde die Ausbreitung von drei *Trichogramma*-Stämmen unter praxisnahen Bedingungen untersucht. Die Blätter von 24 Einzelpflanzen im Bestand berührten sich. Startpopulationen in Eikreisen zu etwa 200 Individuen (bei *T. cacoeciae* die Hälfte), wurden als parasitierte Getreidemotteneier unmittelbar zu Schlupfbeginn auf jeder dritten Pflanze angebracht. Auf jeder Pflanze ohne Freilassung wurden 20 Köder-Eikarten mit jeweils 20 natürlich abgelegten Eiern von *H.a.* auf den Pflanzen verteilt. Klimabedingungen waren 26°C bei 60% Luftfeuchte und 16 Stunden Lichtregime.

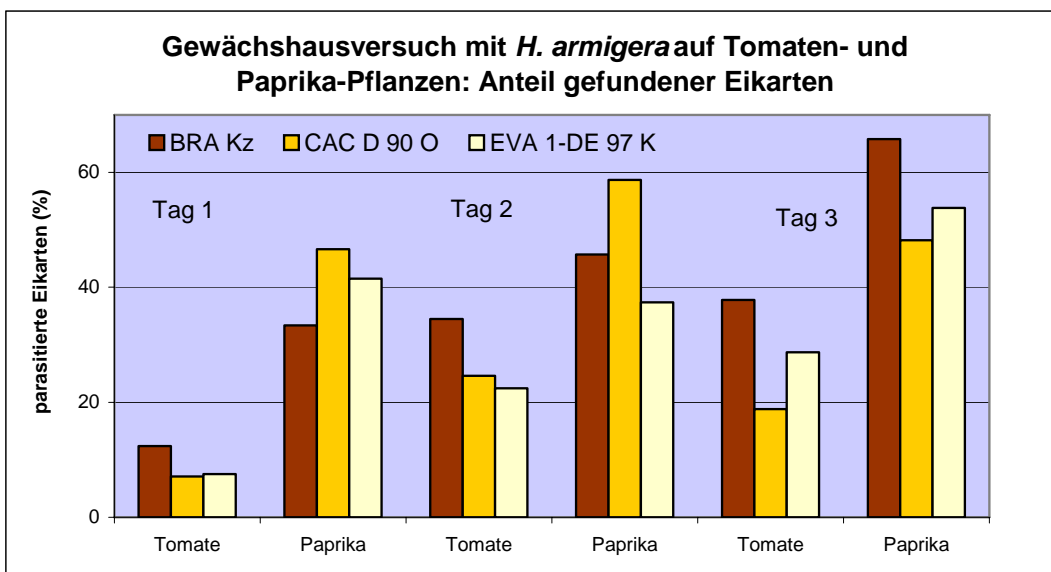


Abb. 63: Gewächshausversuch in Tomaten- und Paprika-Beständen mit 3 *Trichogramma*-Stämmen

Die Ergebnisse sind in Abb. 63 dargestellt und zeigen, dass die Parasitierung der Köder im Paprika höher war als auf Tomaten. Dies war für die glatte Blattoberfläche und die damit einfacher abzusuchende Pflanzenstruktur im Paprika im Gegensatz zu den mit Drüsenhaaren besetzten Blättern der Tomaten zu erwarten. Entsprechend war die Ausbreitung in Paprika nach 24 Stunden schon weiter fortgeschritten als auf Tomate. Insgesamt zeigte BRA Kz eine zunehmende Verteilung und Parasitierung im Pflanzenbestand, während CAC D 90 O an Tag 3 keine steigende Parasitierungsrate mehr aufwies. EVA 1-DE 97 K entwickelte sich zunächst auf ähnlichem Niveau und war nach drei Tagen in den Beständen etwas besser nachweisbar als CAC D 90 O.

Aufgrund des vorliegenden Ergebnisses ergaben sich leichte Vorteile für *T. brassicae*, während *T. cacoeciae* und *T. evanescens* sich in der Verteilung im Pflanzenbestand stärker variieren. *T. evanescens* zeigt auch wieder eine gute Leistung, die in den Suchleistungstest nicht so deutlich nachgewiesen werden konnte. Es kann im Praxisbetrieb mit einer Eiablage durch den Schädling sowohl von Nutzen sein, dass ein Eiparasitoid den Bestand schnell absucht (*T. cacoeciae*) und mitunter abwandert, andererseits sich darin gut verteilt und länger gegen den Schädling aktiv ist, falls eine weitere Eiablage erfolgt (*T. brassicae*, *T. evanescens*).

5.2 Freilandversuche mit *Trichogramma*-Schlupfwespen

5.2.1 Freilassungsversuch mit *Trichogramma* in Tomate und Tabak

In einem Tomatengewächshaus und in einem benachbarten Tabakfeld wurden jeweils 25 TrichoKarten mit einer Mischung der drei *Trichogramma*-Arten *T. brassicae*, *T. cacoeciae* und *T. evanescens* ausgebracht (Abb. 64) und die Ausbreitung der Schlupfwespen beobachtet. Auf jeder Freilassungskarte waren 3.000 parasitierte Eier der Getreidemotte *S. cerealella* aufgeklebt. Eine Rückköderung der ausgebrachten *Trichogramma* erfolgte über Köderkarten mit aufgestreuten frischen, nicht parasitierten *S. cerealella*-Eiern. Die Rückköderung fand zweimal nach jeweils einer Woche statt, um eine Ausbreitung der Schlupfwespe in der Tabakkultur zu untersuchen. Beködert wurden im Tabak die unmittelbaren Nachbarpflanzen der Freilassungspflanze und die gegenüberliegende Pflanze der nächsten Reihe, bei den Tomaten die übernächste Nachbarpflanze in der Reihe und die Nachbarpflanze der nächsten Reihe. Die Köderkarten wurden nach dem Einsammeln auf Parasitierung durch *Trichogramma* bonitiert. Sowohl die *Trichogramma*-Ausbringungseinheiten als auch die Köderkarten wurden zudem auf Schäden durch räuberische Insekten untersucht.



Abb. 64: Einsatz von TrichoKarten in Tomaten



Abb. 65: Einsatz von TrichoKarten im Tabak

Die Parasitierung der Köder ist in Abb. 66 dargestellt. Die Bonitur der Ködereinheiten ergab bei Tabak eine geringere Parasitierung als bei Tomate. Auf den unmittelbaren Nachbarpflanzen des Tabak wurden 61% der Ködereinheiten parasitiert, in der benachbarten, nächsten Reihe noch 36% der Einheiten. Bei den Tomaten wurden 73% der Köder der übernächsten Nachbarpflanze parasitiert und 87% der Köder auf der gegenüberliegenden Nachbarpflanze in der nächsten Reihe. Die Anzahl parasitierter Eier war im Tabak deutlich geringer als bei der Rückköderung in Tomaten. Im Gegensatz zu den Käfigversuchen und Freilassungen der Schlupfwespen direkt auf den Tabakblättern, konnte eine gewisse Ausbreitung von *Trichogramma* im Tabak beobachtet werden. Versuche mit Tabak in Ungarn (Hluchy, mdl.) zeigten ebenfalls Wirkungsgrade die jedoch bislang nicht wiederholt und bestätigt werden konnten. Der Einsatz von *Trichogramma* gegen *H.a.* in Tomaten erscheint wenig problematisch, im Tabak müssten im Praxiseinsatz weitere Erfahrungen gemacht werden.

