

# **Abschlussbericht**

**Forschungsvorhaben 06HS039, 06HS047, 06HS048**

**Verbesserung der Kenntnisse zu Regulationsgrößen bei der Dynamik des Rapsglanzkäfers mit dem Ziel der Verbesserung und Verfeinerung der computergestützten Prognose und Entscheidungshilfe**

Laufzeit: 12.05.2007–31.10.2010

## **Kooperationspartner A**

Georg-August-Universität Göttingen  
Department für Nutzpflanzenwissenschaften  
Abteilung Agrarentomologie  
Dr. B. Ulber  
Grisebachstraße 6  
37077 Göttingen

## **Kooperationspartner B**

BTL Bio-Test Labor GmbH Sagerheide  
Dr. T. Thieme  
Birkenallee 19  
18184 Sagerheide

## **Kooperationspartner C**

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft  
Institut für Pflanzenschutz  
Dr. M. Zellner  
Lange Point 10  
85354 Freising

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Ziele und Aufgabenstellung des Vorhabens</b>	4
1.1	Planung und Ablauf des Vorhabens	4
1.2	Wissenschaftlicher und technischer Stand an den angeknüpft wurde	4
<b>2</b>	<b>Material und Methoden</b>	
2.1	Vergleich des Zufluges und des Befallsverlaufes des Rapsglanzkäfers an den drei Projektstandorten	7
2.2	Einfluss von unterschiedlichen Rapsorten auf die Befallsdynamik und Schadwirkung des Rapsglanzkäfers	8
2.3	Einfluss der Rapsorten und Insektizidbehandlungen auf die Vermehrungsrate und das Populationswachstum des Rapsglanzkäfers	10
2.4	Randstreifen aus frühblühenden Fangpflanzen: Auswirkung auf die räumliche Verteilung der Glanzkäfer und Möglichkeit von Insektizid-Randbehandlungen	12
2.5	Sammlung von Larvenproben und Bestimmung der Parasitierungsraten	14
2.6	Untersuchungen der Winterlager von Glanzkäfern	17
2.6.1	Natürliche Winterlager	17
2.6.2	Künstliche Winterlager	19
2.7	Mobilität und Ausbreitungsverhalten: Markierungs- und Wiederfangversuche	19
2.8	Bestimmung der Reife und Generationszugehörigkeit durch Ovariolendisektion	20
2.9	Bestimmung des Resistenzniveaus gegen lambda-Cyhalothrin	21
2.10	Bestimmung von Feucht- und Trockengewichten sowie des Fettgehalts	21
2.11	Probenaustausch zwischen den Projektpartnern	21
<b>3</b>	<b>Ergebnisse</b>	
3.1	Ausführliche Darstellung der wichtigsten Ergebnisse	23
3.1.1	Vergleich des Zufluges und des Befallsverlaufes des Rapsglanzkäfers an den drei Projektstandorten	23
3.1.2	Einfluss von unterschiedlichen Rapsorten auf die Befallsdynamik und Schadwirkung des Rapsglanzkäfers	34
3.1.3	Einfluss der Sorten und Insektizidbehandlungen auf das Populationswachstum und die Vermehrungsrate des Rapsglanzkäfers	46
3.1.4	Randstreifen aus frühblühenden Fangpflanzen: Auswirkung auf die räumliche Verteilung der Glanzkäfer und die Möglichkeit von Randbehandlungen mit Insektiziden	53
3.1.5	Parasitierungsraten der Rapsglanzkäferlarven in Abhängigkeit von Region und Standorteinflüssen	63
3.1.6	Untersuchungen der Winterlager von Glanzkäfern	68
3.1.7	Mobilität und Ausbreitungsverhalten: Markierungs- und Wiederfangversuche	72
3.1.8	Bestimmung der Reife und Generationszugehörigkeit durch Ovariolendisektion	73
3.1.9	Bestimmung des Resistenzniveaus gegen lambda-Cyhalothrin	73
3.1.10	Bestimmung von Feucht- und Trockengewichten sowie des Fettgehalts	74

3.2	Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse .....	76
<b>4</b>	<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>78</b>
<b>5</b>	<b>Gegenüberstellung ursprünglich geplanter und tatsächlich erreichter Ziele (ggf. Hinweise auf weiterführende Fragestellungen)</b> .....	<b>80</b>
<b>6</b>	<b>Literaturverzeichnis</b> .....	<b>84</b>

### Liste der verwendeten Abkürzungen

Nicht gesondert aufgeführt sind die Abkürzungen der SI-Einheiten.

HI	Hauptinfloreszenz
I	insektizidbehandelte Variante im Sortenversuch
K	Kontrolle ohne Insektizidschutz im Sortenversuch
NI	Nebeninfloreszenz
VG	Versuchsglied
n.e.	nicht ermittelt

## **1 Ziele und Aufgabenstellung des Vorhabens**

Das Projekt verfolgt insgesamt das Ziel, Informationen für ein System der integrierten Schädlingsbekämpfung für den Rapsglanzkäfer zu liefern, das unter Berücksichtigung der Wintermortalität, der Befalldynamik, der Populationsdynamik und des Schadensrisikos die Anwendung von Insektizidmaßnahmen auf das notwendige Maß beschränkt, um auf diese Weise nicht nur eine weitere Ausbreitung und Verschärfung der Insektizidresistenz bei den Schädlingen im Winterraps zu verhindern, sondern auch die vorhandene Resistenz zurückzudrängen.

### **1.1 Planung und Ablauf des Vorhabens**

Die Laufzeit des Forschungsvorhabens betrug drei Jahre. Es begann am 22.05.2007 und sollte am 21.05.2010 enden. Aufgrund der bereits fortgeschrittenen Saison zu Beginn des Projektes in 2007 kam es zu einer Verschiebung der Personalmittel um zwei Monate bis zum 30.08.2010. Um eine komplette Auswertung aller Ergebnisse der Saison 2010 zu gewährleisten, wurde von der BLE dankenswerterweise einer weiteren Verlängerung des Projekts bis zum 31.10.2010 zugestimmt.

Das Vorhaben wurde in enger Zusammenarbeit zwischen den drei Projektpartnern von Teilprojekt 1 (06HS039, 06HS047, 06HS048) realisiert. Außerdem bestand eine enge Abstimmung mit Teilprojekt 2 (06HS040) sowie mit dem Vorhaben zur Resistenzverbreitung und Resistenzminderungsstrategie des Verbundpartners JKI (Dr. Heimbach, 06HS038). Besonders vorteilhaft für die breite Datenbasis der Ergebnisse des Vorhabens war auch der intensive Probenaustausch zwischen den Partnern (Winterlagerproben, Insektizidresistenz und Artenspektrum der Glanzkäfer, Larvenparasitierung). Daneben wurde ein Teil der für die Untersuchungen in den Projekten 06HS039 und 06HS048 benötigten Tiere von Partner B (BTL) aus Winterlagern extrahiert und den Partnern A und C zur Verfügung gestellt.

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

#### **Einfluss der Rapsorten auf die Befalldynamik, Vermehrung und Schadwirkung des Rapsglanzkäfers**

Grundlegende Arbeiten zur Biologie des Rapsglanzkäfers und zu den Regulationsgrößen für die Zuwanderung und die Vermehrungsraten im Rapsbestand wurden von Müller (1941) und Fritzsche (1957) geleistet. Interaktionen zwischen dem Rapsglanzkäfer und der Wirtspflanze sowie einigen weiteren Faktoren, die das Populationswachstum beeinflussen können, wurden in Schweden untersucht (Nilsson, 1994). Weitere Arbeiten zur Eiablage (Ekbohm & Borg, 1996; Ekbohm & Ferdinand, 2003) und Larvenentwicklung (Nielsen & Axelsen, 1988) des Rapsglanzkäfers zeigten eine starke Abhängigkeit von der Wirtspflanzenart. Die besondere Bedeutung der Nahrungsqualität für die Populationsentwicklung wurde auch von Cook et al. (2004a) hervorgehoben. Genauere Untersuchungen zum Einfluss der Rapsorte auf Reproduktion und Populationsdynamik des Rapsglanzkäfers lagen jedoch noch nicht vor.

Zur Vermeidung unnötiger Insektizideinsätze bei gleichzeitigem Erreichen sicherer Erträge sind genauere Kenntnisse des Bekämpfungsrichtwertes notwendig. In der Vergangenheit wurden zwar Schwellenwerte ermittelt, z. B. von Vietinghoff und Daebeler (1986), doch ist zu überprüfen, ob diese Werte unter den derzeitigen Anbauvoraussetzungen noch Gültigkeit besitzen. Obwohl in Untersuchungen von Wahmhoff (2000) keine Berechnung von aktuellen Befalls-Verlust-Relationen möglich war, hält er diese Werte für möglicherweise ungeeignet.

### **Fangpflanzen-Randstreifen zur Konzentration zufliegender Glanzkäfer**

Die Möglichkeiten der Nutzung attraktiver Fangpflanzen zur Konzentration und Bekämpfung zufliegender Schadinsekten können ein wichtiger Teil von IPM Strategien sein und zu einer drastischen Reduktion des Insektizideinsatzes führen. Zusammenfassende Darstellungen der Thematik geben z.B. Hokkanen (1991), Shelton & Badenes-Perez (2006) oder Cook et al. (2007 a). Die Nutzung von Randstreifen für das Management von Rapsglanzkäfern untersuchten z.B. Büchi (1990, 1995), Cook et al. (2004b, 2007 b), Hokkanen et al. (1986), Husberg et al. (1985) oder Nilsson (2004). Insbesondere im Gemüsebau konnten Fangstreifen erfolgreich eingesetzt werden (z.B. Hokkanen et al., 1986).

### **Parasitierung der Rapsglanzkäferlarven**

Das Populationswachstum des Rapsglanzkäfers kann durch die Parasitierung der Larven, welche Mortalitätsraten von bis zu 80 % hervorruft (Nilsson & Andreasson, 1987), erheblich reduziert werden. Im Winterraps dominieren meist die Ichneumoniden-Arten *Phradis interstitialis*, *P. morionellus* und *Tersilochus heterocerus*. Auftreten und Verbreitung der Parasitoide werden insbesondere von klimatischen Faktoren, der Rapsanbaufläche des vorangegangenen Jahres und dem Anbausystem bestimmt (Alford, 2003). So können die univoltinen, koinobionten Schlupfwespen durch die wendende oder intensiv lockernde Bodenbearbeitung während der Puppenruhe negativ (Klingenberg & Ulber, 1994), durch eine hohe Rapsanbaudichte und heterogene Landschaftsstruktur dagegen positiv beeinflusst werden (Zaller et al., 2009). Barari et al. (2005) stellten fest, dass die zeitliche Synchronisation zwischen den adulten Parasitoiden und den Wirtslarven ein entscheidender Faktor für die Höhe der Parasitierung und eine effiziente IPM Strategie ist. Die Parasitierung kann u.a. durch Insektizidmaßnahmen in der Rapsblüte gestört werden (Nitzsche, 1998; Neumann, 2010). Es fehlten aber genauere Untersuchungen, in welchem Maße Anbaumaßnahmen, wie Rapsorte und Insektizidbehandlungen, sowie verschiedene Standortbedingungen auf die Parasitierungsrate der Rapsglanzkäferlarven Einfluss nehmen.

### **Winterlager**

Obwohl bereits in den 1920-er Jahren eine Reihe von Arbeiten zur Biologie des Rapsglanzkäfers publiziert wurden (z.B. Börner & Blunk 1920, Burkhardt & Lengerken 1920, Ext 1920, Friederichs 1921), existierten zur Überwinterung der Käfer nur Vermutungen. Kaufmann (1925) veröffentlichte erste Beobachtungen und Versuchs-Ergebnisse zur Überwinterungs-Biologie. Biologisch-ökologische Fragestellungen der Winterlager untersuchten Müller (1941 a, b), später Renken (1956) und Fritzsche (1957).

Systematische Untersuchungen zur Mortalität der Käfer in der Winterlagersaison stellten jedoch erst Vietinghoff (1985), Kdimati (1990) und Hokkanen (1993) an. Während Vietinghoff und Kdimati geringe Mortalitätsraten von maximal 25 % angeben, berichtet Hokkanen (1993) aus Freilandversuchen in Finnland sehr hohe Sterblichkeitsraten von 85–98 %. Fragen zu einer eventuell bestehenden verringerten Winterfitness resistenter Rapsglanzkäfer waren bis zum Projektbeginn unbearbeitet.

Zur Extraktion der Käfer aus Bodenproben werden in der Literatur die Nutzung von Sieben, Aufschwemmtechniken oder das Austreiben durch Wärme beschrieben (Fritzsche 1957, Vietinghoff 1985, Kdimati 1990, Hokkanen 1993). Versuche mit künstlichen Winterlagern werden aufgrund der Anforderungen der Käfer an Feuchtigkeit und Durchlüftung als schwierig charakterisiert (z.B. Kaufmann, 1925). Direkte Messungen des Fettgehalts von Glanzkäfern, der nach Hokkanen (1993) von entscheidender Bedeutung für die Überwinterungsfähigkeit sein soll, liegen bislang nicht vor.

### **Mobilität und Ausbreitungsvermögen**

Das Flug- und Ausbreitungsvermögen von Rapsglanzkäfern ist sowohl für die Wechsel zwischen Winterlagern, Futterpflanzen und Rapsschlägen, als auch in Hinblick auf die Ausbreitung der Insektizidresistenz von Bedeutung. Dennoch wurde es bislang nur wenig untersucht. Erste Angaben machten Dlabolova & Taimr (1964, 1965) und Taimr et al. (1967), die Glanzkäfer radioaktiv markierten und eine maximale Ausbreitung von 15,6 km feststellten. Stechmann und Schütte (1976) markierten in Schleswig Holstein ca. 300.000 Jungkäfer mit Farbpulver und konnten bereits nach zwei Tagen Käfer in 10 km entfernten Fallen nachweisen, die maximale Flugweite betrug 12 km. Kenward (1984) berichtet von einem schwarmartigen Massenflug an der englischen Ostküste, bei denen gelandete Tiere in Dichten von etwa 10.000 Käfern/m<sup>2</sup> auftraten. In einer Studie von Insektenfängen aus 200 m Höhe über England waren *Meligethes* spp. in allen drei Untersuchungsjahren (1999, 2000 und 2002) die am häufigsten auftretenden Käfer (Chapman et al. 2004). Daher sind für Glanzkäfer große Ausbreitungsradien anzunehmen.

### **Bestimmung der Reife und Generationszugehörigkeit durch Ovariolendisektion**

Der Rapsglanzkäfer entwickelt sich mit nur einer Generation pro Jahr und stirbt nach der Eiablage im Laufe des Sommers ab. Die Käfer der der neuen Generation fressen den Pollen einer Vielzahl verschiedener Pflanzen (Mastfraß) und begeben sich bereits ab Mitte Juli mit unreifen Gonaden in das Winterlager (Kaufmann, 1925; Müller 1941 b). Während bei den Männchen ab August die Spermiogenese beginnt und sie die Winterlager reif verlassen, entwickeln sich die Ovarien der Weibchen erst mit einem Reifefraß nach dem Verlassen der Winterlager.

### **Bestimmung des Resistenzniveaus gegen lambda-Cyhalothrin**

Die bevorzugte Nutzung von Pyrethroiden zur chemischen Bekämpfung von Rapsglanzkäfern und anderer Rapsschädlinge, führte in den letzten 8–10 Jahren europaweit zu Minderwirkungen von Insektiziden dieser Wirkstoffklasse (Hansen 2003, Derron et al.

2004; Heimbach et al. 2006, Thieme et al. 2010). Es ist davon auszugehen, dass die verringerte Wirksamkeit von Pyrethroiden auf eine gesteigerte Entgiftungsfähigkeit der Käfer zurückzuführen ist. Dieser als metabolische Resistenz bezeichnete Mechanismus beruht auf einer erhöhten Aktivität von Enzymen (z.B. Monooxygenasen), die das Insektizid abbauen und dadurch eine verringerte Empfindlichkeit der Käfer bewirken. Tiere mit diesem Resistenzmechanismus sind weniger sensitiv, können aber durch erhöhte Insektizidkonzentrationen noch abgetötet werden.

Neben der metabolischen Resistenz wurde 2007 ein erster Fall der „target-site“ Resistenz (kdr – knock down resistance) aus Dänemark bekannt (Nauen 2007). Bei diesem Resistenzmechanismus mutiert der „Angriffspunkt“ des Insektizids, so dass auch stark erhöhte Insektizidkonzentrationen keine Wirkung mehr zeigen.

## **2 Material und Methoden**

### **2.1 Vergleich des Zufluges und des Befallsverlaufes des Rapsglanzkäfers an den drei Projektstandorten (Göttingen, Rostock, Freising)**

Der natürliche Zuflug und die Befallsdynamik der adulten Rapsglanzkäfer wurde von den Projektpartnern in den Regionen Mecklenburg, Südniedersachsen und Bayern an repräsentativen Standorten in den Versuchsjahren 2008, 2009 und 2010 untersucht (Tab. 1). Der Zuflugbeginn wurde mit Hilfe von Gelbfangschalen ermittelt. Die anschließende Besiedelung der Winterrapsbestände wurde an den Standorten in Göttingen und Bayern in Intervallen von 3 bis 4, in Mecklenburg von 7 Tagen durch Abklopfen des Haupttriebes an mehreren Pflanzen (Göttingen: 50 Pflanzen, Freising: 25 Pflanzen, Rostock: 48 Pflanzen) bis zur Vollblüte bestimmt. Parallel wurden die Klimadaten der nächstliegenden Station des Deutschen Wetterdienstes genutzt, um insbesondere den Einfluss der Temperatur auf den Zuflug und die Befallsdynamik des Rapsglanzkäfers bewerten zu können. Um den Befall zwischen den drei Regionen und drei Versuchsjahren besser vergleichen zu können, wurde für die Käferbesiedelung ab BBCH 50 bis BBCH 60 der AUDPC-Index errechnet (AUDPC = Area Under the Disease Progress Curve bzw. Fläche unter der Befallskurve). Die Berechnung dieses Index erfolgte nach Sachs (1999):

$$\text{Fläche} = \frac{1}{2} \sum_{i=0}^{n-1} (t_{i+1} - t_i)(y_i + y_{i+1})$$

Dabei ist n die Anzahl der Beobachtungen y zu den Zeiten t.

Tab. 1: Bezeichnung der Standorte für die Bonitur des natürlichen Rapsglanzkäferbefalls.

Standort	Jahr	Bezeichnung	Sonstiges
Göttingen	2008	Angerstein	nicht insektizidbehandelt, 40 m im Bestand
	2009	Angerstein-Leine	nicht insektizidbehandelt, 40 m im Bestand
	2010	Angerstein-Leine	nicht insektizidbehandelt, 40 m im Bestand
Freising	2008	Pulling	nicht insektizidbehandelte Kontrolle
	2009	Pettenbrunn	nicht insektizidbehandelte Kontrolle
	2010	Pettenbrunn	nicht insektizidbehandelte Kontrolle
Rostock	2008	Klein Lüsewitz	Konventioneller Schlag, 50 m im Bestand
	2009	Sagerheide	Konventioneller Schlag, 50 m im Bestand
	2010	Sagerheide	Konventioneller Schlag, 50 m im Bestand

## 2.2 Einfluss der Rapsorten auf die Befallsdynamik und Schadwirkung des Rapsglanzkäfers (*Göttingen, Freising*)

### **Sorten- Insektizidversuch**

Die Versuche zum Sorteneinfluss auf Befall und Schadwirkung des Rapsglanzkäfers wurden mit gleicher Versuchsanlage in 3 Jahren im Raum Göttingen und Freising durchgeführt. Dabei wurden 2 Linien- und 2 Hybridsorten, davon jeweils eine früh- und eine spätblühende Sorte, verwendet. Als frühe Liniensorte wurde NK Passion, als späte Liniensorte Favorite, als frühe Hybridsorte Elektra und als späte Hybridsorte Titan gewählt. Der Versuch war als randomisierte Blockanlage mit 4 Wiederholungen angelegt. Die Parzellengöße betrug 75 m<sup>2</sup> in Göttingen und 60 m<sup>2</sup> in Freising. Um die Auswirkungen des Rapsglanzkäferbefalls auf den Ertrag zu ermitteln, wurde jeweils eine insektizidbehandelte Variante (Tab. 2), in der der Käferbefall möglichst ausgeschlossen werden sollte, mit einer unbehandelten Kontrolle verglichen. Eingesetzt wurden die Insektizide Reldan 22 (1,5 l/ha), Biscaya (300 ml/ha) und Mavrik (200 ml/ha). Die Wasseraufwandmenge betrug jeweils 400 l/ha in Freising und 300 l/ha in Göttingen. Die Wirkung der Insektizidbehandlungen wurde mit Hilfe des Wirkungsgrades nach Abbott (1925) verglichen.

Nach dem ersten Zuflug in die Gelbschalen erfolgte an mehreren Terminen die Erfassung des Rapsglanzkäferbefalls mit Hilfe der Klopfprobe. Dabei wurden jeweils die Käfer an den Haupttrieben von 25 Pflanzen je Parzelle abgeklopft und die herunterfallenden Käfer in einem weißen Plastiktrichter (Durchmesser: Göttingen: 25 cm; Freising: 20 cm) aufgefangen und gezählt. In Freising musste die Käferanzahl in allen drei Versuchsjahren zu Beginn direkt an der Pflanze gezählt werden, da die Pflanzen noch zu klein für die Klopfprobe waren. Um die Befallshöhe und -dauer an den Sorten miteinander zu vergleichen, wurde der Befallsindex nach Wratten et al. (1979) über den gesamten Zeitraum, in dem Käfer im Bestand beobachtet wurden, errechnet:



$$\text{Befallsindex} = \sum_{n=1}^{n=k-1} t_n (x_n + x_{n+1}) / 2$$

Dabei ist  $k$  = Anzahl der Erfassungstermine,  $t_n$  = Anzahl Tage zwischen zwei Erfassungsterminen,  $x_n$  = Rapsglanzkäferdichte am Tag  $n$  sowie  $x_{n+1}$  = Käferdichte am Tag  $n+1$ .

Am Standort Göttingen wurde Ende März jedes Versuchsjahres die Pflanzenbestandesdichte/m<sup>2</sup> ermittelt. Ein 0,25 m<sup>2</sup> großer Zählrahmen wurde zufällig 10 mal in der Parzelle positioniert. Aus der Pflanzenzahl in diesen 10 Pseudoreplikaten wurde dann ein Mittelwert errechnet. Die Bestandesdichten unterschieden sich in keinem Jahr signifikant (Tab. 3).

Die Ertragsermittlung erfolgte durch Kerndrusch (Größe der Erntefläche: 12 m<sup>2</sup> in Freising, 25 m<sup>2</sup> in Göttingen). Nach der Ernte wurde das Tausendkorngewicht bestimmt.

Um die Auswirkungen des Rapsglanzkäferbefalls auf das Pflanzenwachstum zu untersuchen, wurde die Anzahl der Seitentriebe und die Schotenanzahl an 10 Pflanzen je Parzelle ermittelt und die Zahl schotenloser Stielchen des Haupttriebes und eines Seitentriebes (in Göttingen 2008, 2009 und 2010) dazu ins Verhältnis gesetzt. In Freising wurde die Anzahl der Seitentriebe und der Schoten (2008, 2009) bzw. nur der Schoten am Haupttrieb (2010) bestimmt. Die statistische Auswertung erfolgte in Freising mit dem Student-Newman-Keuls-Test (SAS) und in Göttingen mit dem nichtparametrischen Kruskal-Wallis-Test (Programm Statistica 9.1).

Tab. 2: Applikationstermine der verwendeten Insektizide in den Sortenversuchen in Freising und Göttingen in drei Versuchsjahren.

	2008		2009		2010	
	Termin	Insektizid	Termin	Insektizid	Termin	Insektizid
Freising	11.04.	Reldan 22	07.04.	Biscaya	09.04.	Biscaya
	30.04.	Biscaya	16.04.	Biscaya	21.04.	Biscaya
	07.05	Biscaya	22.04.	Biscaya	27.04.	Biscaya
	15.05	Biscaya	08.05	Biscaya + Mavrik	19.05.	Biscaya
Göttingen	24.04.	Biscaya	06.04.	Reldan 22	08.04.	Reldan 22
	06.05.	Biscaya	14.04.	Biscaya	20.04.	Biscaya
			21.04.	Biscaya	26.04.	Biscaya

Tab. 3: Mittelwerte ( $\pm$  SD) der Bestandesdichten (Rapspflanzen/m<sup>2</sup>) je Sorte und Versuchsjahr in Göttingen. Unterschiede zwischen den Sorten nicht signifikant (Kruskal-Wallis-Test;  $n = 4$ ;  $p \leq 0.05$ ).

Sorte	2008	2009	2010
NK Passion	28,5 $\pm$ 4,2	41,7 $\pm$ 4,9	38,1 $\pm$ 4,0
Elektra	24,0 $\pm$ 2,4	43,1 $\pm$ 3,7	32,1 $\pm$ 2,9
Favorite	23,9 $\pm$ 0,9	43,4 $\pm$ 2,7	33,8 $\pm$ 2,9
Titan	22,6 $\pm$ 4,1	42,6 $\pm$ 1,5	35,4 $\pm$ 3,6

### **Käfigversuch (Freising)**

Die Versuchskäfige (Grundfläche: 1 m<sup>2</sup>, Höhe: 1,80 m) bestanden aus mit feinem Gewebe (Maschenweite 0,5 mm) bespannten Holzrahmen. Sie wurden vor Zuflugbeginn auf der Versuchsfläche aufgestellt. In den Käfigen befanden sich jeweils 35 Pflanzen der Sorte NK Fair. In diese Käfige wurden im Entwicklungsstadium BBCH 53 unterschiedlich hohe Zahlen an Rapsglanzkäfern eingebracht (Tab. 4). Der Käfigabbau erfolgte kurz vor der Ernte. Zur Ernte wurden die Pflanzen aus dem Boden gezogen bzw. abgeschnitten, zur Korngewinnung in Stücke geschnitten und mit den Händen in einer Wanne bearbeitet, so dass die Schoten aufplatzten. Die Trennung der Körner vom übrigen Pflanzenmaterial geschah mittels eines Siebs. Nach der Reinigung erfolgte die Bestimmung des Ertrags und des Tausendkorngewichts.

Nach der Ernte fand an 10 Pflanzen je Käfig eine Abschlussbonitur mit einer Zählung der Seitentriebe (2008, 2009, 2010) und Schoten (2008, 2009) statt. Die statistische Auswertung erfolgte mittels SAS über den Student-Newman-Keuls-Test.

Tab. 4: Anzahl der im Käfigversuch eingebrachten Rapsglanzkäfer.

Versuchsjahr	2008	2009	2010
Anzahl eingebrachter Käfer je Pflanze in 4 Varianten	0/10/20/30	0/5/10/15	0/10/15/20
Besatztermin	17.04.	16.04.	13.04.
Anzahl Wiederholungen	4	5	5

### **2.3 Einfluss der Rapssorten und Insektizidbehandlungen auf die Vermehrungsrate und das Populationswachstum des Rapsglanzkäfers (Göttingen)**

#### **Freiland-Parzellenversuch**

In dem in 2.1.2 beschriebenen Sortenversuch wurde neben der Befallsdynamik der Altkäfer auch deren Vermehrungsrate in den unbehandelten und insektizidbehandelten Parzellen der vier Rapssorten genauer analysiert. Dabei wurden auch die Entwicklungsstadien der Rapssorten und wesentliche Wachstumsparameter der Pflanzen, wie Sprosslänge und Seitentriebzahl (mit und ohne Knospen), von je 10 Pflanzen pro Teilparzelle an 1 - 2 Terminen bestimmt. Um die Eiablage und den Knospenfraß der Rapsglanzkäfer an den vier Sorten in Abhängigkeit von Entwicklungsstadium, Knospengröße und Pflanzenarchitektur zu vergleichen, wurden an je einem (2008, 2010) bzw. zwei Terminen (2009) Knospenproben der Haupt- und Seitentriebe von 10 bzw. 5 Pflanzen je Sorte und Behandlung entnommen und im Labor untersucht.

Die zur Verpuppung im Boden abwandernden Larven wurden mit Hilfe von wassergefüllten Auffangschalen quantifiziert. Je Parzelle wurden 15 Schalen (17 cm x 12,5 cm) randomisiert am Boden aufgestellt. Die Auffangschalen wurden von Beginn bis Ende der Blüte alle 4 bis 5

Tage geleert und die gefangenen Larven in Ethanol konserviert. Anhand der Kopfkapselweiten wurden die Larven nach 1. und 2. Stadium getrennt (Nilsson, 1988b). Anschließend wurden mindestens 100 Larven des 2. Stadiums je Rapsorte sezirt, um die Eier und Larven der Schlupfwespenarten *Tersilochus heterocerus*, *Phradis* sp. und *Diospilus capito* in den Rapsglanzkäferlarven nachzuweisen und die Parasitierungsrate zu berechnen.

Die Schlupfabundanzen der jungen Rapsglanzkäfergeneration wurden in jeder Teilparzelle durch Einsatz von 2 Bodenphotoektoren (0,25 m<sup>2</sup>) erfasst. Der Schlupf der Käfer wurde während des Schotenstadiums über einen Zeitraum von 3 - 5 Wochen alle 3 bis 4 Tage ausgezählt. Die Schlupfrate wurde aus der Summe der geschlüpften Jungkäfer und der Summe der abgewanderten Larven des 2. Stadiums (L2) errechnet. Da die Parasitierung als wesentlicher Mortalitätsfaktor der Präpuppen im Boden den Schlupf beeinflusst, wurde der potentielle Schlupf unter Ausschluss der parasitierten L2-Larven, die nach der Abwanderung im Boden absterben, berechnet und anschließend die korrigierte Schlupfrate gebildet (Schierbaum-Schickler, 2005):

**Schlupfrate korrigiert = Jungkäfer/ nicht parasitierte L2-Larven \* 100**

Um das Populationswachstum von der alten zur neuen Käfer-Generation innerhalb jedes Jahres abzuschätzen, wurde der Quotient aus dem kumulierten Jungkäferschlupf/m<sup>2</sup> und der kumulierten Altkäferabundanz/m<sup>2</sup> gebildet.

Die statistische Auswertung erfolgte mit nichtparametrischen Tests, da auch nach Transformation der Daten keine Normalverteilung vorlag. Für den Vergleich der vier Sorten wurde der Kruskal-Wallis-Test und für den Vergleich der behandelten und unbehandelten Varianten der Mann-Whitney-U-Test verwendet.

### **Halbfreilandversuch**

Im Jahr 2009 wurde zusätzlich ein Gazekäfigversuch in das Arbeitsprogramm aufgenommen, um die Einflüsse einer frühblühenden (NK Passion) und einer spätblühenden (Favorite) Winterrapsorte auf die Populationsentwicklung des Rapsglanzkäfers bei definierter Käferzahl/Pflanze (5 Käfer/Pflanze) und unterschiedlichem Befallsbeginn (frühes vs. mittleres Knospenstadium) genauer zu vergleichen. Die ausgesetzten Rapsglanzkäfer wurden von Partner B (BTL Sagerheide) aus Winterlagerproben in Mecklenburg gesammelt und frühzeitig zur Verfügung gestellt. Die Gazekäfige hatten eine Grundfläche von 2 m x 4 m und eine Höhe von 2 m (Maschenweite der Gaze 0,7 mm). Sie wurden am 4. März auf den dafür angelegten Rapsparzellen bei Göttingen in einer randomisierten Blockanlage mit 5facher Wiederholung aufgebaut. Bei dem frühen Befallsbeginn (Variante "früh") wurden die Käfer am 3. April in die Käfige entlassen; zu dieser Zeit befand sich die Sorte NK Passion im Entwicklungsstadium BBCH 51 und die Sorte Favorite in BBCH 50/51. Für den späteren Befallsbeginn (Variante "spät") wurden die Käfer am 10. April in die Käfige gesetzt; NK Passion wies das Stadium 52/53 - 55 auf, Favorite war in der Entwicklung nur geringfügig langsamer (BBCH 52/53). Die Versuchsmethodik für die Erfassung der Altkäferzahl/Pflanze, der Larvenabundanz und des Jungkäferschlupfes wurde entsprechend dem Sortenversuch

übernommen. Der Halbfreilandersuch wurde im Jahr 2010 mit gleicher Methodik wiederholt. Die Ergebnisse werden hier nur für das Jahr 2009 dargestellt.

#### **2.4 Randstreifen aus frühblühenden Fangpflanzen: Auswirkung auf die räumliche Verteilung der Glanzkäfer und Möglichkeit von Insektizid-Randbehandlungen (Göttingen, Rostock)**

In Göttingen und Rostock wurde untersucht, ob der Rapsglanzkäfer in einen Winterrapsbestand vom Rand her einwandert und sich dann langsam in den Bestand ausbreitet und ob Winterrüben als Fangpflanzen im Randbereich eines Schlags für den Schädling eingesetzt werden können. Um weitere Versuchsfragen beantworten zu können, variierte die Versuchsanlage der beiden Projektpartner: In Göttingen lag der Fokus auf einer Randbehandlung mit Insektiziden nach Besiedelung der Käfer, um so den Kernbestand durch eine auf den Rand begrenzte Insektizidbehandlung vor dem Rapsglanzkäfer zu schützen. In Rostock wurden keine Insektizidmaßnahmen durchgeführt. Hier wurde zusätzlich eine frühblühende Winterrapssorte (Elektra) als Fangpflanze in das Versuchsdesign mit einbezogen. Somit bestand in Göttingen der Versuch aus 5 und in Rostock aus 3 Varianten.

Göttingen:

1. Rapsrandstreifen, ohne Insektizidbehandlung
2. Rapsrandstreifen, Insektizid-behandelt
3. Rübenrandstreifen, ohne Insektizidbehandlung
4. Rübenrandstreifen, Insektizid-behandelt
5. Rapsrandstreifen sowie angrenzender Kernschlag Insektizid-behandelt.

Rostock:

1. Rapsrandstreifen der Schlagsorte
2. Rapsrandstreifen der frühblühenden Sorte Elektra
3. Rübenrandstreifen

Winterrüben der Sorte Perko wurden als Fangpflanzen ausgewählt. Die Winterrapssorte im Kernbestand wechselte je nach Versuchsstandort und Jahr, abhängig von der Auswahl des Landwirtes, dessen Versuchsfläche genutzt wurde (Tab. 5).

Die Befallsentwicklung und -verteilung der Rapsglanzkäfer wurden in den Randstreifen-Varianten und an je drei dahinter liegenden Punkten mittels Klopfproben (Göttingen: 10, 20, 40 m; Rostock: 10, 20, 50 m) erfasst. Die Zählungen begannen mit dem Erstauftreten der Käfer und wurden bis zur Vollblüte fortgeführt (Göttingen: 2 – 4tägiger Abstand, Rostock: wöchentlich). Die Insektizidbehandlungen wurden der Befallsstärke der jeweiligen Standorte angepasst. Je nach Entwicklungsstadium wurden die Insektizide Talstar 8SC (0,125 L/ha), Reldan 22 (1 L/ha) und Biscaya (0,3 L/ha) mit je 300 L Wasser ausgebracht (Tab. 6).

Die Schadwirkung des Rapsglanzkäfers wurde in Göttingen zu Beginn der Schotenreife anhand des Knospenverlustes bestimmt. Es wurden die schotenlosen Stiele sowie die

ausgebildeten Schoten des Haupttriebes an 4 x 8 Pflanzen in den schon genannten Abständen je Versuchsvariante gezählt. Aus Zeitgründen wurde dieses nur 2008 und 2009 mit je 4 Wiederholungen durchgeführt. Auf einigen Flächen wurden die Ertragsdaten der Landwirte genutzt, um einen Einfluss der Schädigung auf den Ertrag abzuschätzen.

Die statistische Auswertung erfolgte mit dem Programm Statistika (Göttingen) und GraphPad Prism (Rostock). Ergab die Prüfung auf Normalverteilung ein negatives Resultat, wurde ein nichtparametrischer Test (Kruskal-Wallis) ausgewählt. Da in Göttingen nur max. 2 Wiederholungen je Rapsschlag angelegt wurden, mussten die Ergebnisse von allen Standorten zusammen verrechnet werden, so dass in 2008 und 2010 vier Wiederholungen und in 2009 sechs Wiederholungen vorhanden waren. In Rostock wurde der Versuch je Standort und Jahr in 3 – 4facher Wiederholung randomisiert angelegt (Tab. 5).

Tab. 5: Standorte und Kennzeichen der Randstreifenversuche in Göttingen und Rostock .

Standort	Jahr	Feldbezeichnung	Winterrapssorte	Randparzellengröße[m]
Göttingen	2008	Angerstein „Im hohen Feld“	NK Fair	50 x 6,5
		Eddigehausen „Hohe Warte“	NK Fair	50 x 6,5
		Weende „Schlagenweg“	Taurus	50 x 6,5
	2009	Angerstein „Masch Nord“	Visby	70 x 6,5
		Angerstein „Kleiner Boden“	Visby	50 x 6,5
		Groß Lengden „Molkenberg“	Hybride PR031	70 x 6,5
	2010	Angerstein „Lust“	Dimension	70 x 17,5
Reinshof „Himmelreich“		Visby	100 x 17,5	
Rostock	2008	Bad Doberan	Tenno	
		Godow	Visby	30 x 6
		Klein Lüsewitz	Visby	30 x 6
	2009	Sagerheide	Visby	30 x 6
		Sanitz	Visby	30 x 6
		Stäbelow	Tenno	30 x 6
	2010	Godow	Visby	30 x 6
		Gubkow	Visby	30 x 6
		Sagerheide	Visby	30 x 6

Tab. 6: Termine der Insektizidapplikationen und eingesetzte Insektizide in Göttingen.

