

**Auftreten und Bekämpfung phytophager
Insekten an Getreide und Raps in
Schleswig-Holstein**

Gerd Kirch

Aus dem

Institut für Phytopathologie und Angewandte Zoologie
der Justus-Liebig-Universität Gießen
Professur für Angewandte Entomologie
Leiter Prof. Dr. A. Vilcinskas

**Auftreten und Bekämpfung phytophager
Insekten an Getreide und Raps in
Schleswig-Holstein**

Inaugural-Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades (Dr. agr.) im
Fachbereich Agrarwissenschaften,
Ökotoxikologie und Umweltmanagement
der Justus-Liebig-Universität Giessen

vorgelegt von
Dipl.-Ing. agr. Gerd Kirch
aus Kaiserslautern

Giessen, September 2006

Tag der Disputation: 29. September 2006

Mitglieder der Prüfungskommission:

| | |
|---------------|----------------------|
| Vorsitzender: | Prof. Dr. Hoy |
| 1. Gutachter: | Prof. Dr. Basedow |
| 2. Gutachter: | Prof. Dr. Honermeier |
| Prüfer: | Prof. Dr. Schubert |
| Prüfer: | Prof. Dr. Vilcinskas |

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|---------|---|----|
| 1 | Einleitung und Problemstellung | 7 |
| 2 | Kontext und Literaturübersicht | 9 |
| 2.1 | Vorbemerkung | 10 |
| 2.2 | Bedeutung von Getreide und Raps | 11 |
| 2.2.1 | Getreide weltweit | 11 |
| 2.2.2 | Raps weltweit | 12 |
| 2.2.3 | Getreide in Deutschland | 13 |
| 2.2.4 | Raps in Deutschland | 15 |
| 2.2.5 | Getreide und Raps in Schleswig-Holstein | 17 |
| 2.3 | Entwicklung des Insektizidmarktes in Deutschland | 20 |
| 2.4 | Resistenzen gegenüber Insektiziden in Deutschland | 21 |
| 2.5 | Bedeutung der auftretenden Schädlinge | 23 |
| 2.5.1 | Schädlinge im Getreide | 23 |
| 2.5.1.1 | Getreidehähnchen | 23 |
| 2.5.1.2 | Getreideblattläuse | 24 |
| 2.5.2 | Schädlinge im Raps | 25 |
| 2.5.2.1 | Rapsglanzkäfer | 25 |
| 2.5.2.2 | Rapsstängelrüssler | 26 |
| 2.5.2.3 | Kohlschotenrüssler | 27 |
| 2.5.2.4 | Kohlschotenmücke | 27 |
| 2.6 | Biologie der Schädlinge | 28 |
| 2.6.1 | Schädlinge im Getreide | 28 |
| 2.6.1.1 | Getreidehähnchen | 28 |
| 2.6.1.2 | Getreideblattläuse | 30 |
| 2.6.2 | Schädlinge im Raps | 33 |
| 2.6.2.1 | Rapsglanzkäfer (<i>Meligethes aeneus</i>) | 33 |
| 2.6.2.2 | Großer Rapsstängelrüssler (<i>Ceutorhynchus napi</i>) | 34 |
| 2.6.2.3 | Kohlschotenrüssler (<i>Ceutorhynchus assimilis</i>) | 36 |
| 2.6.2.4 | Kohlschotenmücke (<i>Dasineura brassicae</i>) | 37 |
| 2.7 | Möglichkeiten der Bekämpfung | 39 |
| 2.7.1 | Biologische Methoden | 39 |
| 2.7.2 | Physikalische Methoden | 42 |
| 2.7.3 | Chemische Methoden | 42 |
| 2.8 | Chemische Bekämpfung | 43 |
| 2.8.1 | Wirkstoffgruppe der Pyrethroide | 43 |
| 2.8.2 | Wirkstoffgruppe der Carbamate | 45 |
| 2.8.3 | Wirkstoffgruppe der Pyridin-azomethine | 47 |

| | | |
|---------|---|----|
| 3 | Material und Methoden | 48 |
| 3.1 | Feldversuche | 48 |
| 3.1.1 | Feldversuche in Raps | 49 |
| 3.1.1.1 | Standorte, Vorfrüchte, Bestandesführung | 49 |
| 3.1.1.2 | Versuchsplan | 51 |
| 3.1.1.3 | Behandlungsdaten | 52 |
| 3.1.1.4 | Wirksamkeitsbonituren und Ertragserhebungen | 52 |
| 3.1.1.5 | Qualitätsbestimmungen | 54 |
| 3.1.1.6 | Statistik | 54 |
| 3.1.2 | Feldversuche in Weizen und Hafer | 54 |
| 3.1.2.1 | Standorte, Vorfrüchte, Bestandesführung | 54 |
| 3.1.2.2 | Versuchspläne | 56 |
| 3.1.2.3 | Behandlungsdaten | 58 |
| 3.1.2.4 | Wirksamkeitsbonituren und Ertragserhebungen | 58 |
| 3.1.2.5 | Qualitätsbestimmungen | 60 |
| 3.1.2.6 | Statistik | 60 |
| 3.2 | Erhebungen zum Einsatz von Insektiziden in Schleswig-Holstein | 61 |
| 4 | Ergebnisse | 62 |
| 4.1 | Feldversuche im Winterraps | 62 |
| 4.1.1 | Witterungsverläufe in den Monaten April bis Mai der Versuchsjahre 1999 bis 2001 | 62 |
| 4.1.2 | Populationsentwicklung des Rapsglanzkäfers <i>Meligethes aeneus</i> in den Jahren 1999 bis 2001 | 65 |
| 4.1.3 | Populationsentwicklung des Kohlschotenrüsslers <i>Ceutorhynchus assimilis</i> in den Jahren 1999 bis 2001 | 67 |
| 4.1.4 | Schadschwellen für <i>Meligethes aeneus</i> und <i>Ceutorhynchus assimilis</i> in den Versuchsjahren 1999 bis 2001 | 69 |
| 4.1.5 | Wirksamkeit ausgewählter Insektizide | 70 |
| 4.1.5.2 | Wirksamkeit von Insektiziden auf <i>Meligethes aeneus</i> | 71 |
| 4.1.5.3 | Wirksamkeit von Insektiziden auf <i>Ceutorhynchus assimilis</i> | 76 |
| 4.1.6 | Einfluss unterschiedlicher Standorte auf die Befallsentwicklung von <i>Ceutorhynchus assimilis</i> und <i>Meligethes aeneus</i> | 79 |
| 4.1.7 | Ertragsergebnisse | 81 |
| 4.1.8 | Qualitätsdaten | 85 |
| 4.1.9 | Wirtschaftlichkeitsberechnung | 86 |
| 4.2 | Feldversuche im Winterweizen | 89 |
| 4.2.1 | Witterungsverläufe in den Monaten Juni bis Juli der Versuchsjahre 1999 bis 2001 | 89 |
| 4.2.2 | Populationsentwicklung der Getreidehähnchen, <i>Oulema</i> spp. in den Jahren 1999 -2001 | 92 |
| 4.2.3 | Populationsentwicklung der Getreideblattläuse in den Jahren 1999-2001 | 95 |
| 4.2.4 | Blattlausarten | 98 |
| 4.2.5 | Wirksamkeit ausgewählter Insektizide | 99 |

| | | |
|---------|---|-----|
| 4.2.5.2 | Wirksamkeit von Insektiziden auf die Larven der Getreidehähnchen <i>Oulema melanopus</i> und <i>Oulema lichenis</i> | 100 |
| 4.2.5.3 | Wirksamkeit von Insektiziden auf die Getreideblattläuse, <i>Sitobion avenae</i> , <i>Rhopalosiphum padi</i> und <i>Metopolophium dirhodum</i> | 102 |
| 4.2.6 | Ertragsergebnisse | 105 |
| 4.2.7 | Vergleich unterschiedlicher Applikationstermine zur Bekämpfung der Getreideblattläuse | 111 |
| 4.2.8 | Befalls-Verlust Relationen | 113 |
| 4.2.9 | Sekundärauswirkungen eines Blattlausbefalles in Weizen | 116 |
| 4.2.10 | Wirtschaftlichkeitsberechnungen | 117 |
| 4.2.11 | Qualitätsdaten im Weizen | 119 |
| 4.3 | Feldversuche in Hafer | 123 |
| 4.3.1 | Populationsentwicklung der Getreidehähnchen, <i>Oulema</i> spp. in den Jahren 2000 und 2001 | 124 |
| 4.3.2 | Populationsentwicklung der Getreideblattläuse in den Jahren 2000 und 2001 | 125 |
| 4.3.3 | Bekämpfungsversuche | 125 |
| 4.4 | Entwicklung des Einsatzes von Insektiziden in Schleswig-Holstein | 127 |
| 5 | Diskussion | 133 |
| 5.1 | Diskussion der Ergebnisse im Raps | 133 |
| 5.2 | Diskussion der Ergebnisse im Getreide | 137 |
| 6 | Zusammenfassung | 144 |
| 7 | Literaturverzeichnis | 148 |

Abkürzungen

| | |
|-------------|---|
| SC | Suspensionskonzentrat |
| CS | Kapselsuspension |
| GEP | Gute experimentelle Praxis |
| BBA | Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft |
| F | Fahnenblatt |
| r | Korrelationskoeffizient |
| TKG | Tausendkorngewicht |
| GD | Grenzdifferenz |
| DAA | Days after application (Tage nach der Applikation) |
| z.B. 1DAA1 | ein Tag nach der ersten Applikation |
| rel. Ertrag | Relativertrag |
| A-Weizen | Aufmischweizen |
| B-Weizen | Brot- oder Backweizen |

1 Einleitung und Problemstellung

Das Getreide und der Raps nehmen in der deutschen Landwirtschaft einen hohen Stellenwert ein. Gerade das Bundesland Schleswig-Holstein steht mit seinen durchschnittlichen Hektarerträgen an der Spitze der landwirtschaftlich bedeutendsten Bundesländer. Diese Erträge sind nur durch intensive Landwirtschaft zu erzielen, mit allen negativen Folgen die diese mit sich bringt. So ist seit Jahren ein Anstieg des Krankheitsdruckes zu verzeichnen, der immer höhere Anforderungen an die Bekämpfung stellt. Diese Veränderung bleibt jedoch keineswegs auf Krankheiten beschränkt. Auch die Insektenvielfalt ist von dieser Intensivierung betroffen. Dies betrifft sowohl die phytophagen Insekten, als auch die Nützlinge.

Schon seit einigen Jahren wurde daher begonnen, Versuche über die Bekämpfungswürdigkeit und den optimalen Bekämpfungstermin von verschiedenen Insektenarten durchzuführen. Daraus resultierten bis heute zahlreiche unterschiedliche Schadschwellenkonzepte, so dass es dem Landwirt immer schwieriger fällt, in der Fülle der Möglichkeiten das richtige Konzept auszuwählen. Dabei muss vor allem dem Landwirt in der heutigen Zeit daran gelegen sein, eine Bekämpfung nur durchzuführen sofern diese wirtschaftlich sinnvoll ist. Bei steigenden Energie- und Rohstoffpreisen wird er mehr als einmal den Nutzen der unterschiedlichen Behandlungen hinterfragen.

Gerade im Raps und Getreide kann der Befall mit phytophagen Insekten teilweise zu hohen Ertragsausfällen führen. So sei für den Raps der Rapsglanzkäfer, *Meligethes aeneus* zu erwähnen, der bei starkem Befallsdruck hohe Ertragsausfälle (beim Sommerraps bis zu 50 %) verursachen kann. Aber auch der Kohlschotenrüssler, *Ceutorhynchus assimilis*, kann zu größeren Ertragsausfällen führen. Im Getreide sind es vor allem die vorkommenden Blattlausarten, sowie die Larven der Getreidehähnchen, *Oulema* spp., die höhere Ertragsausfälle bewirken können.

Um zielgerichtet diese Insekten zu bekämpfen, ist es notwendig ausreichend Kenntnisse über die Befallsausbreitung, das Schadpotential der entsprechenden Arten zu sammeln.

Genau darin liegt das Hauptanliegen der vorliegenden Arbeit.

Durch die Anlage von dreijährigen Feldversuchen in Raps und Getreide in Schleswig-Holstein sollten mehr Daten über das Schadpotential verschiedener Insektenarten in diesem Bundesland gesammelt werden, um mit den Ergebnissen praktikable Empfehlungen zur Bekämpfung nach Schadschwellen geben zu können.

Die Arbeit befasst sich daher mit folgenden Schwerpunkten:

- Welches Schadpotential haben die unterschiedlichen phytophagen Insektenarten in Raps und Weizen?
 - Getreidehähnchen und Blattläuse im Weizen und Hafer
 - Rapsglanzkäfer und Kohlschotenrüssler im Raps
- Hat ein Befall mit den Schaderregern lediglich Einfluss auf den Ertrag oder werden auch Qualitätsparameter beeinflusst?
- Wann lohnt sich eine Bekämpfung der auftretenden Arten und ist eine solche Bekämpfung wirtschaftlich?
- Kann eine Bekämpfung nach Schadschwellen durchgeführt werden?
- Gibt es Standorte bei denen auf Grund der Lage eine größere Gefahr der Besiedlung zu erwarten ist?
- Können neue Insektizide bessere Alternativen der Bekämpfung bieten?
- Wie verhält sich der Landwirt gegenüber dem Insektizideinsatz?

2 Kontext und Literaturübersicht

Das nachfolgende Kapitel stellt weniger eine Literaturübersicht zum gewählten Themenkomplex der vorliegenden Arbeit dar, sondern versucht die Insektizidbehandlung in Getreide und Raps in einem größeren Zusammenhang zu setzen. Dies wird in sofern als wichtig erachtet, da in der heutigen Zeit der Pflanzenschutzmitteleinsatz grundsätzlich immer mehr in Frage gestellt wird, ja von vielen Gruppen sogar verteufelt wird. Oftmals sieht sich der Landwirt an den Pranger gestellt. Innerhalb weiter Teile der Bevölkerung ist nicht genug Wissen über die Hintergründe und Zusammenhänge der Landwirtschaft vorhanden, gerade weil die Vermittlung dieses Wissens nicht zwangsläufig zum Lehrstoff in Schulen gehört.

Ohne die eigentlichen Versuchsfragestellungen dieser Arbeit aus den Augen zu verlieren, gibt nachfolgendes Kapitel einen kurzen Abriss der Bedeutung von Getreide und Raps im weltweiten Vergleich, den auftretenden Insektenarten und ihrer Bekämpfungsmöglichkeit, sowohl Möglichkeiten der biologischen, physikalischen als auch der chemischen Bekämpfung. Themen wie praktikable Prognosemodelle, Biologie und Schadpotential der Erreger werden hier ebenso abgehandelt, wie eine kurze Übersicht der wichtigsten insektiziden Wirkstoffgruppen, die für den Ackerbau Bedeutung haben.

Obwohl im Verlauf des Kapitels auch der Stand der Forschung zum Themenkomplex der Arbeit aufgegriffen wird, kann dieses Kapitel dennoch als eigenständiger, ergänzender Teil der Arbeit angesehen werden.

2.1 Vorbemerkung¹

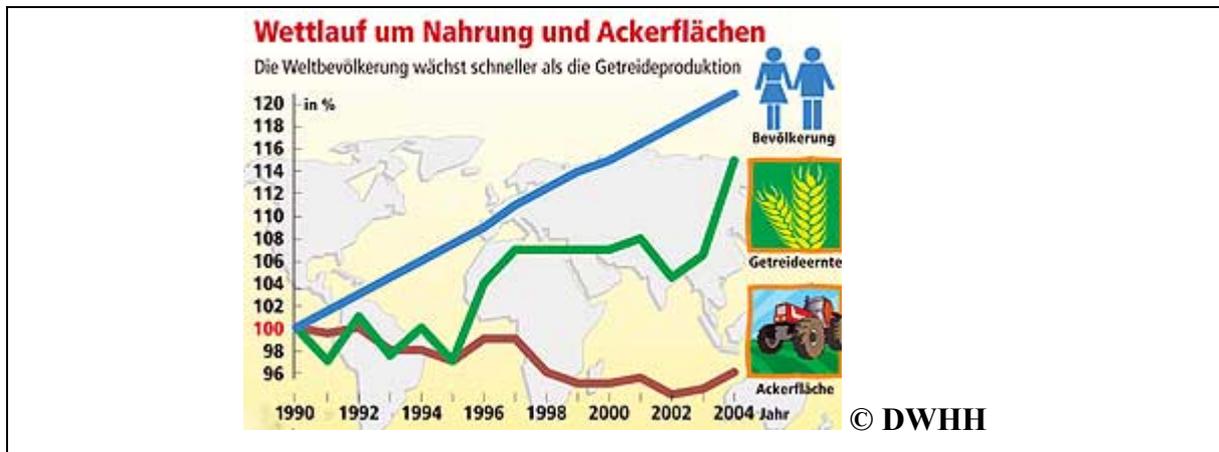


Abb. 1: Wettlauf um Nahrung und Ackerflächen (Quelle: Deutsche Stiftung Welthungerhilfe)

Weltweit wurden 2004 über zwei Milliarden Tonnen Getreide geerntet – ein Rekord und rund 16 Prozent mehr als zehn Jahre zuvor. Doch das Jahr 2004 war ein Ausnahmejahr. Durchschnittlich wächst die Erntemenge schon seit vielen Jahren langsamer als die Weltbevölkerung. Heute werden gut 300 Kilogramm Getreide pro Erdbewohner geerntet. Das entspricht etwa dem Stand vor 30 Jahren. Die zwischenzeitlichen Erfolge durch verbessertes Saatgut, intensive Bewässerung, Dünger- und Pflanzenschutzmitteleinsatz sind vom Bevölkerungswachstum aufgezehrt. Dennoch wird rein rechnerisch genug Getreide produziert, um alle Menschen ausreichend zu ernähren. Aber fast die Hälfte davon wird an Vieh verfüttert. Aus 100 Kalorien im Getreide werden zehn Kalorien im Fleisch. Durch diese „Veredelung“ gehen 90 Prozent der geernteten Nahrungskalorien verloren.

Dramatisch entwickelt sich die verfügbare Ackerfläche pro Kopf der Erdbbevölkerung. Heute steht für den Anbau von Getreide etwa genau so viel Fläche zur Verfügung wie 1970 – damals gab es knapp drei Milliarden Menschen weniger. Damals wurden weltweit rund 0,18 Hektar Ackerfläche pro Kopf angebaut, heute sind es noch knapp 0,11 ha. Dieser Trend wird anhalten.

Durch Erosion, Versalzung oder Austrocknung gehen jährlich rund sieben Millionen Hektar landwirtschaftlicher Nutzfläche verloren – alle fünf Jahre eine Fläche von der Größe Deutschlands. Das entspricht etwa einem halben Prozent der weltweiten Landwirtschaftsflächen. Zugleich werden immer neue Flächen durch künstliche Bewässerung, durch Ter-

¹ Deutsche Stiftung Welthungerhilfe, Friedrich Ebert Str. 1, D-53173 Bonn, Online, Dezember 2005, „www.welthungerhilfe.de/die_stiftung.html“

rassierung und Abholzen urbar gemacht. Damit sind meist gravierende Eingriffe in den Naturhaushalt verbunden.

Dieses weltweite Geschehen unterstreicht die Forderung nach dem Erhalt der landwirtschaftlichen Flächen und der nachhaltigen Produktion von Getreide und Ölfrüchten in Deutschland. Auf Grund der fruchtbaren Böden, der hohen Hektarerträge, der großen Schläge und der durchschnittlichen Betriebsgröße kommt dem Land Schleswig-Holstein hierbei eine Schlüsselrolle in Deutschland zu, obwohl die absolute Fläche im Vergleich zu anderen Bundesländern relativ klein ist.

2.2 Bedeutung von Getreide und Raps

2.2.1 Getreide weltweit²

Weltgetreideproduktion

Mio Tonnen

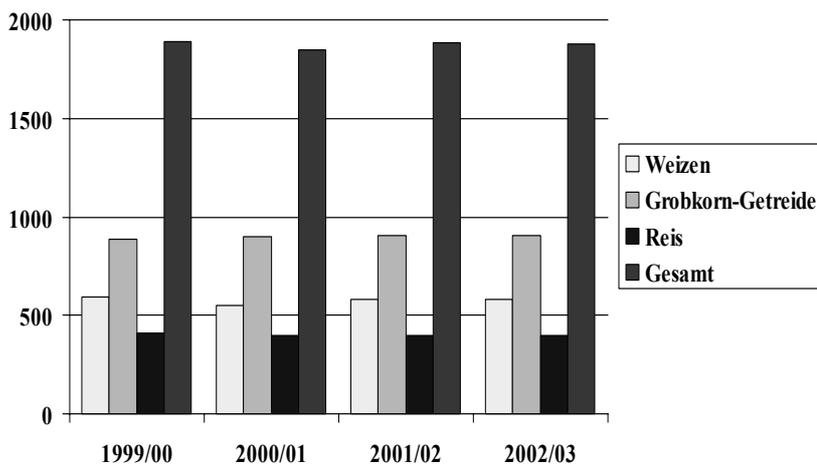


Abb. 2: Weltgetreideproduktion (Quelle: FAO)

Die weltweit bedeutendsten Getreidekulturen sind laut FAO-Erhebungen aus den Jahren 1999 bis 2003 in absteigender Reihenfolge Mais, Weizen und Reis. Führend im Anbau von Getreide - sowohl bei Weizen als auch bei Reis ist China. Das zweite Hauptanbauland ist Indien. Erst danach folgen die USA, die als weltweit größter Exporteur gelten.