Die Laborversuche können die nachweisliche Ausbreitung von *Trichogramma* in Tabak nur ansatzweise erklären. Direkt auf drüsige Blätter aufgebraachte *Trichogrammen* putzten sich ständig und bewegten sich kaum fort. Möglicherweise bieten die verwendeten Köder-Einheiten den *Trichogramma*-Weibchen eine Ruhe-Insel ohne Drüsenhaare und ermöglichen im Gegensatz zu natürlich abgelegten oder einzeln aufgeklebten Köder-Eiern (Kap 4.5) eine gewisse Ausbreitung.

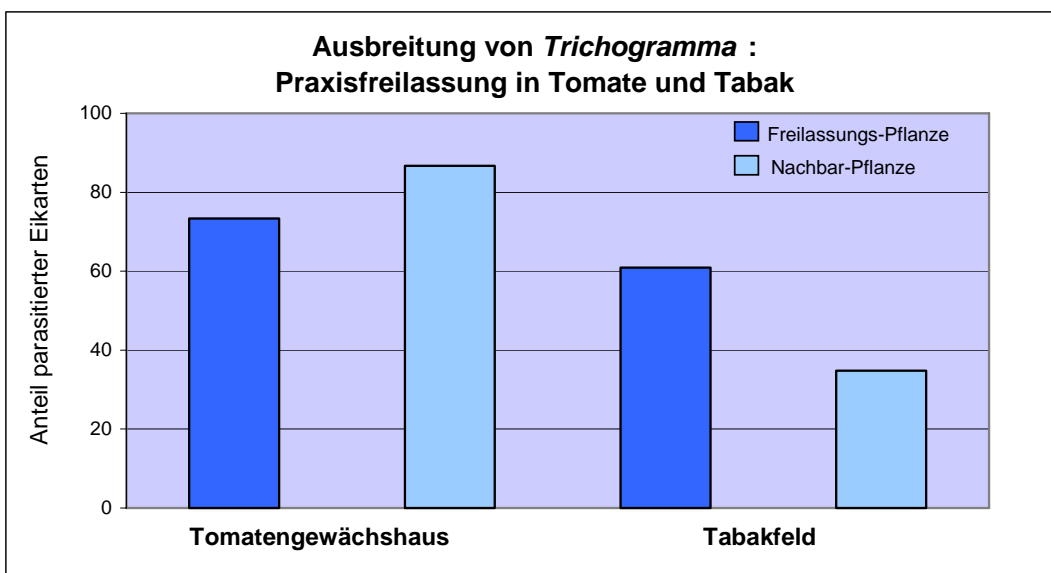


Abb. 66: Ausbreitung von *Trichogramma* in Tomate und Tabak

5.2.2 Freilassungsversuch mit *Trichogramma* an Tabakblüten mit Eiablage von *H.a.*

In den Versuchsjahren 2005-2007 war eine natürliche Eiablage durch *H.a.* an Tomate oder Paprika nicht zu beobachten. In 2007 konnten einige Befallsnester mit geringer, aber regelmäßiger natürlicher Eiablage festgestellt werden (siehe Kap. 3.3). Generell wurde im Bereich der Tabakblüten eine stärkere Eiablage durch *H.a.* beobachtet als auf den Blättern. In zwei Reihen eines nestartigen Befalls mit *H.a.* wurden daher *Trichogramma*-Ausbringungseinheiten mit einer Mischung der drei Arten *T. brassicae*, *T. cacoeciae* und *T. evanescens* ausgebracht (Abb. 65). An jeder dritten Pflanze wurde etwa 30 cm unterhalb der Blüte eine Einheit ausgehängt und die gesamte Reihe nach einer Woche auf parasitierte Eier von *H.a.* im Blütenbereich untersucht.

Während zu Versuchsbeginn (14. August) zufällig ausgewählte Pflanzen in der Parzelle eine Eiablage von 17 Eiern auf 100 Pflanzen aufwiesen, wurden nach der Freilassung von *Trichogramma* insgesamt nur 6 Eier auf 300 Pflanzen festgestellt, die jedoch nicht parasitiert waren. Dies entspräche nach dem erfassten Flugverlauf einer geringeren Eiablageaktivität zum Ende des Zufluges in 2007.

In der behandelten Parzelle konnte keine Larvalentwicklung von *H.a.* beobachtet werden. Allerdings war der Ausgangsbefall sehr gering und natürlich vorkommende Gegenspieler können ebenfalls zur Reduktion der *H.a.*-Eier beigetragen haben. Eine Wirkung von *Trichogramma* kann in diesem Fall nicht sicher nachgewiesen werden. Weitere zukünftige Praxisfreilassungen bei höherem Befallsdruck werden hier genauere Aussagen ermöglichen.

6 Die Brackwespe *Bracon brevicornis* als Gegenspieler von *Helicoverpa armigera*

B. brevicornis ist ein Gegenspieler zahlreicher Schadlepidopteren und wird in der Literatur als Parasitoid von *H.a.*-Larven beschrieben (ABBAS 1987, STAM et al. 1990). In Versuchen sollte ermittelt werden, ob der Einsatz von *B. brevicornis* eine sinnvolle Ergänzung zum *Trichogramma*-Einsatz darstellt. Insbesondere, da die zur Verfügung stehenden *Trichogramma*-Arten in den Versuchen mit Tomate und Tabak zu keiner ausreichenden Bekämpfung führten. Es wurden in verschiedenen Versuchsanordnungen Parasitierungsversuche mit jeweils 24 Stunden alten, begatteten Einzelweibchen bei 25°C, ca. 55% Luftfeuchte und 16:8 Stunden Licht durchgeführt. Die Tiere wurden mit einem Tropfen Honig-Gelatine gefüttert.

6.1 Parasitierungsversuche mit *Bracon brevicornis*

In Petrischalen (6cm Durchmesser) wurden 30 Einzelweibchen im täglichen Wechsel frische, ausgewachsene Larven (LL) zur Paralyse und Parasitierung angeboten. Die tägliche Eiablage von *B. brevicornis* und die Überlebensrate wurden bis zum Lebensende erfasst. Zur Bestimmung der Überlebensrate bei unterschiedlicher Futtergabe wurden Einzeltiere ebenfalls in kleinen Petrischalen gehalten und täglich bonitiert.

In Abb. 67 sind die Lebensdaten von *B. brevicornis* mit *H.a.* als Wirt bei 25°C dargestellt. Es konnte eine Zunahme der Eiablage in der ersten Woche beobachtet werden. Bis Tag 19 wurden täglich etwa 15 Eier / Wirtslarve abgelegt. Schließlich erhöht sich die Eiablage nach drei Wochen auf etwa 20 Eier / Wirtslarve und sank dann, aufgrund der zunehmenden Mortalität wieder leicht ab. Dennoch blieb bis zum Tod der letzten Versuchstiere ein relativ hohes Niveau erhalten. Die Überlebensrate sank gleichmäßig und es waren nach drei Wochen noch 50% der Weibchen am Leben. Schließlich erreichten knapp 25% der Individuen ein Alter von 40 Tagen, das letzte Versuchstier starb nach 50 Tagen.