Jahr	Feldbezeichnung	Applikationstermin	Insektizide
2008	Angerstein „Im hohen Feld“	24.04.	Biscaya
	Eddigehausen „Hohe Warte“	26.04.	Biscaya
	Weende „Schlagenweg“	24.04.	Biscaya
2009	Angerstein-Leine „Masch Nord“	09.04.	Talstar 8 SC
		16.04.	Biscaya
	Angerstein „Kleiner Boden“	07.04.	Reldan 22
		15.04.	Biscaya
2010	Groß Lengden „Molkenberg“	13.04.	Talstar 8SC
	Angerstein „Lust“	13.04.	Talstar 8 SC
		21.04.	Biscaya
	Reinshof „Himmelreich“	13.04.	Talstar 8 SC
		21.04.	Biscaya

## **2.5 Sammlung von Larvenproben und Bestimmung der Parasitierungsraten (Göttingen)**

Zum Nachweis der Parasitierung wurden im Jahr 2008 an 36 Standorten und im Jahr 2009 an 42 Standorten in Rapsanbauregionen von Nord- bis Süddeutschland Larvenproben gesammelt und ausgewertet (Tab. 7 und 8). Die Larven wurden entweder von den Blütenständen abgeklopft und dann in 70%igem Ethanol konserviert oder die Blütenstände wurden abgeschnitten und schnellstmöglich nach Göttingen geschickt. Dort wurden die Larven aus den Blütenknospen und Blüten isoliert und ebenfalls in Ethanol konserviert. Die Sektion erfolgte unter einem Binokular, es wurden in der Regel 60 bis 100 Larven des 2. Stadiums (L2) auf Eier der Schlupfwespenart *Tersilochus heterocerus* und auf Larven der Arten *Phradis* sp. und *Diospilus capito* untersucht.

Bei den Probenahmen wurden von den beteiligten Pflanzenschutzberatern und weiteren Personen jeweils Angaben zur Bestandesdichte der Rapspflanzen, Flächengröße, Befallsstärke, Insektizidapplikation und Resistenzniveau der Rapsglanzkäfer auf den beprobten Flächen erfragt, um deren Bedeutung für die Parasitierungsrate der Larven zu analysieren (Tab. 7 und 8). Für diese Informationen wurde ein Standardfragebogen versandt.

Da zwischen der abhängigen Variablen (Parasitierung) und den unabhängigen Variablen (Standorteinflüsse) keine linearen Beziehungen vorlagen, wurde für die statistische Analyse ein multivariates Model ausgewählt. Bei dem Baumdiagramm ("tree"-Model) wird nach einem schrittweisen Verechnungsprinzip vorgegangen. Das Model errechnet, welcher von den unabhängigen Faktoren den größten Teil der Varianz der abhängigen Variablen erklärt. Dann wird der Grenzwert dieses Faktors bestimmt, welcher die Varianz der abhängigen Variablen am besten aufteilt. Für diese Analysen wurde das „tree-package“ (Version 1.0-28, (Ripley, 2010) in dem Statistikprogramm R 2.10.0 verwendet (R Development Core Team, 2009). Die intervallskalierten Daten mussten für die Auswertung eindeutig klassifiziert werden (Tab. 9).

Tab. 7: Charakterisierung der für die Larvenprobenahme im Mai 2008 herangezogenen 36 Standorte (KA = keine Angabe; Insektizidaufw. = mittl. Zahl Insektizidbehandlungen in Raps am Standort in den letzten 5 Jahren; RK = Pyrethroid-Resistenzklasse der Rapsglanzkäfer auf Rapschlag im Jahr 2008: 1 = hoch sensitiv, 5 = hoch resistent).

Ort	Standort		Bestandes- dichte [Pfl/m <sup>2</sup> ]	Flächen- größe [ha]	Anzahl Insektizidapplikation		mittl. Insekt.- aufw.	Rapsan- bau- dichte [%]	RK	Anzahl sezierte L2
	PLZ	Breiten- grad			im Knospen- stadium	im Blüten- stadium				
Taarstedt	24893	54°34'08	40-60	17,5	0	0	1-2	>20	3	45
Godow	18196	54°03'03	40-60	5	0	0	>2	>20	5	68
Bad Doberan	18209	54°06'25	>60	8	2	1	>2	>20	5	113
Letschow 1	18258	53°56'11	<40	21	0	0	1-2	>20	5	62
Letschow 2	18258	53°56'11	40-60	19	0	1	1-2	>20	3	21
HL-Blankens. 1	23562	53°47'43	40-60	4	1	0	>2	>20	5	79
HL-Blankens. 2	23562	53°47'43	40-60	10	1	0	>2	>20	5	91
Golchen	17089	53°47'19	k.e.	51	0	2	>2	>20	3	34
Thurow	19412	53°43'55	k.e.	13	0	2	k.e.	>20	4	61
Sildemow	18059	53°37'34	40-60	20	0	1	1-2	>20	5	78
Groß Niendorf	19374	53°35'32	40-60	50	0	0	1-2	>20	5	88
Strahlendorf	19075	53°34'31	40-60	54	0	0	1-2	>20	5	74
Groß-Schöneb.	16244	52°54'17	40-60	100	2	0	1-2	10-20	4	125
Wendhausen	38104	52°18'59	KA	2	KA	KA	>2	10-20	4	238
Barsingh.	30890	52°18'18	40-60	6,5	0	1	1-2	10-20	4	223
Wobeck	38385	52°08'03	KA	2	KA	KA	1-2	<10	4	68
Salzgitter- Ohlendorf	38259	52°03'44	KA	8	1	1	<1	10-20	KA	64
Langelsheim	38685	51°56'26	KA	19	1	1	k.e.	>20	KA	119
Wiebrechtsh.	37154	51°44'26	40-60	7	0	0	KA	>20	KA	132
Denkersh.	37154	51°42'29	<40	11	0	0	KA	10-20	KA	109
Kaltenburg- Lindau	37434	51°39'12	<40	1,5	KA	KA	1-2	>20	2	69
Hattof	37197	51°39'05	40-60	2,6	KA	KA	1-2	>20	4	102
Weende 1	37077	51°33'49	40-60	<1	0	0	<1	10-20	2	129
Weende 1	37077	51°33'14	<40	3,3	0	1	1-2	10-20	2	303
Ebergötzen 1	37136	51°33'32	<40	3,4	0	0	1-2	10-20	2	168
Ebergötzen 2	37136	51°33'35	<40	2,1	0	0	1-2	10-20	2	311
Ebergötzen 3	37136	51°33'40	<40	4,8	0	0	1-2	10-20	2	250
Waake	37136	51°33'19	40-60	17,6	0	2	1-2	10-20	4	39
Bennieh. 1	37130	51°29'17	40-60	<1	0	0	1-2	10-20	4	72
Bennieh. 2	37130	51°29'17	40-60	<1	0	1	1-2	10-20	4	70
Kösnitz	99510	51°00'51	<40	8	0	0	1-2	10-20	2	79
Hainspitz	07580	50°57'43	40-60	<1	0	1	1-2	10-20	2	93
Gera-Röpsen	07607	50°54'46	40-60	45	1	0	1-2	>20	2	52
Rodgau	63110	50°01'29	40-60	2	0	1	<1	10-20	4	203
Haindling	85354	48°26'22	<40	<1	0	0	1-2	10-20	KA	102
Pulling	85354	48°21'56	40-60	<1	0	0	1-2	10-20	5	68

Tab. 8: Charakterisierung der für die Larvenprobenahme Ende April und im Mai 2009 herangezogenen 42 Standorte (KA = keine Angabe; Insektizidaufw. = mittl. Zahl Insektizidbehandlungen in Raps am Standort in den letzten 5 Jahren; RK = Pyrethroid-Resistenzklasse der Rapsglanzkäfer auf Rapsschlag im Jahr 2009: 1 = hoch sensitiv, 5 = hoch resistent).

Ort	Standort		Bestandes- dichte [Pfl/m <sup>2</sup> ]	Flächen- größe [ha]	Anzahl Insektizidapplikation		Ø Insekt.- aufw.	Rapsan- bau- dichte [%]	RK	Anzahl sezierte L2
	PLZ	Breiten- grad			im Knospen- stadium	im Blüten- stadium				
Nienhagen	18347	54°38'33	40-60	15,4	1	0	1-2	10-20	5	154
Neuendorf	18184	54°08'33	40-60	46,7	2	0	> 2	> 20	5	99
Schafstedt	25725	54°08'33	40-60	8	2	0	1-2	>20	3	100
Broderstorf	18184	54°08'33	40-60	20	0	0	>2	>20	5	100
Sagerheide	18184	54°08'33	40-60	37,7	2	0	>2	>20	5	110
Ziesendorf	18059	54°00'00	40-60	183	2	0	> 2	> 20	3	91
Passow	19386	53°50'00	40-60	14	1	0	1-2	10-20	3	104
Hohenzieritz	17237	53°41'67	40-60	99,5	1	0	1-2	> 20	3	99
Gnevsdorf	19395	53°38'33	40-60	46,7	2	0	> 2	> 20	5	101
Kuhz	17268	53°25'50	<40	43	2	0	1-2	>20	5	100
Angermünde	16278	53°03'33	<40	27	2	0	1-2	>20	5	100
Rosenhof	39596	52°70'00	40-60	36	2	1	1-2	10-20	3	100
Elze	30900	52°58'33	40-60	KA	KA	KA	1-2	10-20	KA	100
Fischbeck	39524	52°53'33	40-60	9,9	1	1	1-2	10-20	4	100
Wendh:	38104	52°31'67	40-60	2	0	0	1-2	10-20	KA	100
Ahlum	38302	52°16'67	40-60	1	0	0	< 1	10-20	5	73
Dahnsdorf	14806	52°10'10	40-60	<1	0	0	>2	10-20	4	100
Haverlah	38275	52°06'67	40-60	3,8	2	1	>2	10-20	4	72
Langelsheim	38685	51°93'33	<40	6	2	1	1-2	>20	4	100
Aken	06385	51°85'00	<40	<1	0	0	1-2	>20	5	95
Northeim 1	37154	51°70'00	40-60	11,8	0	0	KA	KA	KA	100
Northeim 2	37154	51°70'00	40-60	6,2	0	0	KA	KA	KA	100
Angerstein 1	37176	51°61'67	<40	8,2	2	1	1-2	10-20	4	100
Angerstein 2	37176	51°61'67	<40	<1	0	0	>2	<10	4	100
Göttingen	37077	51°56'67	>60	<1	0	0	<1	10-20	4	100
Deppoldsh.	37077	51°56'67	>60	KA	KA	KA	KA	10-20	4	73
Weende	37077	51°56'67	<40	<1	0	0	<1	<10	4	100
Reinshof	37083	51°51'67	40-60	<1	0	0	<1	10-20	KA	100
Albrechtsh.	04683	51°28'33	40-60	KA	0	0	>2	10-20	5	100
Zescha	02699	51°26'67	40-60	41,1	0	0	1-2	10-20	5	100
Rockau	07619	51°00'00	< 40	18	1	0	1-2	10-20	4	100
Roschutz	07546	50°86'67	40-60	36	2	0	1-2	10-20	4	101
Gorlitzsch	07557	50°81'67	40-60	19	2	0	1-2	10-20	4	100
Stadtilm	99362	50°76'67	40-60	KA	1	0	1-2	10-20	KA	100
Saalfeld	07318	50°65'00	40-60	KA	1	0	1-2	10-20	KA	93
Rieth 1	98663	50°27'50	<40	17,5	0	0	1-2	KA	4	100
Rieth 2	98663	50°27'50	<40	17,5	1	0	1-2	KA	4	100
Volkach	97332	49°86'67	40-60	KA	0	0	1-2	10-20	4	100
Pettenbr. 1	85354	48°43'33	40-60	<1	3	1	1-2	10-20	5	70
Pettenbr. 2	85354	48°43'33	40-60	<1	0	0	1-2	10-20	5	100
Feldhof	85354	48°43'33	<40	1,2	0	1	1-2	10-20	5	100
Frankendorf	85447	48°35'00	40-60	<1	KA	KA	1-2	<10	KA	100



Tab. 9: Mögliche Einflussfaktoren auf die Parasitierung, die bei der Probenahme der Rapsglanzkäferlarven erhoben und mit dem Statistikprogramm „tree-package“ analysiert wurden.

Faktor	Fragebogen	Eingabe in „R“
Standort (nördlicher Breitengrad)	Ortsname, Postleitzahl	<i>nördlicher Breitengrad</i>
Flächengröße [ha]	<i>Genannte ha</i>	<i>Genannte ha</i>
Bestandesdichte [Pfl./m <sup>2</sup> ]	< 40; 40-60; >60	30; 50; 70
Rapsanbaudichte in der Region [%]	< 10; 10-20; >20	5; 15; 25
Anzahl Insektizidapplikation in der Knospenphase	<i>Genannte Anzahl</i>	<i>Genannte Anzahl</i>
Anzahl Insektizidapplikation in der Blütenphase	<i>Genannte Anzahl</i>	<i>Genannte Anzahl</i>
Ø Insektizidaufwand im Raps während der letzten 5 Jahre	< 1; 1-2; >2	0,5; 1,5; 2,5
Resistenzklasse	Sehr sensitiv; sensitiv; geringe Resistenz; Resistenz; hohe Resistenz	1; 2; 3; 4; 5

## 2.6 Untersuchungen der Winterlager von Glanzkäfern (*Rostock*)

### 2.6.1 Natürliche Winterlager

Durch die Extraktion überwinternder Glanzkäfer aus Bodenproben sollten Fragen zur Winter-Mortalität und der Resistenz-Entwicklung untersucht werden. Durch Voruntersuchungen waren in Mecklenburg bereits mehrere Standorte mit geeigneten Winterlagern bekannt. Für Bayern und Niedersachsen galt es, vorhandene Kenntnisse zu übertragen und ebenfalls geeignete Fläche zu identifizieren.

In Bayern wurden vor allem Flächen in der Nähe von Freising (Pettenbrunn) beprobt. Zu einzelnen Zeitpunkten wurden darüber hinaus Proben in der Oberpfalz genommen. In Süd-Niedersachsen erfolgten die Probenahmen im Raum Göttingen. Bodenproben, die die Partner A und C entnahmen, wurden Partner B zugesandt und dort analysiert. Im Rahmen der Zusammenarbeit mit dem JKI Braunschweig (Projekt 06SH038) wurden auch Bodenproben in West-Mecklenburg (Schwerin) entnommen und die extrahierten Käfer der Braunschweiger AG für weiterführende Untersuchungen zugesandt (Tab. 10).

Tab. 10: Anzahl untersuchter Winterlager-Proben (inkl. der Proben für das Projekt 06HS038).

Bundesland	Saison	Standorte	Proben
Bayern	07–08	11	153
	08–09	6	81
	09–10	3	38
Niedersachsen	07–08	9	91
	08–09	1	22
	09–10	3	64
Mecklenburg-Vorpommern	07–08	10	240
	08–09	10	276
	09–10	8	229

In Abhängigkeit von der Witterung wurden über die gesamte Winterlagersaison (August–März) in monatlichen Abständen Bodenproben entnommen. Aufgrund der stark heterogenen Verteilung der Käfer (siehe auch 3.1.6) wurden die Proben entweder als mehrfache Einzelproben oder in einem 10 x 10 m Raster entnommen (je Raster 8–16 Proben). Für jede Einzelprobe wurden auf 0,25 m<sup>2</sup> die gesamte Streuschicht, inklusive der obersten Zentimeter des mineralischen Bodens entnommen. Die Probenpunkte wurden bei der ersten Beprobung markiert, so dass bei darauf folgenden Terminen unmittelbar anschließende Flächen beprobt werden konnten. Dadurch war es möglich, die Werte einzelner Punkte über die gesamte Saison hinweg zu vergleichen.

Die Austreibung der Käfer erfolgte durch Wärmeextraktion mit zwei modifizierten MacFadyen Apparaten (Abb. 1). Die Extraktionszeit je Probe variierte in Abhängigkeit des Feuchtegehalts der Streuschicht und deren Mächtigkeit. Bei großen Probenvolumina wurden die Proben geteilt und in mehreren Schalen ausgetrieben. Je Schale wurden 20–40 min benötigt. In der Literatur beschriebene Sieb- bzw. Aufschwemmtechniken und herkömmliche Extraktionsapparate, mit oberhalb der Probe angeordnete Wärmequellen, waren für die Extraktion von Glanzkäfern weniger bis nicht geeignet. Für Voruntersuchungen wurden den Partnern kleine Ausleseapparate zur Verfügung gestellt.

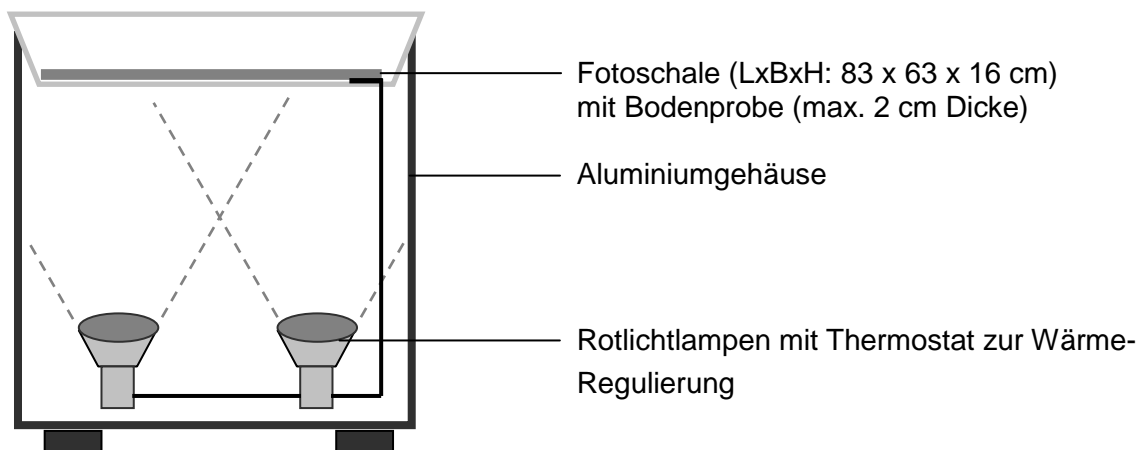


Abb. 1: Modifizierte Berleseapparatur nach MacFadyen zur Wärmeextraktion von Insekten aus Bodenproben.

Extrahierte Tiere wurden auf ihre Empfindlichkeit gegen Insektizide untersucht und parallel für Gewichts- und Fettgehaltsbestimmungen sowie für das Teilprojekt 06HS040 konserviert.

### **2.6.2 Künstliche Winterlager**

Zur Untersuchung der Mortalität über die Winterlagersaison wurden neben der Analyse von Bodenproben aus natürlichen Winterlagern auch zwei Versuchsansätze mit künstlichen Winterlagern durchgeführt.

#### **Laborversuche zur Überwinterung**

Um den Einfluss der Temperatur auf die Winterlager-Mortalität zu erfassen, wurden Rapsglanzkäfer in Klimaschränken drei verschiedenen Temperaturszenarien ausgesetzt. Verglichen wurden eine warme (9 °C), eine kalte (2008-09: -3 °C; 2009-10: 0°C) und eine Variante mit monatlich wechselnden Temperaturen. Zu Beginn der Winterlager-Saison (Ende Juli) wurden dazu möglichst viele Jungkäfer gefangen und im Labor gehältert. Der geplante Ansatz, durch unterschiedliche Fütterung unterschiedliche hohe Fettgehalte zu induzieren, misslang, da die Mortalität der Käfer im Labor sehr hoch war. Deshalb standen in den ersten beiden Jahren nicht ausreichend viele Tiere für den Besatz der künstlichen Lager zu Verfügung. Die Mortalität der Tiere wurde durch monatliches Austreiben der künstlichen Winterlager erfasst.

#### **Käfigversuche unter natürlichen Winterlager-Bedingungen**

Parallel zur Analyse der Bodenproben und der Temperaturversuche im Labor, wurden an den Winterlager-Standorten Kösterbeck und Fahrenholz künstliche Lager angelegt. Basierend auf der Arbeit von Hokkanen (1993) wurden Röhren in den Boden eingegraben und entsprechend der vorgefundenen Bodenschichtung mit Substrat befüllt. Jede Röhre wurde mit 100 Käfern besetzt und mit feiner Gaze verschlossen.

Die Anlagen der ersten beiden Winter wurden zerstört oder entwendet. Daraufhin wurde auf die Nutzung von Kopfdosen (für den Fang abfliegender Kiefer im Frühjahr) verzichtet und die Röhren so weit gekürzt, dass sie vollständig vergraben werden konnten. Zur Erfassung der Variabilität wurden pro Auflösungs-Termin fünf Röhren vergraben. Der Röhreninhalt wurde analog zu den Bodenproben ausgetrieben und die auftretende Mortalität bestimmt.

## **2.7 Mobilität und Ausbreitungsverhalten: Markierungs- und Wiederfangversuche (Rostock)**

Für die Versuche zum Ausbreitungsverhalten wurden jährlich ab Anfang April möglichst viele Käfer mit Klopfrichtern gefangen und bis zu zwei Wochen im Labor gehalten. Die Markierung der Tiere erfolgte mit zwei Farbpigmenten der Firma BASF (Thermoplast<sup>®</sup> F Gelb 084, Art.-Nr. 50010923 und Lumogen<sup>®</sup> Gelb 0790, Art.-Nr. 50085281). Die Freisetzung wurde nach Möglichkeit vor einer Schönwetterperiode an einem windgeschützten Ort durchgeführt (Tab. 11). Für den Wiederfang markierter Tiere wurden wassergefüllte Gelbschalen mit Bienenschutzgitter genutzt. Die Leerung der Fallen fand im Abstand von 1–3 Tagen bis zu vier Mal statt. Alle gefangenen Glanzkäfer wurden mit Hilfe

eines Binokulars auf anhaftenden Farbstaub untersucht. Der von Stechmann & Schütte (1976) genutzte Nachweis mittels Aceton und UV Licht stellte sich als zu umständlich und unnötig heraus.

Tab. 11: Auflassungstermine, Anzahl freigesetzter Käfer und Aufstellung der Gelbschalen (AK – Altkäfer, JK – Jungkäfer).

Jahr	Auflassung	Markiert	Generation	Fallen	Distanz [km]
2008	06. Mai	90.000	AK	39	0,1–11,0
2009	20. April	40.000	AK	58	0,025–2,3
	07. Juli	40.000	JK	22	1,2–10,8
2010	28. Mai	80.000	AK	32	0,075–0,9

Auf Basis der Erfahrungen von 2008 wurde das Versuchsdesign in den Folgejahren angepasst. Um mögliche Unterschiede des Ausbreitungsverhaltens zwischen den Generationen untersuchen zu können, wurde z.B. in 2009 ein früher Versuch mit Altkäfern im April und ein weiterer mit Tieren der neuen Generation im Juli durchgeführt. Die Entfernungen der Fallen wurden entsprechend angepasst (Tab. 11, Abb. 2).

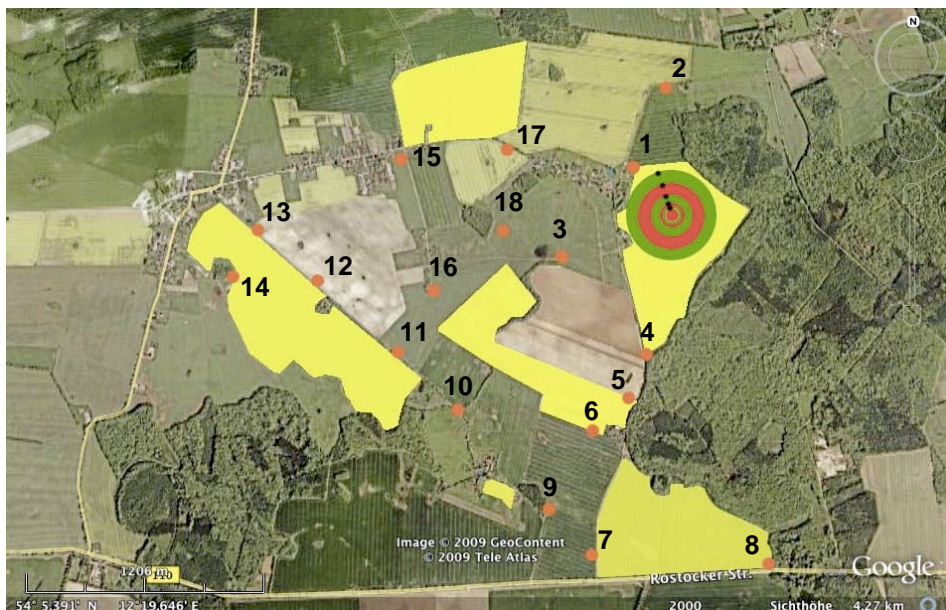


Abb. 2: Verteilung der Fallen des Wiederfangversuchs im Frühjahr 2009 (rote/grüne Kreise 25–200 m Radien, orange Punkte – Umland-Fallen, gelb – Rapsschläge).

## 2.8 Bestimmung der Reife und Generationszugehörigkeit durch Ovariolendisektion (*Rostock*)

Die Bestimmung der Generationszugehörigkeit konnte nur durch die Feststellung des Reifegrades erfolgen. Dazu wurden die Tiere mit feinem Präparationsbesteck in Ringerlösung seziiert und die Entwicklung der Gonaden bestimmt (Müller 1941a, b).

## **2.9 Bestimmung des Resistenzniveaus gegen lambda-Cyhalothrin (*Rostock*)**

Für alle Feld- und Winterlagerproben in denen mehr als 150 Käfer gesammelt werden konnten, wurde die Empfindlichkeit gegen Pyrethroide bestimmt. Als Testsubstanz diente der technische Wirkstoff von Karate-Zeon®, lambda-Cyhalothrin. In vier bis fünf Wiederholungen mit je zehn Tieren wurden mindestens zwei Konzentrationen (15 und 75 ng/cm<sup>2</sup>) des Wirkstoffs getestet. Die Bonitur der Mortalität erfolgte nach 5 und 24 Stunden. Für spezielle Fragestellungen und bei ausreichend vielen Tieren wurde die Anzahl der Testkonzentrationen auf bis zu sieben erhöht, um eine ausreichende Datenbasis für Probit-Analysen (PoloPlus, LeOra Software) zu erhalten. Nach Möglichkeit wurden lebende und tote Tiere nach den Tests getrennt konserviert, um in weiteren Analysen Zusammenhänge zwischen dem Resistenzniveau, der Artzugehörigkeit, dem Feuchtgewicht und dem Fettgehalt untersuchen zu können.

## **2.10 Bestimmung von Feucht- und Trockengewichten sowie des Fettgehalts (*Rostock*)**

Die Bestimmung der Feucht- und Trockengewichte erfolgte mit einer Mikrowaage (Mettler Toledo XP 26). Zunächst wurde das Feuchtgewicht bestimmt, danach erfolgte die Trocknung bis zur Gewichtskonstanz (3 d bei 40 °C) und eine erneute Wägung. Die Bestimmung des Fettgehalts erfolgte durch gravimetrische Methoden (Mills 1981) oder spektrophotometrisch mit der Sulphophosphanillin-Reaktion (Zöllner & Kirsch 1962, van Handel 1985).

## **2.11 Probenaustausch zwischen den drei Projektpartnern**

In allen Versuchsjahren wurden von den beteiligten Projektpartnern in den Regionen in Mecklenburg (Partner B), Südniedersachsen (Partner A) und Bayern (Partner C) umfangreiche Proben gesammelt, um sie für spezielle Untersuchungen (Rapsglanzkäfer in Winterlagerproben, Insektizidresistenz und Artenspektrum der Glanzkäfer, Larvenparasitierung) bzw. für die Durchführung spezieller Käfigversuche an andere Projektpartner weiterzugeben (Tab. 12). Auf diese Weise war es möglich, die Ergebnisse auf einer breiteren überregionalen Datenbasis zu gewinnen und damit ihre allgemeine Gültigkeit zu verbessern.

Tab. 12: Sammlung und Versand von Proben zwischen den Projektpartnern 2007 bis 2010.

<b>Empfänger der Proben</b>	<b>Versender</b>	<b>Jahr</b>	<b>Zahl Sammlungen/ Proben</b>
Winterlagerproben an BTL (B)	UNIGÖ (A)	2007/08	91
		2008/09	22
		2009/10	64
Winterlagerproben an BTL (B)	LfL (C)	2007/08	130
		2008/09	119
		2009/10	66
Käfer für Resistenztest an BTL (B)	UNIGÖ (A)	2007	15
		2008	12
		2009	13
		2010	9
Käfer für Resistenztest an BTL (B)	LfL (C)	2007	5
		2008	8
		2009	9
		2010	6
Käfer für Käfigversuche an UNIGÖ (A)	BTL (B)	2009	2 x 4.500 Käfer
		2010	1 x 4.500 Käfer
Käfer für Käfigversuche an LfL (C)	BTL (B)	2008	10.500 Käfer
		2009	5.250 Käfer
		2010	7.875 Käfer
Larven zur Sektion an UNIGÖ (A)	BTL (B)	2008	6
		2009	4
		2010	3
Larven zur Sektion an UNIGÖ (A)	LfL (A)	2007	4
		2008	5
		2009	4

### **3 Ergebnisse**

#### **3.1 Ausführliche Darstellung der wichtigsten Ergebnisse**

##### **3.1.1 Vergleich des Zufluges und des Befallsverlaufes des Rapsglanzkäfers an den drei Projektstandorten**

###### ***Standort Göttingen***

Im Jahr 2008 wurde der erste Zuflug in die Gelbschalen am 31. März beobachtet, nachdem die Maximaltemperatur am 30. März auf über 19 °C angestiegen war (Station Göttingen DWD). Im Winterrapsbestand wurden die ersten Rapsglanzkäfer erst am 17. April gefunden (Abb. 3 und 4, Tab. 13). Der Zuflug der Rapsglanzkäfer begann im Jahr 2008 verhalten, da nach dem ersten Zuflugtermin für über 2 Wochen nur Maximaltemperaturen von 8 bis 10 C° herrschten und fast täglich geringe Mengen Niederschlag fielen. Der Winterraps befand sich zu Beginn der Besiedelung schon im späten Knospenstadium und die Blüte begann bereits 6 Tage später. Der Massenzuflug war erst kurz vor der Vollblüte beendet. Charakteristisch für den in Abb. 3 dargestellten Zeitraum waren ein niederschlagsarmer Mai mit 11 mm und ein anschließend niederschlagsreicher Monat Juni mit 100 mm.

Im Jahr 2009 erfolgte der erste Gelbschalenfang fast gleichzeitig mit dem ersten Nachweis der Käfer im Bestand Anfang April. Nach Tagesdurchschnittstemperaturen von 4,6 °C im März stiegen die Durchschnittstemperaturen im April auf 11,3 C° an und erreichten hohe Maximaltemperaturen von bis zu 21 °C (Abb. 3 und 4, Tab. 13). Dieser starke Temperaturanstieg löste einen stetigen Zuflug der Rapsglanzkäfer in den Winterrapsbestand aus, der bis zum 15. April, bis kurz vor Beginn der Rapsblüte, anhielt.

Im Jahr 2010 wurde zunächst eine verhaltene Besiedelung des Rapsbestandes beobachtet, da die erste Hälfte des April mit Maximaltemperaturen von ca. 12 °C nur eine geringe Flugaktivität der Käfer ermöglichte. Nach Anstieg der Temperatur auf 16 °C folgte ab dem 17. April eine stärkere Besiedelung, die schon am 20. April ihren Höhepunkt erreichte. Charakteristisch für das Jahr 2010 waren ein niederschlagsarmer April mit 17 mm und ein kühler niederschlagsreicher Mai, der eine lange Blüte begünstigte. Zudem wurden in diesem Jahr in der ersten Juli-Hälfte sehr hohe Temperaturen gemessen (Abb. 3 und 4, Tab. 13).

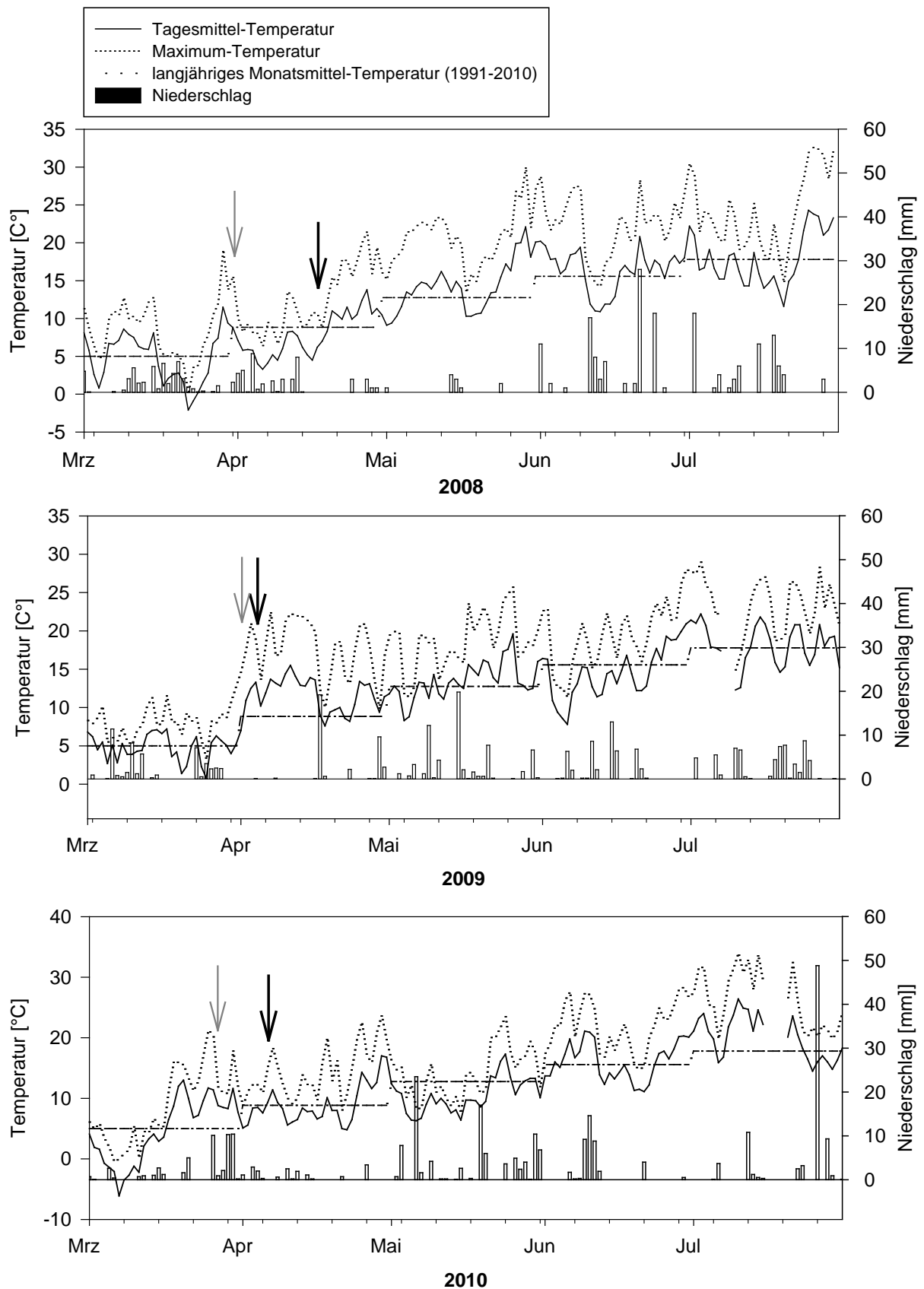


Abb. 3: Tagesmitteltemperatur, Maximumtemperatur, langjährige Monatsmitteltemperatur und Niederschlag von März bis Juli 2008, 2009 und 2010 am Standort Göttingen (grauer Pfeil: Zuflugbeginn Rapsglanzkäfer in Gelbschale; schwarzer Pfeil: Erstnachweis Rapsglanzkäfer im Rapsbestand).