In den letzten 50 Jahren fanden große Verschiebungen sowohl bei den Anbauregionen als auch bei den Getreidearten statt. So hat z.B. Weizen kontinuierlich an Bedeutung gewonnen, während andere Getreidearten wie Roggen, Hafer und Gerste entsprechend an Bedeu-

² Food and Agriculture Organization of the United Nations, Online, Dezember 2005, "www.fao.org"

tung verloren haben. Gerste steht immer noch an 4. Stelle hinsichtlich Produktion, wird aber vorwiegend zu Futter- und Brauzwecken angebaut. Deutschland ist eines der wichtigsten Anbaugeländer für Gerste weltweit. Die in Deutschland nicht kultivierte Sorghumhirse steht weltweit an 5. Stelle und wird vorwiegend in der dritten Welt, insbesondere zu Futterzwecken, angebaut. Indien ist das Hauptanbaugeländer für Hirse. Erst an 6. Stelle der Welterzeugung folgt Hafer mit Spanien als bedeutendem Anbaugeländer und an 7. Stelle Roggen mit Polen, gefolgt von Deutschland als Hauptanbaugeländer.

2.2.2 Raps weltweit³

Weltproduktion an Ölsaaten

Mio Tonnen

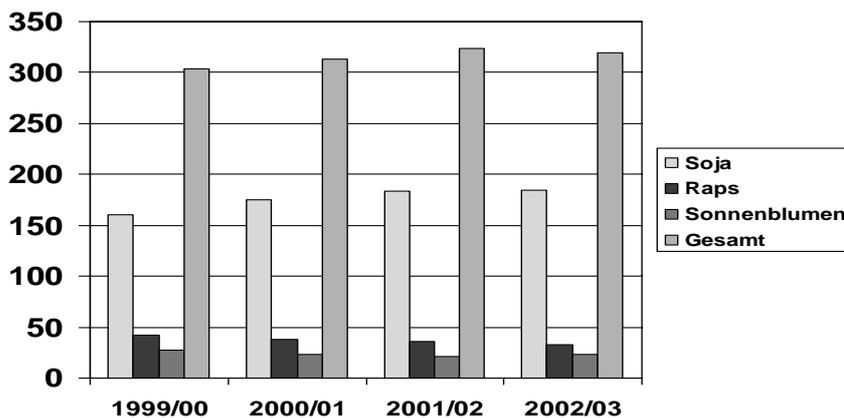


Abb. 3: Weltproduktion an Ölsaaten (Quelle: FAO)

Die weltweit bedeutendsten Ölsaaten laut FAO-Erhebungen aus den Jahren 1999 bis 2003 sind in absteigender Reihenfolge Sojabohnen, Raps (Canola) und Sonnenblumen. Führend im Anbau von insbesondere Sojabohnen sind die USA gefolgt von Brasilien und Argentinien. Etwa 85 % der US und ca. 98 % der argentinischen Anbaufläche werden mit gentechnisch veränderten Sorten bestellt.

Mengenmäßig führend im Anbau von Raps ist China. An zweiter Stelle steht die Europäische Gemeinschaft, wobei Deutschland wiederum einer der Hauptanbaugeländer innerhalb der EU ist. Kanada folgt an dritter Stelle und bezeichnet sich als weltweit größter Exporteur. Etwa zwei Drittel der kanadischen Anbaufläche von ca. 4 Millionen werden mit gentechnisch veränderten Sorten bestellt.

³ Food and Agriculture Organization of the United Nations, Online, Dezember 2005, "www.fao.org"

2.2.3 Getreide in Deutschland^{4 5 6 7 8 9 10}

Getreidefläche in Deutschland

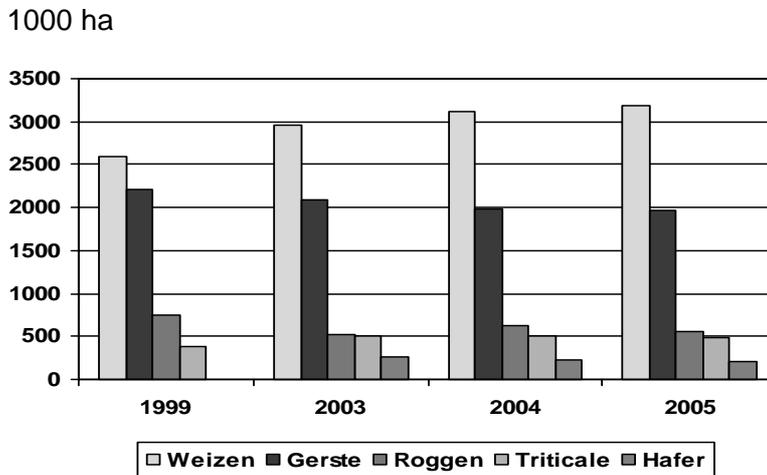


Abb. 4: Getreidefläche in Deutschland (Quelle: Statistisches Bundesamt Deutschland)

Laut Angaben des Statistischen Bundesamtes für die Jahre 1999 bis 2005 ist der Weizen (derzeit knapp 3,2 Millionen ha) die sowohl flächen- als auch mengenmäßig bedeutendste Getreideart in Deutschland, seit 1999 mit steigender Tendenz. An zweiter Stelle folgt die Gerste (derzeit knapp 2,0 Millionen ha), deren Anbaufläche in den letzten Jahren leicht zurückgegangen ist. Flächenmäßig deutlich kleiner steht der Roggen an dritter Stelle (derzeit ca. 550.000 ha). Seine Anbaufläche blieb in den letzten Jahren konstant. Leicht zugenommen hat die Anbaufläche von Triticale (derzeit etwa 480.000 ha), der damit an vierter Stelle steht. Die Getreideart mit der geringsten Bedeutung in Deutschland ist der Hafer (derzeit gut 200.000 ha), dessen Anbaufläche jedoch in den letzten Jahren gleich blieb. Mais (Körner- + Silomais) wurde in o.g. Grafik nicht aufgeführt, da er zum Grobgetreide zu rechnen ist und sich sowohl bei der Anbautechnik als auch bei Krankheits- und Schädlings-

⁴ Statistisches Bundesamt Deutschland, Landwirtschaft 2005, Online, Dezember 2005, „www.destatis.de/themen/d/thm_land.php“

⁵ Landwirtschaft in Zahlen 2003, Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, 2004

⁶ BROUWER, W., 1972. Handbuch des Speziellen Pflanzenbaues - Band I, Paul Parey, Berlin und Hamburg

⁷ BROUWER, W., 1976. Handbuch des speziellen Pflanzenbaues - Band 2. Paul Parey, Berlin und Hamburg

⁸ FORRER, H.R., 1986. Entwicklungen in der Krankheitsbekämpfung im intensiven Getreidebau. Schweizerische Landwirtschaftliche Forschung 3/4, 25. Jrg.

⁹ GINDRAT, D., 1986. Analyse Ausgewählter Landwirtschaftlicher Kulturen - Getreide. Schweizerische landwirtschaftliche Forschung 3/4, 25. Jrg.

¹⁰SCHMID, J.E.; K. CARREL; P. STAMP. Gentechnisch veränderte krankheits- und schädlingsresistente Nutzpflanzen. Institut für Pflanzenwissenschaften, Eidgen. T.H., Zürich. Online, Dezember 2005, „www.infofarm.de/dsd/virtual_expo/pavillon_160/sources_pavillon_160/praxis/www_bats_ch/data/german/k9titel.htm“

befall deutlich von den anderen Getreidearten unterscheidet. Die flächenmäßige Bedeutung betrachtend steht er hinter der Gerste aber deutlich vor dem Roggen.

Weizen ist die dominierende Kulturart im Getreidebau. Seit 1975 erfolgte eine ständige Intensivierung des Weizenanbaus sowohl bezüglich des Anteils in der Fruchtfolge als auch der Produktivitätssteigerung im Anbau. Bis 1970 wurden in Deutschland kaum Fungizide zur Bekämpfung von Getreidekrankheiten eingesetzt. Der Pflanzenschutz bestand damals ausschließlich aus Resistenzzüchtung und Kulturmaßnahmen, die einem Befall vorbeugten oder ihn regulierten. 1984 wurde bereits 70% der Anbaufläche mit 1,4 Fungizidbehandlungen gespritzt. Dies entsprach bereits der vierfachen Spritzintensität gegenüber 1975. Wegen der damaligen hohen Getreidepreise lohnte sich eine Fungizidbehandlung schon bei geringem Befallsdruck. Bei den heutigen niedrigen Marktpreisen wäre die in der Praxis gängige hohe Spritzintensität ohne die flächengebundenen Direktzahlungen aus Brüssel nicht mehr zu halten. Werden diese Zahlungen reduziert, könnte das zu deutlichen Veränderungen in der Flächenstruktur mit einer Hinwendung zum extensiven Getreidebau führen.

Weizen braucht ein eher warmes Klima und eine jährliche Niederschlagsmenge von etwa 600 bis 800 mm. Außerdem verlangt diese Kulturart Böden mit hohem Tonanteil und guter Wasserkapazität. Die Entwicklung des Weizens verläuft relativ schnell und kurz. Die Vorfrucht, die Bodenbearbeitung, der Saatzeitpunkt, die Sortenwahl, die Düngung, Pflanzenschutz usw. sind wichtige Einflussfaktoren für einen erfolgreichen Anbau. Weizen verlangt als Vorfrüchte Kulturen, die den Boden in gutem Garezustand mit leicht aufnehmbaren Nährstoffen zurücklassen; gut geeignet sind z.B. Ölfrüchte (Raps), Hackfrüchte (v.a. frühe und mittelspäte Kartoffeln, früh gerodete Rüben) und Leguminosen (z.B. Erbsen).

Durch den massiven Einsatz von chemischen Pflanzenschutzmitteln ist es zu einer Verarmung der Nützlingsfauna und der Antagonistenflora gekommen, wodurch die Anfälligkeit für Schädlinge aller Art zunimmt. Aus diesen und wirtschaftlichen Gründen ist die Schädlingsbekämpfung mehr denn je auf zuverlässige Schadschwellen angewiesen.

2.2.4 Raps in Deutschland^{11 12 13 14 15 16}

Ölfruchtfläche in Deutschland

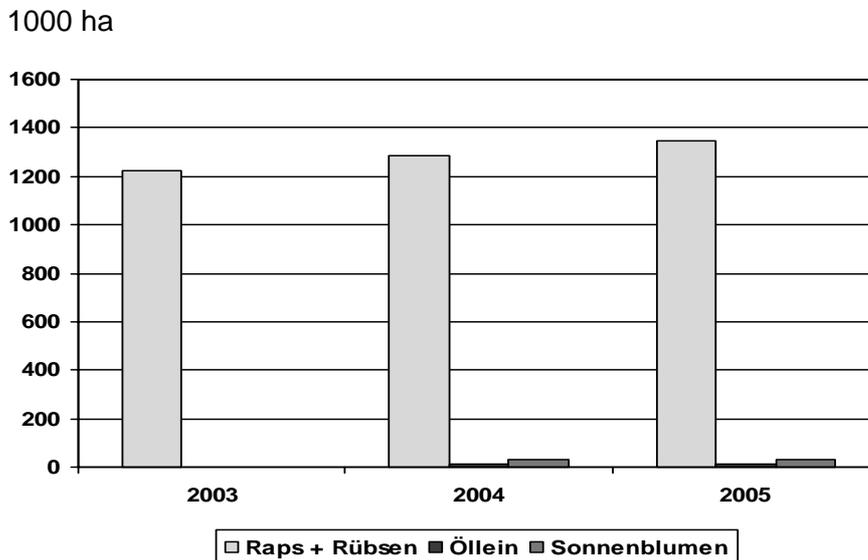


Abb. 5: Ölfruchtfläche in Deutschland (Quelle: Statistisches Bundesamt Deutschland)

Laut Angaben des Statistischen Bundesamtes für die Jahre 2003 bis 2005 ist der Raps mit Abstand (derzeit etwa 1,3 Millionen ha) die sowohl flächen- als auch mengenmäßig bedeutendste Ölfrucht in Deutschland, Tendenz leicht steigend seit 2003. Flächenmäßig von untergeordneter Bedeutung ist der Rübsen, dessen Anbaufläche bei etwa 30.000 ha liegt und diesbezüglich mit den Sonnenblumen vergleichbar ist. Die Ölfrucht mit der geringsten Bedeutung in Deutschland ist der Öllein.

Auf Grundlage einer aktuellen Befragung schätzt das von der UFOP beauftragte Marktforschungsinstitut Produkt + Markt die Winterrapsanbaufläche zur Ernte 2006 auf 1.427.057 ha. Somit ergibt sich gegenüber der Ernte 2005 eine Ausdehnung der Anbaufläche für Winterraps von bundesweit 7,8 %. In Deutschland wird zur Ernte 2006 soviel Win-

¹¹ Statistisches Bundesamt Deutschland, Landwirtschaft 2005, Online, Dezember 2005, „www.destatis.de/themen/d/thm_land.php“

¹² Landwirtschaft in Zahlen 2003, Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, 2004

¹³ FRIED, P.M., 1993. Expertise betreffend Möglichkeiten des Einsatzes biotechnologischer Methoden zur Erhöhung der Resistenz gegen Krankheiten und Schädlinge wichtiger Kulturpflanzen der Schweiz, Schweizerischer Nationalfonds, Schwerpunktprogramm Biotechnologie (Modul 6), BATS, Basel

¹⁴ BROUWER, W., 1976. Handbuch des speziellen Pflanzenbaues - Band 2. Paul Parey, Berlin und Hamburg.

¹⁵ SCHMID, J.E.; K. CARREL; P. STAMP. Gentechnisch veränderte krankheits- und schädlingsresistente Nutzpflanzen. Institut für Pflanzenwissenschaften, Eidgen. T.H., Zürich. Online, Dezember 2005, „www.infofarm.de/dsd/virtual_expo/pavillon_160/sources_pavillon_160/praxis/www_bats_ch/data/german/k9titel.htm“

¹⁶ Ergebnisse der UFOP-Studie zum Winterrapsanbau zur Ernte 2006, *Produkt + Markt*, D-49134 Wallenhorst. Online, Dezember 2005, „info@ProduktundMarkt.de“

terraps angebaut wie in keinem anderen Jahr zuvor. Im Ranking der Bundesländer nach Anbauflächen führt Mecklenburg-Vorpommern mit rund 240.000 ha deutlich vor Bayern mit rund 170.000 ha und Sachsen-Anhalt mit rund 160.000 ha Winterrapsanbau. Es folgen Niedersachsen und Sachsen mit jeweils etwas über 125.000 ha, sowie Brandenburg mit rund 120.000 ha und Schleswig-Holstein mit 115.000 ha.

Das insgesamt größte Segment stellt der **Food-Anbau** auf der Basisfläche dar. Dieser Anbau wird in 2006 im Vergleich zum Vorjahr um 9,3 % (83.569 ha) ausgedehnt. Dabei gibt es sehr große Unterschiede zwischen den einzelnen Bundesländern. So verzeichnet der Food-Raps Zuwachsraten in Höhe von 23,8 % in Baden-Württemberg, von 18,9 % in Nordrhein-Westfalen, von 17,6 % in Sachsen-Anhalt, von 16,5 % in Niedersachsen und von 16,1 % in Schleswig-Holstein. Winterrapsanbau als **Energiepflanze** ist bisher das kleinste Segment, welches wiederum die höchsten Wachstumsraten aufweist. Bundesweit könnten bis Januar 2006 für rund 145.000 ha Verträge mit Verarbeitern abgeschlossen werden, was einer Ausdehnung der Anbaufläche um 20,5 % oder 24.659 ha entspricht. Der Anstieg des Rapsanbaus als Energiepflanze ist in allen Bundesländern zu beobachten, allerdings aufgrund des unterschiedlichen Ausgangsniveaus zur Ernte 2005 mit sehr unterschiedlichen absoluten Flächenzahlen. Über drei Viertel des Gesamtanbauumfangs an Winterraps als Energiepflanze liegt zur Ernte 2006 in den neuen Bundesländern, knapp 30 % oder 41.965 ha allein in Mecklenburg-Vorpommern.

Seit den 70er Jahren hat der Rapsanbau eine starke Ausdehnung erfahren, nachdem zuerst erucasäurefreie und später glucosinolatarme Sorten auf den Markt kamen. Dadurch, dass diese Sorten neue Absatzmärkte in der Human- und Tierernährung erschlossen haben, war eine Ausweitung der Anbaufläche möglich. Der neueste Absatzmarkt, der eine Ausdehnung der Anbaufläche zur Folge hat, ist der Energiebereich (z. B. Biodiesel). Die Intensivierung des Rapsanbaus hat jedoch aus phytomedizinischer Sicht negative Folgen. Probleme mit Schädlingen und Krankheiten können dadurch zunehmen. So kann der vermehrte Anbau in Verbindung geänderter Bodenbearbeitungsverfahren zu einer Zunahme der Rapsstängelrüssler-Populationen führen (WAMHOFF et al. 1999, NUSS et al. 2002).

Raps ist ein idealer Fruchtfolgepartner, da er mit andern Kulturen nur wenige Krankheiten und Schädlinge gemeinsam hat. Jedoch ist er mit der Zuckerrübe schlecht verträglich, weil beide Wirtspflanzen der Rübenzystennematoden (*Heterodera schachtii*) sind. Aus diesem

Grund wird eine Anbaupause von drei Jahren empfohlen. In einer achtjährigen Fruchtfolge sollten deshalb nur je einmal Zuckerrüben und Raps angesät werden. Ebenfalls ist darauf zu achten, dass in Fruchtfolgen mit Zuckerrüben für den Zwischenfutterbau nur nematodenresistente Sorten von Kreuzblütlern angebaut werden.

2.2.5 Getreide und Raps in Schleswig-Holstein^{17 18 19}

Getreide- und Rapsfläche in Schleswig-Holstein

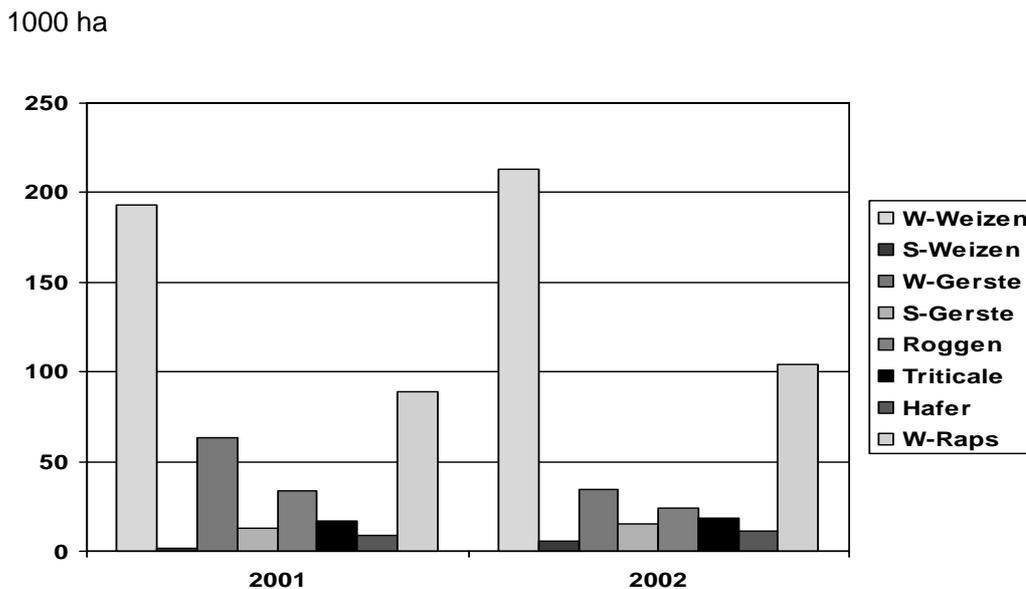


Abb. 6: Getreide- und Rapsfläche in Schleswig-Holstein
(Quelle: Statistisches Landesamt Schleswig-Holstein)

Laut Angaben des Statistischen Landesamtes Schleswig-Holstein für die Jahre 2001 und 2002 ist der Winterweizen mit deutlichem Abstand die sowohl flächen- als auch mengenmäßig bedeutendste Getreideart in Schleswig-Holstein. Im Jahr 2002 übertraf die Anbaufläche 200.000 ha, mit steigender Tendenz. Der Anbau von Sommerweizen ist relativ unbedeutend und bewegt sich zwischen 2000 und 6000 ha. An zweiter Stelle folgt die Wintergerste, deren Anbaufläche in den letzten Jahren leicht abnahm. Die Sommergerste ist flächenmäßig weniger bedeutend und bewegte sich zwischen 12.000 und 15.000 ha. An dritter Stelle steht der Roggen, dessen Anbaufläche von 33.000 auf 23.000 ha zurückging. Danach

¹⁷ Statistisches Landesamt Schleswig-Holstein, Ernteberichterstattung Feldfrüchte und besondere Erntermittlung, Online, Dezember 2005, „www.statistik-sh.de/“

¹⁸ Ergebnisse der UFOP-Studie zum Winterrapsanbau zur Ernte 2006, *Produkt + Markt*, D-49134 Wallenhorst. Online, Dezember 2005, „info@ProduktundMarkt.de“

¹⁹ Statistiken des BMELV, 2004, Berlin. Online. Dezember 2005. „www.ble.de/index.cfm/0008424986C310B4BD666521C0A8D816“

folgt Triticale mit gleich bleibender Tendenz bei gut 18.000 ha. Die Getreideart mit der geringsten Bedeutung in Schleswig-Holstein ist der Hafer, dessen Anbaufläche jedoch in den letzten Jahren mehr oder weniger gleich blieb.