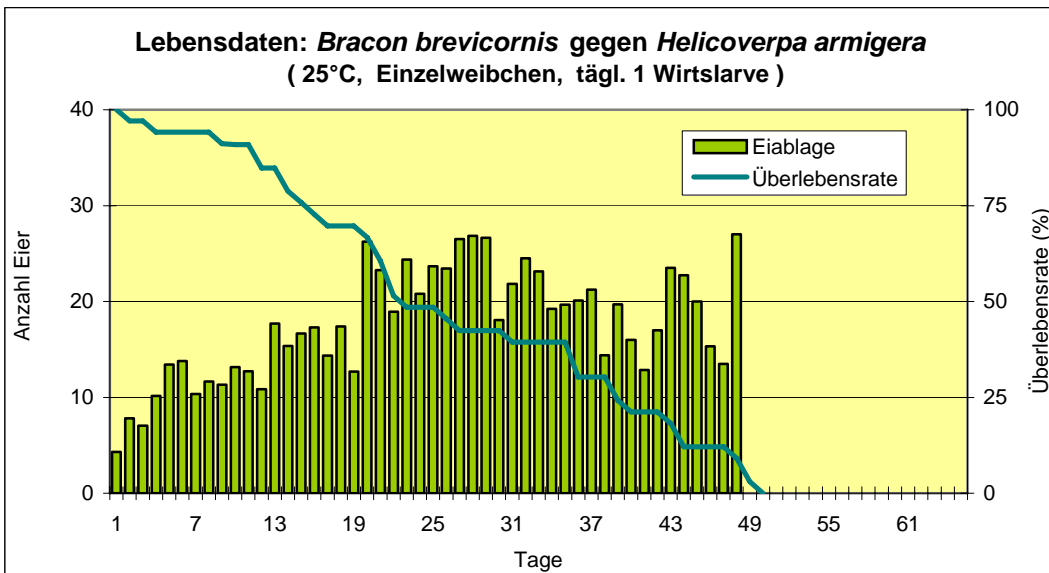


Abb. 67: Überlebensrate und tägliche Eiablageleistung von *B. brevicornis* an Larven von *H. armigera*

Ein Vergleich der Überlebensraten von *B. brevicornis* bei unterschiedlichem Futterangebot ist in Abb. 68 dargestellt. Männchen zeigten eine deutlich kürzere Lebensdauer mit etwa 7 Tagen ohne Futter und fast 50 Tagen mit Honigfutter, wobei die Mortalität bereits nach 10 Tagen ein Niveau von 50% unterschritt. Hingegen überlebten Weibchen ohne Futter maximal 17 Tage, unter Zugabe von Honigfutter erreichten sie bis zu 90 Tage, wobei hier nach etwa 3 Wochen 50 % Mortalität vorlag, und nach über 50 Tagen noch 25% der Weibchen am Leben waren. Schließlich lag die maximale Überlebensrate von Weibchen mit Wirtslarve und Honigfutter bei 50 Tagen. Die Weibchen konnten hier zusätzlich Host-feeding am austretenden Exudat der Larven durchführen. Es wurde auch festgestellt, dass *B. brevicornis* gezielt die Gliedmaßen der Wirtslarven anfraß, um ein Ausfließen von Körperflüssigkeit zu bewirken.

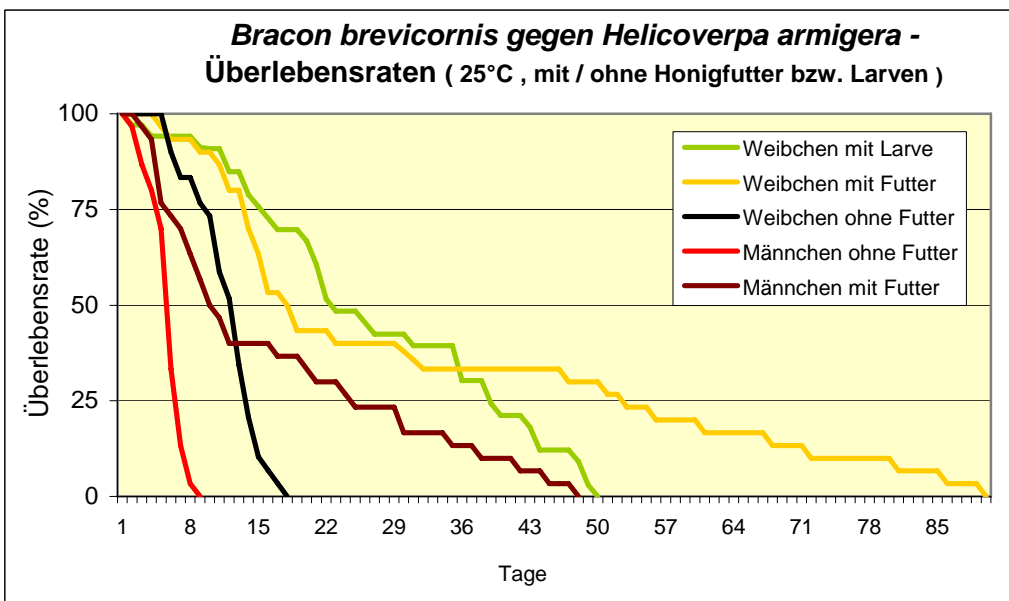


Abb. 68: Überlebensrate von *B. brevicornis* mit und ohne Futterangebot

Bis etwa 40 Tage lag die Überlebensrate der Tiere mit Wirtslarve auf dem Niveau der Variante mit Honigfütterung, danach sank die Überlebensrate der parasitierenden Weibchen deutlich ab. Ohne Wirtslarven lebten die Weibchen bis zu 40 Tage länger.

Insgesamt zeigten sich für die Zucht und eine mögliche Anwendung grundsätzlich sehr gute Lebensparameter. Auffällig war, dass *B. brevicornis* auch ohne Futter hohe Überlebensraten aufwies. Die tägliche Parasitierung von Wirtslarven reduziert die Lebensleistung trotz der Möglichkeit des Host-Feedings als zusätzlich Nahrungsaufnahme. Die Weibchen mit reiner Honigfütterung zeigten eine deutlich längere Lebensdauer.