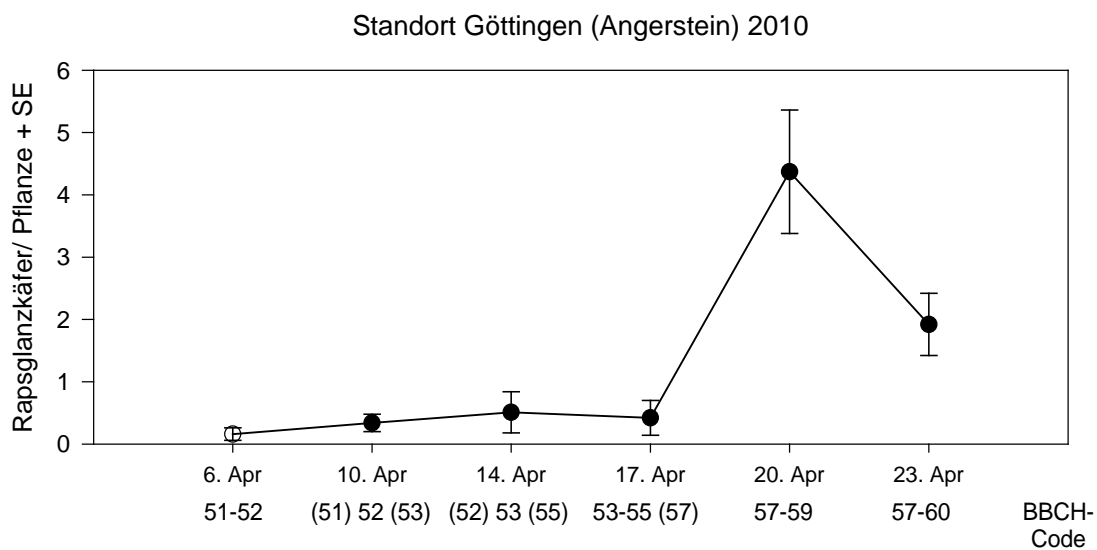
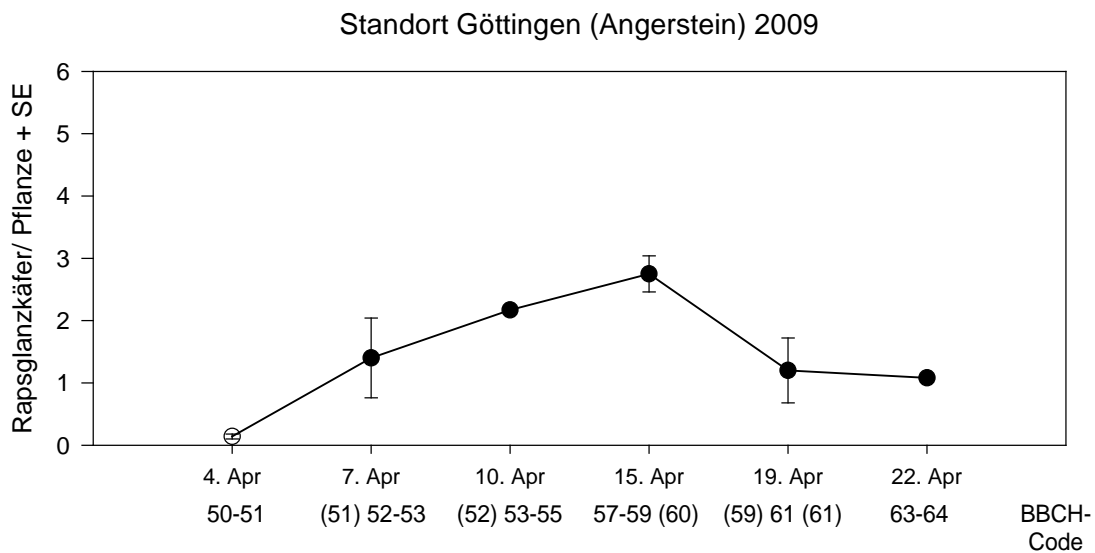
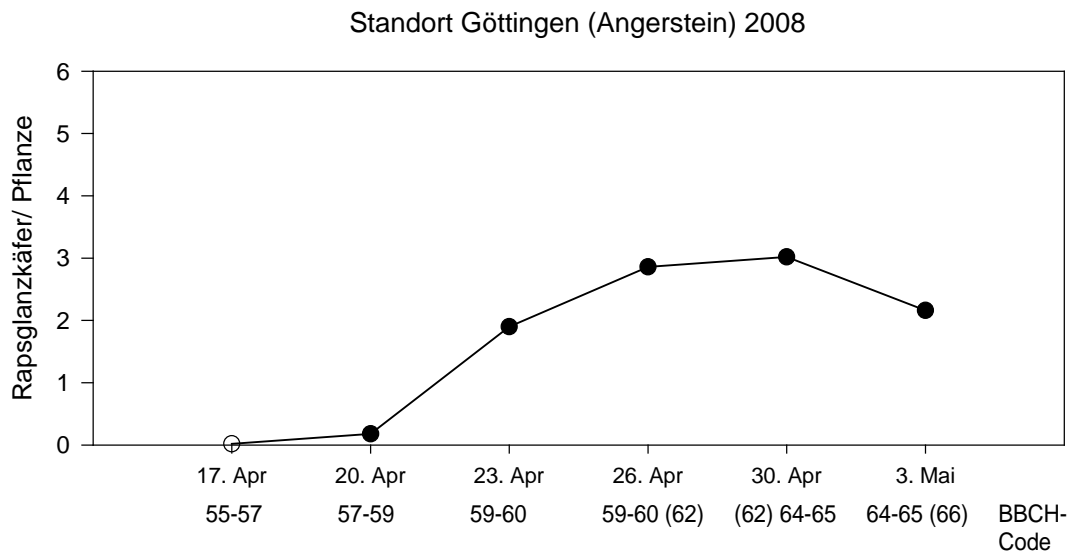


Abb. 4: Befallsverlauf des Rapsglankäfers in Beziehung zur Knospenentwicklung der Rapspflanzen (BBCH) am Standort Göttingen in drei Versuchsjahren.

An dem Standort Angerstein im Kreis Göttingen wurden in den drei Jahren im empfindlichen Pflanzenstadium von BBCH 50 bis BBCH 60 nur relativ geringe Befallszahlen des Rapsglanzkäfers beobachtet, was auch an den kleinen AUDPC-Werten erkennbar ist (Tab. 14). Der Index verdeutlicht die insgesamt geringen Befallszahlen, die an diesem Standort im gesamten Zeitraum unter der Bekämpfungsschwelle lagen (Garbe et al., 1996).

Tab. 13: Vergleich des Rapsglanzkäfer-Auftretens in Rapsbeständen in Mecklenburg, Südniedersachsen und Bayern in den Versuchsjahren 2008 - 2010

Standort	Jahr	Zuflugbeginn – Erstfang Käfer in Gelbschalen (GS)		Erstnachweis der Käfer im Rapsbestand		Befallspeak (Zeitraum)	
		Datum	RGK/ GS	Datum	RGK/ Pfl.	Datum	RGK/ Pfl.
Göttingen	2008	31.03.	8	17.04	0,02	26.-30.04.	2,9-3,0
	2009	02.04.	51	04.04	0,1	10.-15.04.	2,2-2,8
	2010	26.03.	35	06.04.	0,2	20.04.	4,4
Rostock	2008	31.03.	15	03.04.	–	–	–
	2009	02.04.	85	03.04.	–	–	–
	2010	22.03.	37	26.03.	–	–	–
Freising	2008	25.02.	7	08.04.	0,2	28.04.	2,3
	2009	23.03.	<1(0,25)	04.04.	0,4	28.04.	9,9
	2010	19.03.	<1(0,25)	23.03.	<1(0,02)	23.04.	7,6

Tab. 14: Der Befallsindex (AUDPC-Index) des Rapsglanzkäferbefalls auf Rapsschlägen in den drei Projektregionen in drei Jahren.

Ort	Jahr	AUDPC
Göttingen	2008	3,4
	2009	20,0
	2010	20,7
Rostock	2008	48,9
	2009	122,1
	2010	27,2
Freising	2008	40,2
	2009	173,1
	2010	45,7

Zwischen den drei Versuchsjahren wurden am Standort 'Angerstein' bei Göttingen nur geringe Unterschiede in der Befallshöhe der Rapsglanzkäfer beobachtet. Zuflug und Besiedelung des Rapsbestandes wurden vor allem durch die Tages-Maximaltemperaturen und die Niederschlagsmengen bestimmt. Die Befalldichte befand sich in allen Jahren unter der Bekämpfungsschwelle.

Mit dem Expertensystem proPlant wurde 2008 der erste Zuflug des Rapsglanzkäfers etwas früher als der erste Fang am Standort Göttingen prognostiziert. Bei dem weiteren Zuflug stimmten die Vorhersagen mit dem Erstauftreten in den Gelbschalen und im Winterrapsbestand überein. Der angezeigte Beginn des Hauptzuflugs deckte sich mit unseren Beobachtungen. Im Jahr 2009 wurden von proPlant mäßige Bedingungen für den Erstzuflug ab dem 17. März angezeigt. Der Hauptzuflug sollte zwischen dem 1. April und 4. April stattfinden. Für die folgenden 10 Tage wurden optimale Bedingungen für den Schädling vorhergesagt. Die angekündigte Hauptzuflugphase und die weiteren Flugbedingungen stimmten sehr gut mit den Käferbonituren im Winterrapsbestand bzw. in den Gelbschalen in Angerstein überein. Auch im Jahr 2010 deckten sich die Angaben von proPlant sehr gut mit unseren Beobachtungen. Der Hauptzuflug wurde für den 23. bis 27. März vorhergesagt; in den Gelbschalen wurden von uns die ersten Rapsglanzkäfer am 26. März gefangen. Die Ankündigung günstiger Flugbedingungen für den 6. April stimmte ebenfalls mit der Erstbonitur im Winterrapsbestand überein.

Insgesamt zeigte das Expertensystem proPlant die Tage mit Zuflug des Rapsglanzkäfers am Standort Göttingen (Angerstein) richtig an. Allerdings kann das Model die Intensität des Zuflugs und vor allem die Befallsstärke im Raps Schlag nicht darstellen, so dass die Befallserhebungen im Bestand zur Kontrolle der Überschreitung der Schadensschwelle nicht ersetzt werden können.

### **Standort Rostock**

Der Winter 2007-08 und das anschließende Frühjahr waren ausgesprochen mild. An nur vier Tagen wurden an der Station des Deutschen Wetterdienstes Warnemünde (DWD 10170) Tagesmitteltemperaturen von  $< 0\text{ °C}$  gemessen (Abb. 5). Gleichzeitig wurde von Januar bis Ende März an insgesamt 14 Tagen eine Maximaltemperatur  $\geq 10\text{ °C}$  festgestellt. In den Gelbschalen fanden sich erste Glanzkäfer am 31.03.2008, nachdem am Vortag erstmalig mehr als  $15\text{ °C}$  gemessen wurden. Nur drei Tage später waren auch Tiere in den Randbereichen des untersuchten Schlags zu finden. Danach folgten drei kühlere Wochen mit gelegentlichen Niederschlägen ( $41,2\text{ mm}$  im April). In dieser Zeit flogen nur vereinzelt Tiere aus den Winterlagern ab, so dass der Hauptzuflug erst Ende April erfolgte (Abb. 6).

Die Wintersaison 2008-09 war geprägt durch einen überdurchschnittlich warmen Oktober und auch Mitte November wurden noch Maximaltemperaturen von  $10\text{--}15\text{ °C}$  gemessen. Der weitere Winter war jedoch deutlich kälter als im Vorjahr, so dass an 22 Tagen Mittelwerte von  $< 0\text{ °C}$  registriert wurden. Obwohl es Anfang und Mitte März bereits Tagestemperaturen von  $> 10\text{ °C}$  gab, verlief das Frühjahr bis Ende des Monats vergleichsweise kühl und es konnten noch keine Tiere nachgewiesen werden. Ab Anfang April stiegen die Maximal-

Temperaturen bis auf fast 20 °C an und fielen im Verlauf des Monats nur noch an drei Tagen unter 10 °C. Gleichzeitig war der April 2009 mit nur 5,1 mm Niederschlag ausgesprochen trocken, so dass für die Käfer optimales Flugwetter für die Abwanderung aus den Winterlagern bestand. Hierdurch lagen die Termine des Erstnachweises von Käfern in der Gelbschale und im Schlag sehr dicht zusammen (31.03. und 03.04.) und die Befallsintensität stieg stark an. Im Frühjahr 2009 wurden an allen Standorten die höchsten Käferdichten des gesamten Projektzeitraums erfasst. Dies spiegelt sich auch in dem höchsten AUDPC-Wert aller drei Versuchsjahre (Tab. 14) wider.

Der Winter 2009-10 war, von einer kurzen Warmwetterperiode Ende November abgesehen, überdurchschnittlich kalt (Abb. 5). An insgesamt 62 Tagen wurden Tagesmittelwerte von < 0 °C festgestellt. Noch im März gab es negative Tagesmaxima, denen ab dem 17.03. eine deutliche Erwärmung folgte. Nur wenige Tage später, am 22.03. wurden die ersten Käfer in den Gelbschalen gefangen und nach nur vier weiteren Tagen wurden auch im Bestand Tiere nachgewiesen. Anschließend kühlte sich das Wetter bis zur letzten Aprilwoche ab, so dass der Hauptzuflug, wie im ersten Untersuchungsjahr, erst Ende April erfolgte (Abb. 5 und 6).

Die Vorhersage des Zuflugs von Glanzkäfern ist stark temperatur- und niederschlagsabhängig (Kaufmann, 1925; Müller 1941 a, b; Fritzsche, 1957). Nach Fritzsche (1957) sind Tagesmaxima als Indikator besser geeignet als Tagesmittelwerte. Dies erklärt sich insbesondere durch die großen Tag-Nacht Schwankungen. Er konnte in Laborversuchen auch zeigen, dass eine erhöhte Bodenfeuchte, unabhängig von der Temperatur, die Abwanderung aus den Winterlagern verzögert, so dass größere Niederschlagsmengen zu berücksichtigen sind.

Der Warndienst der Firma proPlant ist wetterbasiert und konnte in allen drei Untersuchungsjahren den Erstzuflug und nachfolgende Migrationsereignisse ausreichend genau vorher-sagen. Beratern und Landwirten steht mit dem Modell ein gutes Hilfsmittel zur Verfügung, um rechtzeitig schlagspezifische Kontrollen durchführen zu können. Nur durch diese Kontrollen kann die lokale Befallsintensität erfasst und die Notwendigkeit von Bekämpfungsmaßnahmen bestimmt werden. Der für den Vergleich der Käferbesiedelung ab BBCH 50 bis BBCH 60 errechnete AUDPC-Index zeigt deutliche Unterschiede zwischen den Versuchsjahren (Tab. 13 und 14). An den Standorten in Rostock erfolgte 2009 der Befall der Rapsflächen am spätesten und in höherer Dichte.

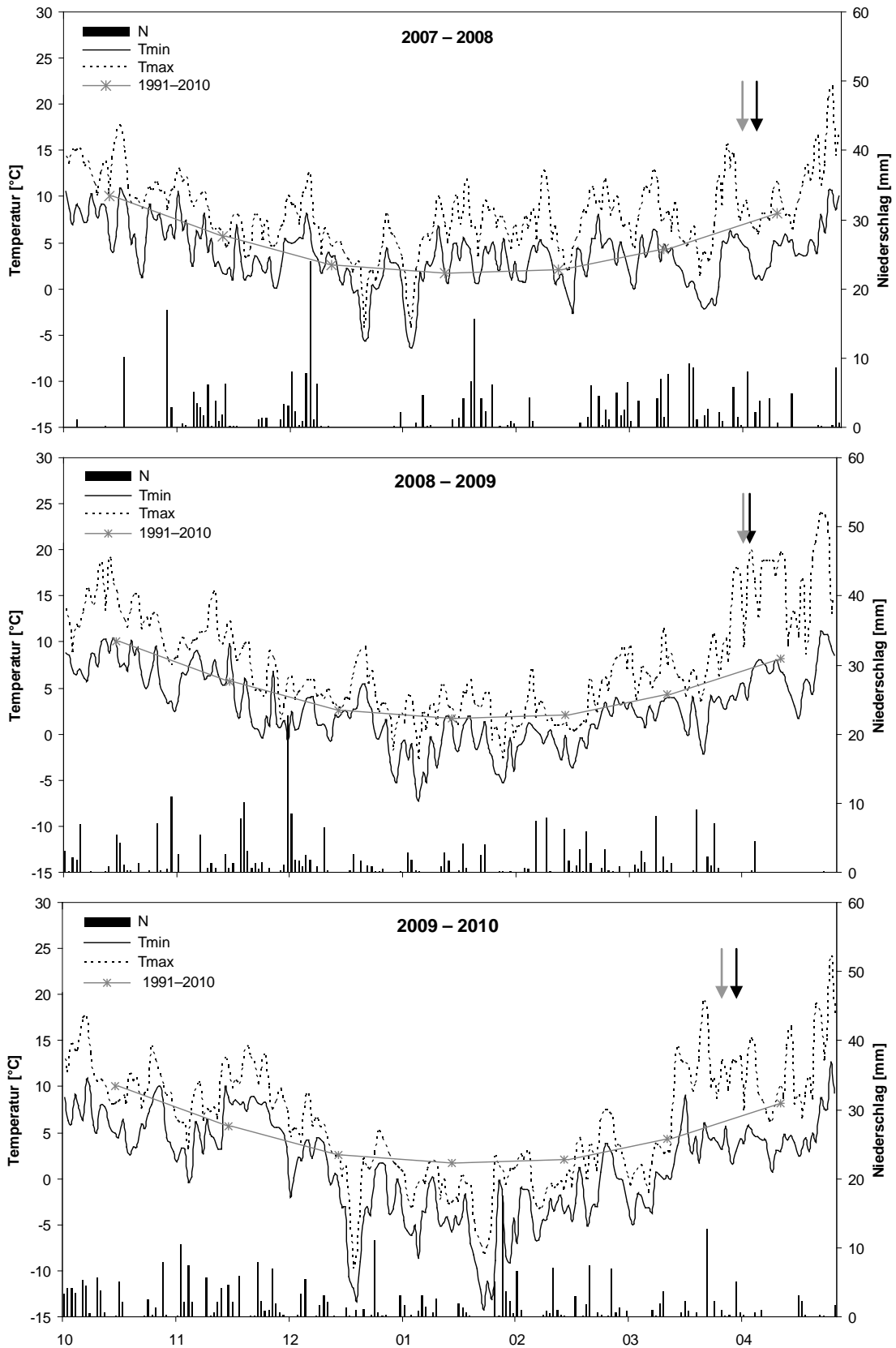


Abb. 5: Wetterdaten der Station Rostock (DWD-10170) von Oktober–April der Jahre 2007–2010 (Tagesmittelwerte: N – Niederschlag, Tmin – Temperaturminimum, Tmax – Temp.maximum; grauer Pfeil – Nachweis Gelbschale, schwarzer Pfeil – Nachweis – im Bestand; 1991–2010 – langjähriges Monatsmittel der Jahre 1991–2010).

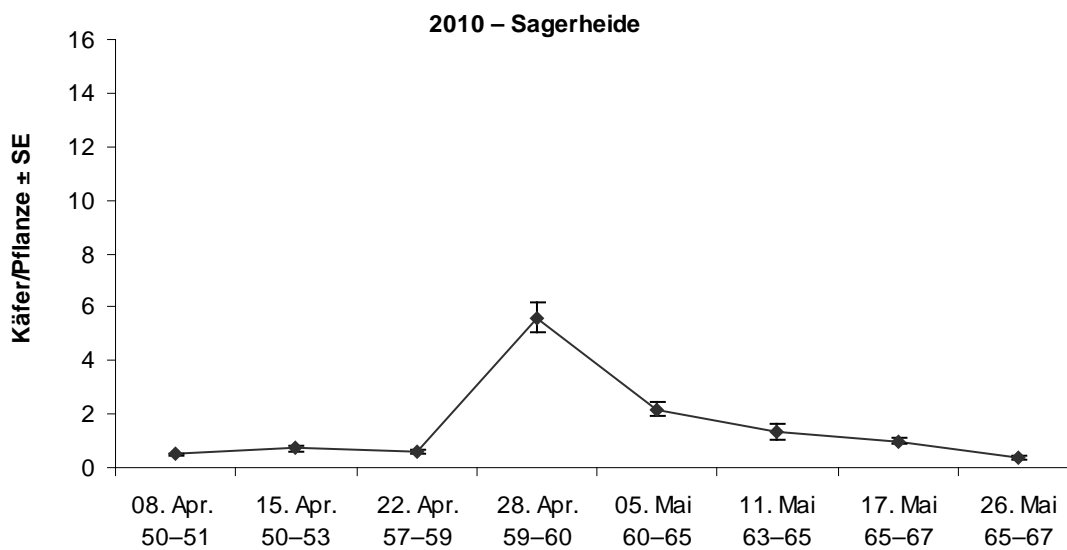
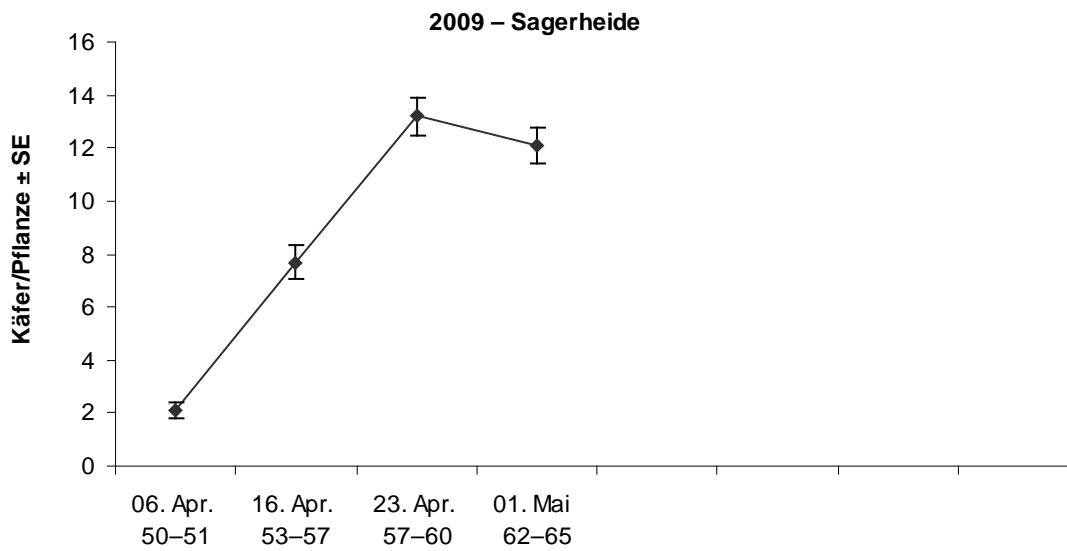
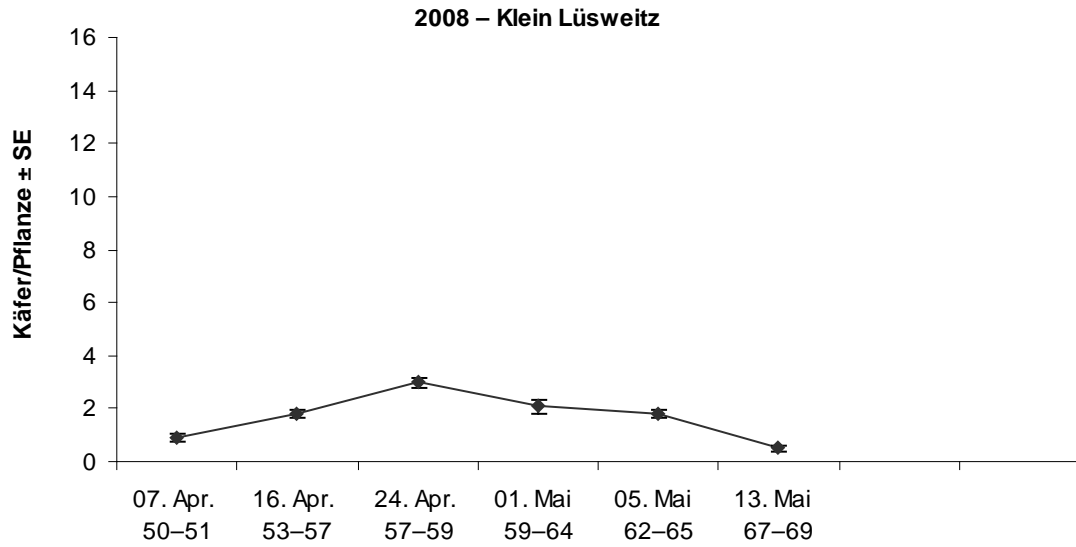


Abb. 6: Befallsverlauf des Rapsglanzkäfers in Beziehung zur Knospenentwicklung der Rapspflanzen (BBCH) am Standort Rostock in drei Versuchsjahren.

### **Standort Freising**

Im Jahr 2008 traten gegen Ende Februar Maximaltemperaturen von fast 20 °C auf. Am 25.02. wurde der Rapsglanzkäfer erstmals in den vier Tage zuvor aufgestellten Gelbschalen gefunden. Der Termin passt gut zu dem vom Prognosesystem proPlant vorhergesagten Zuflugbeginn zum 23.02. Obwohl die Vortage nicht allzu warm waren, wurden am 08.04. die ersten Rapsglanzkäfer an den Pflanzen gefunden. Der Befallspeak wurde am 28.04. erreicht (Abb. 8). Diesem Zeitpunkt waren mehrere niederschlagsfreie Tage mit Höchsttemperaturen von nahezu 15 °C oder darüber vorausgegangen (Abb. 7). Diese Voraussetzungen lagen auch bei den Befallspeaks in den beiden folgenden Jahren vor. Im Juli fielen zahlreiche Niederschläge, was wegen Unbefahrbarkeit der Fläche zu einer Verzögerung der Ernte führte. Insgesamt führte in Bayern die Witterung zu zufriedenstellenden Erträgen, die im langjährigen Mittel lagen.

Im Versuchsjahr 2009 war bei der Gelbschalenleerung am 23.03. trotz Tageshöchsttemperaturen unter 10 °C der erste Rapsglanzkäferfund des Jahres zu verzeichnen. Das witterungsdatengestützte Prognosemodell proPlant kündigte den Beginn des Zuflugs erst für den 01.04. an. Ab diesem Datum stiegen die Temperaturen deutlich an (Abb. 7). Drei Tage später wurde der Rapsglanzkäfer an den Pflanzen nachgewiesen. Die Tageshöchsttemperaturen lagen zwei Wochen lang um die 20 °C, nachts sanken die Werte jedoch häufig stark ab. Verbunden mit einem massiven Rapsglanzkäferzuflug führte dies zu starken Blühproblemen, da die Pflanzen sehr viele geschädigte Knospen abwarfen. Insgesamt fiel dieser Monat warm und niederschlagsarm aus. In den Monaten Mai bis Juli war die Niederschlagsmenge deutlich höher (Abb. 7). Es herrschten optimale Bedingungen für das Rapswachstum. Deshalb konnten trotz des schwierigen Frühjahrs Erträge geerntet werden, die deutlich besser als das langjährige Mittel ausfielen. In den bayerischen Landessortenversuchen wurden nahezu 55 dt/ha gedroschen. Aufgrund der sehr günstigen Klimabedingungen von Anfang Mai bis zur Ernte hatten die vom Rapsglanzkäfer verursachten Beschädigungen kaum einen ertragsmindernden Einfluss.

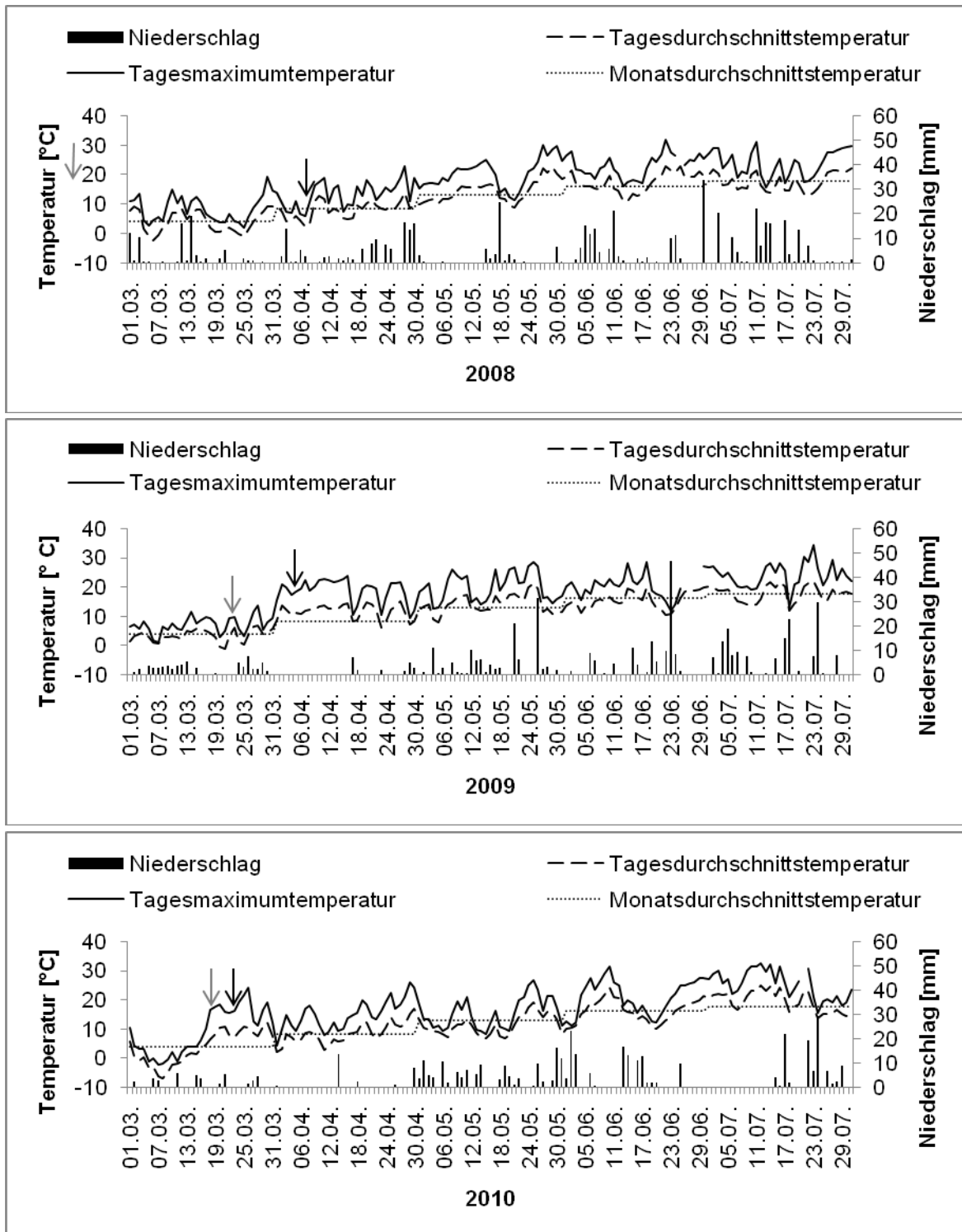


Abb. 7: Tagesmaximumtemperatur, Tagesdurchschnittstemperatur, Monatsdurchschnittstemperatur (1991-2010) und Niederschlag von März bis Juli 2008, 2009 und 2010 am Standort Freising (grauer Pfeil: Zuflugbeginn Rapsglanzkäfer in Gelbschale; schwarzer Pfeil: Erstnachweis Rapsglanzkäfer im Rapsbestand) (Quelle: siehe Literaturverzeichnis).



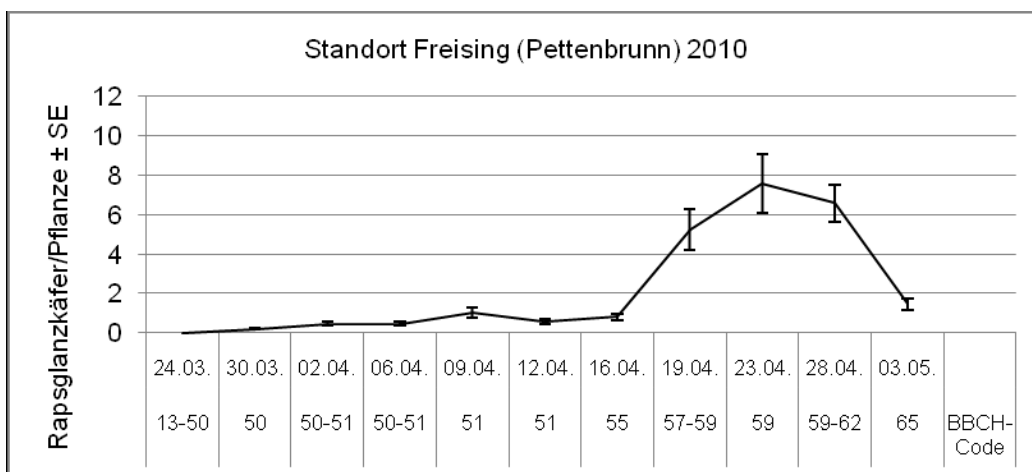
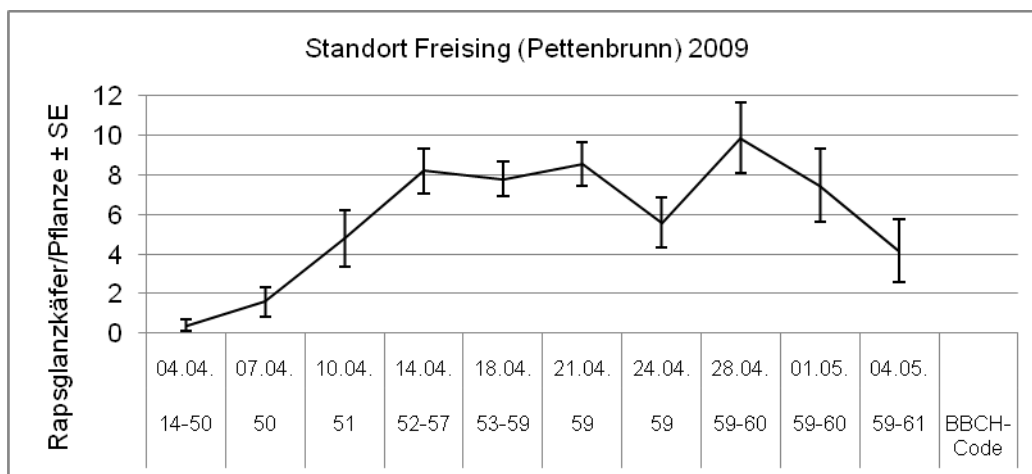
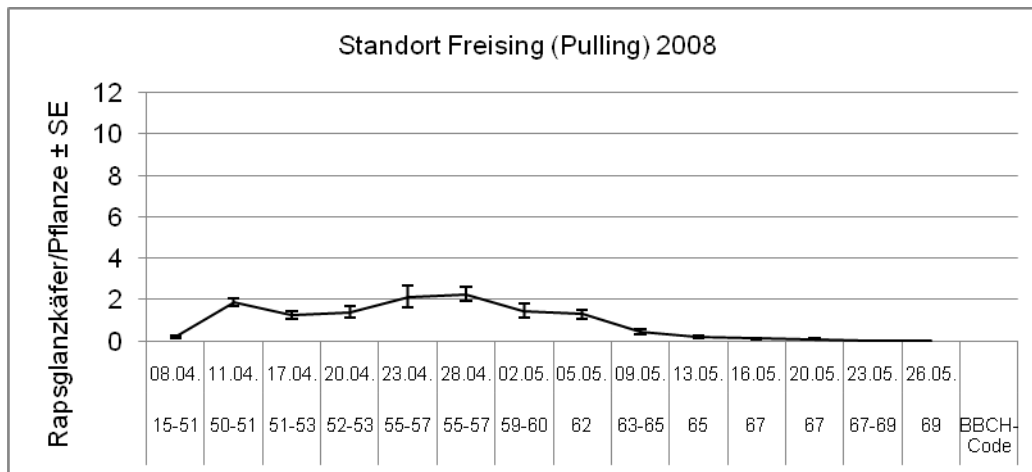


Abb. 8: Befallsverlauf des Rapsglanzkäfers in Beziehung zur Knospenentwicklung der Rapspflanzen (BBCH) am Standort Freising in drei Versuchsjahren (Sorte Titan).

Nachdem im März des Versuchsjahres 2010 die Tagesdurchschnittstemperaturen lange Zeit kaum die 5 Grad-Marke überschritten, stiegen sie kurz vor Beginn des letzten Monatsdrittels deutlich an (Abb. 7). Bei diesen Temperaturen begann der Rapsglanzkäfer zuzufliiegen. Am 19.03. wurde er erstmals – wie von proPlant prognostiziert - in der Gelbschale entdeckt und vier Tage später auch an den Pflanzen (Abb. 8). Die Temperaturen im Juli waren deutlich

höher als im vieljährigen Mittel, was vor allem auf das warme Wetter in den beiden ersten Dekaden zurückzuführen ist. Zudem fielen in diesem Zeitraum kaum nennenswerte Niederschläge (Abb. 7). Das heiße und trockene Wetter in den Wochen vor der Ernte ist verantwortlich dafür, dass sich die Pflanzen weniger gut entwickeln konnten und die Rapsertträge nicht an die Ergebnisse des Vorjahres herankamen.

### **3.1.2 Einfluss der Rapsorten auf die Befallsdynamik und Schadwirkung des Rapsglanzkäfers (Göttingen, Freising)**

#### **Sorten- Insektizidversuch (Göttingen)**

Die Befallsstärke des Rapsglanzkäfers am Standort des Sorten-Insektizid-Versuches in Weende nördlich Göttingens stieg in den drei Versuchsjahren stark an. Die maximale Befallshöhe verdoppelte sich etwa von Jahr zu Jahr, mit 4 Rapsglanzkäfern pro Pflanze im Jahr 2008, 8 Käfern im Jahr 2009 und 20 Käfern im Jahr 2010.

Die **Befallsunterschiede** zwischen den 4 Sorten waren in den 3 Jahren nicht einheitlich: Im Versuchsjahr 2008 wurden die spätblühenden Sorten NK Passion und Elektra in den ersten 9 Tagen nach Befallsbeginn von den adulten Tieren sehr viel stärker besiedelt als die Sorten Titan und Favorite, was vermutlich durch die 6 Tage früher beginnende Blüte dieser Sorten bedingt war (Abb. 9A). Die Befallsindices nach Wratten et al. (1979) verdeutlichen diese Unterschiede (Tab. 15).

In den Jahren 2009 und 2010 zeigten insbesondere Elektra, daneben aber auch die zweite Hybridsorte Titan eine stärkere Attraktivität für die Käfer, während die Liniensorten NK Passion und Favorite einen schwächeren Befall aufwiesen (Abb. 9B und 9C). Der stärkere Befall an den Sorten Elektra und Titan ließ sich allerdings nicht auf Unterschiede in der Blühphänologie zurückführen, da 2009 nur sehr geringe Entwicklungsunterschiede zwischen den 4 Sorten auftraten und 2010 wiederum die Sorten NK Passion und Elektra das Blühstadium 5 Tage früher erreichten als Titan und Favorite. Im Jahr 2009 wurde kein signifikanter Unterschied zwischen der Käferbesiedelung der 4 Sorten festgestellt, allerdings zeigten die Hybriden, wie auch in der Befallsverlaufskurve erkennbar, höhere Werte als die Liniensorten. Im Jahr 2010 wies Elektra den höchsten Befallsindex auf und unterschied sich signifikant von Favorite (Abb. 9 und Tab. 15).

In den Jahren 2009 und 2010 begann die Erstbesiedelung der Käfer schon Anfang April. Zu diesem Zeitpunkt befanden sich die 4 Sorten noch im frühen Knospenstadium und die Käfer zeigten zu diesem Termin bei geringen Entwicklungsunterschieden eher eine Präferenz für die Hybridsorten (Abb. 9B und 9C). Die Möglichkeit für den Reifefraß und die Eiablage im Knospenstadium war im Jahr 2009 12 Tage und im Jahr 2010 mindestens 20 Tage lang gegeben. Ein Einbruch der Befallskurve wurde in den Jahren 2009 und 2010 (Abb. 9B und 9C) jeweils durch Temperaturen von etwa 10 °C und starke Niederschläge ausgelöst. Die Befallszahlen stiegen nach dem Anstieg der Temperatur auf > 20 °C und ausbleibenden Niederschlägen wieder an.