Der Winterraps ist traditionell bedeutend in Schleswig-Holstein und bildet einen Schwerpunkt des Ackerbaus. Die Anbaufläche stieg im Erhebungszeitraum von 89.000 auf 104.000 ha.

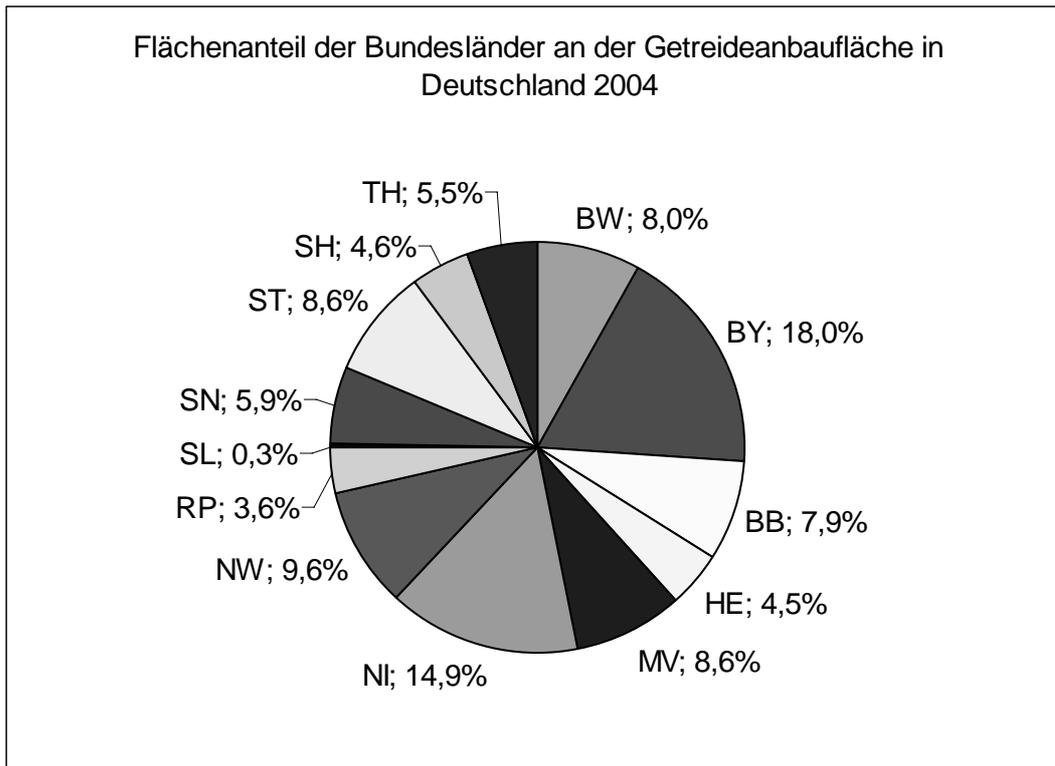


Abb. 7: Flächenanteil der Bundesländer an der Getreideanbaufläche in Deutschland (Quelle: Statistiken des BMELV)

Beim Vergleich der Getreideanbauflächen der einzelnen Bundesländer fällt auf, dass Schleswig-Holstein mit 4,6 % eine relativ kleine Anbaufläche hat, aber dafür überdurchschnittliche Erträge aufweist. Der durchschnittliche Hektarertrag aller Getreidearten (einschließlich Körnermais und Corn-Cob-Mix) betrug in Deutschland im Jahr 2004 73,6 dt/ha. Damit lag der Ertrag um 7,5 % über dem des Vorjahres (57,7 dt/ha) und 14,4 % über dem sechsjährigen Mittel 1998-2003 (64,3 dt/ha). Die höchsten Hektarerträge erzielten die Länder Schleswig-Holstein mit 84,9 dt/ha, Nordrhein-Westfalen mit 80,3 dt/ha, Hessen mit 75,7 dt/ha und Sachsen-Anhalt mit 75,5 dt/ha.

Mit 8,5 % der Rapsfläche gehört Schleswig-Holstein gehört zu den großen Rapsanbaubereichen in Deutschland. Der durchschnittliche Hektarertrag von Winterraps betrug in

Deutschland im Jahr 2004 41,3 dt/ha. Die höchsten Hektarerträge (erzielten die Länder Mecklenburg-Vorpommern mit 45,2 dt/ha und Schleswig-Holstein mit 44,2 dt/ha.

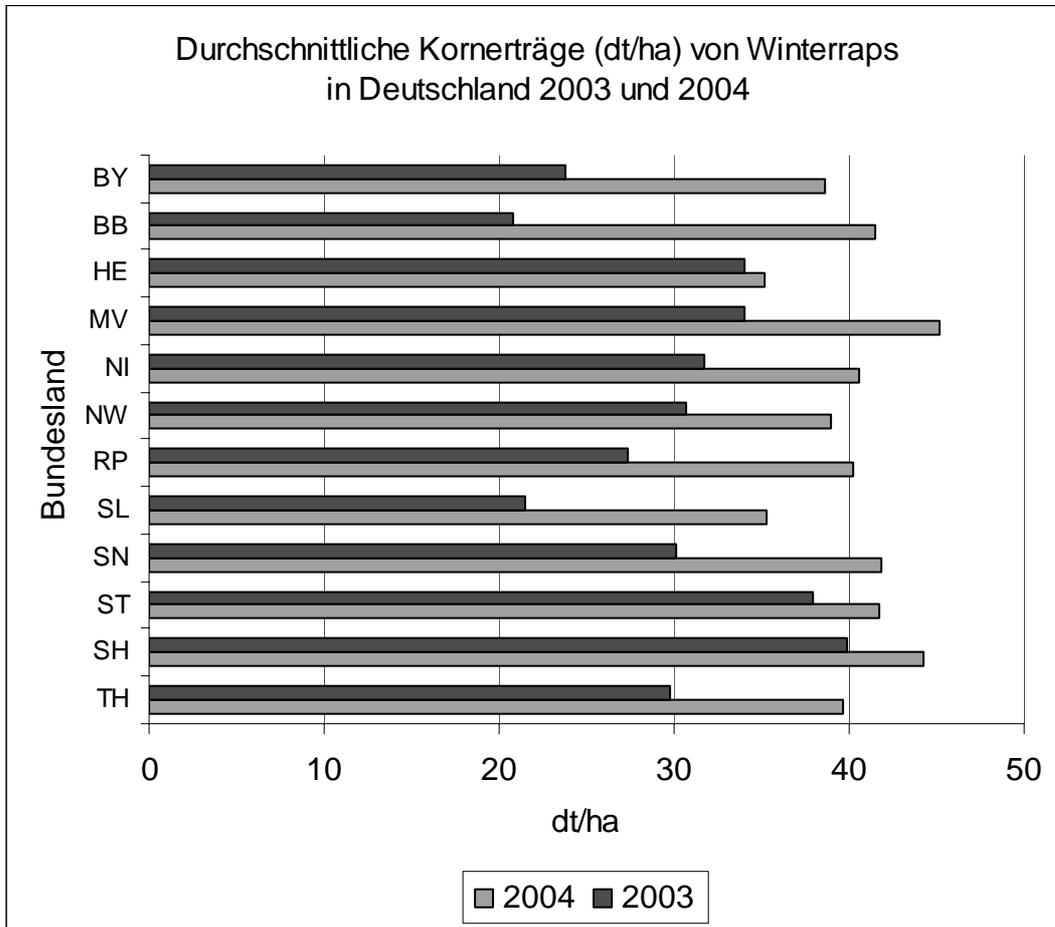


Abb. 8: Kornerträge (dt/ha) von Winterraps in Deutschland (Quelle: Statistiken des BMELV)

2.3 Entwicklung des Insektizidmarktes in Deutschland^{20 21}

Laut Angaben des IVA für das Jahr 2003 hat die Pflanzenschutz-Industrie in Deutschland einen Umsatz von 1,07 Mrd. Euro erreicht. Das sind 5,5 Prozent weniger als im Vorjahr (1,13 Mrd.).

Der Umsatz bei Herbiziden blieb 2003 mit 524 Mio. Euro gegenüber dem Vorjahr praktisch unverändert. Das Geschäft mit Fungiziden ging um 13 Prozent auf 390 Mio. Euro zurück. Die extreme Kälte im Frühjahr ebenso wie die Rekordhitze im Sommer hatte den Pilzbefall deutlich verringert. Ein leichter Umsatzanstieg auf 110 Mio. Euro erfolgte bei Insektiziden. Bei den sonstigen Pflanzenschutzmitteln war ein Rückgang um 30 Prozent zu verzeichnen, da insbesondere durch die Trockenheit und Hitze weniger Wachstumsregler und weniger Schneckenmittel gebraucht wurden.

Die Menge an Wirkstoffen, die im Zeitraum von 2000 bis 2004 abgesetzt wurde, zeigt zum Teil gegenläufige Tendenz. Sie ist bei Herbiziden in den letzten Jahren tendenziell angestiegen, weil aufgrund der Witterung wieder verstärkt preiswerte Wuchsstoffherbizide mit höheren Aufwandmengen zum Zuge kamen. Bei Fungiziden ist sie in den letzten Jahren tendenziell gesunken, aber nicht in dem Maße wie der Umsatzeinbruch. Ursache hierfür sind höhere Verkäufe von preiswerten Schwefelprodukten. Diese Mittel werden in Mengen von mehreren Kilogramm pro Hektar ausgebracht. Bei den organischen Fungiziden genügen meist weniger als 100 Gramm pro Hektar. Bei den Insektiziden war die abgesetzte Wirkstoffmenge über den Zeitraum konstant, tendenziell sogar leicht ansteigend.

²⁰ IVA Jahrespressekonferenz 2004, Dr. Niels Pörksen: Geschäftsentwicklung 2003, der deutsche Pflanzenschutzmittelmarkt. Online. Dezember 2005. „www.iva.de/presse_news/pr_artikle.asp?doc=170“

²¹ IVA Jahrespressekonferenz 2005, Dr. Niels Pörksen, Dr. Oskar Böttcher: Pflanzenschutzindustrie zwischen REACH und Reduktionsprogramm: Innovationsblockade durch Überregulierung.. Online. Dezember 2005. „www.iva.de/presse_news/pr_artikle.asp?doc=206“

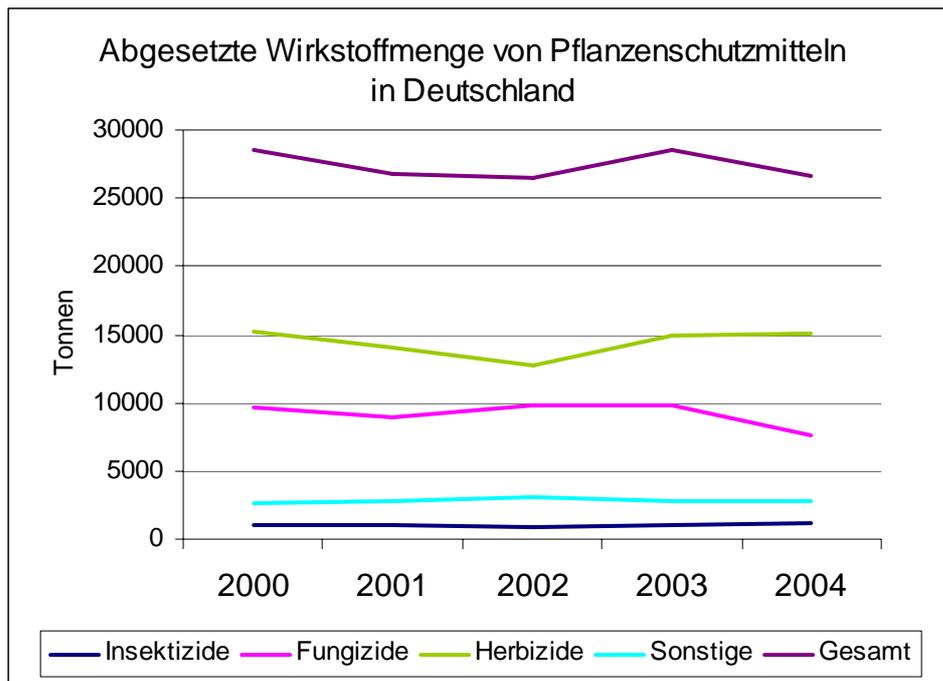


Abb. 9: Abgesetzte Wirkstoffmenge von Pflanzenschutzmitteln in Deutschland (Quelle: IVA)

2.4 Resistenzen gegenüber Insektiziden in Deutschland^{22 23 24}

Pyrethroide:

In einem Symposium der BBA zur Resistenzsituation beim Rapsglanzkäfer, wurden die Ergebnisse aus dem Monitoring verschiedener Firmen und Organisationen aus Deutschland und der Schweiz vorgestellt. Aus den Beiträgen und Diskussionen wurde deutlich, dass die Fläche mit resistenten Populationen in Deutschland zunimmt. In 2005 musste auf 10 % (plus/minus 5 %) der Rapsanbaufläche mit Resistenzproblemen gerechnet werden. Über resistente Populationen wurde aus der Schweiz und in Deutschland aus Schleswig-Holstein, Mecklenburg-Vorpommern, Rheinland-Pfalz und Bayern berichtet. Zwischen den in Deutschland vermarkteten Pyrethroiden ist Kreuzresistenz vorhanden. Die Natur der Resistenz wird als metabolisch eingestuft, so dass es schwächere oder stärkere Ausprägung-

²² WHALON, M. ; D. MOTA-SANCHEZ, L. DUYNLAGER, 2003. Resistant Pest Management. Arthropod Database. Online. Dezember 2005.

„www.pesticideresistance.org/DB/case.php?arthropodid=34&formulationid=94“

²³ HANSEN, H.L., 2003: Insecticide Resistant Pollen Beetle in Danish Oilseed Rape. Pest Management Science, Vol. 9, No. 9. Publisher: John Wiley and Sons. Online. Dezember 2005.

„www.ingentaconnect.com/content/jws/ps/2003/00000059/00000009/art00014“

²⁴ HEIMBACH, U., 2005: „Ausschuss für Resistenzfragen - Insektizide und Akarizide“, Bericht über das erste Treffen im Februar 2005 in der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA) in Braunschweig. Online. Dezember 2005. „www.bba.de/psm/resistenz/bericht.htm“

gen gibt. Ergebnisse aus der Schweiz deuten an, dass im untersuchten Zeitraum Resistenz evtl. nur bei der Art *Meligethes aeneus* nachgewiesen werden konnte, nicht aber bei den anderen, ähnlichen Arten der Gattung *Meligethes*. Eine Bekämpfung des Rapsglanzkäfers kann in den Problemarealen bei vorliegender starker Resistenz zu Unwirksamkeit von Pyrethroiden führen.

Das gleiche Symposium befasste sich auch mit der Resistenzsituation beim Kartoffelkäfer. Die Resistenz des Kartoffelkäfers gegen Pyrethroide ist aus Österreich und Polen schon länger bekannt. Auch in Deutschland zeigten sich unterschiedlich stark ausgeprägte Sensitivitätsabschwächungen gegenüber Pyrethroiden (metabolische Resistenz) bei mehreren Populationen des Kartoffelkäfers. Dabei traten 2003, bedingt durch den sehr heißen Sommer mehr Probleme mit Minderwirkungen auf als 2004, was auf die große Bedeutung der einzuhaltenden optimalen Anwendungsbedingungen für Pyrethroide deutet. Die Situation sieht für die Bekämpfung des Kartoffelkäfers in 2005 positiver aus als für die des Rapsglanzkäfers.

HANSEN (2003) berichtet zur Resistenzsituation beim Rapsglanzkäfer in Dänemark. In einem Labortest, der im Jahr 2001 durchgeführt wurde, zeigte sich, dass bis zu 99 % der untersuchten Rapsglanzkäfer die dänischen Standardaufwandmengen der Pyrethroide Tau-fluvalinate, Lambda-cyhalothrin and Esfenvalerate überlebten.

Diese Feststellungen zum Rapsglanzkäfer wurden bislang von Pesticideresistance.org (22) bzw. IRAC (Insecticide Resistance Action Committee) nicht bestätigt. Es werden jedoch mehrere Fälle von Kartoffelkäferresistenz gegenüber Deltamethrin und Cypermethrin hervorgehoben.

Resistenz gegenüber Lambda-cyhalothrin wurde laut Pesticideresistance.org (22) bei mehreren Schädlingen (*Aedes aegypti*, *Anopheles sacharovi*, *Aphis gossypii*, *Blattella germanica*, *Helicoverpa armigera*, *Thrips tabaci*) festgestellt, die jedoch im Raps- und Getreidebau in Deutschland keine Bedeutung haben.

Carbamate:

Resistenz gegenüber Pirimicarb wurde laut Pesticideresistance.org (22) bei *Aphis gossypii*, *Aphis nasturtii*, *Myzus persicae*, *Nasonovia ribisnigri*, *Phorodon humili* festgestellt. Diese Resistenzen wurden insbesondere aus dem Mittelmeerraum und aus holländischen Gewächshäusern gemeldet. Die Resistenzen gegenüber *Phorodon humili* wurden in deutschen Hopfengärten festgestellt. Jedoch haben diese Schädlinge im Raps- und Getreidebau in Deutschland keine Bedeutung.

Pyridin-azomethine:

Resistenz gegenüber Pymetrozin wurde laut Pesticideresistance.org (22) in einem Fall von *Bemisia tabaci* in Spanien festgestellt. Auch dieser Schädling hat im Raps- und Getreidebau in Deutschland keine Bedeutung.

2.5 Bedeutung der auftretenden Schädlinge

2.5.1 Schädlinge im Getreide^{25 26 27 28}

2.5.1.1 Getreidehähnchen

Auftreten und Ertragsverluste:

Das Getreidehähnchen tritt regelmäßig bei allen Getreidearten auf, verursacht aber selten Verluste über 10%. In seltenen Fällen sind Fahnenblattflächenverluste von bis zu 25 % möglich, die Ertragseinbußen bis zu 35 % zur Folge haben können. Seit einigen Jahren hat dieser Schädling an Bedeutung zugenommen, wahrscheinlich auf Grund der Zunahme der Anbauintensität.

²⁵ HÄNI, F., POPOW, G., REINHARD, H., SCHWARZ, A., TANNER, K. und VORLET, M., 1992. Pflanzenschutz im Integrierten Ackerbau. LmZ, Zollikofen

²⁶ FORRER, H.R., 1986. Entwicklungen in der Krankheitsbekämpfung im intensiven Getreidebau. Schweizerische Landwirtschaftliche Forschung 3/4, 25. Jrg.

²⁷ FREIER, B.; ROßBERG, D., 2001: Simulationsmodelle als Erkenntnismittel in der Agrarökologie. Arbeitsbericht IANUS, TU Darmstadt, Online, Dezember 2005, „www.ianus.tu-darmstadt.de/Arbeitsberichte/Berichte2001/bericht_1_2001.pdf“

²⁸ HOFFMANN, G.M. und SCHMUTTERER, H., 1983: Parasitäre Krankheiten und Schädlinge an landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Verlag Eugen Ulmer Stuttgart.

Prognosemodelle:

Praxistaugliche Prognosemodelle sind nicht verfügbar.

Die Schonung der natürlichen Feinde wirkt als wichtige indirekte Bekämpfungsmaßnahme. Zu den Antagonisten des Getreidehähnchens gehören Marienkäfer, Laufkäfer, Kurzflügler, Florfliegenlarven und Raubwanzen als Prädatoren sowie verschiedene parasitoide Schlupfwespenarten. Außerdem werden Getreidehähnchen von einer Pilzkrankheit (*Entomophthora*) befallen.

Abgrenzung zu anderen Schädlingen:

Die Fensterfraßsymptome der Larven des Getreidehähnchens können mit den silbrig durchscheinenden Blattminen der Minierfliegenlarven verwechselt werden.