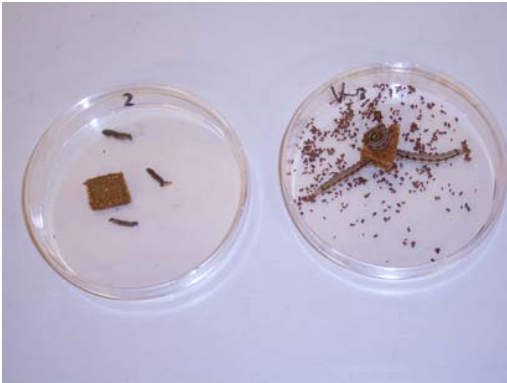


Abb.69: Petrischalentest



Abb. 70: Larven von *B. brevicornis* an einer Larve von *H. armigera*

In weiteren Tests wurden in 20cm-Petrischalen einzelnen *B. brevicornis*-Weibchen Wirtslarven von *H.a.* und *M. brassicae* getrennt angeboten. Von *H.a.* wurden zusätzlich kleine Larvenstadien getestet. Die Paralyse und Eiablage durch die Parasitoide wurden täglich kontrolliert. Eine unbehandelte Kontrolle ohne Parasitoide diente zum Vergleich, um eine natürliche Mortalität auszuschließen. Abb. 69 zeigt links drei paralyse Larven von *H.a.*, rechts gleichaltrige Larven, die sich weiter entwickelten. Abb. 70 zeigt zwei Larven von *B. brevicornis*, die eine paralyse *H.a.*-Larve fressen. Als Varianten wurden Einzelweibchen von *B. brevicornis* jeweils 3 Larven von *H.a.* der Stadien L1, L2-3 und L4-5 angeboten und je eine Larve des Stadiums L4-5 von *M. brassicae*. Es wurden bei 25°C und 65% Luftfeuchte je 10 Wiederholungen (bei den L1-Larven 5 Wiederholungen) durchgeführt.

Der Vergleich der Parasitierungsleistungen (Abb.71) zeigt, dass *M. brassicae*-Larven eine höhere Parasitierungsrate stärker mit Eiern belegt wurden als *H.a.*-Larven. Kleinere *H.a.*-Larven werden selektiv mit weniger Eiern belegt als größere (1-2 bei Larvenstadium 2-3), angebotene L1-Larven wurden auch paralyse, es erfolgte aber keine Eiablage. *M. brassicae* als Wirt wurde mit über 15 Eiern belegt, bei *H.a.* wurden nur knapp 5 Eier pro Larve abgelegt. Weitere Versuche mit Maiszünsler und Wachsmotte zeigten, dass 40 Eier und mehr an eine Wirtslarve abgelegt werden können. Offensichtlich hat *B. brevicornis* ähnlich wie *Trichogramma* zwar einen polyphagen Charakter, zeigt jedoch Präferenzen, die nicht bei *H.a.* als Wirt liegen und reagiert entsprechend auf ein nicht optimales Wirtsangebot. Ebenso werden jüngste Larvenstadien nur unvollständig paralyse und es erfolgt keine Eiablage. *B. brevicornis* scheint damit auf das geringere, bzw. fehlende Nahrungsangebot zu reagieren.

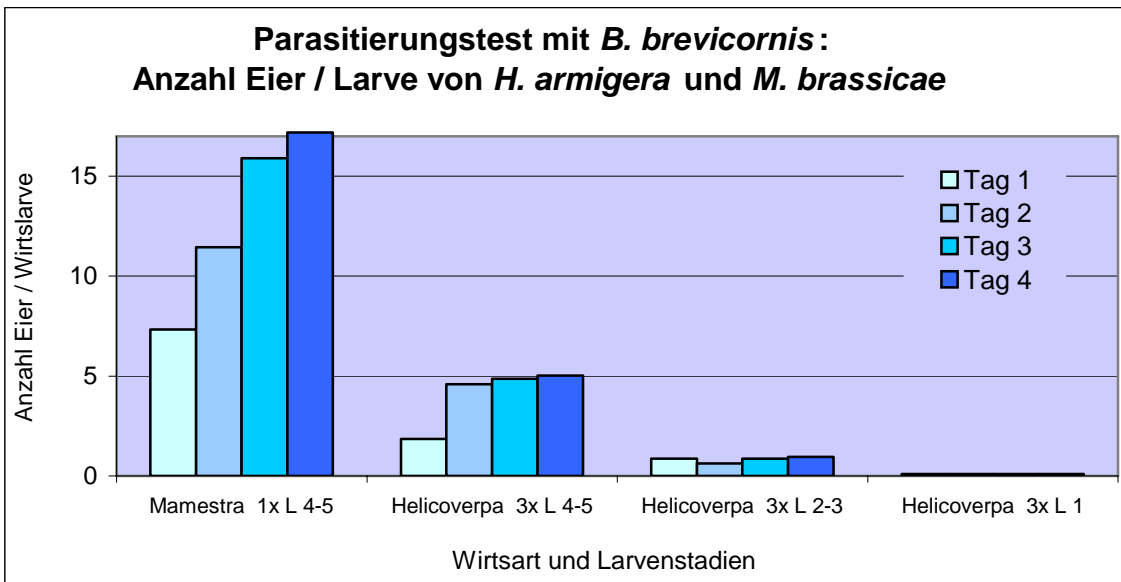


Abb.71: Parasitierungsleistung von *B. brevicornis* bei *H. armigera* und *M. brassicae*

6.2 Auswahltest mit *B. brevicornis* und verschiedenen Wirten

In diesem Test wurden, wie in 6.1 beschrieben Einzelweibchen von *B. brevicornis* untersucht. Über einen Zeitraum von drei Tagen wurden den Brackwespen gleichzeitig vier Wirte in einer 20cm-Petrischale angeboten und zweimal am Tag auf Paralyisierung und Eiablage bonitiert. Getestet wurden neben *H.a.* der natürliche Wirt *O. nubilalis* (Maiszünsler), der Zuchtwirt *E. kuehniella* (Mehlmotte) und ein weiterer Schädling im Gemüse *M. brassicae* (Kohleule).

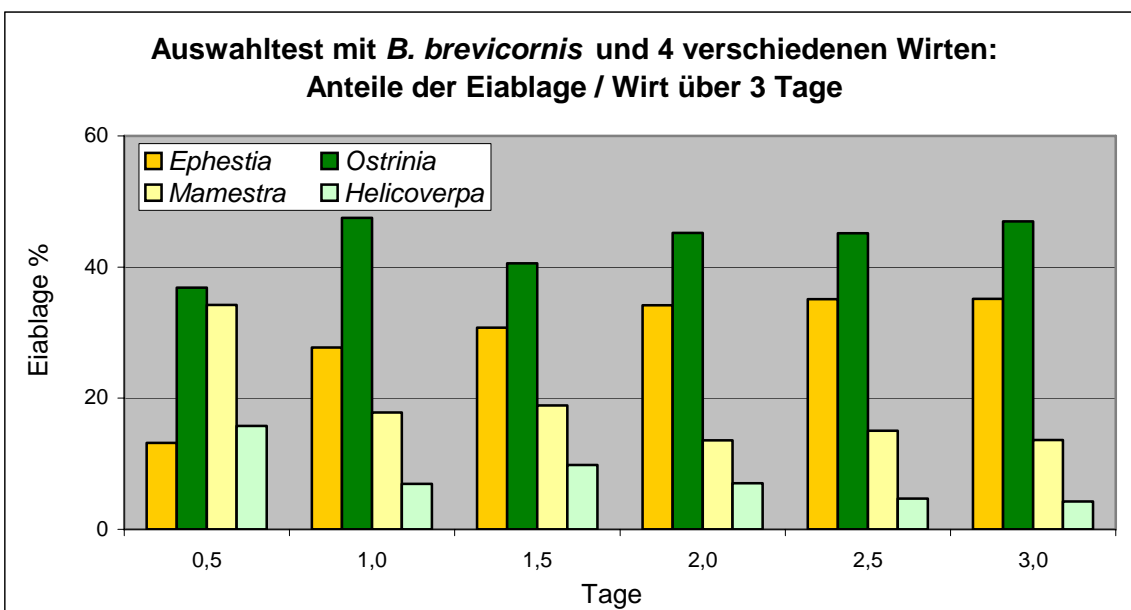


Abb.72: Parasitierungsleistung von *B. brevicornis* im Auswahltest mit vier verschiedenen Wirtsarten gleichzeitig