**A**

**B**

Abb. 9: Befallsverlauf des Rapsglanzkäfers in Beziehung zur Entwicklung von vier Winterrapssorten (BBCH) und Insektizidbehandlung am Standort Göttingen im Versuchsjahr 2008 (A) und 2009 (B) (Pfeile = Behandlungstermin).

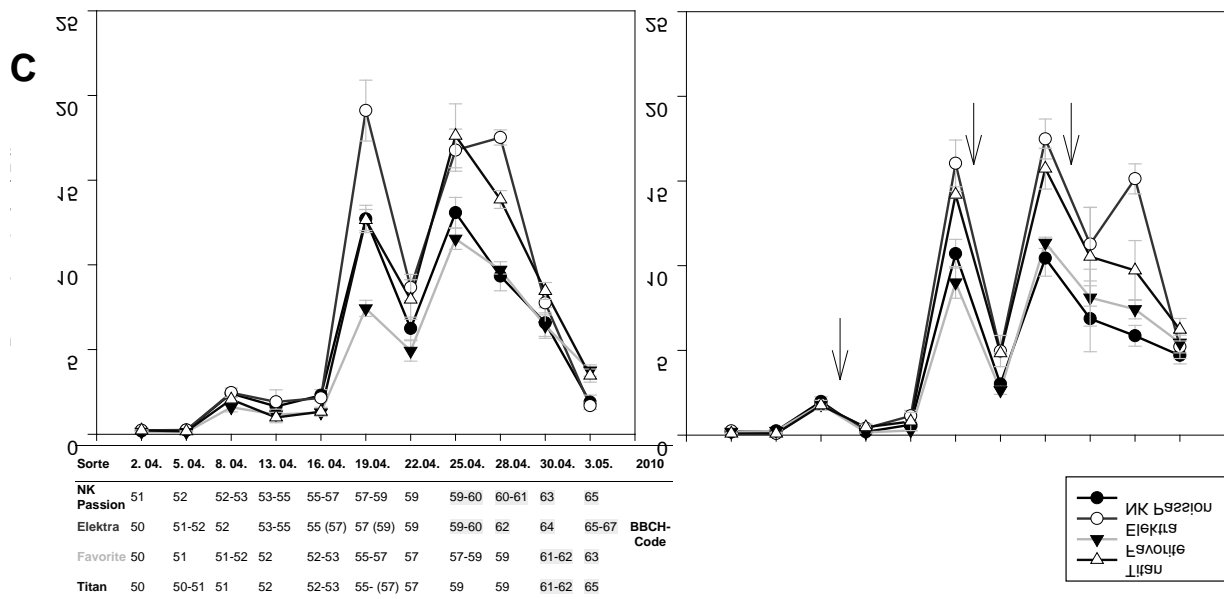


Abb. 9 Forts.: Befallsverlauf des Rapsglanzkäfers in Beziehung zur Entwicklung von vier Winterrapssorten (BBCH) und Insektizidbehandlung am Standort Göttingen im Versuchsjahr 2010 (C) (Pfeile = Behandlungstermin).

Tab. 15: Befallsindex (Wratten et al., 1979) des Rapsglanzkäfers an 4 Winterrapssorten in drei Versuchsjahren in Abhängigkeit von der Insektizidbehandlung (unterschiedliche kleine Buchstaben: signifikanter Unterschied zwischen den Sorten in unbehandelten bzw. behandelten Plots innerhalb eines Jahres (Kruskal-Wallis-Test); unterschiedliche große Buchstaben: signifikanter Unterschied zwischen den Behandlungen bei einer Sorte innerhalb eines Jahres (Mann-Whitney-U-Test;  $p \leq 0.05$ ;  $n = 4$ ).

Variante	Sorte	2008			2009			2010		
Unbehandelt	NK Passion	25,1	ab	<b>A</b>	50,2	a	<b>A</b>	162,6	ab	<b>A</b>
	Elektra	28,7	a	<b>A</b>	77,7	a	<b>A</b>	224,0	a	<b>A</b>
	Favorite	13,7	b	<b>A</b>	57,9	a	<b>A</b>	132,7	b	<b>A</b>
	Titan	17,2	ab	<b>A</b>	71,8	a	<b>A</b>	191,9	ab	<b>A</b>
Behandelt	NK Passion	14,6	ab	<b>B</b>	43,9	a	<b>A</b>	121,5	b	<b>B</b>
	Elektra	20,3	a	<b>B</b>	57,4	a	<b>B</b>	201,5	a	<b>A</b>
	Favorite	9,8	b	<b>A</b>	46,0	a	<b>A</b>	124,2	ab	<b>A</b>
	Titan	12,3	ab	<b>A</b>	57,2	a	<b>A</b>	174,9	ab	<b>A</b>

Tab. 16: Wirkungsgrad (%) der Insektizidbehandlungen (nach Abbott, 1925) im Sorten-Insektizidversuch am Standort Göttingen. Sortenunterschiede nicht signifikant.

Sorte	Jahr 2008		Jahr 2009			Jahr 2010		
	1. Appl.	2. Appl.	1. Appl.	2. Appl.	3. Appl.	1. Appl.	2. Appl.	3. Appl.
NK Passion	78,3	0,0	59,7	87,0	0,0	87,2	49,0	26,0
Elektra	74,4	0,0	76,9	54,7	0,0	53,7	43,5	35,8
Favorite	71,9	0,0	47,2	88,1	0,0	82,7	45,4	17,4
Titan	63,4	0,0	69,9	82,0	17,5	24,2	35,6	25,7

Die **Insektizidbehandlungen** hatten insbesondere bei sehr hohen Befallsdichten im Jahr 2010 nur eine relativ schwache Wirkung. Die Anzahl Rapsglanzkäfer sank 3 Tage nach den Applikationen nur kurz ab und stieg nach 6 Tagen wieder an oder erreichte zu diesem Zeitpunkt das gleiche Niveau wie vor der Behandlung. Deshalb gelang es in keinem der Versuchsjahre, die Parzellen mit 2 bis 3 Behandlungen weitgehend befallsfrei zu halten (Abb. 9).

Die Wirkungsgrade der Insektizidbehandlungen zeigten ein ähnliches Bild (Tab. 16). Im Jahr 2009 wurden höhere Wirkungsgrade bei den kritischen Befallsdichten (2. Insektizidapplikation, Favorite) erzielt, im Jahr 2010 die geringeren Wirkungsgrade zum Termin der 2. Applikation. Die jeweils letzte Applikation des Jahres zeigte eine sehr geringe oder sogar gar keine Wirkung (Tab. 16). Auffällig sind die relativ großen Wirkungsunterschiede bei den Behandlungen zwischen den Sorten.

Wahrscheinlich sind die geringen Wirkungsgrade der Insektizidbehandlungen auf das Versuchsdesign zurückzuführen: Die Parzellen-Blockversuche, in denen jeweils nur die entsprechenden Versuchsparzellen mit dem Insektizid behandelt wurden, waren in größeren Winterrapsfeldern platziert. Nach Rückgang der Wirkung in den 75 m<sup>2</sup> großen Parzellen konnten die Käfer schnell wieder vom angrenzenden Raps einwandern. Unter diesen Umständen waren 2 bzw. 3 Applikationen pro Jahr nicht ausreichend.

Der Befallsindex ist für die Beurteilung der Insektizidwirkung auf die Befallsdichte besser geeignet. Im Vergleich zur unbehandelten Variante wurde in allen Jahren bei einzelnen Sorten (NK Passion, Elektra) ein signifikant reduzierender Einfluss der Insektizidbehandlungen auf die Befallsstärke der adulten Rapsglanzkäfer im gesamten Zeitraum des Befalls festgestellt (Tab. 15).

Trotz der geringen Effekte auf den Käferbefall hatten die Insektizidbehandlungen einen Einfluss auf die Schädigung der Pflanzen (Abb. 10 und 11). Die durch Rapsglanzkäfer an den vier Sorten verursachten Knospenverluste waren in allen drei Jahren in den behandelten Parzellen geringer als in den unbehandelten Parzellen, besonders in den Jahren 2009 und 2010 mit Starkbefall. Obwohl die Sorte Favorite nur von relativ wenigen Käfern besiedelt wurde, war der Knospenverlust bei dieser Sorte auffallend hoch (Abb. 10B und 10C). Dies lässt auf ein geringeres Kompensationsvermögen der Sorte schließen. Im Versuchsjahr 2010 konnte zwischen dem Befallsindex im anfälligen Pflanzenstadium (BBCH 50-60) und dem Knospenverlust am Haupttrieb eine signifikant negative Korrelation errechnet werden ( $p = 0,0026$ ,  $r^2 = 0,8036$ ). Die Käfer verursachten an der Sorte Favorite trotz geringerer Befallsdichte einen höheren Knospenverlust, während sich an Elektra und Titan trotz hoher Befallsindices die geringsten Knospenverluste zeigten.

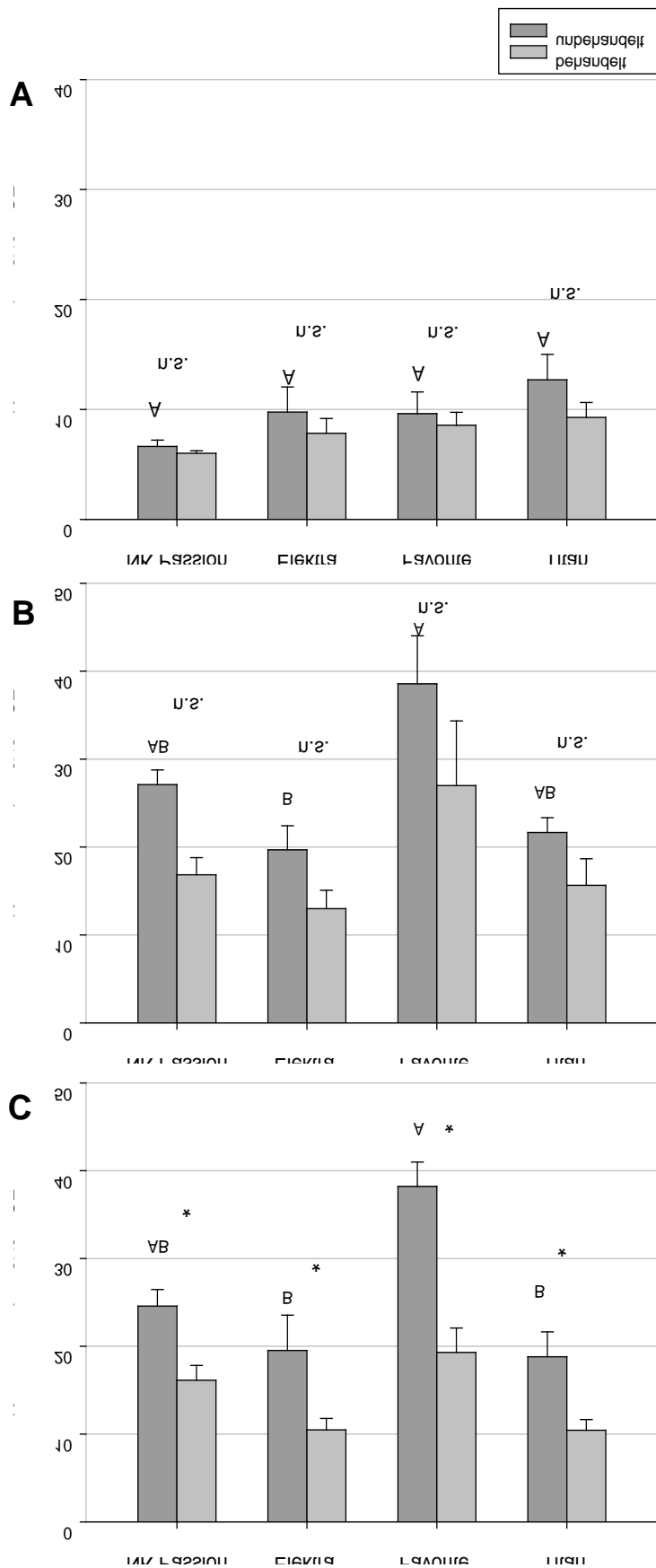


Abb. 10: Knospenverlust (%) + SE am Haupttrieb von 4 Winterrapssorten in Abhängigkeit von der Insektizidbehandlung am Standort Göttingen im Versuchsjahr 2008 (A), 2009 (B) und 2010 (C). (unterschiedliche Buchstaben: signifikante Unterschiede zwischen den unbehandelten Sorten (Kruskal-Wallis-Test); Stern = signifikante Unterschiede zwischen der behandelten und unbehandelten Variante (Mann-Whitney-U-Test);  $p \leq 0.05$ ,  $n = 4$ ).

Um festzustellen, ob die unterschiedliche Schädigung der Knospen an den 4 Sorten auch **Auswirkungen auf den Ertrag** hatte, wurden die Versuche 2009 und 2010 mit einem Parzellenmähdrescher geerntet (Abb. 11A und 11B). Im Jahr 2008 konnte der Versuch nicht beerntet werden, da nahezu alle Schoten durch Hagel unmittelbar vor der Ernte zerschlagen wurden und die Saat ausfiel. Im Jahr 2009 war der Ertrag nur bei der Sorte Elektra in der behandelten Variante mit 50 dt/ha gegenüber der unbehandelten Variante mit 42 dt/ha deutlich erhöht. Bei den anderen drei Sorten induzierte die Insektizidbehandlung keine Ertragserhöhung. Im Jahr 2010 zeigten die Insektizidbehandlungen dagegen bei den anderen Sorten schwache Ertragseffekte: Obwohl die Sorte Elektra in der behandelten und unbehandelten Variante am stärksten von den Käfern befallen war, unterschieden sich die Erträge dieser Sorte in der behandelten und unbehandelten Variante kaum. Dagegen wurden sie bei den Sorten Favorite, Titan und insbesondere bei NK Passion durch die Behandlungen leicht und nicht statistisch absicherbar erhöht (Abb. 11A u. 11B).

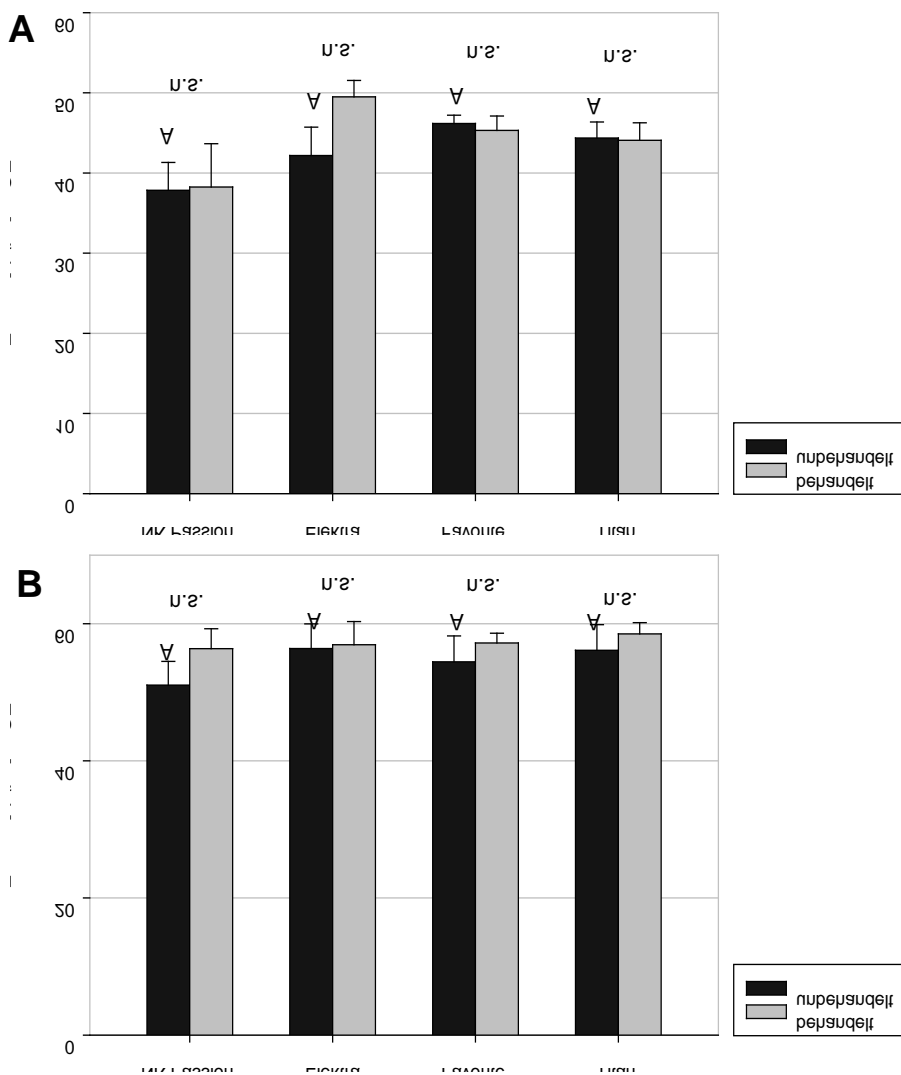


Abb. 11: Ertrag von 4 Winterrapssorten in Abhängigkeit der Insektizidbehandlung am Standort Göttingen im Versuchsjahr 2009 (A) und 2010 (B). (unterschiedliche Buchstaben: signifikante Unterschiede zwischen den unbehandelten Sorten (Kruskal-Wallis-Test); n.s. = nicht signifikante Unterschiede zwischen der behandelten und unbehandelten Variante (Mann-Whitney-U-Test);  $p \leq 0.05$ ,  $n = 4$ ).

Obwohl das Jahr 2010 mit einem extrem hohen Rapsglanzkäferbefall von max. 12 bis 20 Rapsglanzkäfern pro Pflanze hervorstach, waren die Erträge mit 51 dt/ha bis 56 dt/ha in den unbehandelten Varianten insgesamt sehr hoch. Die durch die relativ kühle Witterung verursachte lange Blütezeit im Mai ermöglichte vermutlich die Entwicklung vieler Knospenanlagen zu befruchteten Blüten und damit eine gute Kompensation der Knospenverluste. NK Passion wies dabei mit 51 dt/ha den geringsten Ertrag auf, was auf ein geringeres Kompensationsvermögen der Sorte hindeutete. Dieses könnte im Zusammenhang mit den extremen Witterungsbedingungen Ende Juni und Anfang Juni stehen (Abb. 11).

Insgesamt wurden bei der Besiedelung durch die überwinterten Käfer die Sorten stärker befallen, die eine frühere Knospen- und Blütenentwicklung hatten. Bei gleichem Entwicklungsstadium scheinen die Hybridsorten attraktiver als die Liniensorten zu sein. Bei den frühblühenden Sorten war der Zeitraum des empfindlichen Knospenstadiums und damit das Ausmaß der Knospenschädigung verringert (signifikante Unterschiede zwischen Elektra und Favorite 2009 und 2010). Daneben werden die Knospenverluste und Schäden in starkem Maße vom Kompensationsvermögen der Sorte sowie von der Witterung in der Blüte und im folgenden Vegetationszeitraum beeinflusst. Deshalb ist der Knospenverlust kein sicherer Indikator für die Ertragswirkung des Rapsglanzkäfer-Befalls.

Da am Standort Göttingen nur Ertragsdaten aus 2 Jahren vorliegen und in den Versuchen auch ein Befall anderer Schädlinge auftrat, kann der Einfluss des Rapsglanzkäfers auf den Ertrag nicht abschließend beurteilt werden.

### **Sortenversuch-Insektizidversuch (Freising)**

Tab. 17: Befallsdichte der Rapsglanzkäfer in Sortenversuchen am Standort Freising in der Kontrolle ohne Insektizidschutz kurz vor Blühbeginn (unterschiedliche Buchstaben: signifikante Unterschiede zwischen den Sorten; Student-Newman-Keuls-Test,  $p < 0,05$ )

Sorte	28.04.2008		14.04.2009		23.04.2010	
	Käfer/ Pflanze	BBCH	Käfer/ Pflanze	BBCH	Käfer/ Pflanze	BBCH
Elektra	2,1 a	59-60	9,7 a	55-59	6,5 a	59
Favorite	0,7 b	55-57	5,8 a	52-55	6,2 a	59
NK Passion	1,6 a	57-59	8,1 a	55-59	6,3 a	59
Titan	2,3 a	55-57	8,2 a	52-57	7,6 a	59

Die Befallsdichte des Rapsglanzkäfers an den verschiedenen Sorten kurz vor Beginn der Blüte unterschied sich zwischen den drei Versuchsjahren (Tab. 17). Im Jahr 2008 war die Anzahl der an den Pflanzen gefundenen Rapsglanzkäfer bei jeder Sorte am geringsten, im Jahr 2009 beinahe immer am höchsten. Die Werte des Jahres 2010 lagen zwischen diesen Extremen. Diese Reihenfolge der Größenordnung des Käferbefalls im Vergleich der Jahre wurde auch an den anderen Terminen festgestellt.



Die durchgeführten Insektizidmaßnahmen bewirkten eine deutliche Reduzierung des Befalls. So wurden bei Behandlungen kurz vor Blühbeginn bei der Sorte Favorite zwei Tage nach der Applikation in jedem Jahr Wirkungsgrade (Abbott, 1925) um die 60% erreicht.

Aus den Daten geht hervor, dass bei der Sorte Favorite die Befallsdichte im Jahr 2008 signifikant niedriger war als bei den anderen Sorten. Bestätigt werden konnte dieses Ergebnis in den beiden Folgejahren jedoch nicht. Sortenunterschiede im Hinblick auf die Attraktivität auf den Rapsglanzkäfer scheinen demnach nicht zu bestehen.

Tab. 18: Erträge (dt/ha) in den Sortenversuchen am Standort Freising in den 3 Versuchsjahren (unterschiedliche Buchstaben: signifikante Unterschiede zwischen der Kontrolle ohne Insektizidschutz (K) und der insektizidbehandelten Variante (I); Student-Newman-Keuls-Test,  $p < 0,05$ )

Sorte		2008	2009	2010
Elektra	K	44,3 a	46,4 a	34,9 a
	I	44,8 a	52,9 b	49,3 b
Favorite	K	41,9 a	42,6 a	31,0 a
	I	45,7 a	48,7 b	40,1 b
NK Passion	K	46,1 a	47,0 a	33,2 a
	I	46,7 a	49,5 a	44,1 b
Titan	K	45,7 a	43,9 a	37,4 a
	I	47,1 a	53,0 b	49,1 a

Im Jahr 2008 wurden bei keiner Sorte signifikante Ertragsunterschiede gefunden (Tab. 18). Auf Grund der geringen Käferzahlen hatte der Rapsglanzkäferbefall keinen ertragswirksamen Einfluss. Die Anzahl der Schoten an den Hauptinfloreszenzen war in diesem Jahr relativ hoch, sie lag mindestens bei über 30 bis hin zu 45 Schoten. Das Verhältnis der Schotenzahl von behandelten und unbehandelten Pflanzen von jeder Sorte war annähernd gleich (Tab. 19). Dies zeigt, dass der Rapsglanzkäferfraß keine nennenswerten Schotenverluste zur Folge hatte. Schoten an Nebeninfloreszenzen wurden aufgrund des geringen Schotenverlustes an den Hauptinfloreszenzen deutlich weniger als im folgenden Jahr gebildet.

Im Jahr 2009 waren an den Hauptinfloreszenzen meist nur sehr wenige Schoten zu finden. So wurde bei der Sorte Favorite an den Hauptinfloreszenzen im Durchschnitt an den unbehandelten Pflanzen weniger als eine Schote gebildet. Die höchste Schotenzahl, die bei der behandelten Variante der Sorte NK Passion ermittelt wurde, lag jedoch auch nur bei knapp über 11 Schoten (Tab. 19).

Tab. 19: Anzahl der Schoten je Pflanze an den Haupt (HI)- und Nebeninfloreszenzen (NI) der Kontrolle ohne Insektizidschutz (K) und der insektizidbehandelten Variante (I) im Sortenversuch

Sorte		2008		2009		2010	
		HI	NI	HI	NI	HI	NI
Elektra	K	41	138	2	157	27	
	I	44	100	7	148	33	
Favorite	K	32	102	1	157	14	
	I	42	150	8	126	23	nicht bestimmt
NK Passion	K	41	138	3	138	21	bestimmt
	I	45	110	11	150	30	
Titan	K	37	140	1	173	23	
	I	45	173	5	171	28	

Tab. 20: Anzahl der Nebeninfloreszenzen je Pflanze der Kontrolle ohne Insektizidschutz (K) und der insektizidbehandelten Variante (I) im Sortenversuch.

Sorte		2008	2009	2010
Elektra	K	12	53	
	I	8	40	
Favorite	K	8	42	
	I	10	28	nicht bestimmt
NK Passion	K	9	43	
	I	8	37	
Titan	K	11	55	
	I	12	42	

Für die Ertragsbildung waren deswegen die Schoten an den Nebeninfloreszenzen wichtig. Bei allen Sorten wurden in jeder Variante mehr Nebeninfloreszenzen und daran meist auch mehr Schoten gebildet als im Jahr zuvor (Tab. 19 und 20). Die Anzahl der Nebeninfloreszenzen stieg 2009 im Vergleich zum Vorjahr insgesamt fast um das vierfache. Zurückzuführen ist dies auf die günstigen Witterungsbedingungen von Mai bis zur Ernte, die es den Pflanzen ermöglichten, den durch den Käferfraß entstandenen Schaden durch Ausbildung sonst unentwickelt gebliebener Seitentriebanlagen auszugleichen. Am besten konnte die Sorte NK Passion die Beschädigungen der Knospen kompensieren (Tab. 18). Der Ertrag war jedoch auch bei dieser Sorte in der unbehandelten Kontrolle niedriger.

Auch im Jahr 2010 konnte keine Sorte den durch den Käferfraß entstandenen Schaden kompensieren, wenngleich dies bei der Sorte Titan nicht statistisch absicherbar war (Tab. 18). Die Ertragsunterschiede waren zwischen der insektizidbehandelten Variante und der unbehandelten Kontrolle beträchtlich. Die großen Ertragsdifferenzen lassen sich möglicherweise mit der durch geringeren Rapsglanzkäferbefall höheren Schotenzahl an den Hauptinfloreszenzen in der behandelten Variante begründen (Tab. 19). Ursache für die trotz

geringerer Käferdichte schlechtere Kompensation als im Jahr 2009 sind die Witterungsverhältnisse. Die kühlen Temperaturen im Mai und das heiße und trockene Wetter in den Wochen vor der Ernte beeinträchtigten das Regenerationsvermögen der Rapspflanzen.

Tab. 21: Wechselwirkung der verschiedenen Einflussfaktoren im Sortenversuch (x: Wechselwirkung feststellbar; -: Wechselwirkung nicht feststellbar)

	Jahr	Sorte	Sortentyp	Blühzeitpunkt
Behandlung	x	-	-	-
Jahr		-	-	-

Zwischen dem Insektizideinsatz und dem Einfluss der Jahre konnte eine Wechselwirkung festgestellt werden (Tab. 21). Im Jahr 2008 reagierten die Pflanzen aufgrund geringer Käferzahlen nicht auf den Insektizidschutz. In den beiden folgenden Jahren war der Befallsdruck höher. Die Parzellen, in denen Insektizidmaßnahmen durchgeführt wurden, waren vor Beschädigungen durch den Rapsglanzkäfer besser geschützt. Deshalb wurde zwischen behandelter und unbehandelter Variante meist ein signifikanter Ertragsunterschied festgestellt (Tab. 18).

### **Ergebnisse Käfigversuch**

Tab. 22: Erträge (dt/ha) in den Käfigversuchen. (unterschiedliche Buchstaben: signifikante Unterschiede zwischen der befallsfreien Kontrolle und den unterschiedlichen Besatzstärken; Student-Newman-Keuls-Test,  $p < 0,05$ )

	Rapsglanzkäfer/Pflanze					
	0	5	10	15	20	30
2008	34,0 a		28,8 ab		21,7 bc	18,9 c
2009	34,4 a	32,0 a	31,6 a	33,5 a		
2010	30,5 a		27,9 ab	25,3 bc	22,6 c	

Bei den 2008 geprüften Besatzstärken trat zwischen der befallsfreien Kontrolle und den Varianten mit 20 bzw. 30 Käfern je Pflanze sowie zwischen den Varianten mit 10 und 30 Käfern je Pflanze ein statistisch absicherbarer Ertragsunterschied auf (Tab. 22). Bei 10 Käfern je Pflanze lässt sich die Abnahme des Ertrags statistisch nicht sichern.

Die Pflanzen, die sich in den Käfigen mit Rapsglanzkäferbesatz befanden, bildeten als Folge des Rapsglanzkäferfraßes an den Knospen des Haupttriebes verstärkt Seitentriebe höherer

Ordnungen und Schoten an diesen Trieben (Abb. 12 und 13). Ein Ausgleich des Knospenverlustes gelang jedoch nur teilweise. Die an den zusätzlich entstandenen Seitentrieben gebildeten Schoten konnten den Ertragsverlust nicht kompensieren. Dies liegt daran, dass ein Großteil der Photosyntheseleistung für die Seitentriebbildung verwendet wurde. Aus diesem Grund stand für die Kornbildung nicht mehr ausreichend Energie zur Verfügung.

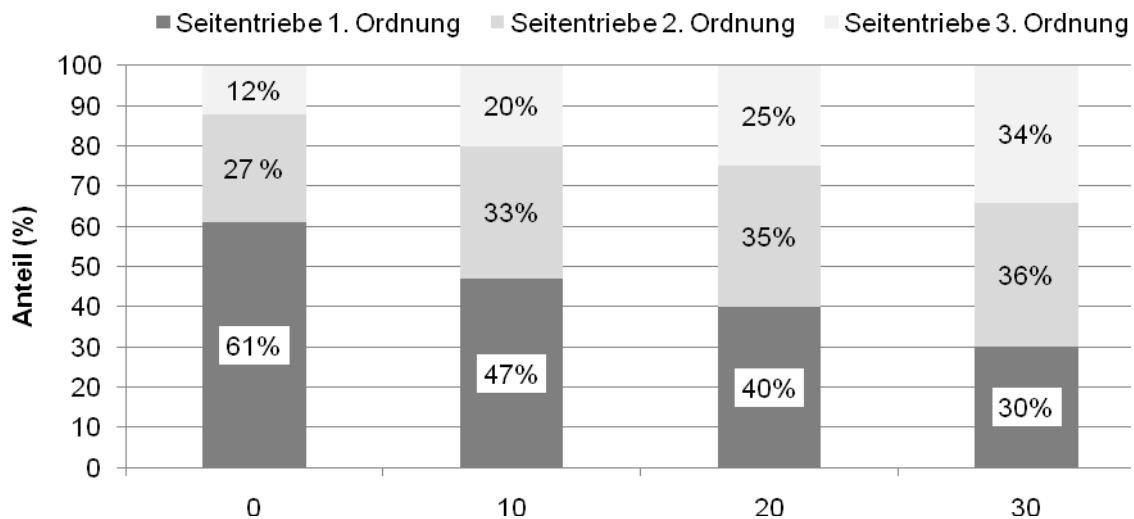


Abb. 12: Prozentualer Anteil der Seitentriebe der einzelnen Ordnungen an der Gesamtzahl der Seitentriebe bei den unterschiedlichen Besatzstärken des Rapsglanzkäfers (2008)

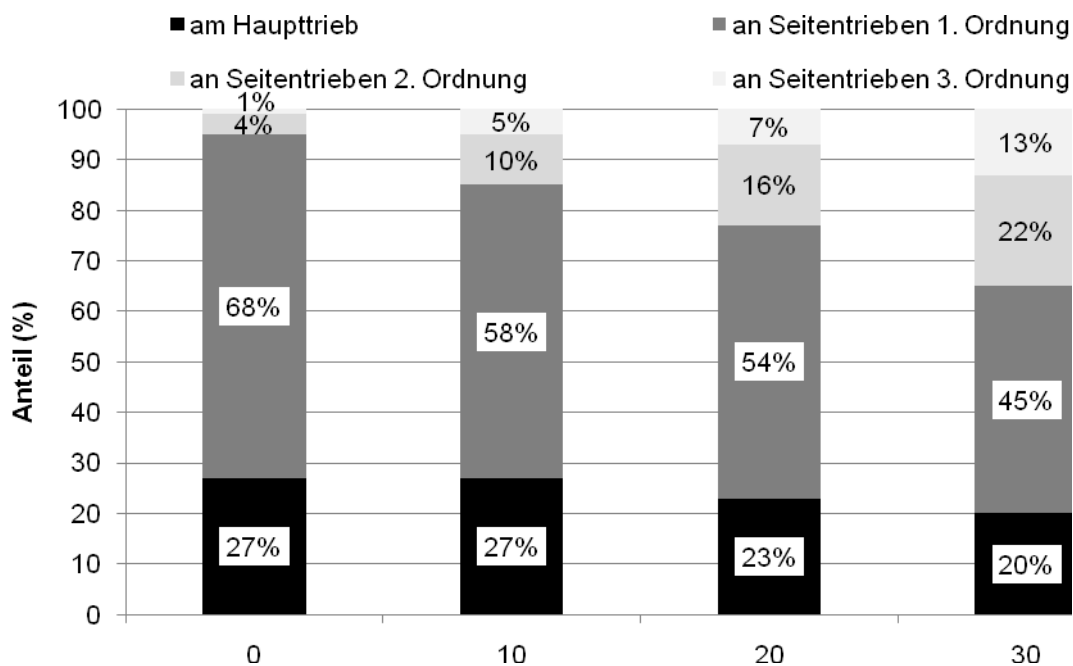


Abb. 13: Prozentualer Anteil der Schoten an den Haupttrieben und Seitentrieben der einzelnen Ordnungen an der Gesamtschotenanzahl bei unterschiedlichen Besatzstärken des Rapsglanzkäfers (2008)

Im Jahr 2009 traten in den verschiedenen Varianten keine signifikanten Ertragsunterschiede auf (Tab. 22). Am höchsten war der Ertrag in der befallsfreien Kontrolle. Ein Zusammenhang zwischen niedrigeren Erträgen und zunehmender Rapsglanzkäferzahl war nicht statistisch gesichert.

Im Jahr 2010 traten bei dem Gesamtertrag signifikante Unterschiede zwischen der befallsfreien Kontrolle und der Variante mit 15 Käfern je Pflanze, der befallsfreien Kontrolle und der Variante mit 20 Käfern je Pflanze und der Variante mit 10 Käfern je Pflanze und der mit 20 Käfern je Pflanze auf (Tab. 22). In der käferfreien Kontrolle war der Anteil der Seitentriebe 1. Ordnung am höchsten. Es ließ sich statistisch nicht absichern, dass mit steigender Besatzstärke mehr Seitentriebe 2. und 3. Ordnung gebildet wurden (Abb. 14).

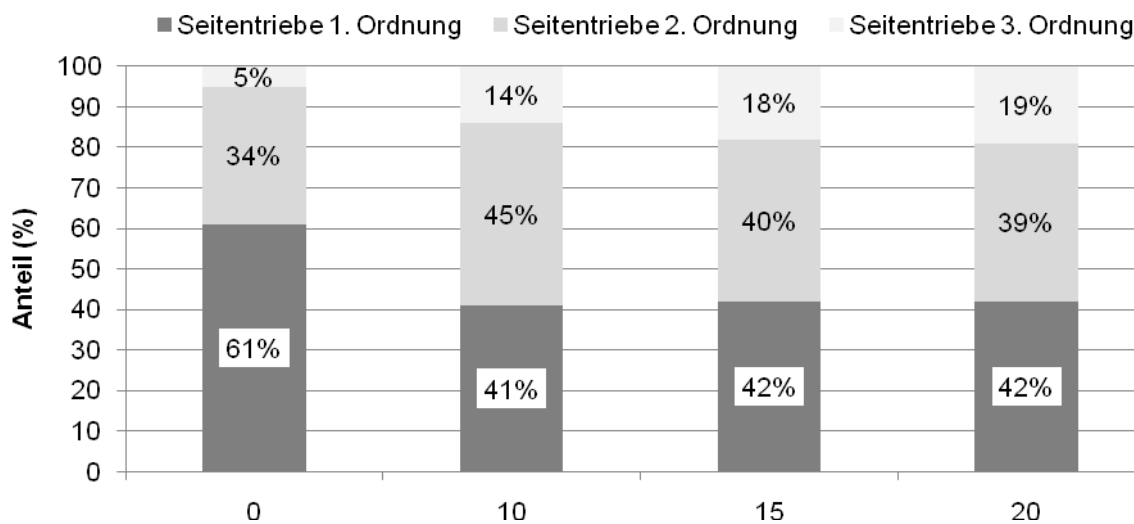


Abb. 14: Prozentualer Anteil der Seitentriebe der einzelnen Ordnungen an der Gesamtzahl der Seitentriebe bei unterschiedlichen Besatzstärken des Rapsglanzkäfers (2010)

Die Ertragsunterschiede zwischen der befallsfreien Kontrolle und dem Versuchsglied mit 20 Käfern je Pflanze konnten in beiden Jahren, in dem diese Variante getestet wurde, statistisch abgesichert werden (Tab. 22). Im Jahr 2008 war zwischen den Erträgen der Variante mit 10 Käfern bzw. mit 20 Käfern je Pflanze kein signifikanter Unterschied feststellbar; im Jahr 2010 hingegen waren die Erträge beider Varianten signifikant unterschiedlich (Tab. 22). Der Besatz mit 15 Käfern je Pflanze hatte im Jahr 2010 einen signifikant ertragswirksamen Einfluss, im Jahr 2009 jedoch nicht (Tab. 22). Ursache für abweichende Reaktionen der Pflanzen in den einzelnen Jahren sind ungleiche Witterungsverhältnisse, die den Pflanzen unterschiedliche Bedingungen für einen Ausgleich des Ertragsverlustes bieten.