2.5.1.2 Getreideblattläuse

Auftreten und Ertragsverluste:

Die Blattläuse verursachen Schäden durch Entzug der Photosyntheseprodukte und Aminosäuren. Die schwersten Verluste entstehen bei Ährenbefall zwischen Blütezeit und Milchreife; hierbei hat die Große Getreideblattlaus die größte wirtschaftliche Bedeutung. Der unmittelbare Schaden durch Saugen beruht vor allem auf einer Minderung des Tausendkorngewichts (Qualitätsverlust) und dadurch bedingt auch des Ertrags (Ertragsverlust). Man rechnet pro Blattlaus mit einem Substanzverlust von 5 mg, das entspricht bei nur einer Blattlaus pro Halm schon einem Ertragsverlust von 20 kg/ha. Der durch Ausscheidungen der Blattläuse entstehende Honigtau beeinträchtigt die Photosyntheseleistung der Pflanze. Ein weiterer Aspekt bei der Beurteilung des Schadens durch Blattläuse ist deren Bedeutung durch Überträger des Gelbverzwergungsvirus (BYDV) der Gerste.

Etwa 72 % des Schadens entstehen durch Saftentzug, die restlichen 28 % des Ertragsverlustes gehen auf die Einwirkung saprophytischer Pilze zurück.

Prognosemodelle:

Praxistaugliche Prognosemodelle sind nicht verfügbar.

Die Erwartungen hinsichtlich der praktischen Nutzung von GETLAUS99 für prognostische Zwecke haben sich nicht erfüllt, sodass die Forschung nicht weiterverfolgt wurde.

Die Schonung der natürlichen Feinde wirkt als wichtige indirekte Bekämpfungsmaßnahme. Zu den Antagonisten der Getreideblattläuse gehören Marienkäfer, Schwebfliegen- und Florfliegenlarven.

Abgrenzung zu anderen Schädlingen:

Der primär durch Saugen der Blattläuse entstandene Schaden kann durch Übertragung von Virose, z.B. des Gelbverzwergungsvirus (BYDV) der Gerste deutlich gesteigert werden. Des Weiteren können sich auf den befallenen Pflanzen bei hoher Luftfeuchtigkeit auf den kohlehydratreichen Ausscheidungen (Honigtau) Schwärzepilze ansiedeln.

2.5.2 Schädlinge im Raps^{29 30 31 32 33 34 35 36}

2.5.2.1 Rapsglanzkäfer

Auftreten und Ertragsverluste:

Der Rapsglanzkäfer zählt zu den bedeutendsten Schädlingen im Rapsanbau. In Extremfällen kann es zu Ausfällen von bis zu 50 % kommen. Sommerraps ist meist stärker gefährdet als Winterraps.

Prognosemodelle:

Im Rahmen des EU-Projekts MASTER (**MA**nagement **ST**ratégies for **EU**ropean Oilseed **R**ape Pests) wurden in einem Mulchsaatsystem ohne Insektizideinsatz das zeitliche und

²⁹ HÄNI, F., POPOW, G., REINHARD, H., SCHWARZ, A., TANNER, K. und VORLET, M., 1992. Pflanzenschutz im Integrierten Ackerbau. LmZ, Zo

³⁰ BÜCHI, R., 1990. Investigations on the use of turnip rape as trap plant to control oilseed rape pests. Bulletin OILB / SROP 13 (4)

³¹ Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Vöttinger Str. 38, 85354 Freising-Weihenstephan Institut für Pflanzenschutz, Online, Dezember 2005, „www.stmlf-design2.bayern.de/alle/cgi-bin/go.pl?region=home&page=http://www.stmlf-design2.bayern.de/lbp/info/ps/ceutorhynchus/“

³² FRIED, P.M., 1993. Expertise betreffend Möglichkeiten des Einsatzes biotechnologischer Methoden zur Erhöhung der Resistenz gegen Krankheiten und Schädlinge wichtiger Kulturpflanzen der Schweiz, Schweizerischer Nationalfonds, Schwerpunktprogramm Biotechnologie (Modul 6), BATS, Basel

³³ Biologische Bundesanstalt für Landwirtschaft und Forsten, Institut für Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland, 2004: Maßnahmen zur Reduzierung des Auftretens von tierischen Schaderregern in Ackerbaukulturen, Braunschweig und Kleinmachnow. Online, Dezember 2005, „www.bba.de/veroeff/jahrber/jb2004pdf/04_a.pdf“

³⁴ JOHNEN, A.: Optimierte Schädlingskontrolle im Frühjahr. Zeitschrift Raps 1/2001, Th. Mann Verlag, Gelsenkirchen

³⁵ HOFFMANN, G.M. und SCHMUTTERER H., 1983: Parasitäre Krankheiten und Schädlinge an landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Verlag Eugen Ulmer Stuttgart.

³⁶ ProPlant Expert. Warndienst Winterraps. Online Dezember 2005. „<http://www.proplantexpert.com/expert/servlet/BasicServlet?nutzer=rapBasic>“

räumliche Aufeinandertreffen von Rapsschädlingen und epigäischen Raubarthropoden (Laufkäfer, Kurzflügelkäfer, Spinnen) untersucht. Es zeigte sich, dass diese Antagonisten eine wichtige Rolle bei der biologischen Regulation spielen. Ein Prognosemodell das sich diese Beobachtungen zu Nutze macht, ist derzeit noch nicht praxistauglich.

Der Warndienst von ProPlant (36) baut auf Wetterbeobachtung und Wetteraufzeichnung (Sonnenscheindauer, Regen, Temperatur Min, Temperatur Max) einer bestimmten Region auf, um daraus günstige Bedingungen für den Zuflug und die Eiablage von Rapsglanzkäfer, Kohltriebrüssler, Rapsstängelrüssler, Kohlschotenrüssler, Kohlschotenmücke abzuleiten. Die Voraussage wird für jeden Standort anhand von Wetterdaten individuell erstellt. Die Insektizidmaßnahme erfolgt dann zur ermittelten kritischen Zeit.

Abgrenzung zu anderen Schädlingen:

Auch wenn der Rapsglanzkäfer unabhängig von den anderen Rapsschädlingen auftritt und es keine Verwechslungsmöglichkeiten mit anderen tierischen Schädlingen gibt, so können doch ähnliche Symptome durch die Cylindrosporiose (kurze Schotenstiele), durch Spätfrost (Oberteil des Schotenstandes vertrocknet) oder durch Trockenheit (fehlende Blüten am Blütenstand) entstehen.

2.5.2.2 Rapsstängelrüssler

Auftreten und Ertragsverluste:

Zusammen mit dem Rapsglanzkäfer ist der Rapsstängelrüssler der wichtige Schädling im Raps. In den Hauptanbaugebieten kommt es regelmäßig zum Befall der Rapsfelder.

Prognosemodelle:

Meistens wird im konventionellen und IP-Landbau die direkte Bekämpfung mittels Insektizidspritzung nach Überschreiten der Bekämpfungsschwelle durchgeführt. Die Kontrolle des Schaderregerauftretens, der Flugaktivität und des Flughöhepunktes kann mit Hilfe von Gelbschalen erfolgen. Sie müssen im Frühjahr vor Flugbeginn in Bestandeshöhe (Unterlage oder Gestell) platziert werden.

Abgrenzung zu anderen Schädlingen:

Die Symptome des Großen Rapsstängelrüsslers können häufig mit denen des Gefleckten Kohltriebrüssler verwechselt werden. Ersterer tritt ab einer Umgebungstemperatur von 10 bis 12 °C auf, während letzterer eine Umgebungstemperatur von ca. 15 °C benötigt. Dadurch tritt der Rapsstängelrüssler früher im Jahr auf als der Kohltriebrüssler.

2.5.2.3 Kohlschotenrüssler

Auftreten und Ertragsverluste:

Der direkte Schaden durch den Kohlschotenrüssler wird im Allgemeinen als gering eingestuft. Der indirekte Schaden als Wegbereiter für die weit stärker schädigende Kohlschotenmücke (*Dasineura brassicae*) kann dagegen sehr groß sein.

Prognosemodelle:

Die Prognosemodelle entsprechen denen wie sie auch beim Rapsglanzkäfer und Rapsstängelrüssler zum Einsatz kommen. Dies gilt auch für die nachfolgend beschriebene Kohlschotenmücke.

Abgrenzung zu anderen Schädlingen:

Der Kohlschotenrüssler ist als Wegbereiter für die Eiablage der Kohlschotenmücke wirtschaftlich bedeutsam.

2.5.2.4 Kohlschotenmücke

Auftreten und Ertragsverluste:

Die Kohlschotenmücke ist nur in Verbindung mit dem Kohlschotenrüssler als Wegbereiter für ihre Eiablage in Schoten wirtschaftlich bedeutsam. Der Schaden, welcher normalerweise bei Winterraps durch die erste Generation verursacht wird, konzentriert sich häufig auf die Ränder der Rapsfelder. Erst die zweite Generation ist auf den Kohlschotenrüssler angewiesen und betrifft das ganze Feld.

Zahlen aus der Literatur hinsichtlich der Höhe von möglichen Ertragsverlusten sind nicht bekannt.

Abgrenzung zu anderen Schädlingen:

Die Kohlschotenmücke ist nur in Verbindung mit dem Kohlschotenrüssler als Wegbereiter für ihre Eiablage in die Schoten wirtschaftlich bedeutsam.

2.6 Biologie der Schädlinge

2.6.1 Schädlinge im Getreide^{37 38 39 40 41}

2.6.1.1 Getreidehähnchen

Rothalsiges Getreidehähnchen *Oulema melanopus*

Blaues Getreidehähnchen *Oulema lichenis*

Beschreibung der Schädlinge:

Beide Arten gehören zur Ordnung der Käfer und Familie der Blattkäfer und kommen vor allem auf Weizen und Gerste vor. Das Rothalsige G. findet sich auch auf Hafer und Mais. Zahlreiche Wildgräser zählen auch zu den Wirtspflanzen. Das Rothalsige G. tritt häufiger auf als das Blaue. Sie werden 'Hähnchen' genannt, weil sie durch Aneinanderreiben von Chitinleisten am Hinterleib und an den Flügeldecken zirpende Töne erzeugen können.

Die Käfer des Rothalsigen Getreidehähnchens sind 5-6 mm lang mit rotem Halsschild. Die Flügeldecken sind metallisch blau, blaugrün, grün oder seltener auch schwarz gefärbt und weisen Punktreihen auf. Kopf und Fußglieder sind schwarz, während Halsschild und Beine orangerot sind.

Die Käfer des Blauen Getreidehähnchen sind einheitlich blau bis blaugrün und 4-5 mm lang, mit deutlichen Punktreihen auf den Flügeldecken.

Die Larve ist bis zu 5 mm lang, mit einem stark gewölbter Körper, plumpen Beinen, schwarze Kopfkapsel, gelblicher Haut von schwärzlicher schleimiger Kothülle bedeckt. Ihr Körper ist stark gewölbt.

³⁷ „Krankheiten und Schädlinge des Getreides“; Rhone-Poulenc Agro GmbH; 2. Aufl.1995

³⁸ „Schädlinge der wichtigsten Ackerkulturen“, Syngenta Agro GmbH; 2002

³⁹ www.insektenbox.de, Online, Dezember 2005

⁴⁰ OBST, A. und GEHRING K., 2002, Getreide - Krankheiten - Schädlinge – Unkräuter, Verlag Th. Mann, 1993

⁴¹ OBST, A., Integrierter Pflanzenschutz, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Freising-Weihenstephan, 5. Auflage 1993

Schadbild:

Die Fraßschäden der Käfer ähneln dem der Larven, sind aber unbedeutend, zumal die Tiere mehrfach ihren Fraßort wechseln. Der Hauptschaden erfolgt durch die Larven, die ab Anfang Juni die Zellschichten zwischen den Blattadern bis auf die Epidermis der Blattunterseite abnagen. Dieses Schadbild ist vor allem auf den Fahnenblättern anzutreffen.

Biologie:

Im Frühjahr, teilweise noch im Winter verlassen die Käfer ihre Winterverstecke. Nach einem Reifungsfraß an Gräsern wandern sie Anfang Mai in die Getreidefelder ein. Nach der Paarung legt das Weibchen seine ovalen, gelb glänzenden Eier (50 – 200) einzeln auf den Blattoberseiten der Wirtspflanzen ab. Beginn, Umfang und Dauer der Eiablage hängen vor allem von der Temperatur ab. Die Temperaturschwelle liegt bei ca. 9 °C. Nach 8 - 10 Tagen schlüpfen die Larven. Sie erzeugen an den Blättern Fensterfraß und hinterlassen streifenförmige Fraßspuren. Nach Erreichen einer Länge von etwa 5 mm verpuppen sie sich in einem erhärteten Erdkokon im Boden (Rothalsiges G.) oder in einem erhärteten Schaumkokon an den Blättern (Blaues G.). Ab Ende Juni schlüpfen die Jungkäfer, die schon im August ein Winterversteck aufsuchen. Unter deutschen Klimabedingungen gibt es nur eine Generation pro Jahr.

Schadenspotential:

Die Getreidehähnchen sind bei uns nur selten von bekämpfungswürdiger Bedeutung, doch ist die Tendenz durch die Intensivierung des Getreidebaus steigend.

Die Larven schaden durch die Reduzierung der Blattfläche und damit der Photosyntheseleistung der Pflanze. Als Folge davon sind sowohl die Kornzahl pro Ähre als auch das Tausendkorngewicht verringert. Bei allen Getreidearten existiert ein Toleranzbereich, in dem Fraßschäden zu keiner Ertragseinbuße führen. Je höher das Ertragspotential, desto höher allerdings auch die Verlustquote. Gerste reagiert empfindlicher als Weizen, bei dem 10 % Verlust der Fahnenblattfläche etwa 10 % Ertragsverlust entsprechen.

Schadensschwelle:

Falls eine chemische Bekämpfung erforderlich sein sollte, gelten die folgenden, Schwellenwerte:

Weizen: 0,5 - 1 Eier und Larven je Fahnenblatt

Gerste: 0,5 - 1 Eier und Larven je Halm

Roggen: 0,5 - 1,5 Eier und Larven je Halm

Hafer: 0,75 - 1,5 Eier und Larven je Fahnenblatt

Da die Käfer die Felder vom Rand her besiedeln, ist oftmals eine Randbehandlung ausreichend.

2.6.1.2 Getreideblattläuse

| | |
|-------------------------------|-------------------------------|
| Große Getreideblattlaus | <i>Sitobion avenae</i> |
| Hafer- oder Traubenkirschlaus | <i>Rhopalosiphum padi</i> |
| Bleiche Getreideblattlaus | <i>Metopolophium dirhodum</i> |

Beschreibung der ungeflügelten Blattläuse:

Große Getreideblattlaus: 2 bis 3 mm lang, schmal spindelförmig, Farbe gelbgrün bis rotbraun, auch schwarz; Rücken dunkel pigmentiert, Hinterleibröhren 1/6 der Körperlänge, schwarz, Schwänzchen kürzer als Hinterleibröhren, Fühler fast körperlange. Die Ansiedlung erfolgt zuerst auf Fahnenblättern, dann vorzugsweise an Ähre/Rispe, Spelzenbasis, Spindel. Winterwirt: Poaceae

Hafer- oder Traubenkirschlaus: 1,5 bis 2,3 mm lang, rundlich bis oval, Farbe olivgrün bis bräunlich, Fühler 1/2 der Körperlänge, zwischen Hinterleibröhren rötlicher Fleck, kurze, rostrot pigmentierte Hinterleibröhren, doppelt so lang wie das Schwänzchen. Haferblattläuse kommen an den Blattspreiten, am Halm und auch in den Blattscheiden, selten auf Ähren vor. Wirtschaftswechsel: Traubenkirsche.

Bleiche Getreideblattlaus: 2 bis 3 mm lang, schmal spindelförmig, Farbe hellgrün bis hellgelbgrün, dunkelgrüner Mittelstreifen auf Rücken, Hinterleibröhren hell, doppelt so lang wie Schwänzchen, Fühler 3/4 der Körperlänge. Die Bleiche G. tritt vorzugsweise an den Blattunterseiten der oberen Blattetagen auf, selten an den Ähren. Wirtswechsel: Wild- und Gartenrosen.

Alle drei Arten kommen an Weizen, Hafer, Gerste, Roggen und manchen Wildgräsern vor. Die Hafer- und Bleiche G. sind häufig auch auf Mais zu finden.

Schadbild:

Die Getreideblattläuse verursachen durch ihr Saugen an Blättern und Ähren meist kein spezifisches Schadbild. Bei stärkerem Befall von Ähren und Rispen sind vor allem die Ährenspindel, die Rispenäste und der Stängelgrund dicht mit Blattläusen besetzt. Geschädigte Ähren erscheinen kurz vor der Reife deutlich schmaler. Auf stark befallenen Blättern entstehen zunächst gelbliche Flecken, später vergilben diese Blätter vorzeitig. Bei Saugschäden durch die Haferblattlaus rollen oder kräuseln sich manchmal die Blätter.

Die Schädigung der Kornausbildung erfolgt durch Saftentzug an den Blättern und Ähren sowie durch Schwärzepilzansiedlung auf Honigtauausscheidungen. Blattläuse sind von entscheidender Bedeutung für die Übertragung des Gelbverzwergungsvirus (BYDV).

Biologie:

Die Getreideblattläuse durchlaufen in der Regel einen vollständigen Entwicklungszyklus mit Wechsel von ungeschlechtlicher und geschlechtlicher Vermehrung. Dieser komplexe Vorgang sei am Beispiel der Haferblattlaus genauer erläutert:

Auf dem Winterwirt (Traubenkirsche) schlüpft im März/April die Larve der ungeflügelten Stammutter (Fundatrix), wenn die Tagestemperaturen über 7 °C liegen. Aus der Stammutter entwickeln sich ungeschlechtlich meist zwei Generationen von Fundatrigenien. Der Anteil der geflügelten Formen (Frühjahrsgeflügelte), die auf die Sommerwirte abwandern, hängt von den Witterungsbedingungen ab. Bei kühlem, feuchtem Wetter entstehen überwiegend ungeflügelte Tiere, sodass auf dem Winterwirt oft bis in den Juni noch Blattläuse anzutreffen sind. Bei warmem, trockenem Wetter können schon in der ersten Generation 90 % Geflügelte sein.

Auf dem Sommerwirt entwickeln sich mehrere Generationen ungeflügelter Läuse. Dadurch, dass die Larven ihre 4 Stadien in 9 Tagen (bei 21 °C) durchlaufen, und jede Blattlaus etwa 70 Nachkommen erzeugt, wächst die Population schnell an. Bei Überbevölkerung und Nahrungsmangel werden zunehmend geflügelte Formen gebildet, die auf Ausfallgetreide und Gräser fliegen (Sommergeflügelte), sich dort weiter vermehren und im Spätsommer Gynopare (Weibchenmütter) entwickeln. Diese fliegen zurück zum Winterwirt, wo sie ungeflügelte eierlegende Weibchen erzeugen, die von zufliegenden Männchen begattet werden. Ab Mitte Oktober werden die Wintereier an Rinde und Knospen der Traubenkirsche abgelegt. In milden Wintern können Larven und erwachsene Tiere auch an Wintergetreide überdauern.

Schadenspotential:

Der Hauptschaden entsteht in der Kornfüllungsphase. Hierbei hat die Große Getreideblattlaus die größte wirtschaftliche Bedeutung. Der unmittelbare Schaden durch Saugen beruht vor allem auf einer Minderung des Tausendkorngewichts. Man rechnet pro Blattlaus mit einem Substanzverlust von 5 mg, das entspricht bei nur einer Blattlaus pro Halm schon einem Ertragsverlust von 20 kg/ha. Der durch Ausscheidungen der Blattläuse entstehende Honigtau beeinträchtigt die Photosyntheseleistung der Pflanze. Ein weiterer Aspekt bei der Beurteilung des Schadens durch Blattläuse ist deren Bedeutung durch Übertragung des Gelbverzwergungsvirus (BYDV) der Gerste.

Schadensschwelle:

Als Richtwerte für eine gezielte Bekämpfung gelten Ende der Blüte 3-5 Blattläuse pro Ähre bzw. ein Anteil mit Blattläusen besetzter Ähren von 60-80 %. Bei normalen Witterungsverhältnissen, durchschnittlichen Parasitierungsraten (8 %) und einem mittleren Räuber-Beute-Verhältnis (5 Marienkäfer oder 10 Marienkäfer-, Schwebfliegen- oder Florfliegenlarven je m²) lässt dieser Besatz eine maximale Besiedlungsdichte Ende der Milchreife von 15-20 Blattläusen/Ähre erwarten. Unter Berücksichtigung auch sehr günstiger bzw. ungünstiger Vermehrungsvoraussetzungen ist der Entscheidungsspielraum auf 1-10 Blattläuse/Ähre zu erweitern.

Für nur an Blättern saugende Blattläuse wurden folgende Bekämpfungsrichtwerte erarbeitet:

Winterweizen, Hafer: 25 Blattläuse/Halm zur Vollblüte

Sommergerste: 15 Blattläuse/Halm zur Vollblüte.

Diese Bekämpfungsschwellenwerte gelten allein für die blattlausbedingten Saugschäden.