In Abb. 72 ist die Parasitierung der vier Wirte dargestellt. *E. kuehniella* wurde zunächst weniger stark parasitiert, jedoch erreichte die Eiablage nach einem Tag ein gleich bleibendes, hohes Niveau. *M. brassicae*

wurde zunächst stark parasitiert, danach fiel die Parasitierung auf ein niedriges Niveau ab. *O. nubilalis*, der natürliche Wirt, aus dem die Zuchtlinie dieser Brackwespe isoliert wurde, zeigte eindeutig die höchste Parasitierungsrate. *H.a.* wurde zu Beginn etwas stärker parasitiert als *E. kuehniella*, aber nach einem Tag sank die Eiablage an *H.a.*-Larven auf ein sehr niedriges Niveau und war mit deutlichem Abstand der am schlechtesten geeigneten Wirt im Test.

Nach diesen Ergebnissen zeigt sich, dass *H.a.* prinzipiell von *B. brevicornis* parasitiert wird. Damit könnte der Parasitoid evtl. zur unmittelbaren Bekämpfung des Schädlings eingesetzt werden. Eine erfolgreiche Weiterentwicklung der Population und Etablierung von *B. brevicornis* im Gewächshaus oder im Freiland ist aber bei dieser vergleichsweise schlechten Eignung im Laborversuch schwierig.

Gewächshausversuche und Test-Freilassungen sollten klären, ob *B. brevicornis* in der Praxis zur Bekämpfung von *H.a.* geeignet ist.

6.3 Käfigversuche zur Parasitierungsleistung von *B. brevicornis*

In sechs Glasaquarien (30x40x40 cm³) mit Gazeabdeckung wurden je zwei Tabakpflanzen (30 cm hoch) mit jeweils zehn Larven von *H.a.* besetzt (Abb. 73). Jedes Aquarium wurde am darauf folgenden Tag mit zwei Weibchen von *B. brevicornis* besetzt. Dieser Versuch wurde anschließend unter gleichen Versuchsbedingungen mit Paprikapflanzen wiederholt. Der Versuch fand bei 26°C, etwa 40% Luftfeuchte und 16 Stunden Licht statt. Bonitiert wurde zunächst in Abständen von 30 Minuten, anschließend in stündlichem Abstand der Aufenthaltsort der Parasitoide, um eine Annäherung an die Larven von *H.a.* zu dokumentieren.

Als Ergebnis zeigte sich, dass die Weibchen von *B. brevicornis* ihre Position nach Versuchsbeginn über fünf Stunden nicht wesentlich veränderten. Zu 30 Beobachtungszeitpunkten wurden in dieser Zeit nur 4 Positionswechsel festgestellt. Die Parasitoide saßen rechts oder links an der Aquariumwand und nach insgesamt 29 Stunden waren nur noch zwei der zwölf Weibchen in den Käfigen festzustellen, sie hatten kleinste Öffnungen im Deckelbereich genutzt, um zu flüchten. In einem Aquarium wurden zwei tote, möglicherweise paralysierte, Larven von *H.a.* beobachtet, es lag aber nachweislich keine Eiablage vor. Außer dem Schadfraß begannen sich die angesetzten Larven von *H.a.* zu attackieren, was in einigen Fällen zu Mortalität führte. Es wurde nicht beobachtet, dass sich Brackwespen den Larven von *H.a.* näherten oder wenn sie zufällig neben ihnen saßen, ihre Duftspur aufnahmen.

Um auszuschließen, dass Tabak als Wirtspflanze mit Drüsenhaaren auf der Blattoberfläche die Brackwespen abgeschreckt hat, wurde der Versuch mit Paprikapflanzen durchgeführt. Es wurde nach zwei Tagen keine Paralyse der angebotenen Larven von *H.a.* festgestellt. Ein Tastversuch in 80cm hohen Kunststoffröhren mit Tabak, Paprika und Tomate führte ebenfalls zu keiner Parasitierung. Entgegen ihrer Leistung im Test mit geschlossenen 6cm-Petrischale scheint sich die vorliegende Zuchtlinie von *B. brevicornis* nicht zur Bekämpfung von *H.a.* im größeren Raumvolumen zu eignen. Die Weibchen flüchteten aus dem Käfigversuch oder blieben inaktiv.



Abb.54: Käfigversuch mit *B. brevicornis*



Abb.55: Freilassungsversuch mit *B. brevicornis* im Tabakfeld

6.4 Freilassungsversuch mit *B. brevicornis* im Tabakfeld

Am Standort Auhof 2 in Bremgarten / Freiburg wurde am 07. August *B. brevicornis* zur Bekämpfung von *H.a.* freigelassen. In vier Reihen Tabak mit einem Befallsnest, in dem etwa jede vierte Pflanze mit mittleren Larven von *H.a.* befallen waren, wurden auf jeder zweiten Pflanze *B. brevicornis*-Einheiten ausgebracht (Abb.55). Eine Tabakreihe blieb frei, in der nächsten wurden weitere Einheiten ausgehängt. Die Einheiten bestanden aus 60 Kokons der Brackwespen in einer Kartontasche, die sie vor Regen und Prädation schützen sollten. Terminiert waren die Kokons auf drei bis vier Tage vor Schlupfbeginn. Insgesamt wurden in vier Reihen 20 Einheiten eingesetzt. Nach zwei Wochen wurde eine erneute Befallsbonitur durchgeführt. Sowohl in den Tabakreihen mit Freilassung als auch in den Reihen ohne Freilassung von *B. brevicornis* wurden weiterhin Larven von *H.a.* gefunden. Paralytierte Larven, eine Eiablage oder Kokons von *B. brevicornis* konnten trotz intensiver Bonitur jeder einzelnen Pflanze in der behandelten Parzelle nicht beobachtet werden. Schlupfrate und Prädation der Freilassungseinheiten von *B. brevicornis* wurden gegenüber Laborproben untersucht und im Rahmen einer Qualitätskontrolle verglichen. Unter Laborbedingungen (n=3) waren 67 Kokons auf einer Einheit, davon schlüpften 57% mit einem Weibchen-Anteil von 30%. Unter Feldbedingungen (n=18) waren 70 Kokons auf jeder Einheit, davon schlüpften 28% bei einem Weibchen-Anteil von 33%. Während sich Belegung und Weibchen-Anteil entsprachen, wurde deutlich, dass mit 48,5% nur etwa die halbe Schlupfrate unter Freilandbedingungen erreicht wurde. Das lässt auf einen hohen Prädationsdruck schließen, was bei zukünftigen Freilassungseinheiten zum Schutz der Schlupfwespen berücksichtigt werden müsste.