Tab. 23: Mittlere Erträge (dt/ha) in den Käfigversuchen der drei Jahre 2008-2010. (unterschiedliche Buchstaben: signifikanter Unterschied zwischen der befallsfreien Kontrolle und der Besatzstärke 10 Käfer/Pflanze an; Student-Newman-Keuls-Test,  $p < 0,05$ )

	Rapsglanzkäfer/Pflanze	
	0	10
2008 - 2010	32,9 a	29,5 b

Der Ertrag der Variante mit 10 Käfern je Pflanze unterschied sich in keinem Versuchsjahr signifikant von dem Ertrag in der befallsfreien Kontrolle (Tab. 22). Bei Zusammenfassung der Erträge für die drei Jahre war dieser Unterschied statistisch absicherbar (Tab. 23).

Tab. 24: Mittlere Erträge (dt/ha) in den Käfigversuchen der Jahre 2008 und 2010. (unterschiedliche Buchstaben: signifikanter Unterschied zwischen der befallsfreien Kontrolle und den Besatzstärken 10 Käfer/Pflanze und 20 Käfer/Pflanze; Student-Newman-Keuls-Test,  $p < 0,05$ )

	Rapsglanzkäfer/Pflanze		
	0	10	20
2008 + 2010	32,1 a	28,3 b	22,2 c

Über die Jahre 2008 und 2010 gemittelt unterscheiden sich die Erträge der befallsfreien Kontrolle und der Variante mit 10 Käfern signifikant voneinander. Auch bei einer weiteren Verdopplung der Käferzahl ist der Minderertrag statistisch abgesichert (Tab. 24).

### 3.1.3 Einfluss der Sorten und Insektizidbehandlungen auf das Populationswachstum und die Vermehrungsrate des Rapsglanzkäfers (Göttingen)

#### **Parzellenversuch**

Die Befallsdichte der Rapsglanzkäfer im Frühjahr nahm an allen Sorten von Jahr zu Jahr zu (siehe Abschnitt 3.1.2). Parallel zu den ansteigenden Käferdichten wurden mehr Eier und Larven des 1. Stadiums in den Knospen gefunden. Daraus konnten sich viele Larven des 2. Stadiums entwickeln und von der Pflanze abwandern. Zeitgleich nahm die Mortalität durch Parasitierung und L1-Larvenfall über die Jahre zu. Die Schlupfrate nahm dagegen im letzten Versuchsjahr deutlich ab (Tab. 25).

Über die drei Versuchsjahre wurde die absinkende Schlupfrate insbesondere durch die ansteigende Parasitierung durch Schlupfwespen beeinflusst. Die Parasitierungsrate belief

sich im Jahr 2008 auf etwa 40 %, 2009 auf 42-46 % und 2010 auf über 70 %. Zusätzlich hatten Witterung und Bodenfeuchte im Jahr 2010 in der Verpuppungsphase bzw. Schlupfphase vermutlich einen größeren Einfluss auf den Schlupf (Tab. 25): Im wesentlichen Schlupfzeitraum der Jungkäfer (12 Tage: 22. Juni bis 4. Juli) fielen nur 0,5 mm Niederschlag, während im Hauptschlupfzeitraum 2008 (12 Tage: 13. Juni - 25. Juli) und 2009 (15 Tage: 5. Juni - 20. Juli) 68 mm bzw. 46 mm Niederschlag auftraten. Bei Betrachtung der korrigierten Schlupfraten fällt weiterhin auf, dass neben den Klimafaktoren insbesondere 2009 und 2010 vermutlich andere Faktoren einen Einfluss auf die Dichte ausgeübt haben. So können epigäische Prädatoren ab dem Larvenfall bis zum Schlupf der Jungkäfer Mortalitätsraten von 27 - 56 % verursachen (Nuss und Büchs, 2000; Büchi, 2002).

Die Schlupfrate unterschied sich zwischen den Sorten insbesondere im Jahr 2008 (Tab. 25). Im Vergleich zu den spätblühenden Sorten Favorite und Titan (53 %) war sie bei Entwicklung der Larven an den frühblühenden Sorten um 14 bis 19 % geringer. Im Jahr 2010 war sie bei der Sorte Elektra signifikant geringer (6,3 %) als bei Favorite (11,0 %). Ein wesentlicher Faktor, der die Schlupfrate in jedem Versuchsjahr beeinflusst hat, war die Länge des Zeitraums von der Erstbesiedelung im Frühjahr bis zur Vollblüte des Winterraps, der für die Eiablage und Larvenentwicklung bedeutend ist. Bei einer kurzen Zeit für die Eiablage der adulten Käfer im Knospenstadium und einer schnell folgenden und kurzen Blütenentwicklung war die Schlupfrate signifikant niedriger (Abb. 15). Die Larvenentwicklung wird laut Nielsen und Axelsen (1988) durch die Koinzidenz beeinflusst. Zusätzlich könnte die Mortalität in unseren Versuchen durch den frühen Abwurf der Blüten beeinflusst worden sein. Ein langanhaltendes, reiches Angebot von Pollen fördert die Überlebensrate der neuen Generation (Cook et al., 2004a). Die Koinzidenz zwischen dem Käferauftreten und dem Entwicklungsstadium der Wirtspflanzen hat also einen wesentlichen Einfluss auf die Populationsentwicklung. Das Entwicklungsstadium und die Dauer der Blüte sind sortenabhängig, allerdings spielt hierbei die Witterung eine wesentliche Rolle.

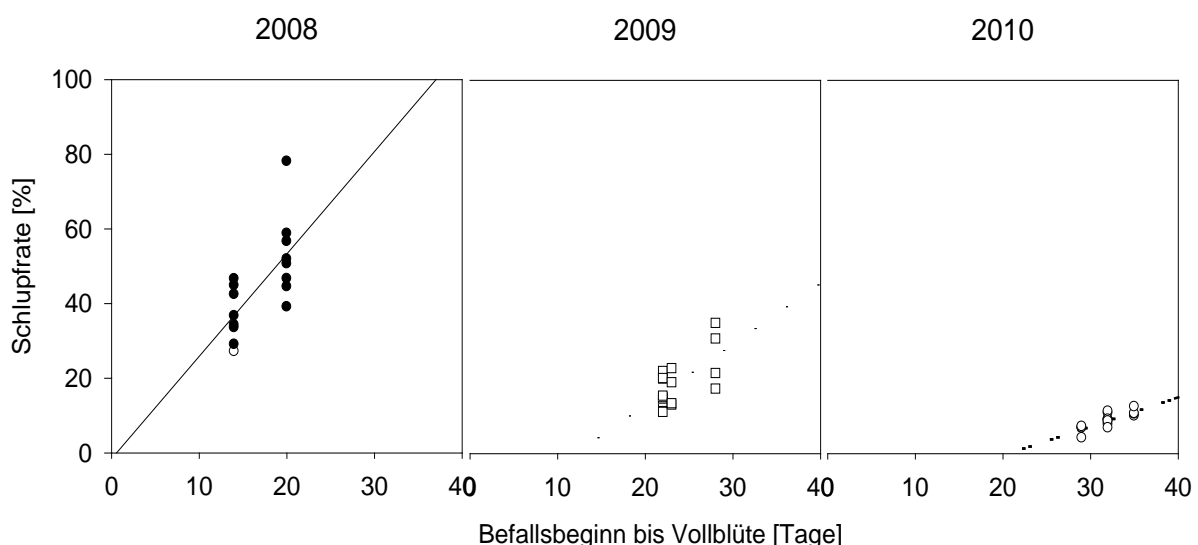


Abb. 15: Schlupfrate der Jungkäfer-Generation des Rapsglanzkäfers in Abhängigkeit von der Länge des Zeitraumes zwischen Befallsbeginn der Altkäfer bis zur Vollblüte in den Jahren 2008-2010. (2008:  $p \leq 0.00047$ ,  $R^2 = 0.45$ ; 2009:  $p \leq 0.0068$ ,  $R^2 = 0.42$ ; 2010:  $p \leq 0.0002$ ,  $R^2 = 0.66$ ).

Die Insektizidbehandlungen zeigten in allen drei Jahren an den Sorten nur relativ geringe Wirkungen auf die Befallsdichte adulter Käfer (siehe Abschnitt 3.1.2), dagegen aber deutliche Effekte auf die Larvenabundanz (Abb. 16). Wie in Abb. 16 exemplarisch für das Jahr 2009 dargestellt, war die Zahl der L2-Larven in den insektizidbehandelten Parzellen jeweils signifikant verringert. Da die erste Behandlung jeweils vor Beginn der Eiablage, die schon 10 Tage (2008) bzw. 6 Tage (2009) nach Befallsbeginn einsetzte, durchgeführt wurde, können die Insektizide sowohl die Eiablage als auch die Larven direkt beeinflusst haben.

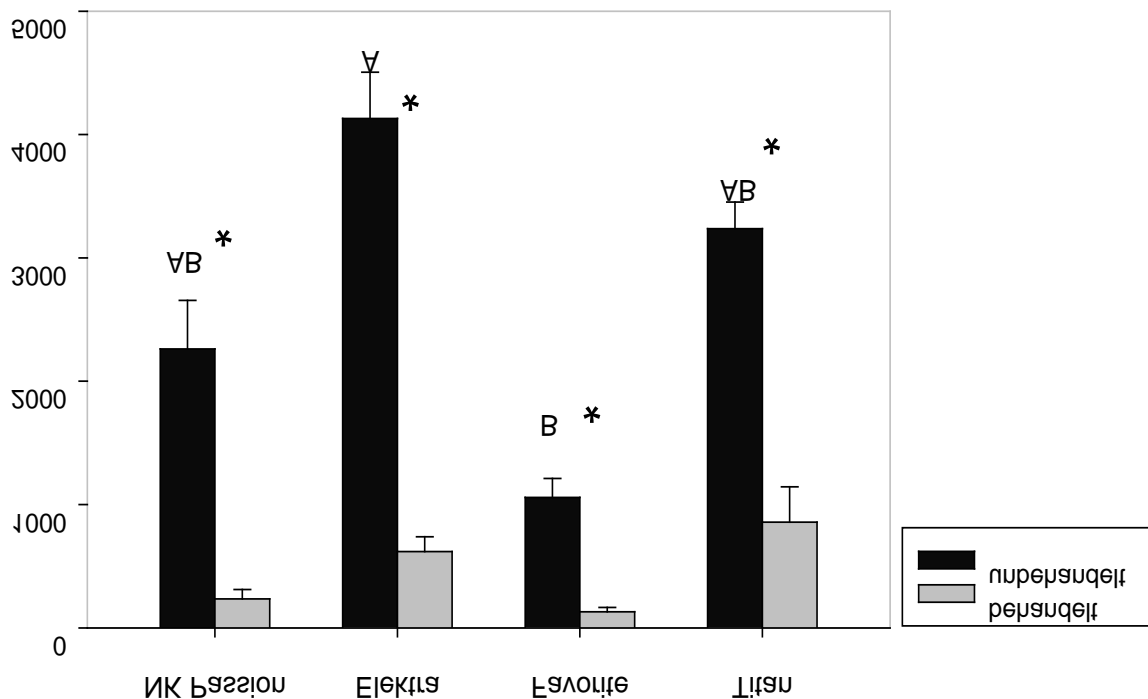


Abb. 16: Kumulierte Abundanz des 2. Larvenstadiums in Abhängigkeit von vier Winterrapssorten und der Insektizidbehandlung im Versuchsjahr 2009 (unterschiedliche Buchstaben: signifikante Unterschiede zwischen den unbehandelten Sorten (Kruskal-Wallis Test); Stern = signifikanter Unterschied zwischen der behandelten und unbehandelten Variante (Mann-Whitney-U Test);  $p \leq 0.05$ ,  $n = 4$ ).

Bei der Sorte Elektra waren die Abundanz der Altkäfer (Ausnahme 2008) und des 2. Larvenstadiums in allen drei Versuchsjahren am höchsten, die Unterschiede zu den anderen Sorten ließen sich aber nur gegenüber Favorite in einigen Jahren statistisch absichern. Die Hybriden schienen attraktiver für die Eiablage und für die Larvenentwicklung zu sein (Tab. 25), was insbesondere im Jahr 2009 auffällt, in dem sich Elektra und Favorite signifikant in der Larvenabundanz unterschieden (Abb. 16). Obwohl erhöhte Altkäfer-, Ei- und Larvenabundanz bei den Sorten Elektra und Titan hauptsächlich im Jahr 2009, in dem die Entwicklungsunterschiede zwischen den Sorten insgesamt sehr gering waren, gefunden wurden, war die Schlupfrate bei den Hybriden gegenüber den Liniensorten etwas geringer. Die Präferenz der Käfer für die Hybridsorten hatte also keine wesentlich höhere



Jungkäferdichte zur Folge (Tab. 25). Die Sorte Favorite fiel auf, da sie in zwei Jahren (2008 und 2010) die signifikant niedrigsten Altkäferabundanzen aufwies und im Jahr 2010 auch eine geringere Ei- und Larvenabundanz zeigte.

Aus den Ergebnissen kann nicht sicher abgeleitet werden, dass der erhöhte Knospenverlust der Sorte Favorite (siehe Abschnitt 3.1.2) ein möglicher Mortalitätsfaktor für die L1- und L2-Larvenstadien war. Bisherige Untersuchungen weisen darauf hin, dass die Weibchen bei der Eiablage selektieren und nur die Knospen auswählen, die eine Größe von 2-3 mm aufweisen (Ekbohm & Borg, 1996). Die Weibchen diskriminieren auch bei der Wahl der Eiablagepflanze zwischen Wirtsarten. So wurde *Sinapis alba* gegenüber *Brassica juncea*, *Brassica napus* und *Brassica nigra* weniger für die Oviposition genutzt (Borg & Ekbohm, 1996). Inwiefern die Wirtspflanzenarten unterschiedlich auf die Eiablage reagieren, wurde bisher nicht untersucht.

Im Jahr 2008 hatte die geringe Besiedelung der Sorte Favorite keine negativen Auswirkungen auf die Eiablage. Da die Zahl der Jungkäfer gegenüber der Zahl der Altkäfer um den Faktor 3,9 anstieg, hatten die Käfer und Larven offensichtlich optimale Bedingungen für ihre Entwicklung. Im Jahr 2008 fielen besonders die hohen Schlupfraten an den spätblühenden Sorten Favorite und Titan auf, die in diesem Jahr zu einem hohen Vermehrungsfaktor führten. In den Jahren 2009 und 2010 war der Vermehrungsfaktor deutlich kleiner, was zum einen auf die höhere Larvenmortalität während der Blüte (Beispiel Favorite: Verhältnis L2/ Altkäfer in 2008 = 7, 2009 = 1, 2010 = 1,6) und zum anderen auf die Parasitierung zurückgeführt werden kann (Tab. 25).

### **Halbfreilandversuch**

Im Halbfreilandversuch 2009 konnten die Ergebnisse des Freilandversuches 2008 bestätigt werden. In den Varianten, in denen die Rapsglanzkäfer eine Woche früher in die Käfige gesetzt wurden, erfolgten Larvenabwanderung und Jungkäferschlupf an beiden Sorten ebenfalls früher als bei später Besiedelung (Abb. 17). Aufgrund der etwas späteren Blüte von Favorite kam es im Vergleich zu NK Passion zu einer zeitlichen Verzögerung der Puppen- und Jungkäferentwicklung. Die aufsummierten Larven- und Jungkäferzahlen waren bei früher Besiedelung jeweils höher; allerdings zeigte sich nur bei NK Passion ein signifikanter Unterschied zwischen dem frühen und späten Befallsbeginn (Abb. 18).

In der Wiederholung des Halbfreilandversuches im Jahr 2010 hatte die frühe bzw. späte Besiedelung der Sorten NK Passion und Favorite mit Altkäfern keinen signifikanten Einfluss auf die Larvenabundanz und den Jungkäferschlupf. Aufgrund der schon genannten klimatischen Bedingungen (Abschnitt 3.1.1) war die Blütezeit im Gegensatz zum Vorjahr um etwa 20 Tage verlängert, so dass der Zeitraum auch bei später Besiedelung für die Eiablage und Larvenentwicklung ausreichte.

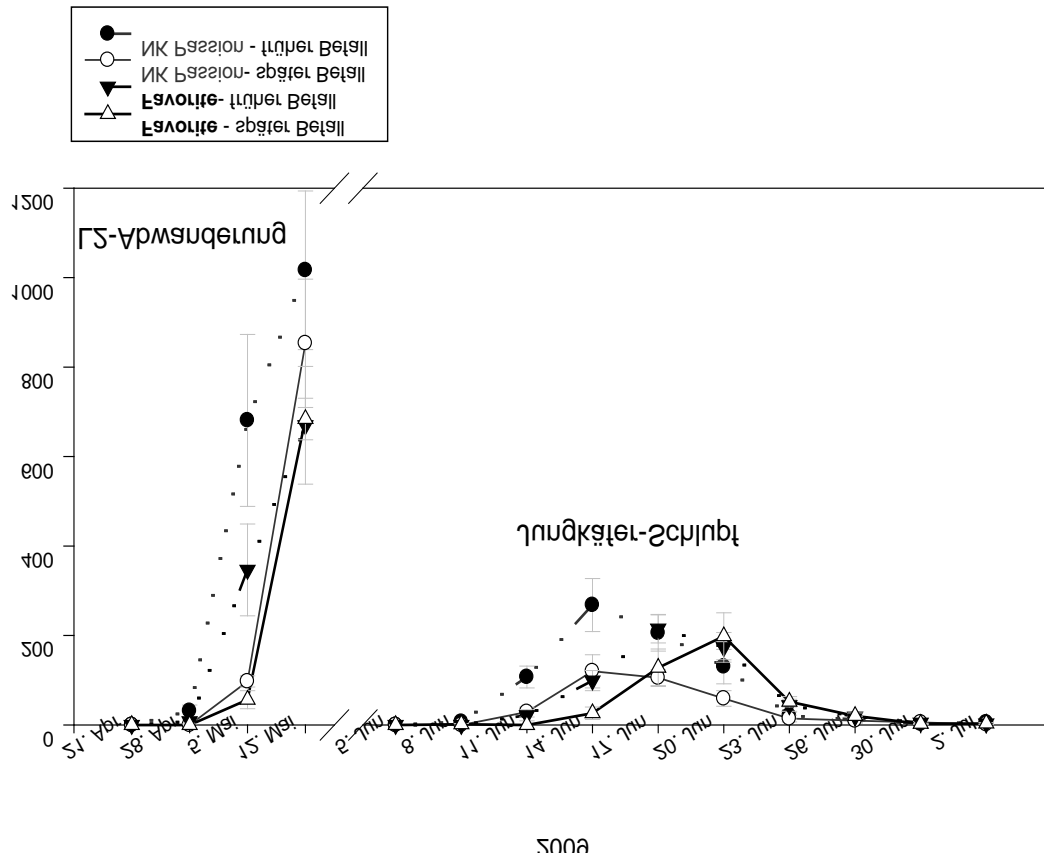


Abb. 17: Larvenabwanderung und Jungkäferschlupf nach früher und später Besiedelung von zwei Winterrippsorten im Halbfreilandversuch 2009.

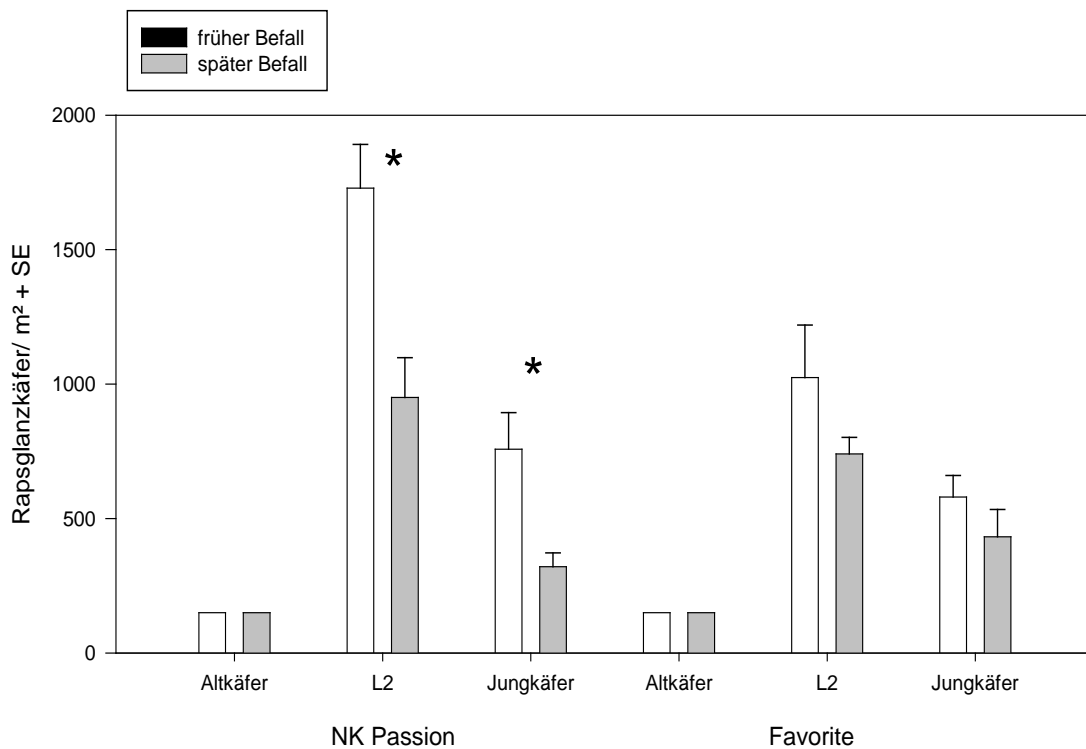


Abb. 18: Kumulierte Altkäfer-, Larven- und Jungkäferabundanzen nach früher und später Besiedelung von zwei Winterrippsorten im Halbfreilandversuch 2009. (Stern = signifikanter Unterschied zwischen frühem und spätem Befallsbeginn (Mann-Whitney-U-Test),  $n = 5$ ,  $p \leq 0.05$ ).

Die Rapssorten können die Vermehrungsrate und den Jungkäferschlupf des Rapsglanzkäfers also je nach Beginn und Dauer der Blüte unterschiedlich beeinflussen, indem sie die Koinzidenz zwischen Käferzuflug, Eiablage und Larvenentwicklung mit den entsprechend optimalen Entwicklungsstadien der Wirtspflanze bestimmen. Diese Faktoren sind in besonderem Maße von der Witterung im Frühjahr abhängig, so dass die Sorteneffekte von Jahr zu Jahr mehr oder weniger zur Geltung kommen. Im Laborversuch konnten keine physiologisch bedingten Unterschiede in der Eignung der Sorten für Fraß und Eiablage festgestellt werden; allerdings könnten noch andere Parameter die Wirtsqualität der Sorte beeinflussen. Die Hybridsorten scheinen attraktiver für die Eiablage und für die Larvenentwicklung zu sein. Dennoch wurde an diesen Sorten in unseren Versuchen keine Förderung des Populationswachstums festgestellt. Anhand dieser Ergebnisse kann nicht beurteilt werden, in welchem Maß dichteabhängige Mortalitätsfaktoren eine Rolle spielen.

Tab. 25: Populationsentwicklung und Mortalitätsfaktoren des Rapsglanzkäfers in Abhängigkeit von der Winterrapssorte in den Versuchen 2008 – 2010. (Termin 1 = 24.04.08 bzw. 08.04.09 (Summe von 3 Trieben je Pflanze); Termin 2 = 17.04.09 bzw. 26.04.10 (Summe von 4 Trieben je Pflanze); n.e. = nicht erhoben; Gen. = Generation; VF = Vermehrungsfaktor; alle Daten aus Parzellen ohne Insektizidbehandlung (unterschiedliche Buchstaben: signifikante Unterschiede zwischen den Sorten innerhalb eines Jahres (Kruskal-Wallis-Test,  $p \leq 0.05$ )).

Jahr	Sorte	Altkäfer (Gen. 1)	Pflanzenproben		Larven- abwanderung		Jungkäfer (Gen. 2)	Schlupfrate	Mortalität		Schlupfrate korrigiert (abzüglich Parasit.rate)	VF
		AK/ m <sup>2</sup>	Termin 1 Eier/ m <sup>2</sup>	Termin 2 Eier/ m <sup>2</sup>	L1/ m <sup>2</sup>	L2/ m <sup>2</sup>	JK/ m <sup>2</sup>	[%]	Larvenfall L1/ m <sup>2</sup>	Parasit.rate [%]	[%]	Gen2 : Gen1
2008	NK Passion	207 A	23 A	n.e.	n.e.	653 A	211 A	<b>34,3</b> A	24 A	41,3 A	58,4 A	1,0 A
	Elektra	193 AB	61 A	n.e.	n.e.	733 A	284 A	<b>39,4</b> A	58 A	43,1 A	68,7 A	1,5 AB
	Favorite	81 B	25 A	n.e.	n.e.	605 A	320 A	<b>53,4</b> A	68 A	39,1 A	87,2 A	3,9 B
	Titan	86 AB	44 A	n.e.	n.e.	569 A	301 A	<b>53,2</b> A	47 A	41,0 A	90,3 A	3,5 B
2009	NK Passion	751 A	41 A	991 A	477 AB	2262 AB	407 A	<b>17,7</b> A	476 A	46,3 A	33,8 A	0,5 A
	Elektra	1202 A	177 A	1958 A	672 AB	4130 A	650 A	<b>15,5</b> A	453 A	44,2 A	27,7 A	0,5 A
	Favorite	946 A	45 A	659 A	172 A	1058 B	272 A	<b>26,2</b> A	349 A	42,2 A	46,3 A	0,3 A
	Titan	1154 A	115 A	1711 A	692 B	3236 AB	553 A	<b>17,2</b> A	572 A	45,4 A	32,3 A	0,5 A
2010	NK Passion	2169 AB	n.e.	1361 A	122 A	3376 A	338 A	<b>9,8</b> AB	1461 AB	72,6 A	36,5 A	0,2 A
	Elektra	2523 A	n.e.	2734 A	129 A	4824 A	298 A	<b>6,3</b> A	1661 A	77,3 A	30,2 A	0,1 A
	Favorite	1619 B	n.e.	1288 A	37 A	2638 A	289 A	<b>11,0</b> B	960 B	70,8 A	38,6 A	0,2 A
	Titan	2420 AB	n.e.	1829 A	195 A	4748 A	403 A	<b>8,4</b> AB	1478 AB	71,0 A	29,1 A	0,2 A

### 3.1.4 Randstreifen aus frühblühenden Fangpflanzen: Auswirkung auf die räumliche Verteilung der Glanzkäfer und die Möglichkeit von Randbehandlungen mit Insektiziden (Göttingen, Rostock)

#### Standort Göttingen

Der Winterrübsen wurde von den einwandernden Rapsglanzkäfern in allen 3 Versuchsjahren gegenüber dem Winterraps, insbesondere an den frühen Boniturterminen Anfang April, stärker besiedelt. Dies zeigte sich 2008 und 2009 in der Tendenz und konnte 2010 statistisch abgesichert werden (Abb. 19 und 20). Im Versuchsjahr 2008 verursachten die unterschiedlichen Standort-Bedingungen der Versuchsschläge relativ große Unterschiede zwischen den Käferabundanz, so dass sich bei den Rapsglanzkäferzahlen pro Haupttrieb an den einzelnen Entfernungsstufen und Boniturterminen keine signifikanten Unterschiede zwischen den 5 geprüften Randstreifen- und Insektizid-Varianten nachweisen ließen. Die Bestandesdichte des Rübens war 2009 und 2010 signifikant höher als die des Raps (Ergebnisse nicht dargestellt), zwischen den Rapsparzellen traten keine Unterschiede auf. Bei Umrechnung des Befalls auf die Käferzahl/m<sup>2</sup> wird die Attraktivität des Winterrübens im Vergleich zum Raps noch deutlicher.

Die höhere Attraktivität des Rübens reichte allerdings nicht aus, um die Käfer in dem Fangstreifen zu binden und die Einwanderung in den Raps-Kernbestand zu reduzieren. Der Befall adulter Käfer war in dem an den Rüben angrenzenden Kernbestand (10 m, 20 m und 40 m) zu allen Terminen etwa gleich hoch wie in dem an den Rapsrandstreifen angrenzenden Kernbestand.

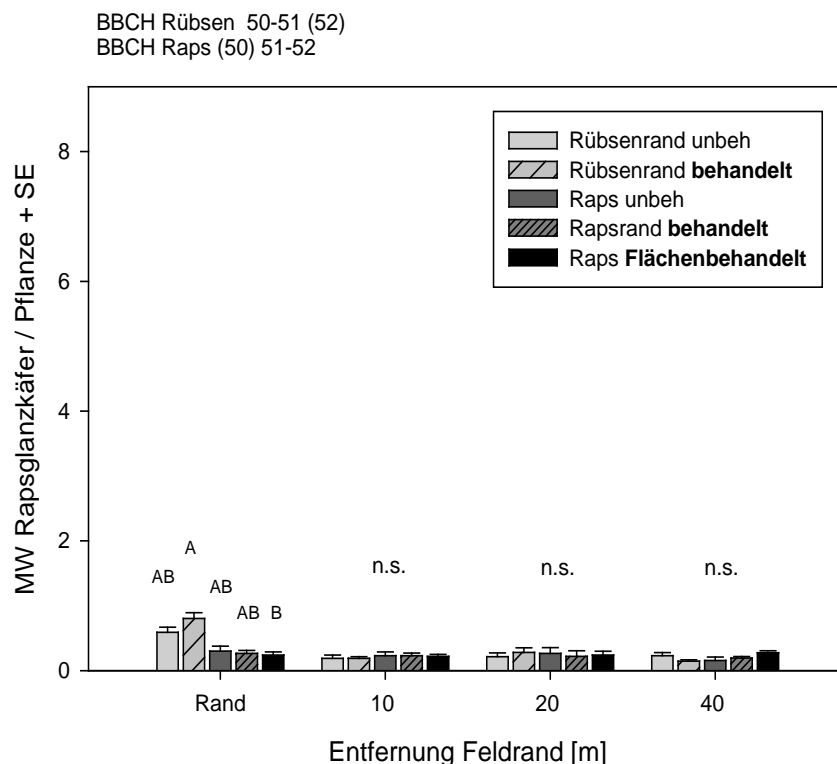


Abb. 19: Befallsstärke des Rapsglanzkäfers am Versuchstandort Göttingen. 1. Boniturtermin am 6. April 2010 vor Insektizidbehandlung (Kruskal-Wallis-Test,  $p \leq 0.05$ ,  $n = 4$ ).

BBCH Rübsen 51-52 (53-55)  
 BBCH Raps (51) 52 (53)

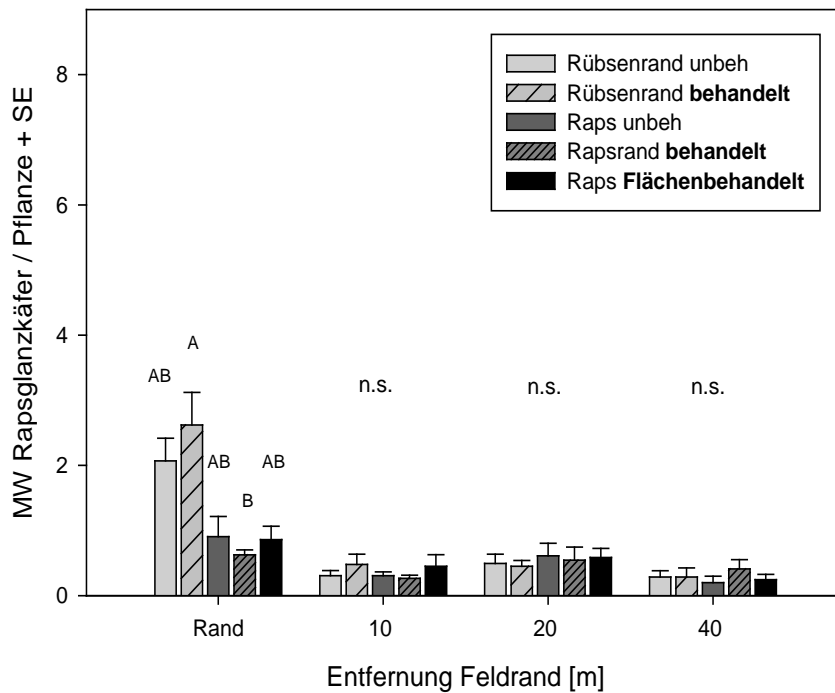


Abb. 20: Befallsstärke des Rapsglanzkäfers am Versuchstandort Göttingen. 2. Boniturtermin am 10. April 2010 vor Insektizidbehandlung. (Kruskal-Wallis-Test,  $p \leq 0.05$ ,  $n = 4$ ).

Die Insektizidbehandlungen mit Biscaya zeigten jeweils deutliche Wirkungen auf die Befallsdichten der Rapsglanzkäfer, sowohl bei gezielter Applikation auf die Pflanzen im Randstreifen als auch bei Applikation in der gesamten Parzelle; dies wird insbesondere in den Versuchen der Jahre 2009 und 2010 (Abb. 21) deutlich. Die Reduktion der Käferzahl beschränkte sich jedoch nur auf die direkt behandelten Rand- und Rapsparzellen, während die alleinigen Randbehandlungen mit Biscaya keine Verringerung der Käferzahl im angrenzenden unbehandelten Kernbestand zur Folge hatten.

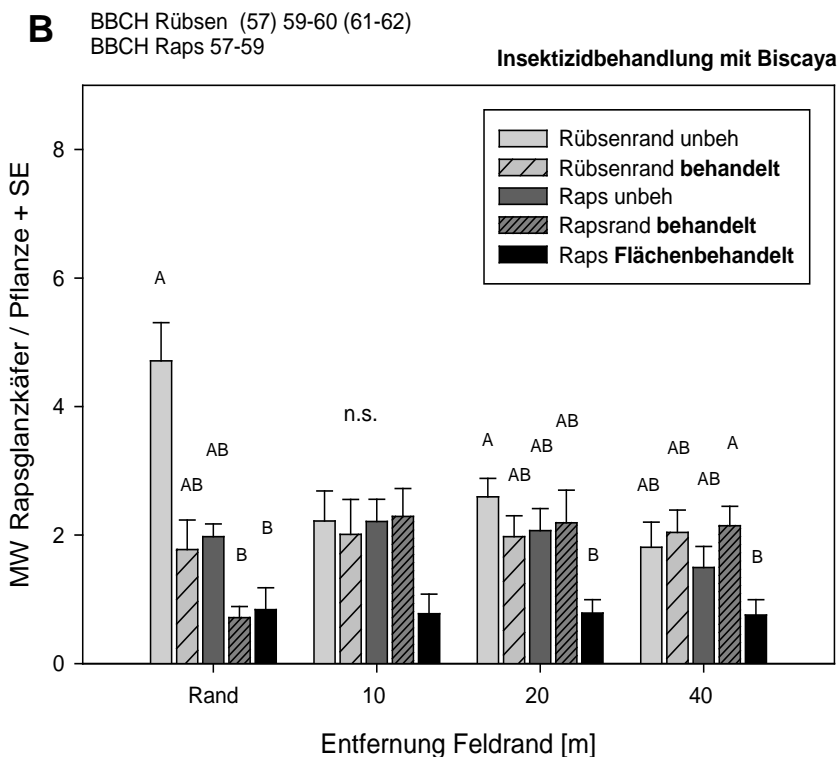
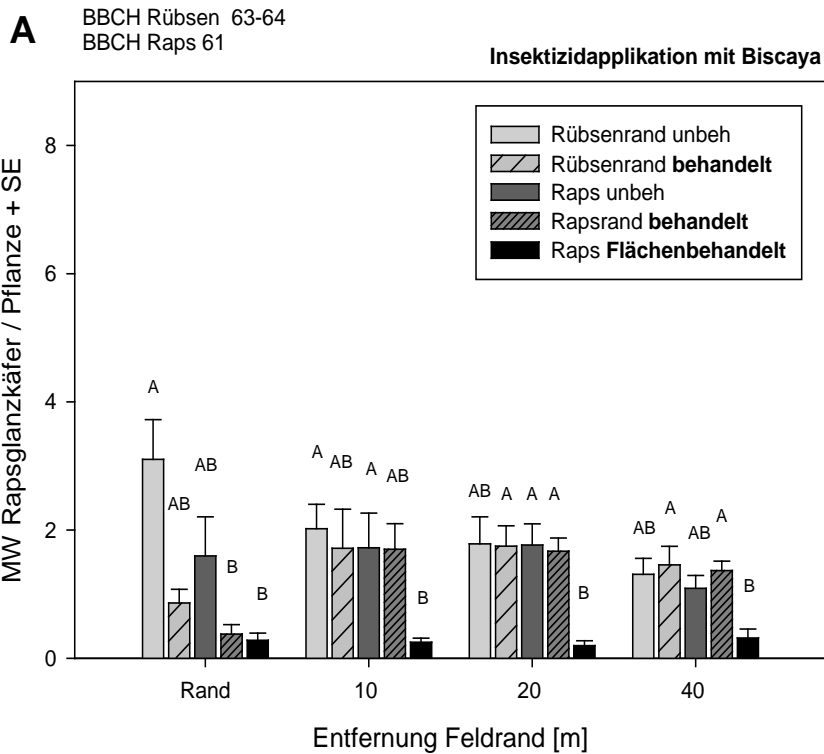


Abb. 21: Befallsstärke des Rapsglanzkäfers am Versuchstandort Göttingen. (A) 5. Boniturtermin am 19. bzw. 20. April 2009 nach Insektizidbehandlung mit Biscaya am 15. bzw. 16. April; (B) 6. Boniturtermin am 23. April 2010 nach Insektizidbehandlung mit Biscaya am 21. April 2010 (Kruskal-Wallis-Test,  $p \leq 0.05$ ,  $n = 4$ ).