Weiterhin wird in Schleswig-Holstein mit einem zusätzlichen Schwellenwert gearbeitet. Weil es schwer ist, die Läuse zu zählen wird hier der Einsatz eines Insektizids empfohlen, sobald 30 % der Pflanzen von Blattläusen befallen sind. Dabei spielt es keine Rolle, ob die Blattläuse an Ähre oder Blatt zu finden sind. Dieser Schwellenwert hat Gültigkeit bis zum Stadium BBCH 69 des Getreides.

2.6.2 Schädlinge im Raps^{42 43 44}

2.6.2.1 Rapsglanzkäfer (*Meligethes aeneus*)

Beschreibung des Schädlings:

Der Rapsglanzkäfer gehört zur Ordnung der Käfer und Familie der Glanzkäfer und kommt außer auf Raps und Rüben auch auf zahlreichen anderen kreuzblütigen Arten wie Ölrettich, schwarzem und weißem Senf, Samenträger von Kohl, Kohlrüben, Rettich, Radies als auch auf Wild-Brassicaceen wie Ackersenf und Hederich vor.

Der Käfer ist 1,5 - 2,5 mm groß, länglich-oval, schwarz mit grün- bis bläulich glänzendem Rücken.

Die Larve ist 3,5 - 4 mm lang, spärlich beborsteter Körper, schwarzbrauner Kopf, 3 kurze schwarzbraune Beinpaare, gelblich-weiß und hat oberseits 2 bis 3 dunkle Flecke auf jedem Körpersegment.

Schadbild:

An- und ausgebissene Blütenknospen sind über den ganzen Knospenstand unregelmäßig verteilt. Der Käfer zerbeißt die Knospen, um an den Blütenstaub zu gelangen. Geschädigte Knospen vergilben, trocknen ein und fallen später ab, nur Blattstiele bleiben erhalten. Die Folgen sind unregelmäßige Blüten- bzw. Schotenstände.

Biologie:

Der Käfer überwintert unter Laubdecken und Grasnarben. Bei Bodentemperaturen um 10°C verlässt er sein Winterquartier und fliegt bei Lufttemperaturen ab 15°C die Rapsfelder an. Dort frisst er sich in die Blütenknospen ein, um an Pollen zu gelangen und höhlt diese zum Teil vollkommen aus. Die Weibchen legen in die verbliebenen Knospen von Raps und anderen Kreuzblütlern jeweils 1 - 2 Eier. Die daraus schlüpfenden Larven ernähren sich vorwiegend von Blütenstaub, allerdings ohne Schaden anzurichten. Später begibt sich die Larve zur Verpuppung in den Boden. Die Jungkäfer schlüpfen noch im Sommer und machen auf den Blüten von Brassicaceen und anderen Pflanzen einen Reifungsfraß. Ende

⁴² „Schädlinge der wichtigsten Ackerkulturen“, Syngenta Agro GmbH; 2002

⁴³ www.insektenbox.de, Online, Dezember 2005

⁴⁴ PAUL, V.-H., 1992, Krankheiten und Schädlinge des Rapses, Verlag Th. Mann, 1988

August fliegen sie in die Winterquartiere. Der Rapsglanzkäfer hat nur eine Generation im Jahr.

Schadenspotential:

Erhebliche Verluste sind vorwiegend bei frühem Auftreten und langsamer Entwicklung der Rapspflanzen vor der Blüte zu verzeichnen. Sommerraps wird stärker geschädigt als Winterraps, wobei letzterer frühzeitig entstandene Schäden teilweise ausgleichen kann. Es entstehen lückige Schotenstände.

Schadensschwelle:

Sie liegt für Winterraps bei:

- 1-2 Käfer/Pflanze (sehr früh: Knospen verdeckt),
- 4 Käfer/Pflanze (früh: ca. 14 bis 10 Tage vor der Blüte),
- 6-8 Käfer/Pflanze (kurz vor der Blüte bzw. bei Blühbeginn).

Die Erfassung von Flugaktivität und Erstanflug erfolgt mit mindestens 1 Gelbschale (etwa ab Ende Februar/ Anfang März), die in Höhe der Bestandesoberkante (Unterlage oder Gestell) ca. 5m von der Schlagseite entfernt in den Bestand hineingestellt wird.

2.6.2.2 Großer Rapsstängelrüssler (*Ceutorhynchus napi*)

Beschreibung des Schädlings:

Der Rapsstängelrüssler gehört zur Ordnung der Käfer und Familie der Rüsselkäfer und kommt außer auf Raps und Rüben auch auf zahlreichen anderen kreuzblütigen Arten vor.

Der Käfer ist 3,2-4 mm lang, wegen grauer Haarschüppchen gräulich gefärbt. Kopf in einen dünnen, nach unten gebogenen Rüssel verlängert.

Die Larve ist 7 mm lang, beinlos, nach innen gekrümmt und gelblich-weiß. Kopf der jungen Larven anfangs schwärzlich, später gelbbraun mit charakteristischer Borste im oberen Teil der Kopfkapsel.

Schadbild:

Die ersten Symptome sind etwa 1mm große, zunächst schleimige, später weißlich umrandete Einstichstellen am Stängel. Beim Längenwachstum des Haupttriebes strecken sich die Verletzungsstellen, bilden dünne Rinnen, Verdickungen und S-förmige Krümmungen, vor

allem im unteren Stängelteil. An diesen Stellen platzen, besonders nach Frösten oder reichlich Niederschlägen, die Stängel auf. Anschließend dringt Wasser ein und am Stängelgrund entsteht Fäulnis. Im Stängelmark ist Larvenfraß erkennbar. Die Ausbohrlöcher der Larven sind vorzugsweise in den Blattachsen zu finden. Es entstehen viele schwache Seitentriebe mit verspäteter Blüte. Es kommt zu Triebstauchungen, Wuchsverzögerungen und zum Umbrechen der Pflanzen.

Verwechslungen mit Symptomen des Gefleckten Kohltriebrüsslers (*Ceutorhynchus quadridens*) sind möglich, letzterer verursacht jedoch keine S-ähnliche Stängelkrümmung, da der Rapsstängel weiter wächst.

Biologie:

Der Rapsstängelrüssler überwintert im Boden vorjähriger Rapsfelder. Ab einer Bodentemperatur von 5-7°C, entsprechend einer Umgebungstemperatur von 10-12°C, setzt der Zuflug auf die Rapsfelder ein, wobei der Rapsstängelrüssler früher auftritt als der Gefleckte Kohltriebrüssler. Nach dem Reifungsfraß legt das Weibchen die Eier in eine 1 mm große Einstichstelle, vorzugsweise unterhalb der Triebspitze ab. Die Larven ernähren sich bis zur Reife im Stängelmark. Nach Verlassen des Stängels verpuppen sie sich im Boden. Der Rapsstängelrüssler bildet eine Generation im Jahr.

Schadenspotential:

Besonderes in Jahren, in denen der Rapsstängelrüssler vermehrt auftritt und der Raps aufgrund ungünstiger Umweltbedingungen wenig entwickelt ist, können erhebliche Schäden auftreten.

Schadensschwelle:

Für die Erfassung der Schadensschwelle sind Gelbschalen im Bestand auf Bestandeshöhe aufzustellen und zwar mindestens eine Gelbschale je Feldseite mit wenigstens 25 m Abstand vom Feldrand. Kontrolliert wird im 2-3-tägigen Turnus. Ein sicherer Schwellenwert fehlt, es steht ein Hilfwert für die Praxis zur Verfügung: 10 Käfer/Gelbschale in 3 Tagen. Ermittlungszeitraum ist von Ende Februar bis Mitte April.

2.6.2.3 Kohlschotenrüssler (*Ceutorhynchus assimilis*)

Beschreibung des Schädlings:

Der Kohlschotenrüssler gehört zur Ordnung der Käfer und Familie der Rüsselkäfer und kommt außer auf Raps und Rüben auch auf Kohlgewächsen, Rettich, Radieschen sowie auf verschiedenen Wild-Brassicaceen, insbesondere mit großer Schotenbildung vor.

Der Käfer ist 2,5 - 3 mm groß, schwarz, durch Behaarung grau erscheinend, beschuppt; Kopf, Fühler und Füße schwarz, Streifen und Zwischenräume auf den Flügeldecken gleich breit und mit gereihten schuppigen Haaren.

Die Larve ist 4 - 5 mm groß, weißlich bis weißlich-gelblich, beinlos, leicht nach innen gekrümmt, braune Kopfkapsel mit typischer Borstenanordnung.

Puppe: Schmutzig-gelb.

Schadbild:

Der Schaden ist äußerlich erst erkennbar, wenn die Larve durch ein kreisförmiges 1 mm großes Ausbohrloch in der Schotenwand die Schote verlassen hat. Die Käferlarven zerstören in der Schote bis zu 5 Samenkörner. Die geschädigte Schote bleibt verschlossen, vergilbt vorzeitig und ist leicht deformiert. Folgebefall durch die Kohlschotenmücke ist möglich, da diese ihre Eier durch das Bohrloch ablegt.

Biologie:

Der Käfer überwintert in der Streuschicht von Hecken u.ä. und verlässt das Winterquartier im Frühjahr bei ca. 13 °C. Mit Beginn der Haupttrapsblüte treten die Käfer verstärkt auf. Nach dem Reifungsfraß legt das Weibchen die Eier in die jungen Schoten. Dafür wird in die Schotenwand eine Öffnung gebissen. Nach 8 bis 9 Tagen schlüpft die Larve und frisst an den Samenanlagen. Die erwachsenen Larven verlassen die Schoten und verpuppen sich im Boden. Im Juli und August erscheinen die Jungkäfer, die nach dem Reifungsfraß an Sommer-Brassicaceen die Winterquartiere aufsuchen. Der Kohlschotenrüssler bildet eine Generation pro Jahr.

Schadenspotential:

Der direkte Schaden ist allgemein gering, der indirekte als Wegbereiter für die weit stärker schädigende Kohlschotenmücke (*Dasineura brassicae*) kann dagegen sehr groß sein. Außerdem führt in die Schoten eindringendes Wasser zu Auswuchs und Fäulnis.

Schadensschwelle:

- bis Beginn der Blüte: 1 Käfer je Pflanze
- ab Beginn Blüte, bei schwachem Auftreten der Kohlschotenmücke: 1 Käfer je Pflanze
- ab Beginn Blüte, bei starkem Auftreten der Kohlschotenmücke: 1 Käfer je 2 Pflanzen

Ausgewertet werden 10 Gruppen mit jeweils 10 Pflanzen auf einer Diagonalen durch die Fläche. Der Mindestbestand zum Feldrand beträgt 25 m. Ermittelt wird die Zahl der Käfer im Knospen- bzw. Blütenbereich durch Ausklopfen in ein Gefäß.

Die Kontrolle des Schaderregerauftretens, die Flugaktivität und des Flughöhepunktes kann mit Hilfe von Gelbfangschalen erfolgen. Sie müssen im Frühjahr vor Flugbeginn in Bestandeshöhe (Unterlage oder Gestell) platziert werden.

2.6.2.4 Kohlschotenmücke (*Dasineura brassicae*)

Beschreibung des Schädlings:

Der Kohlschotenmücke kommt außer auf Raps und Rübsen auch an Samenträgern von Kohl- und Steckrübe, Rettich und Radies, sowie auf verschiedenen Wild-Brassicaceen vor.

Die Mücke ist 1,2-1,5 mm groß, braunschwarz, rötlicher Hinterleib mit braunen Querbinden, Brust mit weißlicher Behaarung, lange Beine und Fühler.

Die Larve ist ca. 2 mm groß, zunächst glasig, dann weiß, später gelblich-weiß, kopf- und beinlos. Die Larven der zweiten Generation werden rötlich.

Puppe: gelblich-weiß.

Schadbild:

Einzelne Schoten vergilben vorzeitig, schwellen an (Gallbildung), verkrümmen häufig an der Spitze, schrumpfen und springen vorzeitig auf. Die Folge ist Ausfall der Samenkörner. Im Inneren der Schote saugen zahlreiche Maden, die die Kornanlagen zerstören.

Biologie:

Die Kohlschotenmücke überwintert als Puppe. Im Mai erscheinen die Mücken und legen ihre Eier gruppenweise in die Schoten, wobei sie auf die Einbohr- und Fraßlöcher des Kohlschotenrüsslers angewiesen sind. In junge bis zu 1 cm große Schoten kann das Weibchen allerdings auch selbständig die Eier ablegen. Die Larven schädigen die Samen und saugen auch an den Schoteninnenwänden. Die Entwicklung vom Ei zur verpuppungsreifen Larve dauert 14 Tage. Im Jahr können bis zu drei Generationen auftreten (meist zwei).

Schadenspotential:

Die Kohlschotenmücke ist nur in Verbindung mit dem Kohlschotenrüssler als Wegbereiter für ihre Eiablage in Schoten wirtschaftlich bedeutsam. Der Schaden, normalerweise bei Winterraps nur durch die erste Generation verursacht, konzentriert sich häufig auf die Ränder der Rapsfelder.

Schadensschwelle:

Die Ermittlung des Befalls ist schwierig. Häufig liegt nur Randbefall vor. Schlupfbeginn und Hauptschlupf der Mücken können durch Schlupfkäfige, die im Rapsfeld aufgestellt sind, erfasst werden. Früher galt als Schadensschwelle zum Zeitpunkt der Befallserhebung ab Beginn der Blüte (BBCH 60) bei schwachem Auftreten des Kohlschotenrüsslers: 1 Mücke je Pflanze und bei starkem Auftreten des Kohlschotenrüsslers: 1 Mücke je 3-4 Pflanzen. Heute sind keine praxistauglichen Schwellenwerte verfügbar. Das hängt damit zusammen, dass die Gelbschalenmethode sowie das Auszählen der Mücken an der Raps-pflanze keine zuverlässigen Werte ergeben.

2.7 Möglichkeiten der Bekämpfung

2.7.1 Biologische Methoden^{45 46 47 48}

Getreidehähnchen:

Aus der Literatur sind keine anwendbaren biologischen Bekämpfungsmethoden bekannt. Nützlingsschonung und -förderung ist deshalb oberstes Gebot.

Folgende vorbeugende anbautechnische Maßnahmen können den Befall mit Getreidehähnchen verringern:

- Die Schädlinge treten gehäuft bei Spätsaaten und Pflanzen mit Entwicklungsverzögerung auf, dadurch sind auch an Wintergetreide angrenzende Sommergetreidefelder stärker gefährdet.
- Starke Behaarung verleiht manchen Weizensorten eine gewisse Resistenz, da hier weniger Eier abgelegt werden und die Entwicklungsbedingungen für die Eier ungünstiger sind. Sie liegen an der Blattfläche nicht fest an und fallen deshalb leichter herunter und vertrocknen. Auch erreichen die Junglarven das Blattgewebe beim Fressen schlechter.
- Das Getreidehähnchen hat eine Vielzahl von natürlichen Feinden. Marienkäfer, Laufkäfer, Kurzflügler, Florfliegenlarven und Raubwanzen fressen Eier und Larven. Verschiedene Schlupfwespen parasitieren in Eiern oder Larven. Schließlich werden Getreidehähnchenlarven auch durch insektenpathogene Pilze der Gattung *Entomophthora* abgetötet. Alle Maßnahmen, die diese Nützlinge fördern, tragen somit zur Regulierung der Schädlinge bei. Zum Beispiel sind Hecken und Feldraine wichtige nützlingsfördernde Saumbiotope.

⁴⁵ Projektgemeinschaft Zentrales Internetportal Oekologischer Landbau, 60486 Frankfurt am Main, Online, Dezember 2005, „www.oekolandbau.de/index.cfm“

⁴⁶ Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für biologischen Pflanzenschutz, 64287 Darmstadt, Nützlingsliste Stand März 2005, Online, Dezember 2005, „www.bba.de/inst/bi/nuetzanbieterliste.pdf“

⁴⁷ Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Pflanzenschutz im ökologischen Landbau, Berlin und Braunschweig, Zulassungsliste Stand Oktober 2005, Online, Dezember 2005, „www.bvl.bund.de/cIn_027/nn_492012/DE/04_Pflanzenschutzmittel/00_doks_downloads/psm_oekoliste_templateId=raw.property=publicationFile.pdf/psm_oekoliste.pdf“

⁴⁸ Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für integrierten Pflanzenschutz, Berlin und Braunschweig, Beschreibende Liste der eingetragenen Pflanzenstärkungsmittel Stand Oktober 2002, Online, Dezember 2005, „www.bba.de/oekoland/staerk/b_staerk.pdf“

Getreideblattläuse:

Es gibt kommerziell gehandelte Nützlinge zur Blattlausbekämpfung in Deutschland und den angrenzenden Ländern. Diese sind jedoch eher geeignet für den Einsatz in Klein- oder Gewächshauskulturen und weniger für Großkulturen, wie z.B. Getreidebau. Dazu zählen räuberische Käfer (*Adalia bipunctata*, *Coccinella septempunctata*), räuberische Dipteren (*Aphidoletes aphidimyza*, *Episyrphus balteatus*) und parasitoide Schlupfwespen (*Lysiphlebus testaceipes*, *Aphelinus abdominalis*, *Aphidius colemani*, *Aphidius ervi*, *Aphidius matricaria*).

Des Weiteren sind in Deutschland eine Reihe von Mitteln zur Blattlausbekämpfung im ökologischen Pflanzenbau zugelassen, so z.B. Mittel auf Basis von Azadirachtin (Neem), Kaliseife, Pyrethrine, Rapsöl, Paraffinöl. Diese Mittel sind für Anwendung im Gemüsebau vorgesehen, jedoch nicht für den Getreidebau.

Außerdem sind in Deutschland eine Reihe von Pflanzenstärkungsmitteln zugelassen, von denen manche auch gegen Blattläuse wirken, wie z.B. solche auf Basis von ätherischen Ölen, Algenextrakt, Steinmehl, Silikat. Diese Mittel sind für Anwendung im Gemüse- und Zierpflanzenbau vorgesehen, jedoch nicht für den Getreidebau.

Folgende vorbeugende anbautechnische Maßnahmen können den Befall mit Getreideblattläusen verringern:

- Beachtung der Saatregeln: Wintergerste nicht vor dem 20. September drillen, um den Herbstbefall mit Blattläusen zu verringern. Je früher Sommergerste gedrillt wird, desto geringer ist der Blattlausbefall.
- Wichtige natürliche Gegenspieler der Blattläuse sind Marienkäfer, Schwebfliegenlarven, Florfliegenlarven und Schlupfwespen. Alle Maßnahmen, die diese Nützlinge fördern, tragen somit zur Regulierung der Schädlinge bei. Speziell angesäte Buntbrachen entlang der Feldränder locken Nützlinge an, bieten ihnen Lebensraum und Nahrung in unmittelbarer Nähe zur Kultur und dienen ihnen als Ort der Überwinterung. Ausgehend von diesen Buntbrachen besiedeln sie die benachbarten Kulturen und dezimieren Schädlinge. Bei feuchter Witterung können auch insektenpathogene Pilze die Blattläuse stark reduzieren.

Rapsglanzkäfer:

Aus der Literatur sind keine anwendbaren biologischen Bekämpfungsmethoden bekannt.

Folgende vorbeugende anbautechnische Maßnahmen können den Befall mit Rapsglanzkäfer verringern:

- Kein Anbau von Sommerraps in Winterrapsanbaugebieten (Überflug!)
- Mulchsaat fördert natürliche Gegenspieler, jedoch auch Schnecken werden dadurch gefördert.
- Zu den natürlichen Gegenspielern zählen verschiedene Marienkäferarten und parasitische Schlupfwespen, die durch Buntbrachen gefördert werden.

Rapsstängelrüssler:

Aus der Literatur sind keine anwendbaren biologischen Bekämpfungsmethoden bekannt.

Bestimmte anbautechnische Maßnahmen können den Befall mit Rapsstängelrüssler verringern:

- Mulchsaat fördert natürliche Gegenspieler, jedoch auch Schnecken werden dadurch gefördert.
- Zu den natürlichen Gegenspielern zählen parasitische Schlupfwespen, die auch durch Buntbrachen gefördert werden.

Kohlschotenrüssler:

Aus der Literatur sind keine anwendbaren biologischen Bekämpfungsmethoden bekannt.

Folgende vorbeugende anbautechnische Maßnahmen können den Befall mit dem Kohlschotenrüssler verringern:

- Mulchsaat fördert natürliche Gegenspieler, jedoch auch Schnecken werden dadurch gefördert.

- Zu den natürlichen Gegenspielern zählen die zu den Schlupfwespen zählenden Larvenparasiten *Trichomalus perfectus* und *Mesopolobus morys*, die auch durch Buntbrachen gefördert werden.

Kohlschotenmücke:

Aus der Literatur sind keine anwendbaren biologischen Bekämpfungsmethoden bekannt.

Vorbeugende anbautechnische Maßnahmen können den Befall mit Kohlschotenmücke verringern:

- Mulchsaat fördert natürliche Gegenspieler, jedoch auch Schnecken werden dadurch gefördert.
- Zu den natürlichen Gegenspielern zählen die parasitierenden Schlupfwespen *Platygaster oebalus* und *Aphanogmus abdominalis*, die auch durch Buntbrachen gefördert werden.