Aus den Laborversuchen wurde eine deutliche Präferenz von *B. brevicornis* für den Maiszünsler *O. nubilalis* festgestellt. In Käfigversuchen wurden schließlich keine der angebotenen Larven von *H.a.* erfolgreich parasitiert, eine Entwicklung an dem angebotenen Wirt fand nicht statt. Im Freiland schließlich war trotz einer hohen Dichte der Brackwespen ebenfalls kein Wirkungsnachweis zu erbringen. Damit kann weitgehend ausgeschlossen werden, dass mit dieser Zuchtlinie von *B. brevicornis* eine Bekämpfung des neuen Gemüseschädling möglich ist. Dies steht im Widerspruch zu wissenschaftlichen Veröffentlichungen, in denen z.B. von der Insel Barbados und aus dem Sudan über erfolgreiche Bekämpfungsversuche mit *B. brevicornis* gegen *H.a.* berichtet wird.

6.5 Morphologischer Vergleich von *B. brevicornis* und *B. hebetor*

In der Literatur wird *B. brevicornis* explizit als Wirt von *H.a.* genannt (ABBAS 1987, STAM et al. 1990). Recherchen haben ergeben, dass es sich hier entweder um eine Verwechslung mit *Bracon hebetor* handeln könnte oder eine Unterart anderer Herkunft, die andere Eigenschaften aufweist (HEIMPEL et al. 1997). Derzeit liegt von *B. brevicornis* nur diese Zuchtlinie aus dem Raum Dresden vor, daher kann diese Frage noch nicht abschließend geklärt werden. Jedoch konnte eine im Vorratsschutz als Nützling eingesetzte Zuchtlinie der Art *B. hebetor* aus Berlin zu einem Artvergleich herangezogen werden. In der osteuropäischen Fachliteratur werden *B. brevicornis* und *B. hebetor* als eine Art angesehen. Auf Basis bestehender Bestimmungsliteratur (SCHÖLLER, mdl.) wurde die Anzahl Antennenglieder von jeweils 50 männlichen und weiblichen Brackwespen beider Arten bestimmt. Eine Definition der untersuchten Merkmale findet sich bei GOULET & HUBER (1993).

Ein Vergleich der Verteilung der Anzahl Antennenglieder des Flagellomers (Abb. 66) zeigt eine gute Abgrenzung der beiden Arten. Die Anzahl Antennenglieder der Männchen ist bei beiden Arten höher als die der Weibchen. *B. hebetor* hat eine höhere Anzahl Antennenglieder. Eine Überprüfung dieses morphologischen Merkmals bei einer Blindprobe mit 50 zufällig ausgesuchten Individuen beider Arten und Geschlechter ergab eine 100%ige Sicherheit bei der Bestimmung. Ein zusätzliches Merkmal zur Absicherung der Identifikation ist eine deutlich punktierte Oberfläche der mittleren Tergite des Abdomens bei *B. brevicornis*.

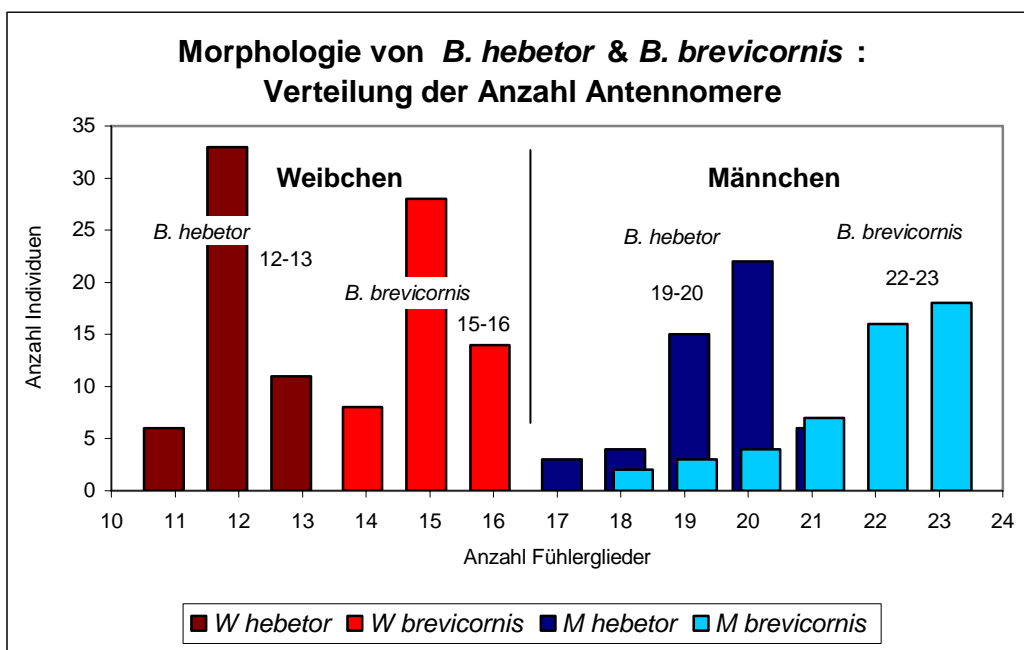


Abb.66: Morphologische Unterschiede zwischen *B. brevicornis* und *B. hebetor*

6.6 Auswahltest mit *B. hebetor* und verschiedenen Wirten

In Analogie zu dem Auswahltest in Kap. 6.2 wurde mit der zu *B. brevicornis* nahe verwandten Art *B. hebetor* ein Auswahltest durchgeführt. Es wurden über einen Zeitraum von drei Tagen gleichzeitig vier Wirte in einer

20cm-Petrischale angeboten und zweimal am Tag auf Paralysisierung und Eiablage bonitiert. Getestet wurden neben *H.a.* der natürliche Wirt *O. nubilalis* (Maiszünsler), der Zuchtwirt *E. kuehniella* (Mehlmotte) und ein weiterer Schädling im Gemüse *M. brassicae* (Kohleule).

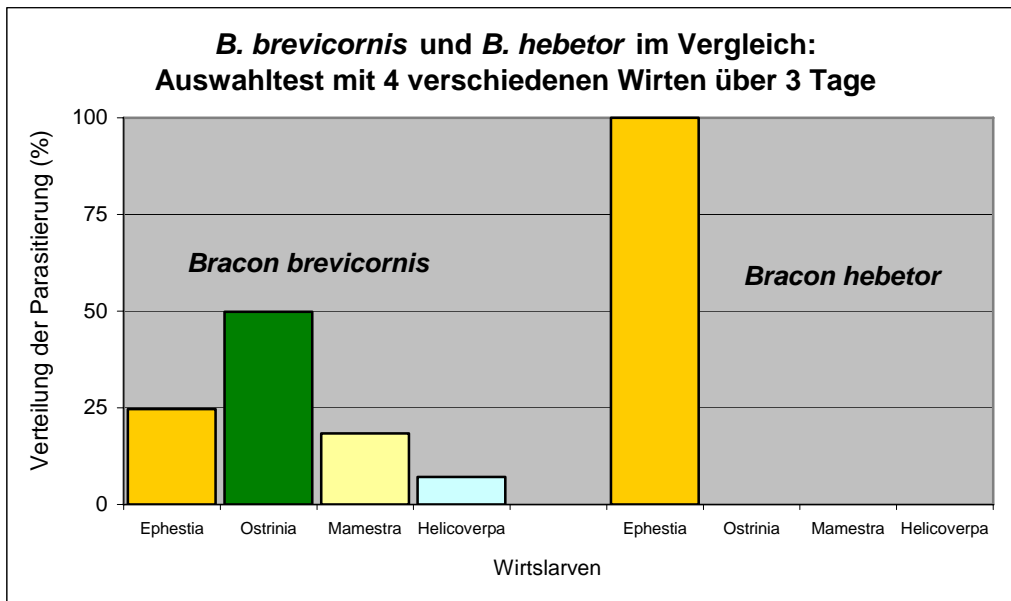


Abb.67: Unterschiede zwischen *B. brevicornis* und *B. hebetor* im Auswahltest mit vier Wirtsarten

In Abb.67 ist die Parasitierung der vier Wirte durch *B. brevicornis* und *B. hebetor* dargestellt. Während *B. brevicornis* eine Präferenz für *O. nubilalis*, parasitiert *B. hebetor* ausschließlich *E. kuehniella*. *H.a.* wurde ebenso wie die anderen Wirte von *B. hebetor* nicht parasitiert.