In den Versuchen der Jahre 2008 und 2009 wies der Rübsenrandstreifen nur eine Breite von 6 m auf, entsprechend einem Flächenanteil der Parzelle von 10,7%. Um den Fangstreifen-effekt zu verstärken, wurde die Breite der Rübsenrandstreifen im Versuchsjahr 2010 auf 17,5 m erhöht (Rübsenanteil je Parzelle 26,5 %). Am Standort Reinshof wurde die Parzellenlänge außerdem auf 100 m erhöht, um Störungen durch seitlich in die Parzellen einwandernde Käfer zu vermindern und die Befallszahlen im Kernbestand besser den zugehörigen Randstreifen zuordnen zu können. In Abb. 22 ist die Befallsentwicklung der Käfer in einer Wiederholung der fünf Varianten am Standort Reinshof (Schlagseite Ost) genauer dargestellt. Da die überwinterten Käfer sich gegen den Wind orientieren (Williams et al., 2007), wurde bei einem vorherrschenden Westwind ein deutlicher Effekt der Rübsen-Randstreifen bei der vermuteten Haupteinwanderungsrichtung von Osten erwartet. Bei den Bonituren am 6. und 10. April wurde die höhere Attraktivität des Rübsenrandstreifens für die Rapsglanzkäfer bestätigt; allerdings war selbst bei dieser Größe der Randstreifen nur eine schwache Verringerung der Käferabundanzen im angrenzenden Rapsbestand im Vergleich zu den Parzellen mit Raps-Randstreifenvarianten festzustellen (Abb. 22A u. B). Nach der Insektizidbehandlung des Rübsenrandstreifens wurden im Rapsbestand erhöhte Rapsglanzkäferdichten gefunden (Abb. 22C).



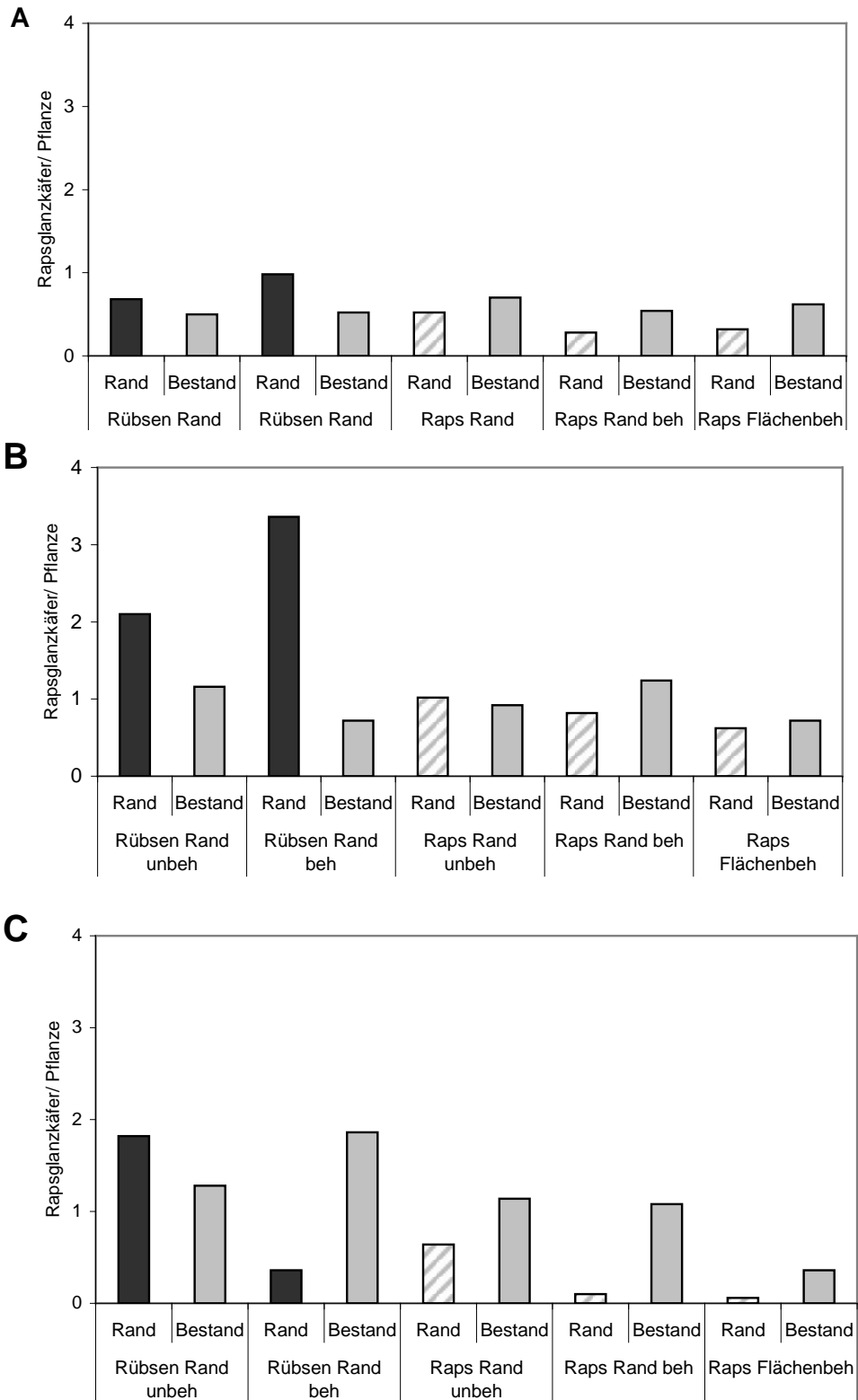


Abb. 22: Befallsstärke des Rapsglanzkäfers an der Ostseite des Versuchsschlages Reinshof; (Bestand = mittl. Befall in 10 m, 20 m und 40 m Randabstand; (A) 1. Boniturtermin am 6. April 2010 vor Insektizidbehandlung Raps: BBCH (50) 51 (52), Rübsen: BBCH (50) 51-52; (B) 2. Boniturtermin am 10. April 2010 vor Insektizidbehandlung; Raps: BBCH 51-52, Rübsen: BBCH 51-52 (53-55); (C) 3. Boniturtermin am 14. April 2010 nach Insektizidbehandlung.

Zur Quantifizierung der Fraßschäden des Rapsglanzkäfers an den Knospen wurden die schotenlosen Stiele zur Zeit der Schotenbildung gezählt. Der prozentuale Schotenverlust zeigte in jeder Entfernungsstufe keinen signifikanten Unterschied zwischen den 5 Varianten. Obwohl der Rapsglanzkäferbefall im Jahr 2009 zu Beginn der Besiedelung im Rapsrandstreifen signifikant geringer als im Rübsenrand war, war der Knospenverlust im unbehandelten Rapsrand nicht geringer als im Rübsenrand. In der Tendenz hatte die Insektizidapplikation eine positive Wirkung auf den Schotenansatz in den behandelten Teilparzellen (Abb. 23). Die Winterraps-Kornerträge zeigten in allen Jahren keine signifikanten Unterschiede zwischen den verschiedenen Randstreifen- und Insektizid-Varianten (für das Jahr 2009 Tab. 26).

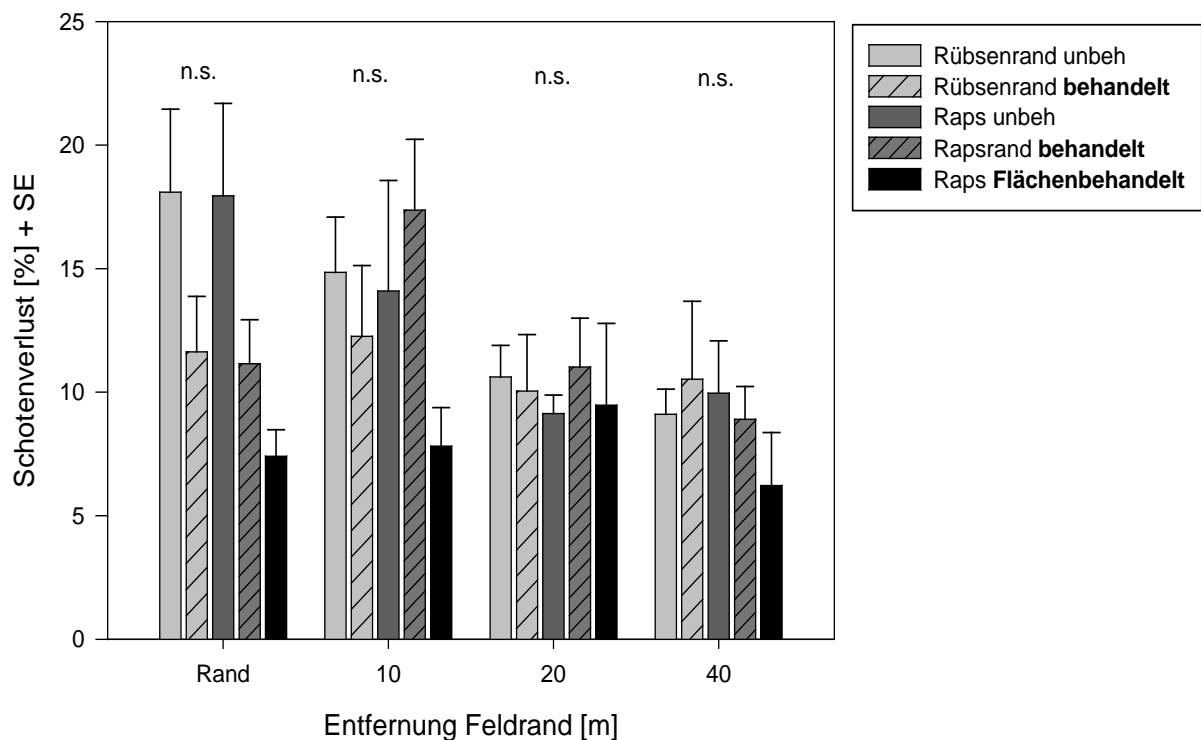


Abb. 23: Knospenverluste am Haupttrieb durch Rapsglanzkäferfraß am Versuchsstandort Göttingen 2009 (Kruskal-Wallis-Test,  $p \leq 0.05$ ,  $n = 4$ ).

Tab. 26: Rapsertag (dt/ha) an 3 Standorten mit je 2 Wiederholungen im Jahr 2009 (n.e. = nicht erfasst; MW = Mittelwert; SD = Standardabweichung; Kruskal-Wallis-Test,  $p \leq 0,05$ ,  $n = 4$ ).

Jahr	Variante	Wiederholung						MW	SD
		1- Angerstein Leine	2- Angerstein Leine	3- Angerstein Kurre	4- Angerstein Kurre	5- Groß Lengden	6 - Groß Lengden		
2009	Rübsenrand unbehandelt	n.e.	n.e.	45,2	51,9	45,2	43,6	<b>46,4 A</b>	3,7
	Rübsenrand behandelt	n.e.	n.e.	36,3	52,8	45,9	43,9	<b>44,7 A</b>	6,8
	Rapsrand unbehandelt	n.e.	n.e.	44,9	51,4	41,8	47,9	<b>46,5 A</b>	4,1
	Rapsrand behandelt	n.e.	n.e.	39,0	55,1	53,2	47,0	<b>48,6 A</b>	7,3
	Raps Flächenbeh.	n.e.	n.e.	39,4	53,2	51,6	55,4	<b>49,9 A</b>	7,2
	<b>MW</b>		<b>49,5</b>		<b>46,9</b>		<b>47,5</b>		

Fangpflanzen sollen den Schädling von der angebauten Kulturpflanze fernhalten, solange sich diese im anfälligen Stadium befindet, und so den Schaden vermindern (Hokkanen, 1991). Der Rapsglanzkäfer wurde in unseren Versuchen zwar von Rübsen stark angezogen, eine Verminderung des Schadens im Rapsbestand wurde aber nicht festgestellt. Dies ist vermutlich auf die geringen Unterschiede zwischen der Knospen- und Blütenentwicklung von Raps und Rübsen zurückzuführen. Die adulten Käfer wurden nicht lange genug im Rübsen gehalten, um sie durch eine Insektizidapplikation abzutöten. Versuche von Hokkanen et al. (1986) mit Sommerraps in Finnland, in denen der Rübsen 2-3 Wochen früher als die Hauptfrucht blühte, zeigten, dass bei der Rapsglanzkäfer-Bekämpfung Einsparungen des Insektizideinsatz um 50 - 95 % möglich sind.

### **Standort Rostock**

Die Zusammenfassung der auf den Fangpflanzen in den Randstreifen gesammelten Tiere lässt erkennen, dass Rübsen an einigen Terminen eine höhere Attraktivität für Glanzkäfer besitzt (Abb. 24). Ein Einfluss der Rübsen-Randstreifen auf die Verteilung der Glanzkäfer in der Tiefe des Schlages war nicht nachweisbar. Bereits in 10 m Entfernung vom Randstreifen waren Effekte der Attraktivität von Rübsen verloren.

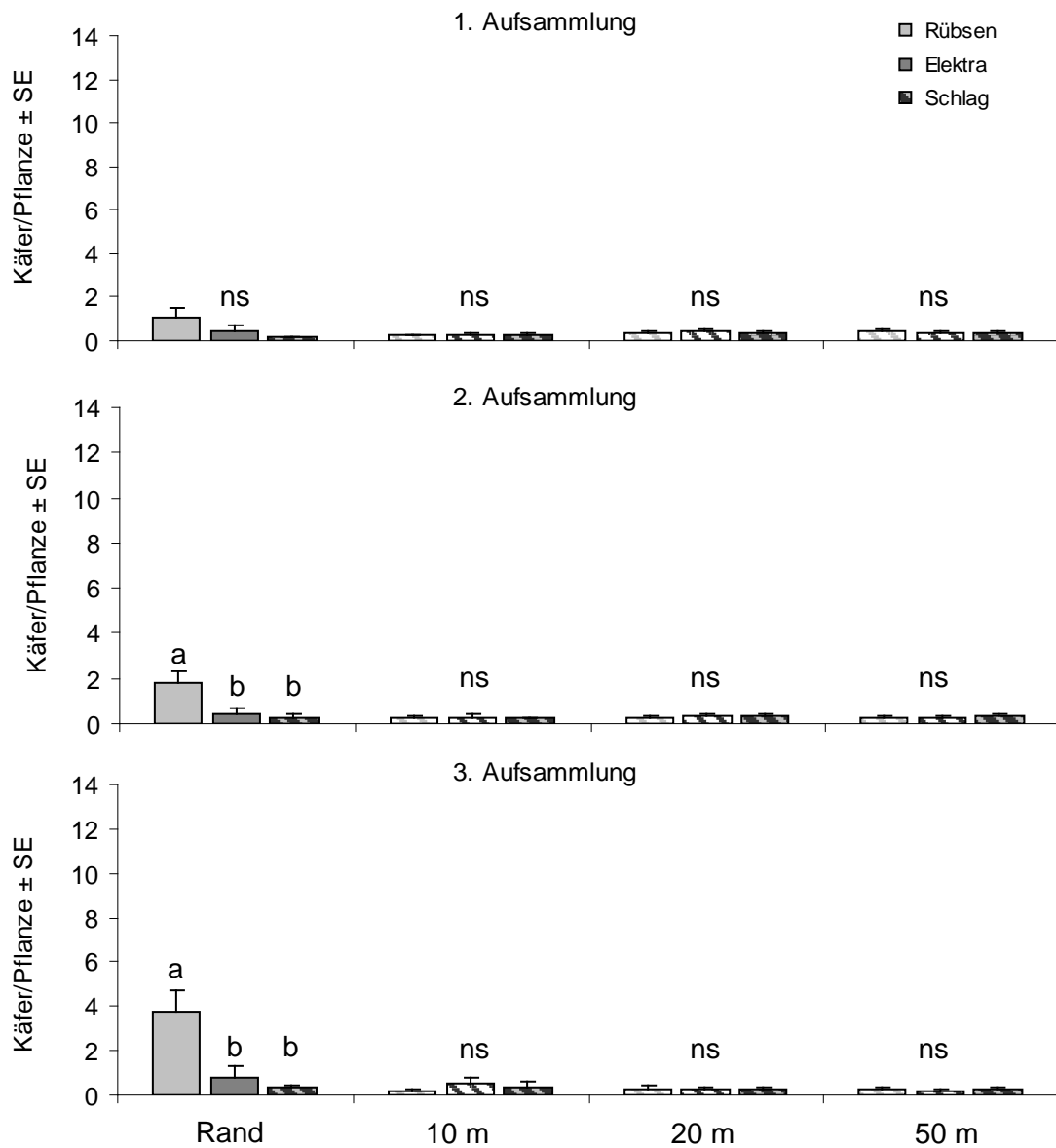


Abb. 24: Befallsverlauf der Randstreifenvarianten und des dahinter liegenden Kernbestandes der Schläge Sagerheide, Gubkow und Godow; 2010. (1. Aufsammlung, 2. Aufsammlung, 3. Aufsammlung; Werte mit unterschiedlichen Buchstaben sind signifikant unterschiedlich, Kruskal-Wallis-Test,  $p < 0.05$ )

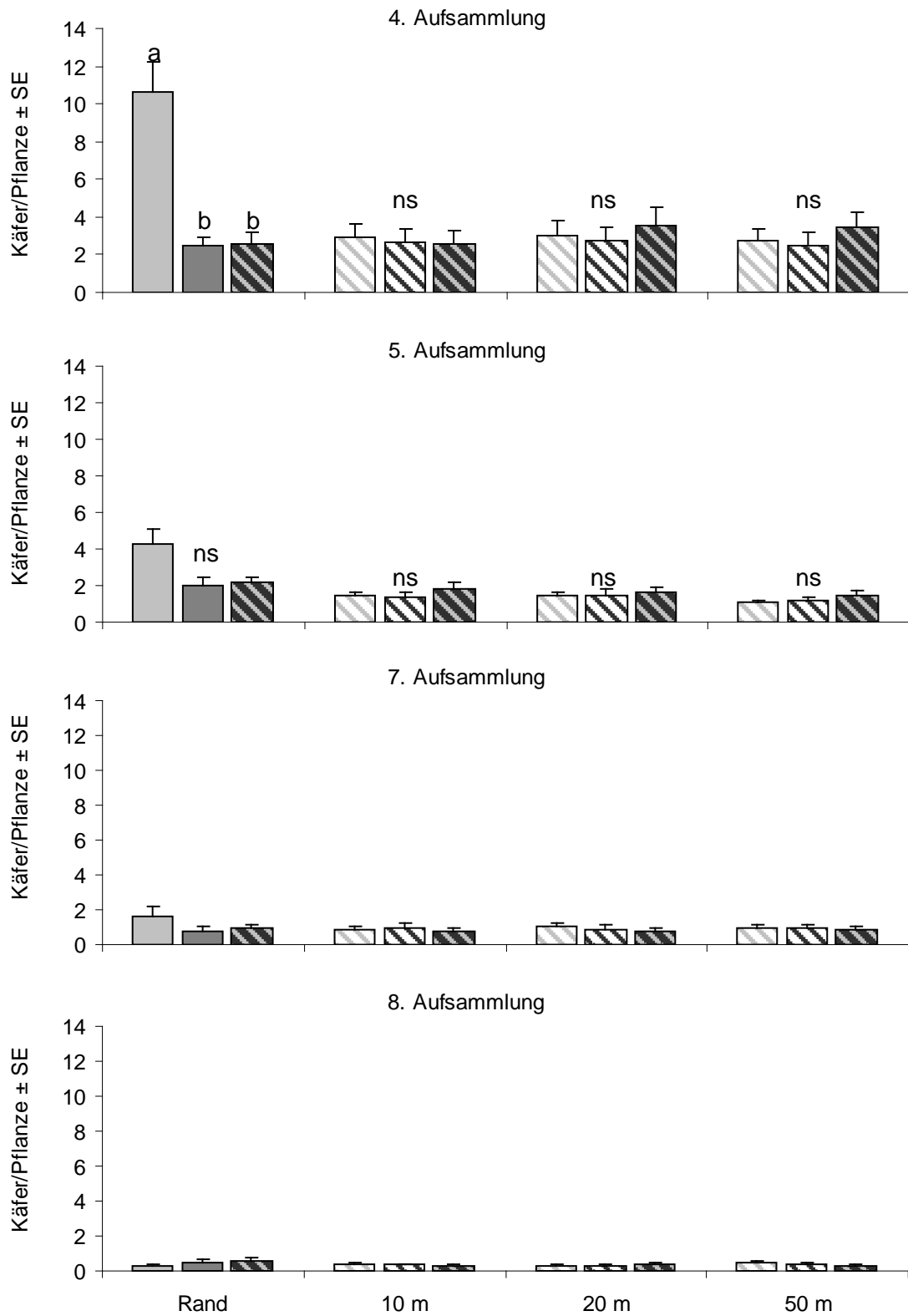


Abb. 24: Fortsetzung  
 (4. Aufsammlung, 5. Aufsammlung, 6. Aufsammlung: nicht dargestellt, 7. Aufsammlung, 8. Aufsammlung, Werte mit unterschiedlichen Buchstaben sind signifikant unterschiedlich, Kruskal-Wallis-Test,  $p < 0.05$ )

Bei Darstellung der Wiederholungen der an einem Standort auf den Fangpflanzen in den Randstreifen gesammelten Tiere zeigt sich eine hohe Variabilität der Fänge. Die meisten Tiere wurden in der Wiederholung I gefangen, diese Parzellen lagen direkt vor einem Waldrevier mit Winterlager für die Rapsglanzkäfer. Mit zunehmender Entfernung vom Wald nahm auch die Anzahl der gefangenen Käfer ab, unabhängig von der Art bzw. Sorte der in den Parzellen angebauten Pflanzen (Abb. 25).

Die hohe Variabilität der Fänge konnte aber auch zwischen den Standorten nachgewiesen werden. Während auf Rübsen z.B. 2010 in der 3. Bonitur mehr Käfer in Gubkow gefangen wurden, traten in der nächsten Bonitur die meisten Tiere in Sagerheide auf (Abb. 26).

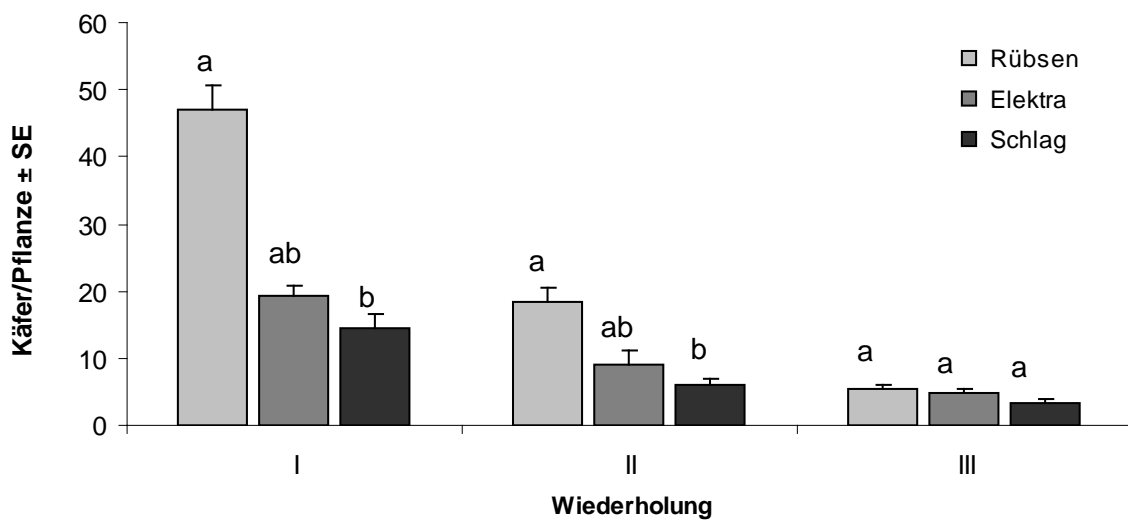


Abb. 25: Befall der Randstreifen auf dem Schlag bei Bad Doberan in 2008 (Werte mit gleichen Buchstaben sind nicht signifikant unterschiedlich, Kruskal-Wallis-Test,  $p < 0.05$ ).

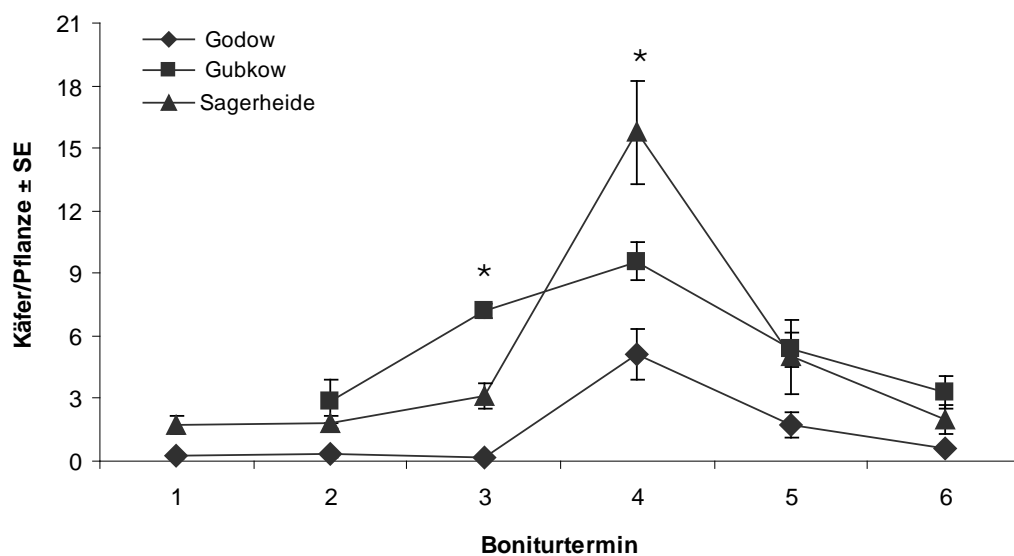


Abb. 26: Befall des Rübsenrandstreifens auf den Schlägen bei Godow, Gubkow und Sagerheide in 2010 (\* Werte sind signifikant unterschiedlich, Kruskal-Wallis-Test,  $p < 0.05$ ).

Hohe Variabilität der Ergebnisse ließ sich auch zwischen den Jahren nachweisen. So war die Befallsdichte in den Randstreifenvarianten und besonders in den Rübsenparzellen in 2008 (Bad Doberan) deutlich höher als im dahinter liegenden Kernbestand und hätte zur Kontrolle der Rapsglanzkäfer nur einer Randbehandlung bedurft (Abb. 27 A). Dagegen erlaubten die Effekte der Randstreifenvarianten auf die Befallsdichte im dahinter liegenden Kernbestand in Stäbelow 2009 nicht den Verzicht einer vollständigen Feldbehandlung (Abb. 27 B).

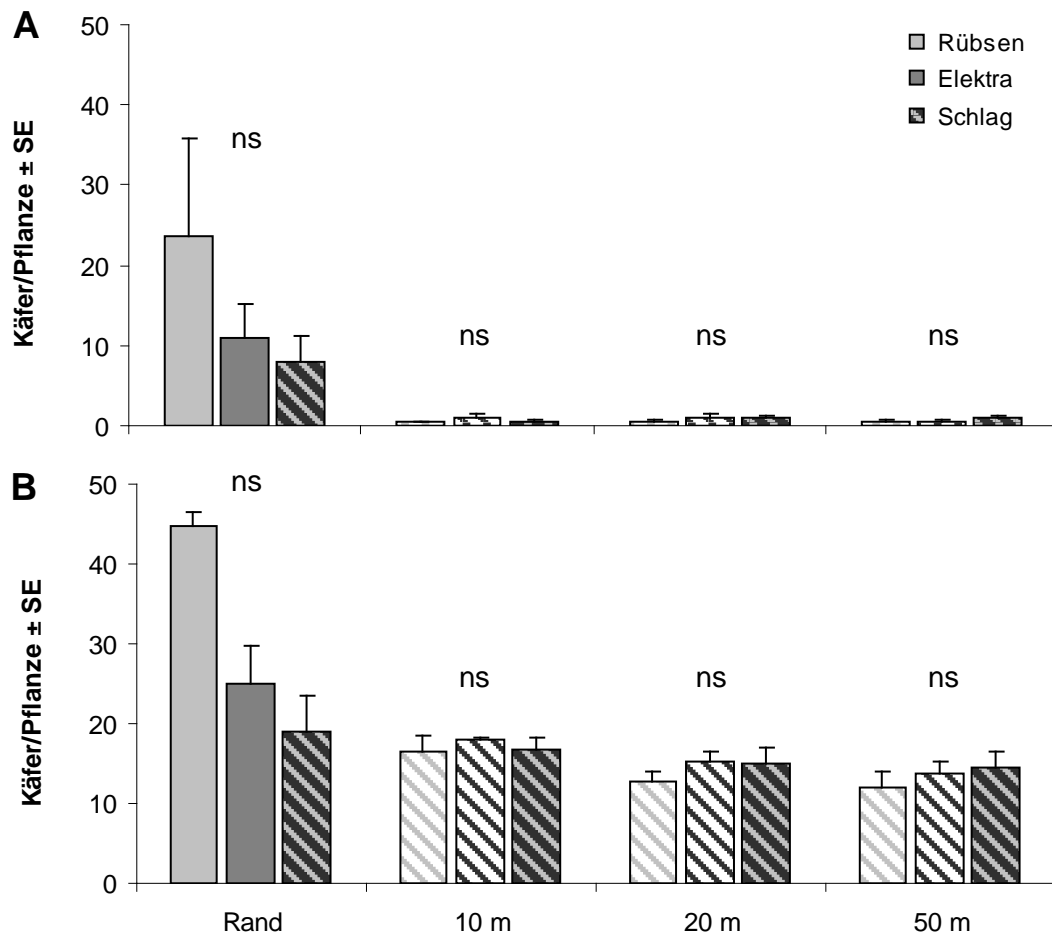


Abb. 27: Befallsdichten des Rapsglanzkäfers in den Randstreifenvarianten und den dahinter liegendem Kernbestand der Versuchstandorte A – Bad Doberan, 16.04.2008 und B – Stäbelow, 16.04.2009 (Kruskal-Wallis-Test,  $p < 0.05$ ).

### 3.1.5 Parasitierungsraten der Rapsglanzkäferlarven in Abhängigkeit von Region und Standorteinflüssen (Göttingen)

Die Gesamt-Parasitierungsraten der Rapsglanzkäfer-Larven lagen im Jahr 2008 an 36 untersuchten Standorten zwischen 1,6 und 55,9 %. Die Parasitoidenart *Phradis* sp. war an allen Standorten vertreten. Die Art *T. heterocerus* wurde an 5 Standorten nicht nachgewiesen; sie verursachte im Norden Deutschlands höhere Parasitierungsraten von bis zu 50 %. Die Art *D. capito* trat nur an 20 % der untersuchten Standorte mit sehr geringen Parasitierungsraten auf (Tab. 27).

Tab. 27: Parasitierung der Rapsglanzkäferlarven an 36 Standorten in Deutschland 2008.

Standort	Parasitierungsrate [%]			
	Gesamt	<i>Phradis</i> sp.	<i>Tersilochus heterocerus</i>	<i>Diospilus capito</i>
Taarstedt	10,0	6,0	4,0	0,0
Godow	34,6	7,7	26,9	0,0
Bad Doberan	17,5	0,7	16,8	0,0
Letschow 1	53,3	21,1	32,2	0,0
Letschow 2	38,6	12,9	25,7	0,0
HL-Blankensee 1	47,3	10,0	37,3	0,0
HL-Blankensee 2	39,3	4,0	35,3	0,0
Golchen	52,1	2,1	50,0	0,0
Thurow	22,8	4,4	18,4	0,0
Sildemow	19,6	5,7	13,9	0,0
Groß Niendorf	14,6	6,3	8,3	0,0
Strahlendorf	28,2	12,1	16,0	0,0
Groß-Schönebeck	28,6	7,4	20,6	0,6
Wendhausen	5,9	1,6	2,8	1,6
Barsinghausen	31,0	29,4	1,5	0,0
Wobeck	24,4	15,6	7,8	1,1
Salzgitter-Ohlendorf	23,8	21,4	2,4	0,0
Langelsheim	23,2	6,1	10,3	6,8
Wiebrechtshausen	2,2	2,2	0,0	0,0
Denkershausen	4,4	0,9	3,5	0,0
Kaltenburg-Lindau	15,9	14,6	1,2	0,0
Hattof	6,4	5,5	0,9	0,0
Weende 1	50,8	25,2	25,6	0,0
Weende 1	24,1	12,5	11,5	0,0
Ebergötzen 1	6,1	6,1	0,0	0,0
Ebergötzen 2	1,6	1,3	0,3	0,0
Ebergötzen 3	6,4	5,6	0,4	0,4
Waake	13,3	13,3	0,0	0,0
Benniehausen 1	7,7	6,4	1,3	0,0
Benniehausen 2	5,4	2,7	2,7	0,0
Kösnitz	38,8	35,7	2,3	0,8
Hainspitz	21,2	17,4	3,8	0,0
Gera-Röpsen	55,9	40,3	15,7	0,0
Rodgau	18,8	14,8	1,2	2,8
Haindfing	5,6	3,7	0,0	0,0
Pulling	17,1	17,1	0,0	0,0
<b>Mittelwert</b>	<b>22,7</b>	<b>11,1</b>	<b>11,1</b>	<b>0,4</b>

Im Jahr 2009 schwankten die Parasitierungsraten an den 42 untersuchten Standorten zwischen 1,0 und 81,3 % (Tab. 28). Im Mittel war die Parasitierung mit 25,1% etwas höher als im Jahr 2008 (22,7 %). Die Art *T. heterocerus* trat nur an drei Orten nicht auf und rief in der Regel höhere Parasitierungsraten als die Art *Phradis* sp. hervor. Am Standort Ziesendorf in Mecklenburg wurde eine Gesamtparasitierung von 81,3 % ermittelt, wobei *T. heterocerus* allein 79,7 % der Larven parasitierte. Die Art *D. capito*, die stärker im Sommerraps auftritt (Nilsson & Andreasson, 1987), wurde wieder nur an 4 Standorten nachgewiesen (Tab. 28); daher wurde sie in die weiteren Analysen nicht einbezogen.



Tab. 28: Parasitierung der Rapsglanzkäferlarven an 42 Standorten in Deutschland 2009.

Standort	Parasitierungsrate [%]			
	Gesamt	<i>Phradis</i> sp.	<i>Tersilochus heterocerus</i>	<i>Diospilus capito</i>
Niehagen	52,6	5,3	47,3	0,0
Neuendorf	12,1	0,0	12,1	0,0
Schafstedt	7,0	6,0	1,0	0,0
Broderstorf	16,0	14,5	1,5	0,0
Sagerheide	4,5	0,0	4,5	0,0
Ziesendorf	81,3	1,6	79,7	0,0
Passow	6,7	1,9	4,8	0,0
Hohenzieritz	24,2	0,0	24,2	0,0
Gnevsdorf	9,9	3,0	6,9	0,0
Kuhz	22,0	0,0	22,0	0,0
Angermünde	63,0	3,0	60,0	0,0
Rosenhof	6,0	2,0	4,0	0,0
Elze	44,0	2,0	42,0	0,0
Fischbeck	5,0	0,0	0,0	5,0
Wendhausen	54,0	41,0	12,0	1,0
Ahlum	20,5	17,8	2,7	0,0
Dahnsdorf	17,0	0,0	17,0	0,0
Haverlah	13,9	0,0	10,1	3,8
Langelsheim	32,0	12,3	19,7	0,0
Aken	49,5	14,7	34,7	0,0
Northeim 1	1,0	0,0	1,0	0,0
Northeim 2	3,0	0,0	3,0	0,0
Angerstein 1	3,0	0,0	3,0	0,0
Angerstein 2	4,0	0,0	4,0	0,0
Göttingen	44,0	22,5	20,0	1,5
Deppoldsh.	13,7	13,7	0,0	0,0
Weende	28,0	18,5	9,5	0,0
Reinshof	5,0	4,0	1,0	0,0
Albrechtshain	20,0	0,0	20,0	0,0
Zescha	38,0	1,0	37,0	0,0
Rockau	20,0	0,0	20,0	0,0
Roschutz	44,6	5,3	39,3	0,0
Gorlitzsch	10,0	0,0	10,0	0,0
Stadtilm	21,0	18,0	3,0	0,0
Saalfeld	51,6	32,3	19,3	0,0
Rieth 1	55,0	12,0	43,0	0,0
Rieth 2	59,0	16,5	42,5	0,0
Volkach	4,0	0,0	4,0	0,0
Pettenbrunn 1	4,3	4,3	0,0	0,0
Pettenbrunn 2	12,0	11,0	1,0	0,0
Feldhof	31,0	29,0	2,0	0,0
Frankendorf	40,0	4,5	35,5	0,0
<b>Mittelwert</b>	<b>25,1</b>	<b>7,6</b>	<b>17,2</b>	<b>0,3</b>

Die Ergebnisse der statistischen Analyse möglicher Einflussfaktoren auf die Parasitierung in den Jahren 2008 und 2009 mit Hilfe des multivariaten tree-Modells (Statistikprogramm 'R') finden sich in Tab. 29. Eine graphische Darstellung zeigt die schrittweise Analyse exemplarisch für das Jahr 2009 (Abb. 29). In diesem Jahr hatten die Insektizidapplikationen in der Blüte den stärksten Einfluss: Wenn in der Blüte eine oder mehrere

Insektizidbehandlungen erfolgten, ergab sich im Vergleich zu unbehandelten Flächen eine signifikant geringere mittlere Parasitierungsrate von 13,6 %. Bei den Rapsflächen ohne Blütenbehandlung ( $< 0,5$ ) war die Schlaggröße von zweitgrößter Relevanz. Auf den Schlägen  $> 23,5$  ha war die mittlere Parasitierung mit 33,3 % signifikant höher als auf kleineren Schlägen. Auf den kleineren Felder wurde mit der Pyrethroid-Resistenzklasse der Käferpopulation ein weiterer signifikanter Einflussfaktor errechnet: Bei Einstufung der Käferpopulation am jeweiligen Probenahmestandort in die Resistenzklasse 5 war die mittlere Parasitierungsrate höher (30,1 %) als bei Einstufung in die Resistenzklassen 3 oder 4 (17,1 %) (Abb. 28).