2.7.2 Physikalische Methoden

Aus der Literatur sind keine physikalischen Methoden zur Insektenbekämpfung im Getreide- und Rapsanbau bekannt.

Dies steht im Gegensatz zum Gemüsebau wo z.B. mit Netzen, Folien oder Vlies Schädlinge fern gehalten werden können.

2.7.3 Chemische Methoden

Nachfolgend werden die chemischen Methoden zur Insektenbekämpfung im Getreide- und Rapsanbau dargestellt.

2.8 Chemische Bekämpfung

2.8.1 Wirkstoffgruppe der Pyrethroide^{49 50 51 52 53 54 55 56 57}

Entwicklungsgeschichte:

Pyrethroide sind synthetische Ester-Verbindungen, die sich vom natürlich vorkommenden Pyrethrum ableiten. Pyrethrum kommt in den Blüten mehrerer Chrysanthemenarten vor. Nachteilig sind die hohe Licht-, Temperatur- und Luftempfindlichkeit des Pyrethrums und der vergleichsweise rasche Abbau durch entgiftende Enzyme im Organismus. Nach Entdeckung eines Wirkungsverstärkers (Piperonylbutoxid, PBO), der den Abbau im Organismus verlangsamt, konnte eine etwa dreißigfache Verstärkung in der Pyrethrumwirkung erreicht werden. Gezielte chemische Veränderungen am Grundgerüst der Pyrethrumbestandteile führten dann zu den mehr als 1.000 bekannten synthetischen Pyrethroiden. Seit den 50er Jahren sind synthetische Produkte (Pyrethroide) auf dem Markt, von denen das Allethrin (Estergemisch aus Allethonol und Chrysantemumsäure) als erstes im größeren Maßstab hergestellt wurde. Die wichtigsten Pyrethroide sind die nach ihrer chemischen Struktur unterteilte Typ I Vertreter Allethrin, Permethrin, Resmethrin und Typ II Vertreter Deltamethrin, Cyfluthrin, Fenvalerat, Cypermethrin, Tetramethrin, Lambda-Cyhalothrin.

Pyrethroide sind Insektizide der vierten Generation. Sie sollten die toxikologisch und ökologisch bedenklicheren Insektizide der vorangegangenen Generationen ablösen, zu denen

⁴⁹ DAUNDERER, M.: Umweltgifte; Kompendium der klinischen Toxikologie; Teil 3, Band 13. ecomed Verlagsgesellschaft, München 1990

⁵⁰ MACHHOLZ, R. und LEWERENZ, H.J. (Hrsg.): Lebensmitteltoxikologie. Springer-Verlag, Berlin 1989

⁵¹ NAUMANN, K. und WEGLER, R. (Hrsg.): Chemie der synthetischen Pyrethroid-Insektizide. Springer-Verlag, Wuppertal, Leverkusen 1981

⁵² FENGSHENG, H., SHAOGUANG, W., LIHUI, L., SHUYANG, C., ZUOWEN, Z., JINXIU, S.: Archives of Toxicology 63 (1989), S. 54-58

⁵³ KLENCKE, I., RUHNAU, M., STOLZ, P.: Pyrethroide, Pestizide in Innenräumen. Verein für Umwelt- und Arbeitsschutz e.V. und Bremer Umwelt-Institut e. V.. Bremen (1994); beziehbar über: *Bremer Umwelt Institut e.V., Wielandstr. 25, 28203 Bremen*

⁵⁴ JÄGER-MISCKE, I. und WOLLNY, V.: Pyrethrum und Pyrethroide - Ein Beitrag zur Naturstoffdiskussion. Öko-Institut Freiburg (1988)

⁵⁵ BRINKMANN, R. und MÜLLER-MOHNSEN, H.: Zum gegenwärtigen Stand der Klinik der Pyrethroid-Vergiftung; Tischvorlage zur Fachtagung Biozidanwendung und Gesundheitsgefährdung, 31.08 - 01.09.1992, Universität Oldenburg (1992)

⁵⁶ STOLZ, P.: Analytik und Vorkommen von Pyrethroiden in Innenräumen - Stabilität von Pyrethroiden in 2-3 Jahre alten Staubproben; Vortrag zur Informationsveranstaltung "Hausstaub-Pyrethroide" im Rahmen des Umweltsurvey am 14.12.1993 im Bundesgesundheitsamt, Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene (1993)

⁵⁷ The Pyrethroid Insecticides: A Scientific Advance for Human Welfare? Vol. 27, 1989, Society of Chemical Industry, by Elsevier Applied Science Publishers

Organochlorverbindungen wie Lindan oder DDT, Organophosphate und verschiedene Carbamate zählen.

Markteinführung:

Anwendung seit Beginn des 19. Jahrhunderts als Insektenpulver ("Dalmatinisches" oder "Persisches Pulver"). Aufklärung der Struktur während des 1. Weltkrieges durch *Ruzicka* und *Staudinger*, denen auch die Herstellung synthetischer Pyrethroide gelang. Der erste probeweise Einsatz der neuen photostabilen Pyrethroide in den Großkulturen (z.B. Baumwolle) erfolgte 1977 durch die Konzerne *Shell* und *ICI*. In kurzer Zeit gelang bis zum Jahre 1980 eine Beteiligung am Insektizid-Weltmarkt in Höhe von 30 %.

Wirkungsweise:

Zentraler Angriffspunkt der Pyrethroide ist das Nervensystem. Sie blockieren die spannungsabhängigen Natriumkanäle in den Nervenmembranen, die beim Insekt eine starke Erregung, Lähmung und Tod hervorrufen. Pyrethroide zeichnen sich durch eine hohe Selektivität aus: sie wirken auf Insekten ca. 4400-fach stärker als auf Mensch und Tier.

Pyrethroide sind fettlöslich und besitzen eine schnell einsetzende Kontakt- und Fraßwirkung gegen fast alle Insekten. Außerdem entfalten sie Repellenteigenschaften.

Nach ihrer Beständigkeit in der Umwelt wird zwischen Kurzzeit- und Langzeitpyrethroiden unterschieden: Kurzzeitpyrethroide wirken einige Stunden bis Tage; während Langzeitpyrethroide wie z.B. Permethrin, Cypermethrin, Lambda-Cyhalothrin über mehrere Wochen hinweg wirksam sind.

Verwendung:

Pyrethroide finden Anwendung in der Landwirtschaft (Acker-, Obst-, Wein- und Gemüseanbau), in der Holz- und Forstwirtschaft, in der Zierpflanzenproduktion, etc. Auf natürliche Weise gewonnenes Pyrethrum darf auch im ökologischen Landbau eingesetzt werden. Im häuslichen Bereich werden Pyrethrum bzw. Pyrethroide verwendet als Holzschutzmittel, zur Behandlung von Naturtextilien ("Eulanisierung" von Wollteppichen), in Elektroverdampfern, in Köderboxen, als Insektensprays und -strips, als Flohmittel und als Mittel gegen Kopfläuse (nur Pyrethrum).

Gesundheitsgefährdung:

Pyrethroide sind hochwirksame Nervengifte. Bei Pyrethroid-Vergiftungen wurden folgende Gesundheitsschäden beim Menschen beobachtet:

Reizungen der Haut: Kribbeln, Juckreiz, Brennen;

Kopfschmerzen, Schwindel, Übelkeit, Müdigkeit;

Nervenschäden wie z.B. Zittern, Zuckungen, Krämpfe, Koma.

Pyrethroide werden bei Aufnahme aus den meisten Körperorganen innerhalb einiger Tage wieder ausgeschieden. Die o.g. Wirkungen sind deshalb meistens nur von kurzer Dauer. Ein Nachweis im Körper kann nach dem derzeitigen Stand der Technik nur bei relativ hoher Aufnahme durch den Nachweis von Metaboliten im Urin erfolgen.

2.8.2 Wirkstoffgruppe der Carbamate^{58 59 60}

Entwicklungsgeschichte:

Carbamate sind synthetische Salz- oder Esterverbindungen der Carbaminsäure. Sie entfalten sowohl Kontakt- als auch Fraßwirkung mit zum Teil langer Wirkungsdauer. Carbaryl ist das älteste Insektizid der Carbamat-Gruppe und steht am Anfang der Entwicklung der gesamten Verbindungsklasse. Carbaryl wurde von *Union Carbide* in den 50er Jahren entwickelt und im Jahre 1958 zum ersten Mal vermarktet. Seither wurden mehr als 50 verschiedene Präparate dieser Gruppe entwickelt. Von besonderer Bedeutung sind die N-Methylcarbaminsäureester Carbofuran, Propoxur, Aldicarb, Ethiofencarb, Bendiocarb, Methomyl und Pirimicarb, die sich aber in ihrem Wirkungsspektrum und ihrer Giftigkeit für Warmblüter deutlich unterscheiden. Viele von diesen Wirkstoffen sind mittlerweile veraltet und in Deutschland nicht mehr zugelassen, so z.B. Aldicarb, Propoxur, Ethiofencarb, Bendiocarb, Methomyl. Das spezifisch aphizid wirksame und nützlingschonende Pirimicarb ist dagegen immer noch von großer Bedeutung für Landwirtschaft und Gartenbau.

Im weiteren Sinn gehören auch die Thiocarbamate und Dithiocarbamate zu den Carbamaten, werden aber als Herbizide bzw. Fungizide genutzt.

⁵⁸ DAUNDERER, M.: Umweltgifte; Kompendium der klinischen Toxikologie; Teil 3, Band 13. ecomed Verlagsgesellschaft, München 1990

⁵⁹ MACHHOLZ, R. und LEWERENZ, H.J. (Hrsg.): Lebensmitteltoxikologie. Springer-Verlag, Berlin 1989

⁶⁰ Pirimicarb - the Specific Aphicide. 1989, ICI Agrochemicals, Fernhurst, England

Markteinführung:

Als erstes Carbamat-Insektizid wurde Carbaryl von *Union Carbide* im Jahre 1958 vermarktet. Im Jahre 1965 wurde Pirimicarb von *ICI Agrochemicals* entdeckt und einige Jahre später in Großbritannien eingeführt. Seither wird es in mehr als 60 Ländern weltweit vertrieben.

Wirkungsweise:

Der Wirkungsmechanismus der Carbamate beruht (wie bei den Phosphorsäureestern) auf einer Hemmung der Cholinesterase, was zur Anhäufung von Acetylcholin in den postsynaptischen Membranen führt und dadurch Dauererregung bis zum Exitus bewirkt. Unterschiede zur Hemmkinetik der Phosphorsäureester liegen in den Halbwertszeiten der spontanen Reaktivierung der blockierten Enzyme. Carbamate besitzen Halbwertszeiten, die in einer Größenordnung von Minuten liegen, während Phosphorsäureester eher durch "Alterung" irreversibel werden.

Verwendung:

Carbamate unterscheiden sich in ihrem Wirkungsspektrum und ihrem Anwendungsgebiet sehr deutlich voneinander. So z.B. wird Carbofuran vornehmlich als Bodeninsektizid bzw. Nematizid und Pirimicarb als spezifisches Blattlausmittel eingesetzt. Diese Präparate finden Anwendung in der Landwirtschaft und in der Zierpflanzenproduktion.

Gesundheitsgefährdung:

Carbamate (Bendiocarb, Methomyl) wirken beim Mensch toxisch nach der oralen, inhalativen und perkutanen Aufnahme. Die Symptomatik ähnelt der von Alkylphosphaten. Die Hemmung der Acetylcholinesterase ist aber weitaus kürzer, sie hält meist nur wenige Stunden an. In der Regel sind die Stoffe in einem Zeitraum von bis zu 72 Stunden ausgeschieden. Eine Speicherung im Fettgewebe ist aber möglich. Die Symptome die durch Carbamate hervorgerufen werden, sind u.a. Darmkrämpfe, Speichel- und Tränenfluss, Schweißausbrüche, extreme Verengung der Pupillen, stark beschleunigte Herzstätigkeit, Blutdrucksenkung, Atmungssteigerung, Muskelzucken, Leber- und Nierenschädigung.

2.8.3 Wirkstoffgruppe der Pyridin-azomethine

Entwicklungsgeschichte:

Pymetrozin ist als erster und bislang einziger Vertreter der neuen chemischen Gruppe der Pyridin-azomethine seit dem Jahr 2000 in Deutschland zugelassen. Pymetrozin wurde von *Novartis* (jetzt *Syngenta*) Anfang der neunziger Jahre entdeckt und 1996 in Frankreich erstmals zur Zulassung angemeldet.

Markteinführung:

Pymetrozin wird seit dem Jahr 2000 in Deutschland vermarktet.

Wirkungsweise:

Das systemisch wirkende Pymetrozin ist spezifisch wirksam gegen saugende Insekten, wie z.B. Blattläuse, Weiße Fliege, Zikaden. Dadurch ist es gegen zahlreiche natürliche Feinde unwirksam, die bei der Schädlingsbekämpfung eine zusätzliche Rolle spielen. Der genaue Wirkmechanismus ist noch nicht bekannt. Aber die saugenden Insekten stellen nach der Applikation des Mittels sofort das Saugen ein.

Verwendung:

Pymetrozin findet Anwendung in der Landwirtschaft sowie im Gemüse- und Zierpflanzenbau.

3 Material und Methoden

3.1 Feldversuche

Ziel der in den Jahren 1999 bis 2001 durchgeführten Feldversuche war die Überprüfung bzw. Beantwortung unterschiedlicher Versuchsfragen. Zu diesem Zwecke wurden die Versuchspläne in den jeweiligen Kulturen so erstellt, um möglichst alle Versuchsfragen beantworten zu können.

Im Einzelnen ermöglichten die durchgeführten Feldversuche Beurteilungen und Aussagen über

- das Schädlingsaufkommen in den betreffenden Jahren
- die Auswirkungen der Behandlung nach unterschiedlichen Schadschwellen
- die Auswirkungen des Schädlingsbefalles auf Ertrag und Qualität des Erntegutes
- den Einfluss unterschiedlicher Standorte (Wallhecken, offenes Gelände) auf den Befallsverlauf im Raps
- die Wirksamkeit neuer Insektizide zum Einsatz in Raps und Getreide
- die Wirtschaftlichkeit der durchgeführten Maßnahmen

In einem ersten Schritt dienten die Versuche zum Monitoring des Schaderregerpotentials im Untersuchungszeitraum sowie dessen Auswirkung auf Ertrag und Qualität im Erntegut. Darüber hinaus sollten mit Hilfe entsprechend gestalteter Versuchspläne die in der Praxis gängigen Schadschwellen überprüft werden.

Ein weiterer Teil der vorliegenden Arbeit befasste sich mit der Wirkung neuer Insektizidwirkstoffe zum Einsatz in Raps und Getreide. Dabei kam neben den klassischen Pyrethroiden (Lambda-cyhalothrin, Alpha-cypermethrin) mit Pirimor[®] (Pirimicarb) auch ein Carbat mit selektiver Wirkung auf Blattläuse bei gleichzeitiger Nützlingsschonung zum Einsatz. Mit dem Mittel Plenum[®] (Wirkstoff Pymetrozin) wurde erstmalig ein Wirkstoff aus der Gruppe der Pyridin-azomethine gegen Blattläuse im Getreide getestet.

Letztendlich sollte durch die Wahl geeigneter Versuchsflächen auch die Frage beantwortet werden, ob ein Zusammenhang zwischen Standort und dem Beginn des Schädlingsbefalls bzw. dessen Stärke besteht.

Tabelle 1 gibt einen Überblick der in den Jahren 1999 bis 2001 durchgeführten Feldversuche in Raps und Getreide in Schleswig-Holstein.

Tab. 1: Übersicht über die in den Jahren 1999 bis 2001 durchgeführten Feldversuche

| Kultur | Versuchsnummer | Versuchsjahr | Standort | Wallhecken vorhanden |
|--------|----------------|--------------|---------------|----------------------|
| Raps | DE11-99-E960 | 1999 | Groß Parin | ja |
| | DE11-99-E961 | 1999 | Bad Schwartau | nein |
| | DE11-00-E950 | 2000 | Bad Schwartau | nein |
| | DE11-00-E951 | 2000 | Timmendorf | ja |
| | DE11-01-E950 | 2001 | Timmendorf | ja |
| | DE11-01-E951 | 2001 | Bad Schwartau | nein |
| Weizen | DE11-99-E962 | 1999 | Stockelsdorf | |
| | DE11-99-E963 | 1999 | Bad Schwartau | |
| | DE11-00-E952 | 2000 | Stockelsdorf | |
| | DE11-00-E953 | 2000 | Bad Schwartau | |
| | DE11-01-E952 | 2001 | Timmendorf | |
| | DE11-01-E953 | 2001 | Bad Schwartau | |
| Hafer | DE11-00-E954 | 2000 | Häven | |
| | DE11-01-E954 | 2001 | Häven | |

3.1.1 Feldversuche in Raps

3.1.1.1 Standorte, Vorfrüchte, Bestandesführung

Die Feldversuche im Raps wurden in den Jahren 1999 bis 2001 an 3 unterschiedlichen Standorten in Schleswig-Holstein durchgeführt.

- Bad Schwartau; Kreis Ostholstein, sandiger Lehm, keine Wallhecken
- Timmendorf; Kreis Ostholstein, sandiger Lehm, Wallhecken vorhanden
- Groß Parin (nur 1999); Kreis Ostholstein, sandiger Lehm, Wallhecken vorhanden

Bei der Auswahl der Versuchstandorte wurde darauf geachtet, dass jeweils ein Standort unmittelbar an einer Wallhecke angrenzt, wobei der zweite Standort des jeweiligen Jahres auf einer wallheckenfreien Fläche angelegt wurde.

In Tabelle 2 sind Sorten, Vorfrüchte, sowie Daten zur Bestandesführung aufgeführt. Die Versuche wurden als randomisierte Blockanlage mit 4 Wiederholungen angelegt. Um eine einheitliche Verteilung der Schaderreger sicherzustellen und besser abgesicherte Ergebnisse über die Wirksamkeit der eingesetzten Produkte zu erhalten, wurde eine überdurchschnittlich große Parzellengröße von 90 m² gewählt. Diese Parzellengröße stellte eine besondere Herausforderung an die Auswahl geeigneter Versuchsfelder, da Einwirkungen anderer Faktoren, z.B. unterschiedlicher Bodenverhältnisse, auf die Ertrags- und Qualitätsdaten möglichst zu vermeiden waren.

Tab. 2: Sorten, Vorfrüchte und Bestandesführung an den Standorten der Rapsversuche

| Standort | ohne Wallhecken | | | mit Wallhecken | | |
|-------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | Bad Schwartau | Bad Schwartau | Bad Schwartau | Groß Parin | Timmendorf | Timmendorf |
| Jahr | 1999 | 2000 | 2001 | 1999 | 2000 | 2001 |
| Versuchsnummer | DE11-99-E961 | DE11-00-E950 | DE11-01-E951 | DE-11-99-E960 | DE11-00-E951 | DE11-01-E950 |
| Schlagbezeichnung | Bornhoop | Jierbeek | Redderblökken | Hoben | Rugenberg | Feldscheune |
| Sorten | Zenit | Express | Artus | Express | Express | Fortress |
| Vorfrucht | Wintergerste | Wintergerste | Wintergerste | Wintergerste | Wintergerste | Wintergerste |
| Bodenbearbeitung | Pflug | Pflug | Pflug | Pflug | Pflug | Pflug |
| Bodenart | sL | sL | sL | sL | sL | sL |
| Saat | 15.08.1998 | 18.08.1999 | 22.08.2000 | 19.08.1998 | 23.08.1999 | 25.08.2000 |
| Saatstärke | 3,0 kg/ha | 2,2 kg/ha | 3,5 kg/ha | 3,0 kg/ha | 3 kg/ha | 4,0 kg/ha |
| Versuchsanlage | Blockanlage | Blockanlage | Blockanlage | Blockanlage | Blockanlage | Blockanlage |
| | 90 m ² / 4 Wdh |

Pflegemaßnahmen, wie Düngung, Wachstumsregulierung sowie Herbizideinsatz, wurden vom jeweiligen Landwirt analog zur Restschlagbehandlung durchgeführt und entsprechen guter landwirtschaftlicher Praxis. Das gleiche gilt für die Blütenbehandlung mit einem Fungizid gegen *Sclerotinia sclerotiorum*. Die Versuchsfelder selbst und ein Pufferbereich um die Versuchsfelder wurden beim Insektizideinsatz des Landwirtes auf der Restfläche ausgespart.

Es wurde versucht, die Versuchsfelder bis auf die Zielorganismen möglichst frei von Krankheiten bzw. Insektenbefall zu halten, da diese möglicherweise den Ertrag beeinflussen könnten. In diesem Falle wurde unter Umständen eine frühe Insektizidapplikation zur

Bekämpfung des Rapsstängelrüsslers durchgeführt, sofern die Bekämpfungsschwellen überschritten wurden.