Auf Grundlage der vorliegenden Ergebnisse kann davon ausgegangen werden, dass die Arten *B. brevicornis* und *B. hebetor* sich morphologisch und auch in ihrer Präferenz für bestimmte Schadlepidopteren unterscheiden. Damit sind die in der Literatur beschriebenen Bekämpfungsversuche mit *B. brevicornis* weiterhin kritisch zu hinterfragen. Eine Verwechslung mit *B. hebetor* ist unwahrscheinlich, da diese Art im vorliegenden Versuch mit zwei Zuchtlinien *H.a.*-Larven nicht parasitierte.

7. Zusammenfassung und Fazit

Die Untersuchungen zur Bekämpfung von *Helicoverpa armigera* haben deutlich gemacht, dass es sich um einen ernst zu nehmenden neuen Gemüseschädling handelt. Es konnte ein jährlicher Zuflug in den Oberrheingraben im Raum Freiburg festgestellt werden. Dieser Standort wird für ein ständiges Monitoring von *H.a.* empfohlen. Entgegen dem starken Befall 2003 an Tomate, Mais, Lauch und Tabak, wurde *H.a.* in den Versuchsjahren 2005-2007 geringer an Tabak und sehr selten an Mais, Zierpflanzen und Lauch beobachtet. Tabak wird als attraktive Wirtspflanze gegenüber anderen bevorzugt, wie Laborversuche belegen. Der Zuflug von *H.a.* findet im Vergleich zu 1975 um fast zweieinhalb Monate früher statt. In 2007 konnte ein Zuflug von männlichen Faltern mit Pheromonfallen Ende Juli nachgewiesen werden. Eine erste Eiablage erfolgte Anfang August. Der frühe Flug korreliert mit den steigenden Temperaturgraden infolge der Klimaerwärmung. Daher ist zukünftig mit zunehmenden Schäden durch *H.a.* in der Landwirtschaft und im Gemüse- und Gartenbau (Zierpflanzen) zu rechnen. Problematisch für die Praxis ist die Identifikation der

sehr variablen Larven und der unscheinbaren Falter. Daher wird den Pflanzenschützern zum Abschluß des Projektes eine Broschüre mit ausführlichen Informationen über den Schädling zur Verfügung gestellt.

Es konnten natürlich auftretende Schlupfwespen und bereits in Zuchten verfügbare *Trichogramma*-Arten und -Stämme genutzt werden, um eine biologische Bekämpfung des neuen Schädlings zu untersuchen. Aufgrund der eingeschränkten Einsatzmöglichkeiten von *Trichogramma*-Eiparasitoiden auf den stark mit Drüsenhaaren besetzten Tabakblättern und einer nicht immer sicheren Prognose mit Hilfe von Pheromonfallen, wurde mit *Bracon brevicornis* ein Larvalparasitoid gegen *H.a.* getestet. Dieser wies jedoch keine ausreichende Präferenz auf und parasitierte nach guten Ergebnissen im Laborversuch unter praxisnahen Bedingungen *H.a.* nicht. Die nahe verwandte Brackwespe *B. hebetor* akzeptierte *H.a.*-Larven nicht als Wirte. *Campoletis* sp., ein Larvalparasitoid aus der Familie der Ichneumonidae, erreichte in 2006 mehr als 12% natürliche Parasitierung der Larven von *H.a.*. Eine Zucht dieser Schlupfwespe, die auf Raupen von Eulenaltern spezialisiert ist, gelang nicht. Sie wäre für die Zukunft ein interessanter Kandidat als neuer Nützling gegen Gemüseschädlinge.

Während bei Tomaten die Behaarung die Suchleistung nur wenig behinderte, wurde sie auf der Blattoberfläche bei Tabak verhindert. In Akzeptanz-, Parasitierungs- und Suchleistungstests erwiesen sich Stämme der Arten *T. brassicae*, *T. cacoeciae* und *T. evanescens* als geeignet. *T. brassicae* (BRA Kz) und *T. cacoeciae* (CAC D 90 O) zeigten eine gute Suchleistung in den Käfigversuchen und eine deutliche Akzeptanz von *H.a.*. BRA Kz war zudem im Lebensstapel-Test bei 30°C lebensfähiger als andere Stämme, jedoch bereitete dieser Stamm in Massenzucht Parasitierungsprobleme. Daher wurden weitere Versuche mit der Zuchtlinie BRA Da durchgeführt. Für die Art *T. cacoeciae* spricht trotz der insgesamt geringeren Suchleistung in den Praxistests, dass die Art langlebig ist, nur Weibchen auftreten und sie in Laborversuchen eine hohe Parasitierungsrate auf behaarten Oberflächen aufwies. Für *T. evanescens* steht trotz geringerer Leistung ein Stamm aus Kohl (EVA 1-DE 97 K) zur Verfügung, der auch gegen andere auftretende Gemüseschädlinge wirksam wäre und in den Bekämpfungsversuchen mit *H.a.* eine stabile Leistung zeigte. Für die Praxis empfiehlt sich eine Mischung der Zuchtlinien BRA Da und der langlebigen CAC D 90 O, die auf behaarten Oberflächen eine bessere Eignung zeigte. Schließlich wäre ein Anteil der aus dem Gemüse stammenden EVA 1-DE 97 K in einer Mischung zu empfehlen, um weitere Noctuiden wie *Mamestra brassicae* und *Autographa gamma* sicher mit zu erfassen.

Trotz des geringen natürlichen Befalls durch *H.a.* in Gemüsekulturen im Versuchszeitraum konnten wichtige Empfehlungen für die Praxis erarbeitet werden. Der Einsatz von Schlupfwespen gegen *Helicoverpa armigera* steht als alternative Bekämpfungsmöglichkeit zur Verfügung. Somit ist ein Verzicht oder zumindest die Reduktion des Einsatzes von chemischen Pflanzenschutzmitteln in Gemüsekulturen gewährleistet. Die Untersuchung von biologischen Bekämpfungsmöglichkeiten gegen einen neuen Schädling im Pflanzenschutz wie im vorliegenden Fall hat Modellcharakter für weitere zukünftige Zuwanderer. Es gilt sie rechtzeitig, im Sinne einer präventiven Bekämpfung, zu untersuchen und auf Massenzuflüge wie in 2003 angemessen reagieren zu können.