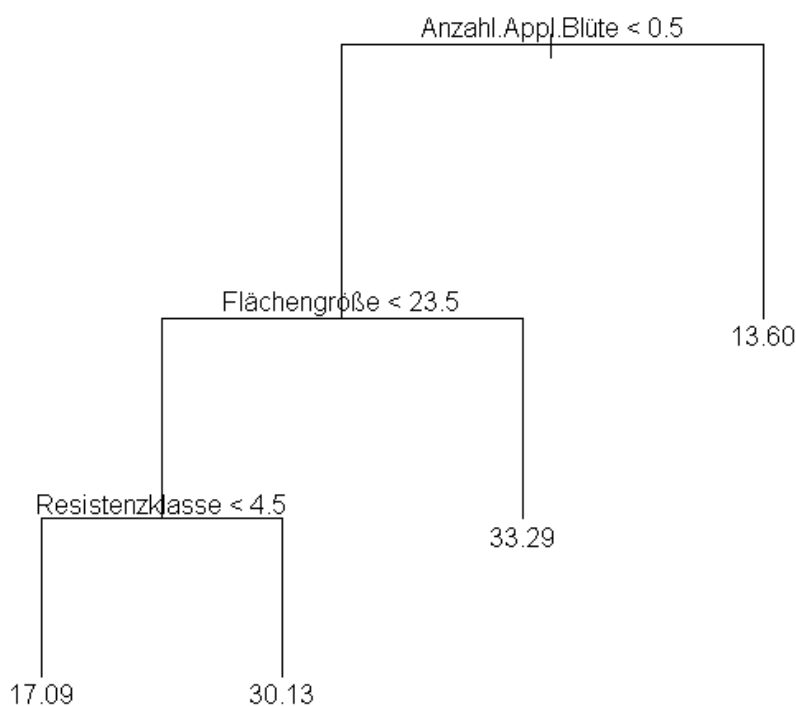


Abb. 28: Darstellung der mit dem tree-Modell errechneten signifikanten Einflussfaktoren auf die Gesamtparasitierungsrate der Rapsglanzkäferlarven im Jahr 2009. Der rechte Ast gibt jeweils die mittlere Parasitierungsrate (%) aller Proben über dem Schwellenwert des jeweiligen Faktors an, der linke Ast die mittlere Rate aller Proben unter dem Schwellenwert.

Insgesamt zeigten die untersuchten Faktoren oft nur in einem der beiden Jahre oder bei einer der Parasitoidenarten eine signifikante Beziehung zur Parasitierungsrate der Larven (Tab. 29). Nur die Schlaggröße erwies sich durchgehend als wichtiger Faktor für die Höhe der Parasitierungsrate: Größere Rapschläge zeigten bei 6 von 7 Analysen eine höhere Parasitierungsrate als kleinere Schläge. Auch Sedivy (1983) fand auf großen Rapsfeldern von über 50 ha eine höhere Parasitierung der Rapsglanzkäferlarven; allerdings sank diese mit zunehmendem Abstand vom Feldrand bis zur Mitte deutlich ab.

Im Jahr 2008 wurde auch die Rapsanbaudichte in der Region als erklärender Parameter für die Gesamtparasitierungsrate identifiziert. Zudem beeinflusste in diesem Jahr die Lage des Probenahmeortes in Deutschland (nördlicher Breitengrad) die Parasitierung: Während die Parasitierung durch *T. heterocerus* an den Standorten im Norden (nördlich 52°5) signifikant höher war, waren die Larven im Süden stärker von *Phradis* sp. parasitiert (Tab. 29). Offenbar sind die Parameter Flächengröße, Rapsanbaudichte und Region miteinander verknüpft; insbesondere bei den Proben aus Mecklenburg und Brandenburg ist der positive Einfluss größerer Flächen und damit auch höherer Rapsanbaudichten auf die Parasitierung erkennbar. Die Ausdehnung des Rapsbaus in den vergangenen Jahren hat hier vermutlich die Vermehrung des Rapsglanzkäfers und damit das Wirtsangebot für die spezialisierten Schlupfwespen gefördert, so dass deren Populationsdichte auf den größeren Rapsflächen ebenfalls ansteigen konnte. Die Bestandesdichte hatte in keinem Fall einen Einfluss auf die Parasitierungsrate.

Die Insektizidapplikationen in der Blüte hatten im Jahr 2009 einen signifikant negativen Einfluss auf die Gesamt-Parasitierungsrate (Abb. 28). Die Parasitierung durch *Phradis* sp. wurde insbesondere durch Insektizidbehandlungen in der Knospe reduziert (Tab. 29). Diese Art tritt schon im Knospenstadium, also früher als *T. heterocerus*, im Rapsbestand auf, und ist so den Behandlungen gegen den Rapsglanzkäfer direkt ausgesetzt. Untersuchungen von Neumann (2010) haben gezeigt, dass nahe verwandte *Tersilochus*-Arten das Rapsfeld nach einer Behandlung verlassen und etwa eine Woche später wiederbesiedeln können. Die Art *T. heterocerus* scheint insgesamt eine sehr hohe Mobilität aufzuweisen (Ferguson et al., 2003; Williams, 2006). Dies könnte das Ausbleiben signifikanter Effekte der Blütebehandlungen bei dieser Art erklären.

Bei der Pyrethroid-Resistenz der Rapsglanzkäferpopulation am jeweiligen Probenahmestandort wurde kein eindeutiger Zusammenhang zur Parasitierungsrate festgestellt (Tab. 29). Die Gesamtparasitierung wurde im Jahr 2009 bei sehr hoher Resistenz (Klasse 5) gefördert, die Parasitierung durch *T. heterocerus* im Jahr 2008 dagegen bei höherer Resistenz (> Klasse 3) signifikant reduziert. Diese Diskrepanz lässt sich auf Basis des Datenmaterials nicht aufklären. Da die Dichte der Rapsglanzkäferlarven, die in resistenten Populationen eventuell erhöht sein könnte, auf den untersuchten Rapsflächen nicht genauer erfasst werden konnte, sind mögliche Effekte einer positiven Wirtsdichteabhängigkeit der Parasitierung nicht nachweisbar; in der Literatur finden sich dazu auch widersprüchliche Angaben (Nilsson & Andreasson, 1987; Billquist & Ekblom, 2001b; Büchi, 2002).

Tab. 29: Zusammenfassung der Analyse möglicher Einflussfaktoren auf die Gesamt-Parasitierungsrate sowie die Parasitierung durch *Phradis* sp. und *Tersilochus heterocerus* in den Jahren 2008 und 2009 mit dem tree-Modell (\*\*\*) stärkster Faktor, \*\* zweitstärkster Faktor, \* drittstärkster Faktor; n.s. = nicht signifikant; + = Faktor hat signifikant positiven Einfluss; - = Faktor hat signifikant negativen Einfluss).

Faktor	Parasitierung										
	Gesamt		<i>Phradis</i>				<i>Tersilochus</i>				
	2008	2009	2008	2009	2008	2009	2008	2009			
Standort (nördlicher Breitengrad)	n.s.	n.s.	***	-	n.s.	***	+	n.s.			
Flächengröße [ha]	**	+	**	+	**	+/+	**	+/-	n.s.	***	+
Bestandesdichte [Pfl./m <sup>2</sup> ]	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	
Rapsanbaudichte in der Region [%]	***	+	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	
Anzahl Insektizidapplikation in der Knospenphase	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	***	-	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	
Anzahl Insektizidapplikation in der Blütenphase	n.s.	***	-	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	
Ø Insektizideinsatz im Raps in vergangenen Jahren	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	-	
Resistenzklasse	n.s.	*	+	n.s.	n.s.	n.s.	**	-	n.s.	n.s.	

### 3.1.6 Untersuchungen der Winterlager von Glanzkäfern (*Rostock*)

Durch die Analyse von Bodenproben wurden zunächst Winterlager von Glanzkäfern identifiziert. In anschließenden Beprobungen wurde geklärt, wie hoch die Mortalität im Winterlager ist, und ob sich die Daten für eine Befallsprognose des anschließenden Frühjahrs eignen. Darüber hinaus wurde untersucht, ob Käfer mit Resistenz gegen Pyrethroide eine höhere Mortalität im Winterlager haben.

Die Charakterisierung von als Winterlager geeigneten Biotopen erfolgte bereits durch Kaufmann (1925), Müller (1941 a, b) und Fritzsche (1957). Nach diesen Autoren werden nur ausreichend feuchte und vor allem gut durchlüftete Streuschichten als Winterlager angenommen. Hanglagen und beschattete Bereiche werden dabei häufig bevorzugt. Als ungeeignet erwiesen sich Streuschichten von Nadelbäumen, auftretende Staunässe oder auch starke Verpilzung. Diese Befunde konnten in den vom Projektnehmer durchgeführten Untersuchungen generell bestätigt werden. Für den Raum Göttingen/Süd-Niedersachsen wurden zu Projektbeginn 91 Proben untersucht. Trotz guter Grundvoraussetzungen (Buchenwald, Hangflächen etc.) wiesen sie praktisch keinen Käferbesatz auf (Tab. 30). Trotz intensiver Bemühungen und der Testung verschiedener Varianten (Hangexposition, Entfernung zu Rapsflächen, pH Wert des Bodens, unterschiedliche Unterböden) gelang es nicht, geeignete Winterlager in dieser Region auszuweisen. In der Saison 2008-09 konnten

in 22 Proben nur ähnlich geringe Käferdichten nachgewiesen werden, weshalb weitere Probenahmen ausgesetzt und dafür die Winterlageruntersuchungen in Mecklenburg intensiviert wurden. Da die Abundanzen der Käfer in den Rapsbeständen der Saison 2009 deutlich über den Vorjahresfängen lagen, wurden die Probenahmen für die Winterlager-Saison 2009-10 wieder aufgenommen. In insgesamt 64 Proben konnten jedoch nur 346 Käfer extrahiert werden, so dass auf eine weitere, monatliche Beprobung verzichtet wurde. Aus Bayern wurden insgesamt 272 Proben bearbeitet. Die vorgefundenen Käferdichten lagen zwar unter denen aus Mecklenburg, ermöglichten jedoch eine kontinuierliche Gewinnung von Winterlager-Tieren.

Im Rahmen der Zusammenarbeit mit dem JKI Braunschweig (Projekt 06SH038) wurden im Untersuchungszeitraum insgesamt 151 Bodenproben in West-Mecklenburg (Schwerin) entnommen und ca. 8.400 Tiere ausgetrieben. Die extrahierten Käfer wurden der Braunschweiger AG für weiterführende Untersuchungen zugesandt.

Tab. 30: Anzahl der aus Bodenproben extrahierten Glanzkäfer

Bundesland	Saison	MW/m <sup>2</sup> ± SD	Min–Max/m <sup>2</sup>	Σ extr. Käfer
Bayern	07–08	16 ± 36	0–232	616
	08–09	594 ± 1.055	0–4.512	6.427
	09–10	41 ± 62	0–264	385
Niedersachsen	07–08	3 ± 10	0–96	70
	08–09	3 ± 4	0–16	17
	09–10	21 ± 33	0–156	346
Meckl.-Vorpommern	07–08	78 ± 153	0–1004	7.314
	08–09	386 ± 694	0–4756	27.453
	09–10	216 ± 482	0–3664	17.616

Die Anzahl extrahierter Käfer/m<sup>2</sup> wies in allen Jahren und an allen Standorten sehr starke Schwankungen auf. Die höchsten Käferdichten (4.500–4.700 Tiere/m<sup>2</sup>) fanden sich in Proben aus Vohenstrauß (Bayern) und Fahrenholz (MV) (Tab. 30). In vielen Proben, auch von diesen Standorten, konnten jedoch keine Tiere nachgewiesen werden, so dass die Mittelwerte sehr hohe Standardabweichungen aufweisen (Tab. 30). Große Unterschiede traten nicht nur in den 10 x 10 m Rastern auf, sondern wurden auch kleinräumig auf einem komplett untersuchten Quadratmeter vorgefunden (Abb. 29). Auch in der Zeitachse traten hohe Variabilitäten auf (Abb. 30).

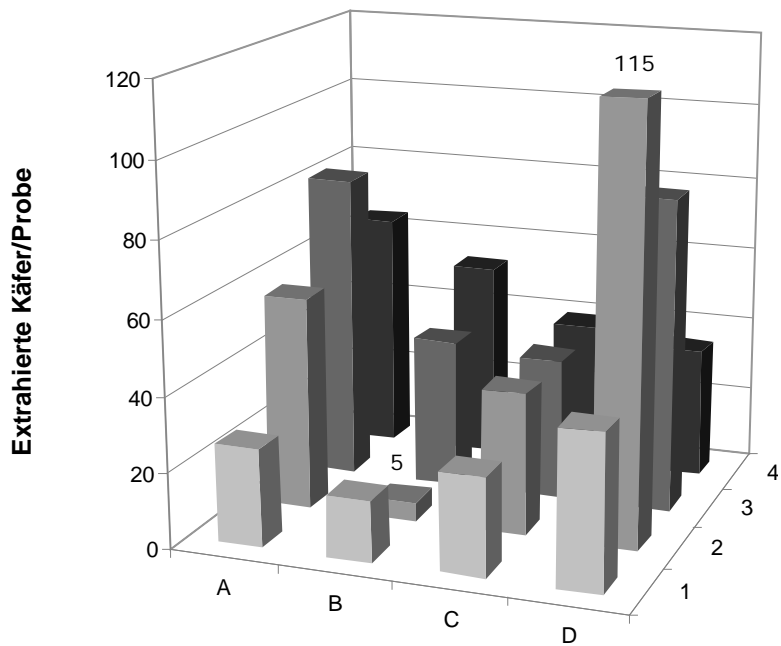


Abb. 29: Kleinräumige Verteilung der Glanzkäfer/m<sup>2</sup> im Winterlager Fahrenholz, 2008. (Fläche der Einzelproben: 625 cm<sup>2</sup>)

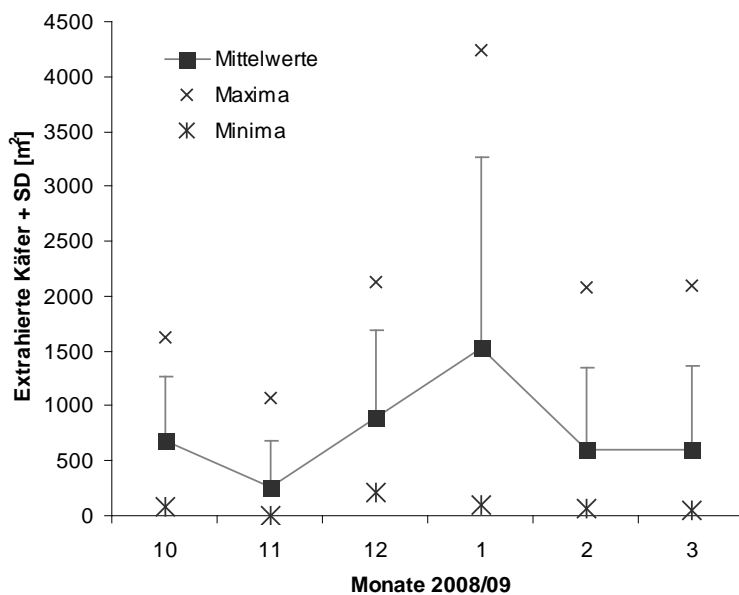


Abb. 30: Mittlere Anzahl extrahierter Glanzkäfer im Winterlager Fahrenholz von Oktober 2008 – März 2009

Daher wird empfohlen die Proben für die Gewinnung von Daten zur Überwinterung von *Meligethes*, in einem Raster zu entnehmen. Die heterogene Verteilung der Tiere erschwert es, Zusammenhänge zwischen Dichten und Mortalität der Käfer im Winterlager zu erkennen. Prognosen für die Befallsdichte im Frühjahr sind daher kaum möglich.

Die Auswertung der künstlichen Winterlager ergab, dass die Mortalität im Verlauf der Überwinterung nicht ansteigt (Abb. 31). Die Daten bestätigen die Ergebnisse von Vietinghoff

(1985) und Kdimati (1990), aber nicht die hohen, von Hokkannen (1983) berichteten Mortalitätswerte aus Finnland. Es lässt sich derzeit nicht klären, ob diese Unterschiede klimatisch bedingt sind, oder auf methodische Ursachen zurückzuführen sind.

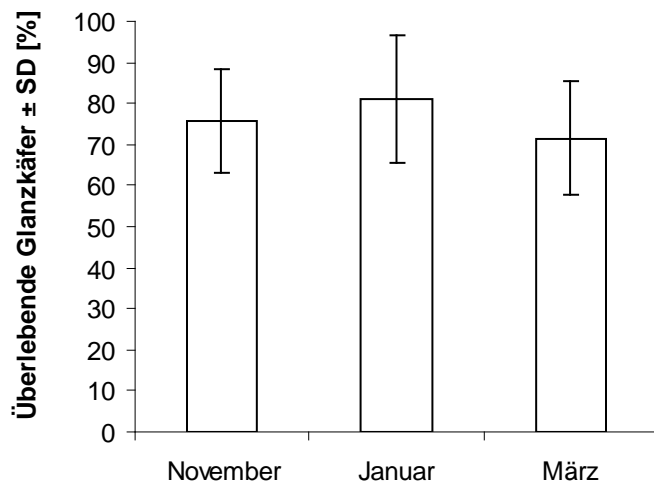


Abb. 31: Mittlerer prozentualer Anteil überlebender Glanzkäfer im Winterlager Fahrenholz 2009-10 (n=5).

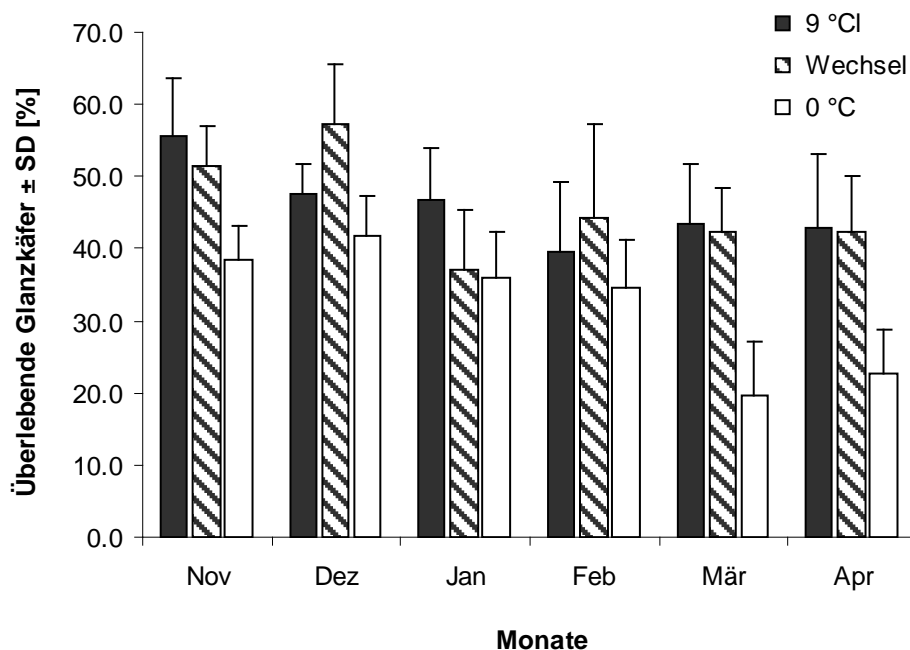


Abb. 32: Einfluss der Temperatur auf die Mortalität von Glanzkäfer in künstlichen Winterlagern (n=6).

In den Laborversuchen zum Einfluss der Temperatur (konstant warm, konstant kalt und Temperaturwechsel) auf die Mortalität konnte gezeigt werden, dass die Arbeitshypothese, nach der wechselnde Temperaturen erhöhte Mortalitäten der Glanzkäfer induzieren, abgelehnt werden muss (Abb. 32). Vielmehr wurde festgestellt, dass die höchste Mortalität unter konstant kalten Bedingungen auftrat.

### **3.1.7 Mobilität und Ausbreitungsverhalten: Markierungs- und Wiederfangversuche (Rostock)**

Mit Markierungsversuchen wurde das Ausbreitungs- und Schwärmverhalten der Glanzkäfer untersucht. Da Vorversuche zeigten, dass die Wiederfangrate markierter Tiere unter 0,5 % liegt, war es notwendig, eine größtmögliche Zahl an Käfern einzusetzen (Tab. 11). Für den Wiederfang wurden 2008 insgesamt 39 Gelbschalen in Abständen von wenigen 100 m bis zu 11 km aufgestellt. Etwa die Hälfte der Schalen stand in einem engeren Radius von bis zu 2 km.

Insgesamt wurden 2008 (2, 3 und 7 d nach Auflassung) 1.168 Glanzkäfer in den Schalen gefangen. Von den markierten Tieren konnten lediglich 4 wiedergefangen werden. Sie flogen innerhalb von 2 Tagen etwa 1 km weit. Die geringe Wiederfangrate in 2008 ist wahrscheinlich auf die nach der Auflassung einsetzenden böigen Winde und die Anlockung der Käfer durch das massive Erblühen von Löwenzahn zurückzuführen.

Zu den vier Terminen im Frühjahr 2009 wurden insgesamt 20.741 Glanzkäfer in den Gelbschalen gefangen. Davon fanden sich nur 904 (4,4 %) der Käfer in den 18 Fallen des Umlands. Die Summe markierte Käfer war mit 342 (1,7 % Wiederfangrate) deutlich höher als 2008. Allerdings wurden markierte Tiere ausschließlich in den Kreis-Fallen gefunden. Hier konzentrierten sich 89,7 % der Wiederfänge auf die drei Radien VI, VII und VIII (307 Käfer), bzw. auf die drei inneren Kreise (339 Käfer; 99,1 %; Abb. 2). Im äußeren Kreis (200 m) wurden nur zwei markierte Tiere gefangen. Diese Befunde widersprechen den Daten von Stechmann & Schütte (1976) für die Ausbreitung von Jungkäfern in Schleswig-Holstein (in drei Tagen Wiederfunde in Entfernungen von über 10 km). Als Hauptursache für die Unterschiede sind vor allem das nass-kühle und windige Wetter (Tagesmittelwerte der Station Groß-Lüsewitz nur 6,3–9,7 °C), eventuell aber auch biologische Unterschiede zwischen Alt- und Jungkäfern anzunehmen.

In einem weiteren Versuch (zweite Juli-Woche 2009) wurde deshalb die Ausbreitung von Jungkäfern untersucht. Von den etwa 40.000 markierten Käfern konnten nur vier Tiere in einer der zwischen 1,2 und 10,8 km vom Auflassungsort entfernt aufgestellten 22 Gelbschalen gefangen werden. Diese Käfer flogen 1,8 km entgegen der Hauptwindrichtung. Somit konnten die Literaturdaten auch für die Jungkäfer nicht bestätigt werden.

Um mögliche negative Auswirkungen der Markierungspigmente zu testen, wurden markierte Käfer drei Wochen lang in Käfigen gehalten und ihre Gewichte erfasst. In diesem Zeitraum wurde jedoch keine erhöhte Sterblichkeit markierter Tiere festgestellt. Markierte und ungefärbte Tiere zeigten auch keine signifikanten Unterschiede im mittleren Gewicht der Tiere (Abb. 33).



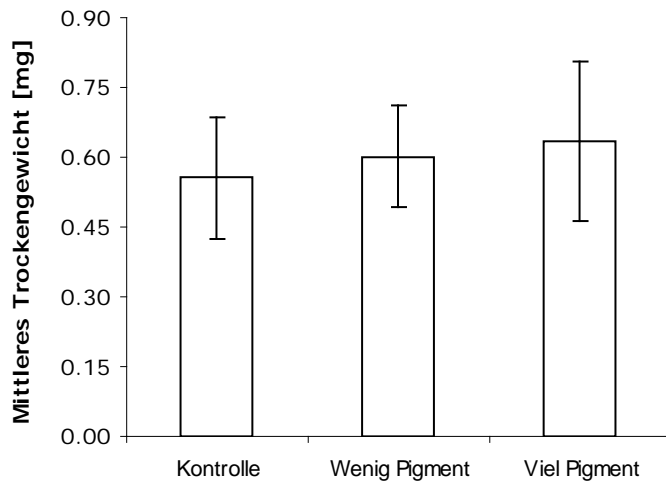


Abb. 33: Gewichte ungefärbter und markierter Käfer.

Geringe Wiederfänge, die aber im Bereich der Werte von Stechmann & Schütte (1976) lagen, konnten auch in 2010 erzielt werden. Die Ergebnisse zeigen, dass die Rapsglanzkäfer im Untersuchungszeitraum wohl eher weniger aktive Langstreckenflieger sind. Dies wird aber sicher durch die physiologische Stimmung der Tiere beeinflusst sein. Wenn sie bei geringen Windgeschwindigkeiten starten, fliegen sie gegen den Wind.

### 3.1.8 Bestimmung der Reife und Generationszugehörigkeit durch Ovariolendisektion (*Rostock*)

Die Ergebnisse der Ovariolendisektionen bestätigen die Befunde von Fritzsche (1957). Zum Ende der Überwinterung wurden im Winterlager niemals Weibchen mit entwickelten Ovarien gefunden. Die Untersuchungen liefern keinen Hinweis auf eine zweite Überwinterung von Rapsglanzkäfern. In den verschiedenen Jahren des Untersuchungszeitraums erfolgte der letzte Nachweis eines Altkäfers jeweils im August. Diese Tiere besiedelten blühende Pflanzen in Heckenstrukturen. Es ist aber festzustellen, dass mit der gewählten Methode keine Differenzierung zwischen noch nicht entwickelten Ovarien der Jungkäfer und den eventuell resorbierten Ovarien der Altkäfer möglich war.

### 3.1.9 Bestimmung des Resistenzniveaus gegen lambda-Cyhalothrin (*Rostock*)

Während zu Beginn des Untersuchungszeitraums noch sensitive Populationen im Raum Göttingen gefunden wurden, zeigt die Resistenzsituation in 2010 nur noch vereinzelt ein Vorkommen von Populationen mit geringer Resistenz (Klasse 3 nach Heimbach et al., 2006). Der überwiegende Teil der Populationen hat Resistenz und hohe Resistenz gebildet. Selbst im Raum um Göttingen konnten keine sensitiven Populationen mehr festgestellt werden. Im Untersuchungszeitraum zeigte das Monitoring eine deutliche Zunahme des Anteils von hoch resistenten Populationen, sensitive Populationen konnten in 2010 gar nicht mehr nachgewiesen werden. Dies entspricht der für die ganze Bundesrepublik nachgewiesenen Entwicklung, wonach der Anteil resistenter Populationen von 2005 bis 2010 überall

angestiegen ist und 2010 sehr sensitive und sensitive Rapsglanzkäferpopulationen überall verschwunden sind (Heimbach et al. 2010).

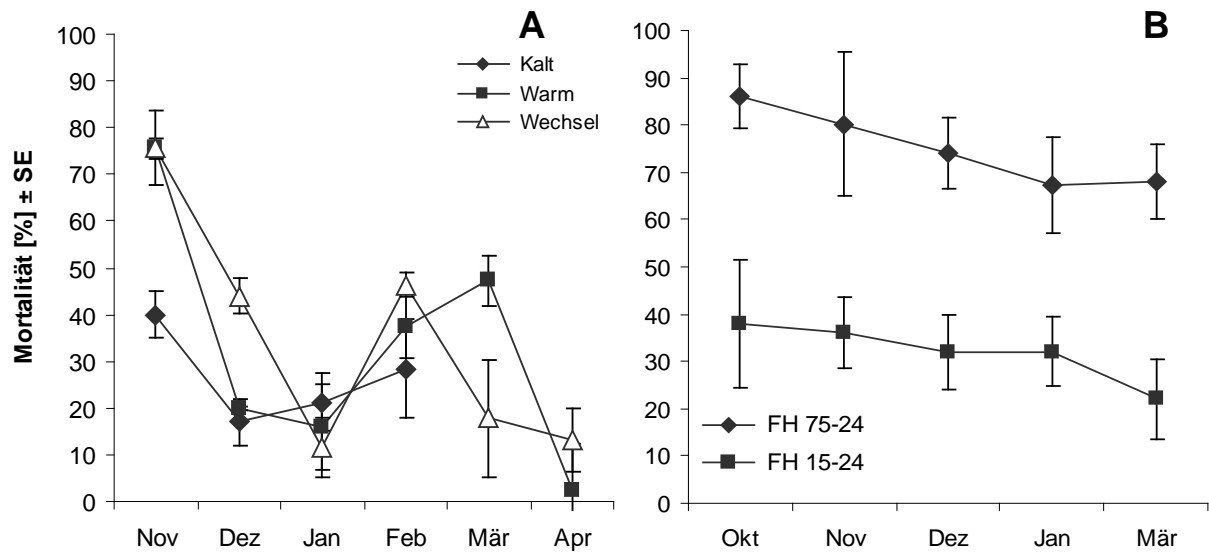


Abb. 34: Einfluss der Überwinterungsdauer auf die Empfindlichkeit gegen lambda-Cyhalothrin nach 24 h: A – Temperaturversuch (15 ng/cm<sup>2</sup>), B – Winterlager Fahrenholz (15 und 75 ng/cm<sup>2</sup>)

Es wurde vermutet, dass die Pyrethroid-Resistenz von Rapsglanzkäfern mit einer geringeren Winterfitness verbunden sein könnte. Die Auswertung der Sensitivitätstests von Käfern aus künstlichen und natürlichen Winterlagern bestätigte diese Vermutung nicht (Abb. 42). Die Käfer wiesen zum Ende der Überwinterung sogar eine geringere Sensitivität auf als zu Beginn der Saison. (Abb. 34). Die Tiere verlassen das Winterlager also nicht mit reduzierter Resistenz gegen Pyrethroide.

### 3.1.10 Bestimmung von Feucht- und Trockengewichten sowie des Fettgehalts (Rostock)

Die Auswertungen der Gewichts- und Fett-Daten von Käfern aus Winterlagern und Rapsschlägen zeigen häufig nur einen geringer Zusammenhang zwischen Feucht- und Trockengewicht (z.B. Abb. 35). Während ein geringer Zusammenhang auch zwischen dem Feuchtgewicht und dem Fettgehalt besteht (selbe Probe,  $R^2=0,3101$ ), ließ sich ein deutlicher Zusammenhang zwischen dem Trockengewicht und dem Fettgehalt zeigen (z.B. Abb. 36).

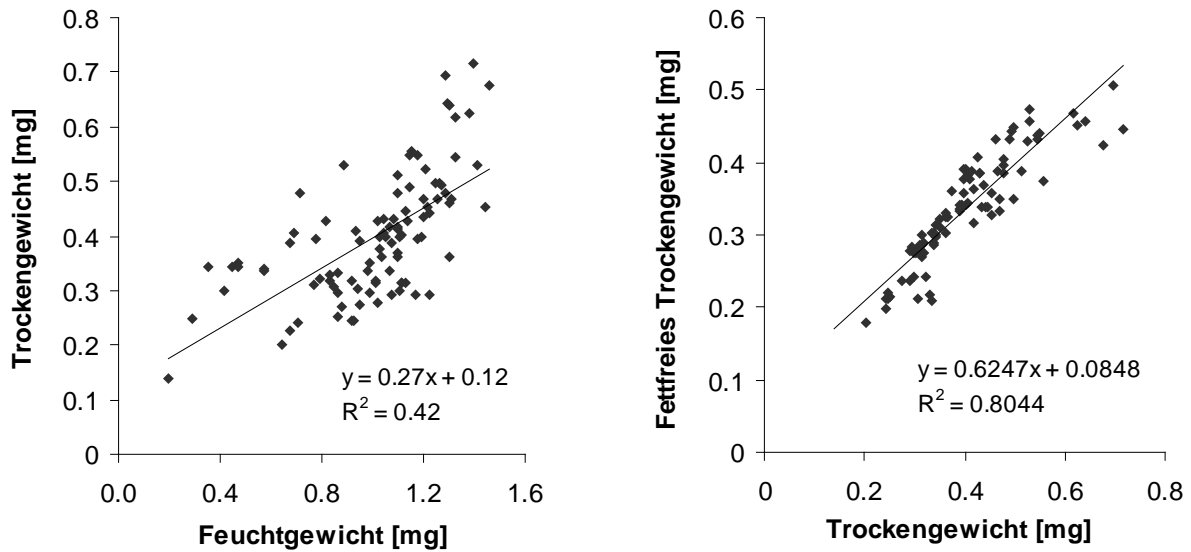


Abb. 35 und 36: Zusammenhang von Feucht- und Trocken, sowie Trocken- und fettfreiem Trockengewicht einer Klopffprobe aus Godow (23.06.2008; n=100).

Jungkäfer besitzen im Juni zunächst nur geringe Fettreserven, die aber in den darauf folgenden Wochen ansteigen (Abb. 37). Die Fettgehalte nehmen über die Winterlager-Saison ab und steigen mit dem Reife-Fraß im Frühjahr wieder an. Ein Zusammenhang zwischen dem Fettgehalt und der Sensitivität gegen Pyrethroide ließ sich nicht nachweisen. Nicht untersucht wurden bei der Bestimmung des Fettgehalts Einflüsse des Geschlechts und der Größe.

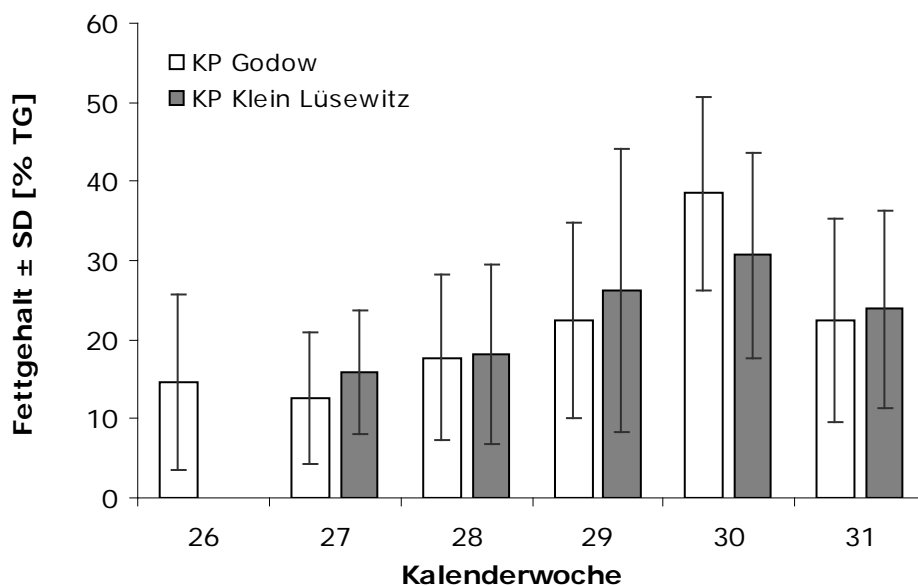


Abb. 37: Veränderung des prozentualen Fettgehalts von Rapsglanzkäfern aus Godow (N=764) und Klein Lüsewitz (N=523) in der Zeit vom 23.06.–28.07.08.

### **3.2 Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse**

Die Untersuchungsergebnisse führen über eine Erweiterung der Kenntnisse der Faktoren, die das Auftreten des Rapsglanzkäfers sowie ihre Populationsdynamik im Feld und im Winterlager bestimmen, zu einer besseren Beurteilung des zu erwartenden Befalls und zur Vermeidung von Schäden im Rapsanbau.

Aus den Ergebnissen der dreijährigen Feldversuche zum Einfluss der Rapsorte auf Befall, Schadwirkung und Vermehrungsrate des Rapsglanzkäfers an den Standorten Göttingen und Freising lassen sich eingeschränkt Empfehlungen zur Wahl von früh- oder spätblühenden bzw. Linien- oder Hybridsorten für die Verminderung des Schadensrisikos ableiten. Bei der Besiedelung wurden die Sorten stärker befallen, die eine frühere Knospen- und Blütenentwicklung hatten; bei etwa gleichem Entwicklungsstadium waren Hybridsorten attraktiver als Liniensorten. Im Gegensatz dazu kann der Zeitraum des empfindlichen Knospenstadiums und damit das Risiko von Knospenschäden bei den frühblühenden Sorten verringert sein. Hybridsorten können den Knospenfraß offenbar besser tolerieren als die Liniensorten. Die Knospenverluste und Schäden können jedoch in Abhängigkeit von den Witterungsverläufen im Knospen-/Blütenstadium und im folgenden Vegetationszeitraum sortenabhängig kompensiert werden, so dass diese Sorteneffekte nur in einigen Jahren am Standort Göttingen festgestellt wurden und an keinem der beiden Standorte Ertragsunterschiede zwischen den geprüften Sorten auftraten.

Die Rapsorten können auch je nach Beginn und Dauer der Blüte unterschiedlichen Einfluss auf die Vermehrungsrate und den Jungkäferschlupf des Rapsglanzkäfers ausüben. Der Effekt ist besonders deutlich, wenn eine Koinzidenz zwischen Käferzuflug, Eiablage und Larvenentwicklung mit dem dafür optimalen Wirtspflanzenstadium vorliegt. Diese Faktoren sind in besonderem Maße vom Witterungsverlauf im Frühjahr abhängig, so dass die Sorteneffekte auf die Dichte der Folgegeneration von Jahr zu Jahr unterschiedlich ausgeprägt sind.

Die an Standorten in Mecklenburg und Südniedersachsen durchgeführten Randstreifenversuche haben gezeigt, dass Rübsen bei entsprechendem Entwicklungsvorsprung eine höhere Attraktivität für die Rapsglanzkäfer besitzt als Raps. Ein Einfluss der Rübsen-Randstreifen auf die Verteilung der Käfer in der Tiefe des Rapsschlages war jedoch nicht nachweisbar. Randbehandlungen mit Insektiziden hatten keine Wirkung auf den Befall im angrenzenden Rapskernbestand.

Wie sich aus den Versuchsergebnissen in Freising ableiten lässt, ist bei einem Befall von bis zu 5 Rapsglanzkäfern je Pflanze kein ertragswirksamer Schaden zu erwarten. Bei einer Befalldichte von mehr als 10 Käfern je Pflanze ist mit Ertragsverlusten zu rechnen. Bei Befalldichten zwischen 5 und 10 Käfern pro Pflanze entscheidet vor allem die Witterung während des gesamten Zeitraums vom Besiedlungsbeginn des Rapsglanzkäfers bis zur Ernte über das Risiko von Ertragsausfällen. Da die Witterungsentwicklung jedoch nicht vorhergesagt werden kann, ist die Festlegung eines eindeutigen Bekämpfungsrichtwertes bisher nicht möglich.