Neben den eigentlichen Versuchsstandorten wurden für die Befallsentwicklung der Schädlinge auch noch zwei weitere Standorte in Schleswig-Holstein einbezogen. Dabei handelt es sich um Versuchsstandorte der Firma Syngenta (vormals Zeneca und Novartis), an denen jährlich unterschiedlichste Versuche, auch Insektizidversuche, durchgeführt werden. Zum einen ist dies der Standort Staberdorf, auf Fehmarn, im Norden von Ostholstein, zum anderen der Standort Büchen im Herzogtum Lauenburg, im Süden des Landes Schleswig-Holstein.

3.1.1.2 Versuchsplan

Der Aufbau des Versuchsplans wurde in allen drei Versuchsjahren gleich gehalten. Mit der Gestaltung der Versuchspläne sollte den Versuchsfragen Rechnung getragen werden, um später Auswirkungen unterschiedlicher Befallssituationen und Schadinsekten auf Ertrags- und Qualitätsparameter eindeutig zuordnen zu können. Neben einer „Gesundvariante“ wurden Behandlungen zur Bekämpfung des Rapsglanzkäfers (nach Erreichen der Schadschwelle) sowie im Stadium BBCH 61 bis BBCH 69 eine Behandlung zur Bekämpfung des Kohlschotenrüsslers durchgeführt. Zum Einsatz kam der Wirkstoff Lambda-Cyhalothrin, der nun im Produkt Karate CS[®] als Kapselsuspension vorliegt. Als Vergleichsmittel wurde das im Raps zugelassene Produkt Mavrik[®], mit dem Wirkstoff Tau-Fluvalinate eingesetzt. Für die Behandlung gegen den Rapsglanzkäfer waren zwei unterschiedliche Behandlungstermine bzw. Schadschwellen vorgesehen. Die erste Behandlung wurde nach dem Erreichen der Schadschwelle 2 Käfer pro Pflanze im Stadium BBCH 51 bis 55 ausgelöst. Die zweite Behandlung erfolgte nach Erreichen der Schadschwelle 8 Käfer pro Pflanze unmittelbar vor der Blüte bzw. bei Blühbeginn.

Tab. 3: Versuchsplan für die Rapsversuche der Jahre 1999 bis 2001

| Trt | Behandlung | Produktname | Wirkstoff | Aufwandmenge Produkt | Aufwandmenge Wirkstoff | Behandlungszeitpunkt | Bemerkung |
|-----|------------|------------------------|--------------------|----------------------|------------------------|----------------------|------------------------------|
| 1 | | unbehandelte Kontrolle | | | | | |
| 2 | 1 | Karate CS [®] | Lambda-Cyhalothrin | 50 ml/ha | 5 g/ha | Schadschwelle 1 | "Gesundvariante" |
| 2 | 2 | Karate CS [®] | Lambda-Cyhalothrin | 75 ml/ha | 7,5 g/ha | BBCH 65-68 | |
| 3 | | Karate CS [®] | Lambda-Cyhalothrin | 50 ml/ha | 5 g/ha | Schadschwelle 1 | Rapsglanzkäferbekämpfung |
| 4 | | Karate CS [®] | Lambda-Cyhalothrin | 50 ml/ha | 5 g/ha | Schadschwelle 2 | Rapsglanzkäferbekämpfung |
| 5 | | Karate CS [®] | Lambda-Cyhalothrin | 75 ml/ha | 7,5 g/ha | BBCH 65-68 | Kohlschotenrüsslerbekämpfung |
| 6 | | Mavrik [®] | Tau-Fluvalinate | 200 ml/ha | 48 g/ha | Schadschwelle 1 | Vergleich zu Variante 3 |
| 7 | | Mavrik [®] | Tau-Fluvalinate | 200 ml/ha | 48 g/ha | BBCH 65-68 | Vergleich zu Variante 5 |

3.1.1.3 Behandlungsdaten

Zum Zeitpunkt der Behandlungen wurde in allen Parzellen der Ausgangsbefall bestimmt. Daneben wurden relevante Daten wie Wachstumsstadium, Temperatur, relative Luftfeuchte, Windstärke und Windrichtung, Bodenfeuchte sowie Wolkenbedeckung erfasst. Während des gesamten Versuchszeitraumes wurden die meteorologischen Daten aufgezeichnet. Die Wetterdaten wurden am Standort Lübeck-Blankensee, einer Wetterstation des Deutschen Wetterdienstes erfasst. Der Standort liefert repräsentative Werte für die Region südliches Ostholstein.

Die Applikationen erfolgten mit Hilfe einer Gloria-Rückenspritze und einem 2,5m Spritzbalken der Firma Agrotop und wurden nach den Richtlinien der GEP (Gute experimentelle Praxis) durchgeführt. Bei dem verwendeten Trägergas handelte es sich um Pressluft, wobei das verwendete Wasservolumen von umgerechnet 300 l/ha und die verwendeten Düsen DG11003VS der gängigen Praxis in Schleswig-Holstein entsprach.

3.1.1.4 Wirksamkeitsbonituren und Ertragshebungen

Die Wirksamkeitsuntersuchungen wurden nach den zum Zeitpunkt der Versuchsdurchführung geltenden EPPO-Bestimmungen vorgenommen. Für Rapsglanzkäfer war dies die Richtlinie PP 1/178 (2) sowie die Richtlinie PP 1/107 (2) für den Kohlschotenrüssler. Die

sonstigen auftretenden Schaderreger wurden nach den deutschen BBA-Vorschriften bzw. nach den als Rohfassung vorliegenden Vorschlägen für neue EPPO-Richtlinien bonitiert. In Einzelfällen wurde von den vorliegenden Richtlinien abgewichen, um eine möglichst exakte Versuchsauswertung zu gewährleisten.

Als Basis aller Bonituren dienten 50 Rapspflanzen pro Parzelle, unabhängig vom auftretenden Schaderreger. Die Pflanzen wurden vor den Applikationen entsprechend markiert, so dass alle Auswertungen über den Versuchszeitraum an jeweils gleichen Pflanzen vorgenommen wurden. Neben der Erfassung der absoluten Anzahl auftretender Schädlinge an 50 Pflanzen, wurde der durchschnittliche Befall pro Pflanze errechnet. Um Aussagen über die Wirksamkeit der eingesetzten Produkte treffen zu können, wurde mit den vorliegenden Befallszahlen die Wirkungsgrade nach der Formel von HENDERSON und TILTON (1955) berechnet.

Für die Ermittlung der Befallsverläufe, sowie der Schadschwellen wurden die Versuchsfläche bereits vor den eigentlichen Applikationen im wöchentlichen Abstand bonitiert und die Gesamtzahl der Rapsglanzkäfer bzw. Kohlschotenrüssler an 50 Pflanzen ermittelt.

Darüber hinaus wurden alle weiteren während der Versuchsphase im Versuch auftretenden Krankheiten bzw. Schädlinge, die Einfluss auf den späteren Ertrag haben könnten erfasst. Ziel war es die Versuchsfläche bis auf die Zielorganismen frei von Krankheiten und anderen Schädlingen zu halten.

Die Beerntung der Versuche erfolgte mit dem Parzellenmähdrescher als Kerndrusch. Dabei wurde eine Netto-Parzelle von 72 m² gedroschen. Durch den Kerndrusch sollten eventuelle Randeffekte ausgeschlossen werden. Diese Randeffekte können beträchtliche Auswirkungen haben und den Versuch unter Umständen unauswertbar machen. Der Parzellenmähdrescher verfügte über ein eingebautes, automatisches Wiegesystem, so dass direkt bei der Beerntung der Ertrag einer jeden Parzelle festgestellt werden konnte. Von jeder Parzelle wurde eine Rückstellprobe von jeweils 1 kg entnommen und mit einem Teil der Rückstellprobe der Feuchtigkeitsgehalt in der Probe bestimmt. Hierfür kam ein geeichtes Feuchtemessgerät (HE50) der Firma Pfeuffer zum Einsatz. Ausgehend von den Parzellenerträgen wurde der Hektarertrag in dt/ha bezogen auf einen Feuchtegehalt von 9% errechnet.

3.1.1.5 Qualitätsbestimmungen

Über alle drei Versuchsjahre wurde der Ölgehalt des Rapses in jeder Parzelle bestimmt, um mögliche Auswirkungen eines Insektenbefalles festzustellen. Zur Ermittlung des Ölgehaltes diente die während der Beerntung von jeder Parzelle gezogene, repräsentative Durchschnittsprobe. Der Ölgehalt wurde in den Laboren der LUFA in Kiel bestimmt. Die Bestimmung wurde nach der im EG-Amtsblatt Nr. L239/2 ff. Verordnung (EWG) Nr. 1470/68 Anhang V veröffentlichten Methode durchgeführt.

3.1.1.6 Statistik

Die statistischen Auswertungen wurden mit dem Syngenta eigenen Programm ACSAPWIN vorgenommen und mittels Varianzanalyse ausgewertet. Waren die Daten nicht normalverteilt, wurden sie transformiert. Die Zahlen in den Abbildungen und Tabellen spiegeln die nicht transformierten Mittelwerte wieder. Die Irrtumswahrscheinlichkeit beträgt jeweils 5%. Unterscheiden sich in den Abbildungen dargestellte Daten signifikant voneinander, so werden diese Daten entsprechend mit einem Stern gekennzeichnet. In den Übersichtstabellen finden sich auch Angaben der Grenzdifferenzen.

3.1.2 Feldversuche in Weizen und Hafer

3.1.2.1 Standorte, Vorfrüchte, Bestandesführung

Die Feldversuche in Weizen wurden in den Jahren 1999 bis 2001 an 3 unterschiedlichen Standorten in Schleswig-Holstein durchgeführt.

- Bad Schwartau; Kreis Ostholstein, sandiger Lehm
- Stockelsdorf; Kreis Ostholstein, sandiger Lehm
- Timmendorf (nur 2001); Kreis Ostholstein, sandiger Lehm

In Tabelle 4 sind Sorten, Vorfrüchte, sowie Daten zur Bestandesführung aufgeführt. Die Versuche wurden als randomisierte Blockanlage mit 4 Wiederholungen angelegt. Um eine

einheitliche Verteilung der Schaderreger sicherzustellen und besser abgesicherte Ergebnisse über die Wirksamkeit der eingesetzten Produkte zu erhalten, wurde eine Parzellengröße von 50 m² gewählt.

Tab. 4: Sorten, Vorfrüchte und Bestandesführung an den Standorten der Weizenversuche

| | | | | | | |
|-------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Standort | Stockelsdorf | Bad Schwartau | Stockelsdorf | Bad Schwartau | Timmendorf | Bad Schwartau |
| Jahr | 1999 | 1999 | 2000 | 2000 | 2001 | 2001 |
| Versuchsnummer | DE11-99-E962 | DE11-99-E963 | DE11-00-E952 | DE11-00-E953 | DE11-01-E952 | DE11-01-E953 |
| Schlagbezeichnung | Hauskoppel | Ehmkenberg | Klaus gross | Glinnen | Feldscheune | Redderblöcken |
| Sorten | Ritmo | Batis | Flair | Aspirant | Batis | Ritmo |
| Qualitätsgruppe | B-Weizen | A-Weizen | B-Weizen | A-Weizen | A-Weizen | B-Weizen |
| Vorfrucht | Winterweizen | Winterraps | Winterweizen | Winterweizen | Winterraps | Winterraps |
| Bodenbearbeitung | Pflug | Pflug | Pflug | pfluglos | Pflug | Pflug |
| Bodenart | sL | sL | sL | sL | sL | sL |
| Saat | 25.09.1998 | 29.09.1999 | 18.09.1999 | 16.09.1999 | 03.10.2000 | 27.09.2000 |
| Saatstärke | 150 kg/ha | 160 kg/ha | 145 kg/ha | 110 kg/ha | 125 kg/ha | 140 kg/ha |
| Versuchsanlage | Blockanlage | Blockanlage | Blockanlage | Blockanlage | Blockanlage | Blockanlage |
| | 50 m ² / 4 Wdh |

Für die Ermittlung der Befallsverläufe von Blattläusen und Getreidehähnchen im Weizen wurden weiterhin die beiden Syngenta Versuchsflächen in Büchen, Herzogtum-Lauenburg sowie Staberdorf auf Fehmarn einbezogen.

Versuche im Hafer (Winterhafer) wurden in den Jahren 2000 und 2001 am Standort Häven, Landkreis Ostholstein angelegt. Sie dienten hauptsächlich der Beurteilung neuer insektizider Wirkstoffe zur Bekämpfung von Blattläusen sowie dem Einfluss unterschiedlicher Applikationstermine auf den Befallsverlauf der Blattlauspopulationen.

Nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über Sorten und Bestandesführung am Standort der beiden Versuchsjahre.

Tab. 5: Sorten, Vorfrüchte und Bestandesführung am Standort der Haferversuche

| | | |
|-------------------|---------------------------|---------------------------|
| Standort | Häven | Häven |
| Jahr | 2000 | 2001 |
| Versuchsnummer | DE11-00-E954 | DE11-01-E954 |
| Schlagbezeichnung | Bergkoppel | Eschenrehm |
| Sorten | Wistar | Wistar |
| Vorfrucht | Winterroggen | Winterroggen |
| Bodenbearbeitung | Pflug | Pflug |
| Bodenart | sL | sL |
| Saat | 29.09.1999 | 03.10.2000 |
| Saatstärke | 110 kg/ha | 110 kg/ha |
| Versuchsanlage | Blockanlage | Blockanlage |
| | 50 m ² / 4 Wdh | 50 m ² / 4 Wdh |

Pflegemaßnahmen, wie Düngung, Wachstumsregulierung, sowie Herbizideinsatz, wurden vom jeweiligen Landwirt analog zur Restschlagbehandlung durchgeführt und entsprechen guter landwirtschaftlicher Praxis. Eine letzte Fungizidbehandlung wurde im Stadium BBCH 49 durchgeführt, um den Blattbereich vor Krankheiten zu schützen.

Die Versuchsflächen selbst sowie ein Pufferbereich um die Versuchsfläche, wurden beim Insektizideinsatz des Landwirtes auf der Restfläche ausgespart.

3.1.2.2 Versuchspläne

Wie schon in den Rapsversuchen, wurden auch die Versuchspläne für den Weizen und den Hafer in allen Versuchsjahren gleich gehalten. Jedoch unterscheiden sich die Versuchspläne für Weizen und Hafer voneinander, da in beiden Kulturen unterschiedliche Fragestellungen beantwortet werden sollten.

Im Weizen lag die Ausrichtung der Versuche auf der Bekämpfung von Getreidehähnchen und Blattläusen bzw. deren Auswirkungen auf Ertrag und Qualität.

Der Termin für die Blattlausbekämpfung lag zu zwei unterschiedlichen Terminen, um geltende Schadschwellenkonzepte zu überprüfen. Eine Behandlung war für das Stadium BBCH 61 vorgesehen, eine weitere für das Stadium BBCH 69.

Zur Bekämpfung der Getreidehähnchen wurde Karate CS[®] mit dem Wirkstoff Lambda-Cyhalothrin eingesetzt. Karate CS[®] befand sich zum Zeitpunkt der Versuchsdurchführung noch in der Zulassungsprüfung, hat inzwischen aber die Zulassung im Getreide und weiteren Kulturen erhalten. Als Vergleichsmittel kam das Produkt Fastac[®] mit dem Wirkstoff Alpha-Cypermethrin, ebenfalls aus der Gruppe der Pyrethroide, zum Einsatz.

Für die Bekämpfung der Blattlausarten kamen zwei unterschiedliche Produkte zum Einsatz. Zum einen das Produkt Pirimor[®] (Wirkstoff: Pirimicarb), ein selektiv auf Blattlausarten wirkendes Insektizid aus der Gruppe der Carbamate. Zum zweiten wurde mit dem Wirkstoff Pymetrozin ein neuartiger Wirkstoff aus der Gruppe der Pyridin-azomethine im Getreide getestet. Plenum[®] ist bisher nicht im Getreide zugelassen, sondern ausschließlich in Sonderkulturen bzw. Kartoffeln.

Nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über den Versuchsplan in den Jahren 1999 bis 2001.

Tab. 6 Versuchsplan für die Weizenversuche der Jahre 1999 bis 2001

| Trt | Behandlung | Produktname | Wirkstoff | Aufwandmenge Produkt | Aufwandmenge Wirkstoff | Behandlungszeitpunkt | Bemerkung |
|-----|------------|------------------------|--------------------|----------------------|------------------------|---|-------------------------------|
| 1 | | unbehandelte Kontrolle | | | | | |
| 2 | 1 | Karate CS [®] | Lambda-Cyhalothrin | 75 ml/ha | 7,5 g/ha | Schadschwelle, 1 Larve pro F (BBCH 51-55) | "Gesundvariante", Spritzfolge |
| | 2 | Pirimor [®] | Pirimicarb | 200 g/ha | 100 g/ha | BBCH 69 | |
| 3 | | Karate CS [®] | Lambda-Cyhalothrin | 75 ml/ha | 7,5 g/ha | Schadschwelle, 1 Larve pro F (BBCH 51-55) | Getreidehähnchen |
| 4 | | Fastac [®] SC | Alpha-cypermethrin | 100 ml/ha | 10 g/ha | Schadschwelle, 1 Larve pro F (BBCH 51-55) | Getreidehähnchen |
| 5 | | Plenum [®] | Pymetrozin | 200 g/ha | 100 g/ha | BBCH 69 | Blattläuse |
| 6 | | Pirimor [®] | Pirimicarb | 200 g/ha | 100 g/ha | BBCH 69 | Blattläuse |
| 7 | | Plenum [®] | Pymetrozin | 200 g/ha | 100 g/ha | BBCH 61 | Blattläuse |

Die zweijährig in Winterhafer durchgeführten Versuche dienten in erster Linie zur Beurteilung der Wirksamkeit unterschiedlicher Insektizide zur Bekämpfung von Getreideblattläusen. Die eingesetzten Produkte Pirimor[®] und Plenum[®] wurden dabei mit 50 % und 75 % der vollen Aufwandmenge zu 2 unterschiedlichen Terminen eingesetzt und hinsichtlich Wirkung allgemein, Anfangs- und Dauerwirkung beurteilt. Zur Bekämpfung im Versuch auftretender Getreidehähnchen wurde mit Lambda-Cyhalothrin ein Wirkstoff aus der Gruppe der Pyrethroide eingesetzt.

Tab. 7: Versuchsplan für die Haferversuche der Jahre 2000 bis 2001

| Trt | Behandlung | Produktname | Wirkstoff | Aufwandmenge Produkt | Aufwandmenge Wirkstoff | Behandlungszeitpunkt | Bemerkung |
|-----|------------|------------------------|--------------------|----------------------|------------------------|----------------------|------------------|
| 1 | | unbehandelte Kontrolle | | | | | |
| 2 | 1 | Karate CS [®] | Lambda-Cyhalothrin | 75 ml/ha | 7,5 g/ha | BBCH 51-59 | Gesundvariante |
| | 2 | Plenum [®] | Pymetrozin | 150 g/ha | 75 g/ha | BBCH 69 | |
| 3 | | Karate CS [®] | Lambda-Cyhalothrin | 75 ml/ha | 7,5 g/ha | BBCH 51-59 | Getreidehähnchen |
| 4 | | Plenum [®] | Pymetrozin | 100 g/ha | 50 g/ha | BBCH 61 | Blattläuse |
| 5 | | Plenum [®] | Pymetrozin | 150 g/ha | 75 g/ha | BBCH 61 | Blattläuse |
| 6 | | Pirimor [®] | Pirimicarb | 100 g/ha | 50 g/ha | BBCH 61 | Blattläuse |
| 7 | | Pirimor [®] | Pirimicarb | 150 g/ha | 75 g/ha | BBCH 61 | Blattläuse |
| 8 | | Plenum [®] | Pymetrozin | 100 g/ha | 50 g/ha | BBCH 69 | Blattläuse |
| 9 | | Plenum [®] | Pymetrozin | 150 g/ha | 75 g/ha | BBCH 69 | Blattläuse |
| 10 | | Pirimor [®] | Pirimicarb | 100 g/ha | 50 g/ha | BBCH 69 | Blattläuse |
| 11 | | Pirimor [®] | Pirimicarb | 150 g/ha | 75 g/ha | BBCH 69 | Blattläuse |

3.1.2.3 Behandlungsdaten

Zum Zeitpunkt der Behandlungen wurde in allen Parzellen der Ausgangsbefall bestimmt. Daneben wurden relevante Daten wie Wachstumsstadium, Temperatur, relative Luftfeuchte, Windstärke und Windrichtung, Bodenfeuchte sowie Wolkenbedeckung erfasst. Während des gesamten Versuchszeitraumes wurden die meteorologischen Daten aufgezeichnet. Die Wetterdaten wurden am Standort Lübeck-Blankensee, einer Wetterstation des Deutschen Wetterdienstes erfasst. Der Standort liefert repräsentative Werte für die Region südliches Ostholstein.

Die Applikationen erfolgten mit Hilfe einer Gloria-Rückenspritze und einem 2,5m Spritzbalken der Firma Agrotop und wurden nach den Richtlinien der GEP (Gute experimentelle Praxis) durchgeführt. Bei dem verwendeten Trägergas handelte es sich um Pressluft, wobei das verwendete Wasservolumen von umgerechnet 300 l/ha und die verwendeten Düsen DG11003VS der gängigen Praxis in Schleswig-Holstein entspricht.