8. Literatur:

- ABBAS, M. S. T. (1987): Interactions between host, egg and larval parasitoids and nuclear polyhedrosis virus. Bulletin of the Entomological Society of Egypt, Economic Series, IS No. 16: 133-141.
- ABERA, T.H., HASSAN, S.A., OGOL, C.K.P.O., BAUMGÄRTNER, J., SITHANANTHAM, S., MONJE, J.C., ZEBITZ, C.P.W. (2002): Temperature-dependent development of four egg parasitoid *Trichogramma* species (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Biocontrol Science & Technology 12: 555-567.
- GOULET, H. & HUBER, J.T. (Hrsg.) (1993): Hymenoptera of the world: An Identification Guide to Families. Agriculture Canada, Research Branch, Ottawa, 668 S.
- HASSAN, S.A. (1981): Massenproduktion und Anwendung von *Trichogramma*: 1. Produktion des Wirtes *Sitotroga cerealella*. Entomophaga 26 (4), 339-348.
- HASSAN, S.A. (1994): Strategies to select *Trichogramma* species for use in biological control. In: WAJNBURG, E. & HASSAN, S.A. (eds.): Biological control with egg parasitoids. CAB International, Wallingford, U.K., S. 55-71.
- HASSAN, S.A. & WÜHRER, B.G. (1997): Present status of research and commercial utilisation of egg parasitoids of the genus *Trichogramma* in Germany. Gesunde Pflanzen 3: 68-75.
- HEIMPEL, G. E., ANTOLIN, M. F., FRANQUI, R. A., STRAND, M. R. (1997): Reproductive isolation and genetic variation between two "strains" of *Bracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae). Biological Control 9 (3): 149-156.
- LI, W.-Z., G.-H. YUAN, C.-F. SHENG & X.-R. GUO (2005): Active compounds in *Populus nigra* L. wilted leaves responsible for attracting *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lep., Noctuidae) and new agarose formulation. J. Appl. Entomol. 129 (9/10): 557-562.
- PÖLITZ, B., H. SCHNEE, A. KÜHNE (2007): Zur Befallssituation des Maiszünslers in Sachsen, zum erstmaligen Auftreten einer zweiten Generation und über natürliche Gegenspieler. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes 59 (11): 264-266.
- SMITH, S.M. (1996): Biological control with *Trichogramma*: Advances, successes, and potential of their use. Annu. Rev. Entomol. 41: 375-406.
- SCHNEE, H. (2007): Neues vom Maiszünsler (*Ostrinia nubilalis*) in Sachsen. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. 59: 94-97.
- STAM, P. A., H. ELMOSA (1990): The role of predators and parasites in controlling populations of *Earias insulana*, *Heliothis armigera* and *Bemisia tabaci* on cotton in the Syrian Arab Republic. Entomophaga 35 (3): 315-327.
- STEINER, A. (1997): Noctuidae. In: EBERT, G. (Hrsg.): Schmetterlinge Baden-Württembergs, Ulmer Stuttgart, Bd. 6: 264-265.
- WÜHRER, B.G. & HASSAN, S.A. (1993). Selection of effective species / strains of *Trichogramma* (Hym.: Trichogrammatidae) to control the diamondback moth *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae). J. Appl. Entomol. 116: 80-89.
- YAKTI, R., B. PINTUREAU & M. AL ABDALLAH (2002): Untersuchungen zur Biologie und Anwendung von *Bracon brevicornis* Wesm. (Hym.: Braconidae) gegenüber dem roten *Baumwollkapselwurm* *Pectinophora gossypiella* Saunders (Lep.: Gelechiidae) in Syrien. Mitt. Biol. Bundesanst. Land- Forstwirtschaft. (390): 256.
- ZHANG, S.-Y., B.-Y. XIE, J. CUI & D.-M. LI (2006): Biology of *Campoletis chloridae* (Uchida) (Hym., Ichneumonidae) developing in Bt-treated, Bt-resistant *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lep., Noctuidae) larvae. J. Appl. Entomol. 130(5): 268 –274.
- ZIMMERMANN, O. (2004): Der Einsatz von *Trichogramma*-Schlupfwespen in Deutschland: Zum aktuellen Stand der Forschung und Nutzung von Eiparasitoiden gegen Schadlepidopteren im biologischen Pflanzen- und Vorratsschutz. Gesunde Pflanzen (56): 157-166.

9. Anhang:

Veröffentlichungen und Tagungsbeiträge zur vorliegenden Untersuchung :

ZIMMERMANN, O., WÜHRER, B., BATHON, H. (2008): Untersuchungen zur Bekämpfung von *Helicoverpa armigera* in Deutschland – eine Bilanz. Pflanzenschutz-Tagung 2008, Kiel (angemeldet)

ZIMMERMANN, O., WÜHRER, B., BATHON, H. (2007): Die biologische Bekämpfung von *Helicoverpa armigera* in Deutschland. Einsatzmöglichkeiten von *Trichogramma* spp. und Schlupfwespen anderer Gattungen. Entomologen-Tagung 2007, Innsbruck. Mitteilungen der DGaaE 16 (im Druck)

ZIMMERMANN, O. (2006): Which indigenous beneficials can control the cotton bollworm? A selection of suitable *Trichogramma* - species to control *Helicoverpa armigera* in green houses [Welche heimischen Arten bekämpfen den Baumwollkapselwurm ? - Auswahl geeigneter *Trichogramma* - Arten zur Bekämpfung von *Helicoverpa armigera* im Gewächshaus]. DGaaE-Nachrichten 21 (1): 2S.

ZIMMERMANN, O., (2006): Baiting studies to survey the occurrence of *Trichogramma*-species and -strains in agricultural and garden areas in Germany. DGaaE-Nachrichten 21 (1): 2S.

ZIMMERMANN, O., WÜHRER, B., BATHON, H. (2005): Untersuchungen zur Akzeptanz und Suchleistung von heimischen *Trichogramma* – Stämmen zur Bekämpfung von *Helicoverpa armigera* in Deutschland. Pflanzenschutz-Tagung 2006, Göttingen. Mitteilungen der Biologischen Bundesanstalt.

ZIMMERMANN, O. (2005): Der Baumwollkapselwurm - ein neuer Schädling in Gemüsekulturen und seine biologische Bekämpfung mit *Trichogramma*-Schlupfwespen. Gemüse (3): 20-23.

ZIMMERMANN, O. (2005): Das Auftreten von *Helicoverpa armigera* in Deutschland – eine Übersicht und erste Untersuchungen zur biologischen Bekämpfung. In: Tagungsband, Arbeitstagung Biologische Schädlingsbekämpfung, 30.11.-01.12.2005, Griesheim. Pflanzenschutzdienst der Länder. 2 S.

ZIMMERMANN, O. & WÜHRER, B. (2004): Selection of *Trichogramma* strains for the biological control of *Helicoverpa armigera* in Southern Germany and Austria [Auswahl von *Trichogramma* - Stämmen zur Bekämpfung von *Helicoverpa armigera* in Süd-Deutschland und Österreich]. Egg Parasitoid News 16, 21-22.