Obwohl das computergestützte Expertensystem proPlant geeignet ist, Beginn und Verlauf des Zuflugs der Rapsglanzkäfer auf Basis eines entsprechenden phänologischen Modells

und der regionalen Witterungsdaten korrekt darzustellen, sind Befallskontrollen im Rapsbestand für schlagspezifische, schwellenwertbezogene Bekämpfungsentscheidungen und für die Reduzierung der Insektizidmaßnahmen auf das notwendige Maß auch weiterhin unverzichtbar. Die Bestimmung des Rapsglanzkäferbefalls/Pflanze in den durchgeführten Versuchen hat verdeutlicht, dass die Methodik dieser Befallskontrollen für die Anwendung in der Praxis einer weiteren Präzisierung und Absicherung bedarf. Neben der Frage der Stichprobengröße und -verteilung an Rand und Mitte des Schlages bzw. an Haupt- und Nebentrieben der Rapspflanzen muss in weiteren Untersuchungen auch geklärt werden, welchen Einfluss Temperatur und Tageszeit auf die Anzahl der gefundenen Käfer haben (Effizienz der Befallskontrollen).

Eine Bekämpfungsschwelle von 5 Rapsglanzkäfern je Pflanze ist also ein geeigneter Wert, um das Risiko von Ertragsverlusten abzuschätzen. In der Praxis kann der Landwirt mit der Bekämpfung des Rapsglanzkäfers bis zum Erreichen dieser Käferzahl warten, wenn ein ausreichend wirksames Insektizid zur Verfügung steht. Die Insektizidbehandlungen in den Sortenversuchen an den Standorten Göttingen und Freising zeigten, dass die Wirkung der eingesetzten Insektizide, insbesondere in kleinen Parzellen und bei relativ hohen Temperaturen, nur wenige Tage anhält. Der Befall der Pflanzen konnte selbst bei 3 – 4 Behandlungen nicht getilgt werden. Allerdings führten die Insektizidbehandlungen zu einer erheblichen Reduktion der Larvendichten und der Zahl schlüpfender Jungkäfer, die von wesentlicher Bedeutung für den Befallsdruck im folgenden Jahr sind.

Die Parasitierung der Rapsglanzkäferlarven kann erheblich zur Mortalität der Rapsglanzkäferpopulationen beitragen und damit die Dichte der die Rapsbestände im Frühjahr befallenden Käfer reduzieren. Die spezifischen Schlupfwespenarten sollten daher bei den Bewirtschaftungsmaßnahmen möglichst geschont werden. Insektizidbehandlungen zur Hauptaktivitätszeit der Schlupfwespen im Knospen- und Blütenstadium wirken sich besonders negativ auf die Parasitierung aus. Es ist daher notwendig, die heute nahezu standardmäßig durchgeführten Insektizidbehandlungen in der Rapsblüte auf das notwendige Maß zu beschränken, da so auch einer weiteren Selektion auf Insektizidresistenz vorgebeugt werden kann.

Durch die Ergebnisse der Untersuchungen über die Rapsglanzkäferbiologie (Charakterisierung von geeigneten Habitaten für Winterlager, Einfluss von abiotischen und biotischen Faktoren auf die Überwinterung) und den Befund, dass alle im deutschen Rapsanbau gefundenen *M. aeneus*-Populationen Resistenz gegen Pyrethroide entwickelten und diese auch im Winterlager nicht verlieren, wird bereits zu Beginn der Vegetationsperiode eine Aussage über den Anteil der nicht oder nur noch im reduzierten Maße mit Pyrethroiden bekämpfbaren Tiere möglich.

Insgesamt werden die Ergebnisse des Vorhabens langfristig dazu beitragen, die Populationsentwicklung und das Schadensrisiko des Rapsglanzkäfers besser prognostizieren zu können, um den Einsatz von Insektiziden auf das notwendige Maß zu begrenzen und den Anbau von Raps auch zukünftig zu sichern. Kurzfristig sind Beratungshilfen für Landwirte über das Auftreten der Rapsglanzkäfer und die Möglichkeit ihrer Bekämpfung gegeben.

#### **4 Zusammenfassung**

Der Zuflug von Rapsglanzkäfern ist sehr temperatur- und niederschlagsabhängig. Im untersuchten Zeitraum gab es zwischen den Jahren und Standorten starke Unterschiede in den meteorologischen Ereignissen. Diese wurden deutlich in den Erstnachweisen der Rapsglanzkäfer und in den Zeitpunkten der Hauptbesiedelung der Rapsbestände widergespiegelt.

Der Einfluss der Winterrapssorte auf die Befallsdynamik und Schadwirkung des Rapsglanzkäfers sowie die Ertragsbildung der Pflanze wurde an den Standorten Göttingen und Freising in den Jahren 2007-2010 in Feldversuchen mit zwei Linien- und zwei Hybridsorten, davon jeweils eine früh- (NK Passion, Elektra) und eine spätblühende (Favorite, Titan) Sorte, aufgeklärt. Die Entwicklung des Knospenstadiums und die Blühphänologie der vier Winterrapssorten wurden am Standort Göttingen durch die Witterungsbedingungen der einzelnen Versuchsjahre unterschiedlich beeinflusst. Eine frühere Knospen- und Blütenentwicklung kann eine stärkere Besiedelung durch die zuwandernden Rapsglanzkäfer auslösen. Die Witterung zeigte zudem einen starken Einfluss auf das Kompensationsvermögen der Sorten. Eine dreimalige Insektizidapplikation reichte am Standort Göttingen nicht aus, um den Befall der schädigenden Altkäfer auf einem geringen Niveau zu halten. Zwischen den Erträgen der behandelten und unbehandelten Parzellen wurden keine signifikanten Unterschiede festgestellt.

Am Standort Freising konnte ein bevorzugter Befall früh- oder spätblühender Sorten in keinem Jahr festgestellt werden. Auch in der Ertragsreaktion von früh- und spätblühenden bzw. Linien- und Hybridsorten war kein Unterschied nachweisbar. Dagegen wurden bei etwa vergleichbarem Befallsniveau am Standort Freising mit vier Insektizidapplikationen signifikante Mehrerträge erzielt.

Die Ertragswirksamkeit des Rapsglanzkäferbefalls war auch Gegenstand eines Gazekäfigversuchs, in dem die Erträge bei unterschiedlichen Rapsglanzkäferzahlen verglichen wurden. Aus den Ergebnissen lässt sich ableiten, dass durch weniger als 5 Rapsglanzkäfer je Pflanze in der Regel der Ertrag nicht beeinflusst wird. Bei über 10 Käfern je Pflanze sind Mindererträge wahrscheinlich. Liegt die Befallsdichte zwischen 5 und 10 Käfern, spielen bei der Entstehung von Ertragsausfällen die klimatischen Bedingungen während der Wachstums- und Ertragsbildungsphase eine wichtige Rolle. Da diese kaum prognostizierbar sind, kann ein Wert für die Bekämpfungsentscheidung nicht genau definiert werden. In der Praxis ist bis zum Erreichen von 5 Käfern je Pflanze der Verzicht auf eine Insektizidmaßnahme möglich, wenn ein Präparat zur Verfügung steht, das den Käfer bei Überschreiten dieser Schwelle nachhaltig bekämpft. Dies trifft aufgrund der Zulassungssituation aktuell und für die vergangenen Jahre nicht zu.

Die Wirkung der vier Rapssorten auf die Populationsentwicklung des Rapsglanzkäfers wurde ebenfalls wesentlich durch die Witterungsverläufe im Frühjahr und die daran gekoppelte phänologische Entwicklung der Sorten bestimmt. Im Jahr 2008 führte die späte Erwärmung zu einer früher beginnenden, kurzen Blüte der frühblühenden Sorten NK Passion und Elektra im April/Mai, was im Vergleich zu den spätblühenden Sorten Favorite und Titan einerseits

eine anfänglich stärkere Besiedelung, andererseits aber eine geringere Larven- und Jungkäferdichte verursachte, da der Zeitraum für die Eiablage und Larvenentwicklung verkürzt war. Dieses Ergebnis konnte in Halbfreilandversuchen bei gezielter früher oder später Besiedelung von zwei Sorten bestätigt werden. In den Jahren 2009 und 2010 wurden bei nahezu synchroner Knospen- und Blütenentwicklung der vier Rapsorten im Hinblick auf die Populationsentwicklung keine signifikanten Unterschiede festgestellt.

Die Untersuchungen des Einflusses von Randstreifen aus frühblühenden Fangpflanzen zeigen, dass Rübsen attraktiv sind. Ihr Einfluss auf die Rapsglanzkäfer und die Einwanderung in den Rapskernbestand unterscheidet sich aber deutlich zwischen den Jahren und Standorten (in Abhängigkeit von der Nähe der Winterlager). Nur wenn die Rübsen zum Zeitpunkt des Einfluges der Glanzkäfer einen deutlichen Entwicklungsvorsprung gegenüber den Rapspflanzen besitzen, wird eine frühzeitige Randapplikation ausreichenden Pflanzenschutz gewährleisten. In den dreijährigen Versuchen wurden aufgrund der raschen Erwärmung im Frühjahr keine ausreichenden Entwicklungsunterschiede zwischen Rübsen und Raps festgestellt und die Randbehandlungen führten nicht zu einer Befallssenkung im Kernbestand.

Die an 36 (2008) bzw. 42 Standorten (2009) von Nord- bis Süddeutschland ermittelten Parasitierungsraten der Rapsglanzkäferlarven erreichten im Mittel 23 % bzw. 25 % (maximal 80 %); zwischen den Standorten traten große Unterschiede auf. Die Schlupfwespen können also als natürliche Feinde einen bedeutenden Beitrag zur natürlichen Begrenzung der Massenvermehrung des Rapsglanzkäfers leisten. Die dominierenden Arten waren *Phradis* sp. und *Tersilochus heterocerus*. Als wesentliche Einflussgrößen auf die Parasitierung konnten die Anzahl der Insektizidapplikationen sowie die geographische Lage, Rapsanbaudichte und Flächengröße identifiziert werden. Eine erhöhte Rapsanbaudichte und Schlaggröße wirkten sich positiv auf die Parasitierung aus. Die Insektizidapplikationen sind je nach Ausbringungstermin vor oder während der Aktivitätsperiode der Schlupfwespen unterschiedlich zu bewerten; in den meisten Fällen verursachte eine hohe Insektizidintensität und insbesondere die Behandlungen in der Hauptaktivitätszeit in der Blüte eine signifikant geringere Parasitierungsrate.

Zur Identifizierung von Winterlagern wurden Bodenproben aus Bayern, Niedersachsen und Mecklenburg-Vorpommern untersucht. Die Analysen ergaben eine heterogene Verteilung der Rapsglanzkäfer in den Winterlagern. Besonders wenige Glanzkäfer wurden in den Proben aus dem Raum Göttingen gefunden. Durch Probenentnahme in einem Raster war es möglich, ausreichend Tiermaterial für die Bearbeitung verschiedener Fragestellungen zu gewinnen. Es konnte gezeigt werden, dass die höchste Mortalität induziert wird, wenn die Käfer konstant niedrigen Temperaturen ausgesetzt sind. Es konnte auch nachgewiesen werden, dass die Rapsglanzkäfer mit Resistenz gegen Pyrethroide keiner höheren Mortalität im Winterlager unterliegen. Die die Rapsbestände besiedelnden Käfer haben somit keine höhere Sensitivität gegen Insektizide als vor Besiedelung der Winterlager.

In Markierungsexperimenten mit Farbpigmenten konnte gezeigt werden, dass die das Winterlager verlassenden Altkäfer und die ihre Fettreserven aufbauenden Jungkäfer, wohl eher weniger aktive Langstreckenflieger sind.

Da in den Ovariolendisektionen Käfer mit entwickelten Ovariolen nur bis August und nur auf blühenden Pflanzen nachgewiesen wurden, ist eine zweite Überwinterung von Rapsglanzkäfern unwahrscheinlich.

Im Untersuchungszeitraum konnten anfänglich noch sensitive Populationen im Raum Göttingen gefunden werden, später traten nur noch vereinzelt Populationen mit geringer Resistenz auf. Das Monitoring der Proben aus Bayern, Südniedersachsen und Mecklenburg-Vorpommern zeigte eine deutliche Zunahme des Anteils von hoch resistenten Populationen, sensitive Populationen konnten in 2010 gar nicht mehr nachgewiesen werden, auch nicht in Göttingen.

Rapsglanzkäfer benötigen für die Überwinterung und die Entwicklung ihrer Geschlechtsreife Fett. Jungkäfer besitzen im Juni zunächst nur geringe Fettreserven, die aber in den darauf folgenden Wochen ansteigen. Die Fettgehalte nehmen über die Winterlager-Saison ab und steigen mit dem Reife-Fraß im Frühjahr wieder an. Ein Zusammenhang zwischen dem Fettgehalt und der Sensitivität gegen Pyrethroide ließ sich nicht nachweisen.

## 5 Gegenüberstellung ursprünglich geplanter und tatsächlich erreichter Ziele (ggf. Hinweise auf weiterführende Fragestellungen)

### Zuflug und Befallsverlauf des Rapsglanzkäfers

Geplantes Versuchsziel	Erreichtes Versuchsziel
Wann erfolgt die Einwanderung der Rapsglanzkäfer in den Rapsbestand? (Partner A, B und C)	Die Temperaturverläufe in den Winter- und Frühjahrsperioden unterschieden sich in allen Regionen zwischen den einzelnen Jahren des Untersuchungszeitraumes sehr stark. Dies hatte einen deutlichen Einfluss auf die Zeitpunkte der mit Gelbschalen erbrachten Erstnachweise von Rapsglanzkäfern außerhalb der Winterlager und der durch Pflanzenbonitur erfassten Befallsverläufe in den Rapsbeständen. Die Vorhersage des Zuflugs von Glanzkäfern ist stark temperatur- und niederschlagsabhängig. Wegen der Tag-Nacht Schwankungen sind Tagesmaxima als Indikator besser geeignet als Tagesmittelwerte. Der durch das wetterdatenbasierte, computergestützte Expertensystem 'proPlant' angezeigte Erstzuflug (und nachfolgende Migrationsereignisse) entsprach in den drei Regionen in allen drei Untersuchungsjahren den Feldbeobachtungen.

### Sorten-Insektizidversuch

Geplantes Versuchsziel	Erreichtes Versuchsziel
Welchen Einfluss haben früh- und spätblühende Rapssorten auf	Beginn und Entwicklung des Befalls der 4 Rapssorten wurden in den einzelnen Jahren stark durch die Temperaturverläufe und die phänologische Entwicklung der Sorten bestimmt. Im



<p>Befallsdynamik und Schadwirkung des Rapsglanzkäfers? (Partner A und C)</p>	<p>Raum Göttingen trat an den frühblühenden Sorten ein stärkerer Befall auf, wenn sie im Knospenstadium gegenüber spätblühenden Sorten einen Entwicklungsvorsprung hatten und sie sich bei Befallsbeginn nahe an der Blüte befanden. Die Sorten mit früher, stärkerer Besiedelung zeigten allerdings keine stärkeren Knospenschäden als spät blühende Sorten. Dies gilt insbesondere auch für die Hybridsorten.</p> <p>Ein bevorzugter Befall einer bestimmten Sorte konnte im Raum Freising nicht beobachtet werden. Eine Präferenz des Käfers für früh- oder spätblühende Sorten bzw. Linien- oder Hybridsorten war nicht nachzuweisen. In keinem Jahr wurden Unterschiede im Kompensationsvermögen von früh- und spätblühenden bzw. Linien- und Hybridsorten aufgedeckt. Festgestellt wurde eine Wechselwirkung zwischen den Insektizidbehandlungen und dem Jahreseinfluss. In Jahren mit starkem Befall waren die durch die Insektizidmaßnahmen bewirkten höheren Erträge meist statistisch absicherbar.</p>
---	--

#### Käfigversuche für Befalls-Verlust-Relation

Geplantes Versuchsziel	Erreichtes Versuchsziel
<p>Bestimmung von Befalls-Verlust-Relationen (Partner C)</p>	<p>In Käfigversuchen war unter 5 Rapsglanzkäfern je Pflanze meist kein Ertragsverlust zu erwarten. Bei Befalldichten über 10 Käfern je Pflanze muss mit Ertragsausfall gerechnet werden. Zwischen 5 und 10 Käfern je Pflanze hängt es von der Witterung ab, ob die Pflanzen die durch den Rapsglanzkäfer verursachten Beschädigungen weitgehend kompensieren können.</p>

#### Einfluss der Sorten auf Vermehrungsrate und Populationsdynamik

Geplantes Versuchsziel	Erreichtes Versuchsziel
<p>Welchen Einfluss haben früh- und spätblühende Rapssorten auf Reproduktion und Populationswachstum des Rapsglanzkäfers? (Partner A)</p>	<p>In 3jährigen Parzellenversuchen am Standort Göttingen war bei den früh- und spätblühenden Sorten ein unterschiedlicher Einfluss auf die Ei- und Larvenabundanz des Rapsglanzkäfers zu erkennen. Die höhere Reproduktion an frühen Sorten hatte keine Auswirkung auf die Dichte der Jungkäfergeneration. Die frühblühenden Sorten können das Populationswachstum verringern, wenn ihre Besiedelung durch Altkäfer im Frühjahr erst gegen Ende des Knospenstadiums erfolgt und die Dauer der Blüte kurz ist. An den Hybridsorten ließ sich trotz höheren Befalls mit Altkäfern und Larven (2009, 2010) kein stärkeres Populationswachstum gegenüber Liniensorten nachweisen.</p>

## Parasitierungsraten der Käferlarven in Abhängigkeit von Region und Standorteinflüssen

Geplantes Versuchsziel	Erreichtes Versuchsziel
<p>Welche Bedeutung hat die Parasitierung der Larven auf die Rapsglanzkäferpopulationen an verschiedenen Standorten in Deutschland? (Partner A)</p>	<p>Die Parasitierung kann ein wesentlicher Mortalitätsfaktor für den Rapsglanzkäfer sein. Die Parasitierungsrate und damit der Einfluss auf die Populationsdynamik wies an 36 bzw. 42 von Nord- bis Süddeutschland untersuchten Standorten zwischen den Jahren und Standorten deutliche Unterschiede auf, deren Ursachen teilweise analysiert wurden. Besonders negativ wirken sich Insektizidbehandlungen zur Hauptaktivitätszeit der Schlupfwespen im Knospen- und Blütenstadium auf die Parasitierung aus. Eine hohe Rapsanbaudichte und Schlaggröße scheint die Parasitierung zu fördern. Es wird der Praxis dringend empfohlen, Insektizidbehandlungen in der Rapsblüte auf das notwendige Maß zu beschränken, auch um einer weiteren Selektion auf Insektizidresistenz vorzubeugen.</p>

## Winterlager von Glanzkäfern

Geplantes Versuchsziel	Erreichtes Versuchsziel
<p>Wo überwintern die Käfer und lassen sich Vorhersagen für das Auftreten im nächsten Jahr treffen? (Partner B)</p>	<p>In Zusammenarbeit mit den Projektpartnern wurden in Bayern, Niedersachsen, Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern an je drei Standorten Proben gewonnen und zur Charakterisierung von Winterlagern die enthaltenen Käfer extrahiert. In Laborversuchen mit künstlichen Winterlagern wurden die Käfer verschiedenen Temperaturen ausgesetzt (2 Varianten mit konstanten, 1 Variante mit fluktuierenden Temperaturen). Es konnte nicht gezeigt werden, dass fluktuierende Temperaturen eine höhere Mortalität bei den Käfern verursacht. Die wenigsten Tiere überlebten konstant geringe Temperaturen. Es ist nicht auszuschließen, dass die Bodenfeuchte einen wesentlichen Einfluss auf das Überleben/Sterben der Käfer in der Überwinterungsphase hat.</p> <p>Es wird empfohlen, Proben für die Gewinnung von Daten zur Überwinterung von Rapsglanzkäfern in einem Raster zu entnehmen. Die heterogene Verteilung der Tiere erschwert es, Zusammenhänge zwischen Dichten und Mortalität der Käfer im Winterlager zu erkennen. Prognosen für die Befallsdichte im Frühjahr sind deshalb kaum möglich.</p>

### Randstreifen aus frühblühenden Fangpflanzen

Geplantes Versuchsziel	Erreichtes Versuchsziel
Lässt sich durch Anpflanzung frühblühender Fangpflanzen am Rand die Einwanderung der Rapsglanzkäfer in den Rapsbestand beeinflussen? Kann der Insektizideinsatz bei Anlage attraktiver Rübsenrandstreifen auf Randbehandlungen begrenzt werden? (Partner A und B)	Die Anpflanzung der Fangpflanzen in den Randstreifenversuchen zeigt, dass Rübsen eine höhere Attraktivität für Glanzkäfer besitzen, wenn sie einen Entwicklungsvorsprung vor den Rapspflanzen haben. Ist dieser Entwicklungsvorsprung nicht ausgeprägt, lassen sich keine Unterschiede zwischen den Attraktivitäten nachweisen. Ein Einfluss der Rübsen-Randstreifen auf die Verteilung der Glanzkäfer in der Tiefe des Schlages war nicht nachweisbar. Bereits in 10 m Entfernung vom Randstreifen war im Raps keine Befallsminderung durch den attraktiveren Rübsen feststellbar. Bei den gezielten Insektizidbehandlungen in den Randstreifen war kein Effekt auf die Befallsstärke der Rapsglanzkäfer im angrenzenden unbehandelten Kernbestand nachweisbar.

### Mobilität und Ausbreitungsverhalten

Geplantes Versuchsziel	Erreichtes Versuchsziel
Wie weit breitet sich der Rapsglanzkäfer in einer Saison aus? (Partner B)	Um den Befallsdruck und die räumliche Ausbreitung der Rapsglanzkäfer abzuschätzen und vorherzusagen, wurden mehrere 10.000 extrahierte Winterlagerkäfer/Käfer aus Rapsbeständen mit fluoreszierenden Farbstoffen markiert und zu verschiedenen Zeiten freigesetzt. Die Anzahl wiedergefangener Käfer (<1%) lag im Bereich vergleichbarer Untersuchungen, lässt aber keine Langstreckenmigration erkennen. Bei Windgeschwindigkeiten bis 3 m/sec führten die Käfer einen Flug entgegen der Hauptwindrichtung durch.

### Ovariolendissektion

Geplantes Versuchsziel	Erreichtes Versuchsziel
Wie lange sind noch Käfer der alten Generation nachzuweisen? Partner B)	Die Ergebnisse der Ovariolendissektionen liefern keinen Hinweis auf eine zweite Überwinterung von Rapsglanzkäfern. Im Winterlager wurden niemals Weibchen mit entwickelten Ovarien gefunden. In den verschiedenen Jahren des Untersuchungszeitraums erfolgte der letzte Nachweis eines Altkäfers jeweils im August. Die eingesetzten Methoden erlauben jedoch keine Differenzierung zwischen noch nicht entwickelten Ovarien der Jungkäfer und den eventuell resorbierten Ovarien der Altkäfer.

## Resistenz gegen lambda-Cyhalothrin

Geplantes Versuchsziel	Erreichtes Versuchsziel
Wie schnell verbreitet sich die Resistenz und verändert sich während der Überwinterung das Resistenzniveau der Käfer? (Partner B)	In Bioassays wurden die aus Winterlager- und Feldproben der verschiedenen Projektpartner gewonnenen Käfer auf Insektizidresistenz geprüft. Die Sensitivitätstests wurden mit I-Cyhalothrin in mehreren Dosierungen durchgeführt. Im Berichtszeitraum kam es an allen Standorten zu einer Zunahme der Insektizidresistenz. Während der Überwinterung in natürlichen bzw. künstlichen Winterlagern blieb das Resistenzniveau erhalten, resistente Tiere zeigten keine erhöhte Mortalität.

## Gewicht und Fettgehalt

Geplantes Versuchsziel	Erreichtes Versuchsziel
Welche Beziehung besteht während der Überwinterung zwischen Fettgehalt und Mortalität? (Partner B)	Zwischen dem Trockengewicht und dem Fettgehalt ließ sich ein deutlicher Zusammenhang zeigen. Jungkäfer besitzen im Juni zunächst nur geringe Fettreserven, die aber in den darauf folgenden Wochen ansteigen. Die Fettgehalte nehmen über die Winterlager-Saison ab und steigen mit dem Reife-Fraß im Frühjahr wieder an. Ein Zusammenhang zwischen dem Fettgehalt und der Sensitivität gegen Pyrethroide ließ sich nicht nachweisen.

## 6 Literaturverzeichnis

Abbott WS (1925) A method for computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*. 18:265-276.

Alford DV (2003) *Biocontrol of oilseed rape pests*. Oxford, UK: Blackwell Publishing.

Barari H, Cook CM, Clark SJ & Williams IH (2005) Effect of turnip rape (*Brassica rapa*) trap crop on stem-mining pest and their parasitoids in winter oilseed rape (*Brassica napus*). *BioControl* 50: 69-86.

Billquist A & Ekbom B (2001a) Effects of host plant species on the interaction between the parasitic wasp *Diospilus capito* and pollen beetles (*Meligethes* spp.). *Agricultural and Forest Entomology* 3: 147-152.

Billquist A & Ekbom B (2001b) The influence of host plant species on parasitism of pollen beetles (*Meligethes* spp.) by *Phradis morionellus*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 98: 41-47.

Borg A & Ekbom B (1996) Characteristics of oviposition behaviour of the pollen beetle, *Meligethes aeneus* on four different host plants. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 81: 277-284.

- Börner C & Blunk B (1920) Zur Lebensgeschichte des Rapsglanzkäfers. Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft 18: 91–109.
- Buechi R (2002) Mortality of pollen beetle (*Meligethes* spp.) larvae due to predators and parasitoids in rape fields and the effect of conservation strips. Agriculture, Ecosystems and Environment 90: 255-263.
- Buechi R (1990) Investigations on the use of turnip rape as trap plant to control oilseed rape pests. IOBC/wprs Bulletin 13 (6): 32–39.
- Buechi R (1995) Combination of trap plants (*Brassica rapa* var. *silvestris*) and insecticide use to control rape pests. IOBC/wprs Bulletin 18 (4): 102–121.
- Burkhardt F & Lengerken H v. (1920) Beiträge zur Biologie des Rapsglanzkäfers (*Meligethes aeneus* F.). Zeitschrift für Angewandte Entomologie 6: 270–295.
- Chapman JW, Reynolds, Smith AD, Smith ET & Woiwod IP (2004) An aerial netting study of insects migrating at high altitude over England. Bulletin of Entomological Research 94: 123–136.
- Cook SM, Khan ZR & Pickett JA (2007 a) The use of push-pull strategies in integrated pest management. Annual Review of Entomology 52: 375–400.
- Cook SM, Rasmussen HB, Birkett MA, Murray DA, Pye BJ, Watts NP & Williams IH (2007 b) Behavioural and chemical ecology underlying the success of turnip rape (*Brassica rapa*) trap crops in protecting oilseed rape (*Brassica napus*) from the pollen beetle (*Meligethes aeneus*). Arthropod-Plant Interactions 1: 57–67.
- Cook SM, Murray DA & Williams IH (2004a) Do pollen beetles need pollen? The effect of pollen on oviposition, survival, and development of a flower-feeding herbivore. Ecological Entomology 29: 164-173.
- Cook SM, Watts NP, Hunter F, Smart LE & Williams IH (2004b) Effects of a turnip rape trap crop on the spatial distribution of *Meligethes aeneus* and *Ceutorhynchus assimilis* in oilseed rape. IOBC/wprs Bulletin 27(10): 199–206.
- Derron JO, Clech EL, Bezençon N & Goy G (2004) Résistance des méligèthes du colza aux pyrèthrinoïdes dans le bassin lémanique. Revue Suisse d'agriculture 36: 237–242.
- Dlabola J & Taimr L (1964) The dispersal flight of *Meligethes* beetles and spring migration of Delphacids with special reference to the application of the tracer method. Proceedings of the International Congress of Entomology, London 12: 328.
- Dlabola J & Taimr L (1965) Some results obtained with the application of the tracer method in insect migration and dispersion studies. Acta Entomologica Bohemoslovaca 62: 413–420.
- Ekbom B & Borg A (1996) Pollen beetle (*Meligethes aeneus*) oviposition and feeding preferences on different host plant species. Entomologia Experimentalis et Applicata 78: 291-299.
- Ekbom B & Ferdinand V (2003) Field oviposition rates and egg load dynamics of pollen beetles (*Meligethes aeneus* Fab.) (*Coleoptera: Nitidulidae*). Agricultural and Forest Entomology 5: 247-252.
- Ext W (1920) Beiträge zur Kenntnis des Rapsglanzkäfers *M. aeneus* F. Archiv für Naturgeschichte Abteilung A 9: 22–61.
- Ferguson AW, Campbell JM, Warner DJ, Watts NP, Schmitdt JEU & Williams IH (2003) Spatio-temporal distributions of *Meligethes aeneus* and its parasitoids in an oilseed rape crop and their significance for crop protection. In: Proceedings of Proc. 11th Int. Rapeseed Congress, Copenhagen, 6-10 July 2003. S. 1057-1059.
- Friederichs K (1921) Untersuchungen über den Rapsglanzkäfer in Mecklenburg. Zeitschrift für Angewandte Entomologie 7: 1–36.

- Fritzsche R (1957) Zur Biologie und Ökologie der Rapsschädlinge aus der Gattung *Meligethes*. Zeitschrift für Angewandte Entomologie 40: 222–280.
- Garbe V, Broschewitz B, Erichsen E, Hoßfeld R, Lauenstein G, Steinbach P, Ulber B & Zellner M (1996) Schadschwellen bei Rapsschädlingen. Raps 14: 58-63.
- Hansen LM (2003) Insecticide-resistant pollen beetles (*Meligethes aeneus* F.) found in Danish oilseed rape (*Brassica napus* L.) fields. Pest Management Science 59: 1057–1059.
- Heimbach U, Müller A & Thieme T (2006) First steps to analyse pyrethroid resistance of different oil seed rape pests in Germany. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes 58: 1–5.
- Hokkanen HMT (2000) The making of a pest: recruitment of *Meligethes aeneus* onto oilseed Brassicas. Entomologia Experimentalis et Applicata 95: 141-149.
- Hokkanen HMT (1991) Trap cropping in pest-management. Annual Review of Entomology 36: 119–138.
- Hokkanen HMT (1993) Overwintering survival and spring emergence in *Meligethes aeneus*: effects of body weight, crowding, and soil treatment with *Beauveria bassiana*. Entomologia Experimentalis et Applicata 67: 241–246.
- Hokkanen HMT, Granlund H, Husberg GB & Markulla M (1986) Trap crops used successfully to control *Meligethes aeneus* (Coleoptera; Nitidulidae), the rape blossom beetle. Annales Entomologici Fennici 52: 115–120.
- Husberg GB, Granlund H & Hokkanen HMT (1985) Controlling rape blossom beetles with trap crops. Vaxtskyddsnotiser 49: 98–101.
- Kaufmann O (1925) Beobachtungen und Versuche zur Frage der Überwinterung und Parasitierung von Ölfruchtschädlingen aus den Gattungen *Meligethes*, *Phyllotreta*, *Psyllodes* und *Ceutorrhynchus*. Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft 12: 109–169.
- Kenward H (1984) Mass migration of *Meligethes aeneus* (F.) (Col., Nitidulidae) at Bempton Cliffs, Yorkshire. Entomologist's Monthly Magazine 120: 236.
- Kdimati H (1990) Untersuchungen zur Befallsprognose des Rapsglanzkäfers (*Meligethes aeneus* F.) an Winterraps. Dissertation Universität Rostock.
- Klingenberg A & Ulber B (1994) Investigations on the occurrence of tersilochinae (Hym, *Ichneumonidae*) as parasitoids of oilseed rape pests in the Göttingen region in 1990 and 1991, and on their emergence following various tillage techniques. Journal of Applied Entomology 117: 287-299.
- Müller HJ (1941 a) Beiträge zur Biologie des Rapsglanzkäfers, *Meligethes aeneus* F. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz 51: 385–435.
- Müller HJ (1941 b) Weitere Beiträge zur Biologie des Rapsglanzkäfers, *Meligethes aeneus* F. (Über das Winterlager und die Massenbewegung im Frühjahr). Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz 51: 529–595.
- Nauen R (2007) [http://www.jki.bund.de/fileadmin/dam\\_uploads/\\_A/resistenz/insektizide\\_-\\_akarizide/5te\\_Kurzprotokoll\\_zur\\_5.\\_Sitzung\\_des\\_Fachausschuss\\_Pflan.pdf](http://www.jki.bund.de/fileadmin/dam_uploads/_A/resistenz/insektizide_-_akarizide/5te_Kurzprotokoll_zur_5._Sitzung_des_Fachausschuss_Pflan.pdf)
- Neumann N (2010) Lethal and sublethal effects of insecticides on mortality, migration and host searching behaviour of tersilochine parasitoids on winter oilseed rape. Dissertation Georg-August Universität Göttingen.
- Nielsen PS & Axelsen J (1988) Developmental time and mortality of the immature stages of the pollen beetle (*Meligethes aeneus* F.) under natural conditions. Journal of Applied Entomology 105: 198-204.

- Nilsson C (2004) Trap plants to avoid insecticide application against pollen beetles in oilseed rape. IOBC/wprs Bulletin 27(10): 215–221.
- Nilsson C (1994) Pollen beetles (*Meligethes* spp.) in oil seed rape crops (*Brassica napus* L.): Biological interactions and crop losses. Dissertation Swedish University of Agricultural Sciences.
- Nilsson C (1988a) Pollen beetles (*Meligethes aeneus* F.) and flowering in rape. Swedish Journal of Agricultural Research 18: 113-118.
- Nilsson C (1988b) The number of larval instars of *Meligethes aeneus* (F.) in southern Sweden. Växtskyddsnotiser 52: 151-152.
- Nilsson C & Andreasson B (1987) Parasitoids and predators attacking pollen beetles (*Meligethes aeneus* F.) in spring and winter rape in Southern Sweden. IOBC/wprs Bulletin 10: 64-73.
- Nitzsche O (1998) Auftreten und Effizienz von Parasitoiden als natürliche Gegenspieler von Schadinsekten in Winterraps unter besonderer Berücksichtigung unterschiedlicher Bodenbearbeitungsmaßnahmen nach Winterraps. Diss. Universität Göttingen.
- Nuss, H & Büchs W (2000) Zur Bedeutung epigäischer Raubarthropoden als Antagonisten von Blüten und Schotenschädlingen des Winterraps mit Verpuppung im Boden. Mitt der Dtsch Ges Allg Angew Ent 12, 141-147.
- R Development Core Team (2009) R: A language and environment for statistical computing [online]. Vienna, Austria: Foundation for Statistical Computing. <http://www.R-project.org>.
- Renken W (1956): Untersuchungen über Winterlager von Insekten. Z. Morphol. Ökol. Tiere 45: 34–106.
- Ripley B (2010) tree: Classification and regression trees [online]. <http://cran.r-project.org/web/packages/tree/index.html>.
- Sachs L (1999). Angewandte Statistik: Anwendung statistischer Methoden. 9. Aufl., Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York, 881 Seiten.
- Schierbaum-Schickler C (2005) Einfluß einer mehrjährig differenzierten Bodenbearbeitung auf die Befallsdichte und Populationsentwicklung von Schadinsekten in Winterrapskulturen. Dissertation Universität Göttingen.
- Sedivy J (1983) Tersilochinae as parasitoids of insect pests of winter rape (*Hymenoptera: Ichneumonidae*). Contributions of the American Entomological Institute 20: 266-276.
- Shelton AM & Badenes-Perez E (2006) Concepts and applications of trap cropping in pest management. Annual Review of Entomology 51: 285–308.
- Stechmann DH & Schütte F (1976) Zur Ausbreitung des Rapsglanzkäfers (*Meligethes aeneus* F.; Col., Nitidulidae) vor der Überwinterung. Anzeiger für Schädlingskunde, Pflanzenschutz, Umweltschutz 49: 183–188.
- Taimr L, Sedivy J, Bergmannova E, Hanker & I (1967) Further experience obtained in studies on dispersal flights of *Meligethes aeneus* F., marked with P32 (Coleoptera). Acta Entomologica Bohemoslovaca 64: 325–332.
- Thieme T, Heimbach U & Müller A (2010) Chemical control of insect pests and insecticide resistance in oilseed rape. Biocontrol-based intergrated mangement of oilseed rape pests (ed. by IH Williams) Springer Science + Business Media B.V. 2010, Dodrecht, Heidelberg, London, New York, pp. 313–336.
- Vietinghoff J (1985) Untersuchungen zur Schadwirkung und Befallsprognose des Rapsglanzkäfers (*Meligethes aeneus* F.). Dissertation Universität Rostock.

- Vietinghoff J, Daebeler F (1986): Neuere Gesichtspunkte bei der Handhabung des Bekämpfungsrichtwertes für den Rapsglanzkäfer. *NachrBl. Pflanzenschutz DDR* 40: 58-61.
- Wahmhoff W (2000): Integrierter Rapsanbau: Untersuchungen zur Entwicklung integrierter Produktionsverfahren am Beispiel des Winterrapses (*Brassica napus* L.). Erich Schmidt Verlag, Berlin: pp. 159.
- Williams IH (2006) Integrating parasitoids into management of pollen beetle on oilseed rape. *Agronomy Research* 4 (special issue): 465-470.
- Williams IH, Freason D, Barari H & McCartney A (2007) Migration to and dispersal from oilseed rape by the pollen beetle, *Meligethes aeneus*, in relation to wind direction. *Agricultural and Forest Entomology* 9: 279-286.
- Wratten SD, Lee G & Stevens DJ (1979) Duration of cereal aphid populations and the effects on wheat yield and quality. *Proceedings 1979 British Crop Protection Conference - Pests and Diseases 19<sup>th</sup> to 22<sup>nd</sup> November 1979. Hotel Metropole, Brighton, England, 1,2 and 3: 1-8.*
- Zaller JG, Moser D, Drapela T, Schmogger C & Frank T (2009) Parasitism of stem weevils and pollen beetles in winter oilseed rape is differentially affected by crop management and landscape characteristics. *Biocontrol* 54: 505-514.