3.1.2.4 Wirksamkeitsbonituren und Ertragshebungen

Die Wirksamkeitsuntersuchungen wurden nach den zum Zeitpunkt der Versuchsdurchführung geltenden EPPO-Bestimmungen vorgenommen. Für Blattläuse war dies die Richtlinie PP 1/20 (2), für Getreidehähnchen der von der Biologischen Bundesanstalt veröffentlichte Vorschlag für eine EPPO-Richtlinie „zur Prüfung von Insektiziden gegen Getreidehähnchen, *Oulema spp.* in Getreide“. Die sonstigen auftretenden Schaderreger wurden nach den deutschen BBA-Vorschriften bonitiert. In Einzelfällen wurde von den vorliegenden Richtlinien abgewichen, um eine möglichst exakte Versuchsauswertung zu gewährleisten.

Als Basis aller Bonituren dienten 25 Weizenpflanzen pro Parzelle, unabhängig vom auftretenden Schaderreger. Neben der absoluten Anzahl auftretender Schädlinge an 25 Pflanzen, wurde der durchschnittliche Befall pro Pflanze errechnet. Um Aussagen über die Wirksamkeit der eingesetzten Produkte treffen zu können, wurde mit den vorliegenden Befallszahlen die Wirkungsgrade nach der Formel von HENDERSON und TILTON (1955) berechnet.

Die Bonitur der Getreidehähnchen erfolgte hauptsächlich auf den Fahnenblättern. Beide auftretende Arten, das Rothalsige Getreidehähnchen, *Oulema melanopus* und das Blaue Getreidehähnchen, *Oulema lichenis* wurden im Larvenstadium erfasst und als *Oulema spp.*

bonitiert, da eine direkte Ansprache der beiden unterschiedlichen Arten unter Feldbedingungen nicht möglich war. Die auftretenden Blattlausarten wurden zur Ermittlung der Befallsverläufe sowie zur Beurteilung der Wirksamkeit der eingesetzten Insektizide gesamthaft erfasst. Eine Bonitur erfolgte zum einen durch Erfassung aller Blattläuse an der Pflanze, unabhängig ob sie am Stängel, Halm oder Ähre auftraten, weiterhin wurden die Blattläuse erfasst, die ausschließlich an der Ähre vorkamen. Zusätzlich wurde vor der ersten Applikation die in den Versuchen auftretenden Blattlausarten sowie deren Anteil am Gesamtbefall ermittelt.

Im Stadium BBCH 75-81 des Getreides wurde zusätzlich eine Bonitur auf Ährenkrankheiten, vor allem Schwärzepilze (*Alternaria* spp., *Cladosporium* spp.) vorgenommen. Zum gleichen Zeitpunkt wurde ebenfalls der Anteil „frass-geschädigter“ Blattfläche auf dem Fahnenblatt bonitiert.

Für die Ermittlung der Befallsverläufe bzw. der Schadschwellen wurden bereits vor den eigentlichen Applikationen die Versuchsflächen im wöchentlichen Abstand bonitiert. Bei den Getreideblattläusen wurde der Anteil mit Blattläusen befallener Halme und Ähren ermittelt, bei den Getreidehähnchen die Gesamtanzahl Larven auf 25 Pflanzen bzw. Fahnenblättern.

Alle übrigen im Versuch auftretenden Krankheiten und Schädlinge wurden erfasst, da diese mögliche Auswirkungen auf den Ertrag haben könnten. Ansonsten wurde versucht, die Versuche bis auf die Zielorganismen befallsfrei zu halten.

Die Beerntung der Versuche erfolgte mit dem Parzellenmähdrescher als Kerndrusch. Dabei wurde eine Netto-Parzelle von 30 m² gedroschen. Durch den Kerndrusch sollten eventuelle Randeffekte ausgeschlossen werden. Diese Randeffekte können beträchtliche Auswirkungen haben und den Versuch unter Umständen unauswertbar machen. Der Parzellenmähdrescher verfügte über ein eingebautes, automatisches Wiegesystem, so dass direkt bei der Beerntung der Ertrag einer jeden Parzelle festgestellt werden konnte. Von jeder Parzelle wurde eine Rückstellprobe von jeweils 5 kg entnommen und von einem Teil der Rückstellprobe der Feuchtigkeitsgehalt bestimmt. Hierfür kam ein geeichtes Feuchtemessgerät (HE50) der Firma Pfeuffer zum Einsatz. Ausgehend von den Parzellenerträgen wurde der Hektarertrag in dt/ha, bezogen auf einen Feuchtegehalt von 15% errechnet.

3.1.2.5 Qualitätsbestimmungen

Über alle Versuchsjahre wurden neben dem Ertrag weitergehende Qualitätsdaten ermittelt. Das bei der Ernte gewonnene Rückstellmuster wurde zur weiteren Bearbeitung an die LU-FA nach Kiel geschickt, die die entsprechenden Untersuchungen durchführte. Alle erhaltenen Qualitätsdaten wurden statistisch verrechnet.

Nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick der in den Versuchsjahren durchgeführten Analysen in Weizen und Hafer

Tab. 8: Ermittelte Qualitätsparameter in Weizen und Hafer

| Weizen | 1999 | 2000 | 2001 | Methode |
|------------------------|------|------|------|---|
| Ertragsermittlung | X | X | X | |
| Feuchtigkeit | X | X | X | ICC-Standard Nr. 110/1 |
| TKG | X | X | X | |
| Sortierung 1. Fraktion | X | X | X | Siebfraktion < 2.2 mm |
| Proteingehalt i. Tr. | X | X | X | ICC-Standard Nr. 105/2 |
| Fallzahl | X | X | X | ICC-Standard Nr. 107/1 |
| Sedimentationswert | X | X | X | ICC-Standard Nr. 116/1 |
| Keimfähigkeit | X | X | X | Schnellbestimmung mit Vitascop |
| Hafer | 2000 | 2001 | | |
| Ertragsermittlung | X | X | | |
| Feuchtigkeit | X | X | | ICC-Standard Nr. 110/1 |
| Hektolitergewicht | X | X | | Handbuch der landwirtschaftlichen Versuchs- und Untersuchungsmethodik, Fünfter Band S. 35 |

3.1.2.6 Statistik

Die statistischen Auswertungen wurden mit dem Syngenta eigenen Programm ACSAPWIN vorgenommen und mittels Varianzanalyse ausgewertet. Waren die Daten nicht normalverteilt, wurden sie transformiert. Die Zahlen in den Abbildungen und Tabellen spiegeln die nicht transformierten Mittelwerte wieder. Die Irrtumswahrscheinlichkeit beträgt jeweils 5%. Unterscheiden sich in den Abbildungen dargestellte Daten signifikant voneinander, so werden diese Daten entsprechend mit einem Stern gekennzeichnet. In den Tabellendarstellungen finden sich zusätzlich Angaben zur Grenzdifferenz.

3.2 Erhebungen zum Einsatz von Insektiziden in Schleswig-Holstein

In den Jahren 1999 bis 2004 wurden umfangreiche Erhebungen zum Einsatz von Insektiziden in Schleswig-Holstein durchgeführt. Ziel war es, die Insektizidaufwandmenge zu ermitteln, sowie die Häufigkeit der eingesetzten Produkte in den Kulturen Winterraps und Winterweizen zu erfassen. Darüber hinaus war es das Ziel nähere Informationen über den Einsatzschwerpunkt, wie Zielorganismus oder Einsatztermin zu erhalten. Die Erhebung wurde als Panelstudie durchgeführt, das heißt in jedem Jahr wurde die gleiche repräsentative Gruppe von Landwirten in Schleswig-Holstein befragt. Dadurch wurde sichergestellt, dass mögliche Änderungen nicht auf einen Wechsel in der Befragungsgruppe zurückzuführen sind, sondern tatsächliche Veränderungen innerhalb des Marktumfeldes darstellen.

Durch die Befragung einer repräsentativen Gruppe lassen sich die Daten auf das gesamte Bundesland Schleswig-Holstein hochrechnen. Die über den Zeitraum befragte Gruppe umfasste insgesamt 51 Landwirte aus ganz Schleswig-Holstein.

Um die Validität der Daten zu überprüfen wurden die erhaltenen Ergebnisse mit den Paneldaten eines unabhängigen Marktforschungsinstitutes verglichen. Darüber hinaus wurde die durch die Befragung ermittelte und hochgerechnete Anbaufläche für Weizen und Raps mit den Daten des statistischen Landesamtes Schleswig-Holstein verglichen.

4 Ergebnisse

Die Darstellung der Ergebnisse gliedert sich in Einzelbereiche. Zuerst werden die Kulturen Raps, Weizen und Hafer nacheinander abgehandelt, wobei für jede Kultur folgende Reihenfolge der Ergebnisdarstellung eingehalten wird:

- Witterungsverläufe
- Befallsverläufe der jeweiligen Insektenarten
- Wirkung der eingesetzten Produkte
- Ertragsauswertungen
- Qualitätsauswertungen
- Wirtschaftlichkeitsberechnungen

Im Anschluss an die Ergebnisse aus den Feldversuchen schließt sich die Auswertung der Panelstudie zum Insektizideinsatz in Schleswig-Holstein an und rundet damit den Ergebnisteil dieser Arbeit ab.

4.1 Feldversuche im Winterraps

Die durchgeführten Feldversuche werden zunächst für die unterschiedliche Jahre getrennt betrachtet, da teilweise erhebliche Schwankungen innerhalb der Versuchsjahre auftraten. Dies betrifft sowohl den Befallsverlauf der auftretenden Schädlinge als auch die Wirksamkeit der eingesetzten Insektizide.

4.1.1 Witterungsverläufe in den Monaten April bis Mai der Versuchsjahre 1999 bis 2001

Die Witterungsdaten wurden jeweils für den Zeitraum der Versuchsdurchführung dargestellt. Die Witterungsverläufe können Rückschlüsse auf die Populationsentwicklung und auf die Wirksamkeit der der eingesetzten Insektizide geben. Im Raps lag die Phase der Versuchsdurchführung (Applikationen, Bonituren) in den Monaten Anfang April bis Ende Mai des jeweiligen Versuchsjahres.

Versuchsjahr 1999

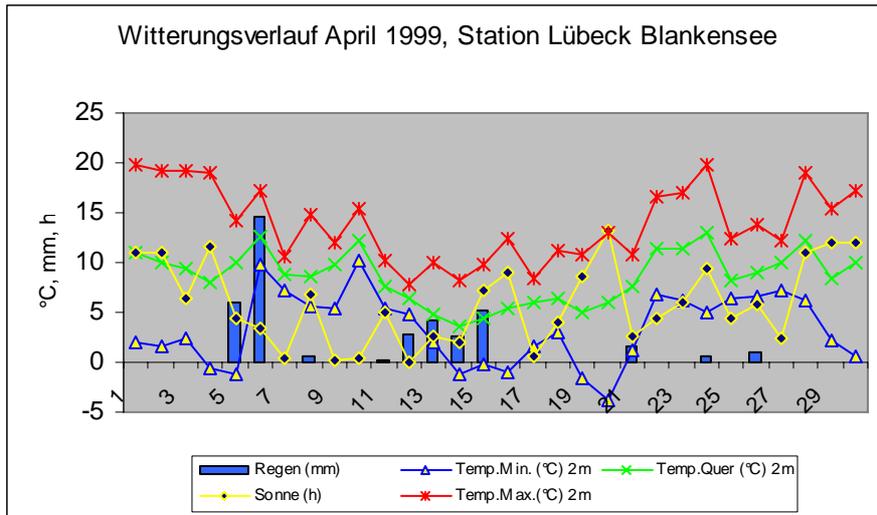


Abb. 10: Witterungsverlauf im Monat April 1999

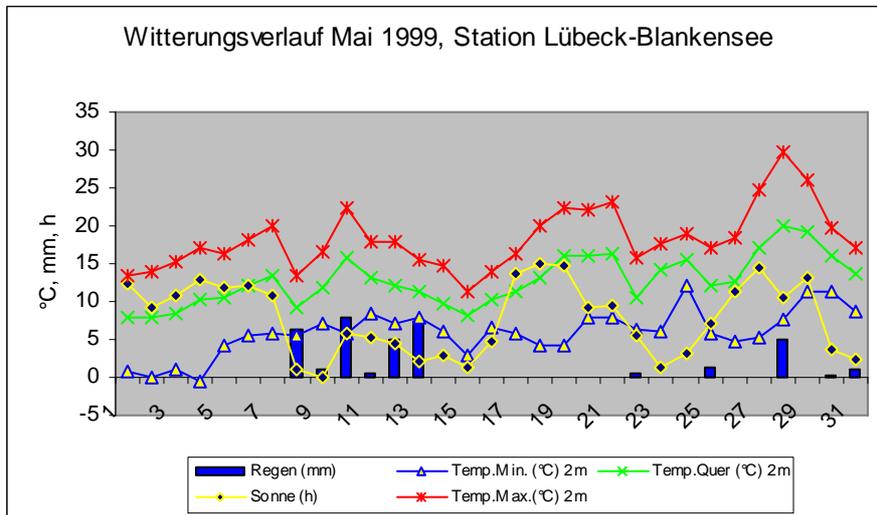


Abb. 11: Witterungsverlauf im Monat Mai 1999

Versuchsjahr 2000

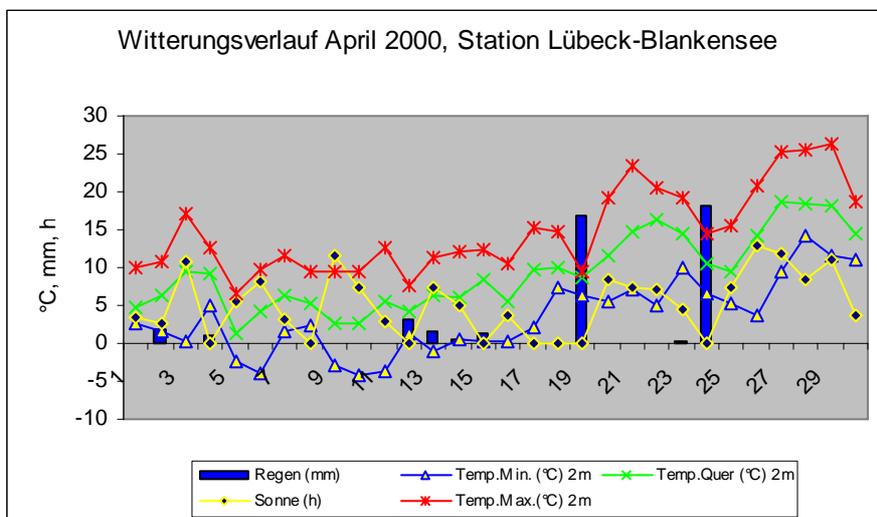


Abb. 12: Witterungsverlauf im Monat April 2000

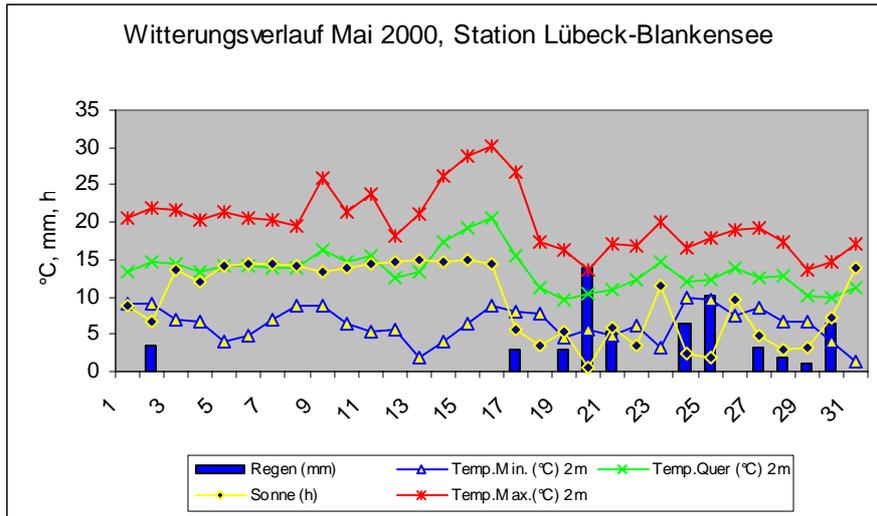


Abb. 13 Witterungsverlauf im Monat Mai 2000

Versuchsjahr 2001

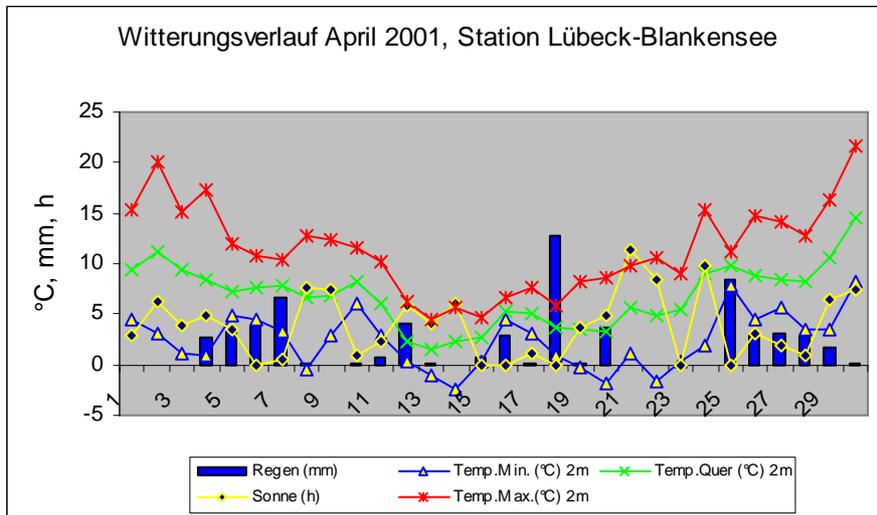


Abb. 14 Witterungsverlauf im Monat April 2001

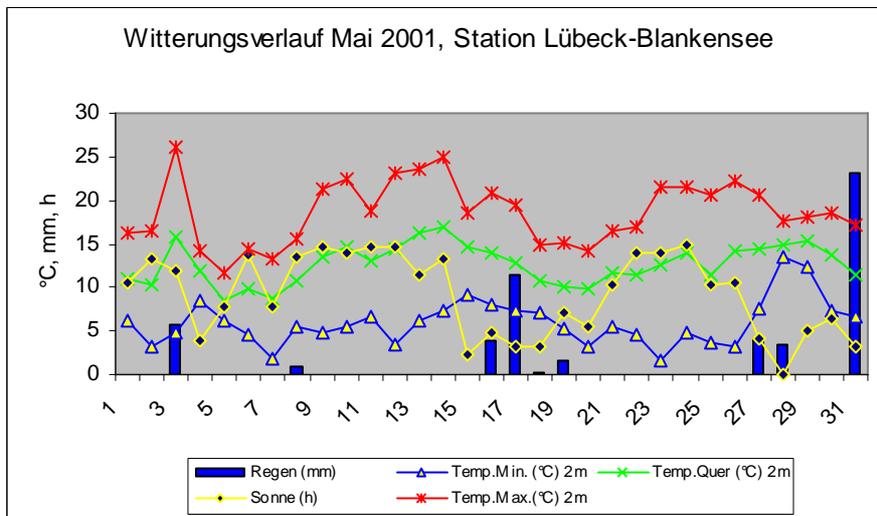


Abb. 15 Witterungsverlauf im Monat Mai 2001

4.1.2 Populationsentwicklung des Rapsglanzkäfers *Meligethes aeneus* in den Jahren 1999 bis 2001

Versuchsjahr 1999

Das Versuchsjahr war geprägt durch ein geringes Auftreten des Rapsglanzkäfers. Zu Beginn entwickelte sich die Population sehr langsam. Anfang April waren am Standort Büchen lediglich einzelne Rapsglanzkäfer in den aufgestellten Gelbschalen zu finden. An allen übrigen Standorten gab es zu diesem Zeitpunkt noch kein Auftreten. Am Standort Büchen entwickelte sich in den nachfolgenden Tagen die Population. In der letzten Maiwoche erreichte sie ihren Höhepunkt und nahm im Verlauf des Monats Mai wieder ab. Mit maximal 120 Käfern stellt der Standort Büchen den am höchsten befallenen Standort dar. Mit 120 Käfern pro 50 Pflanzen wurde die Schadschwelle von 2,0 Käfern pro Pflanze nur wenig überschritten. An den Standorten Bad Schwartau und Groß Parin entwickelte sich die Population gegenüber dem Standort Büchen mit circa einwöchiger Verspätung, bewegte sich aber mit etwa 110 Käfern pro 50 Pflanzen letztendlich auf dem Niveau des Standortes Büchen. Am Standort Staberdorf auf Fehmarn konnte kein nennenswerter Anstieg der Rapsglanzkäferpopulation beobachtet werden. Hier wurde der Schwellenwert für eine Bekämpfung nicht überschritten.

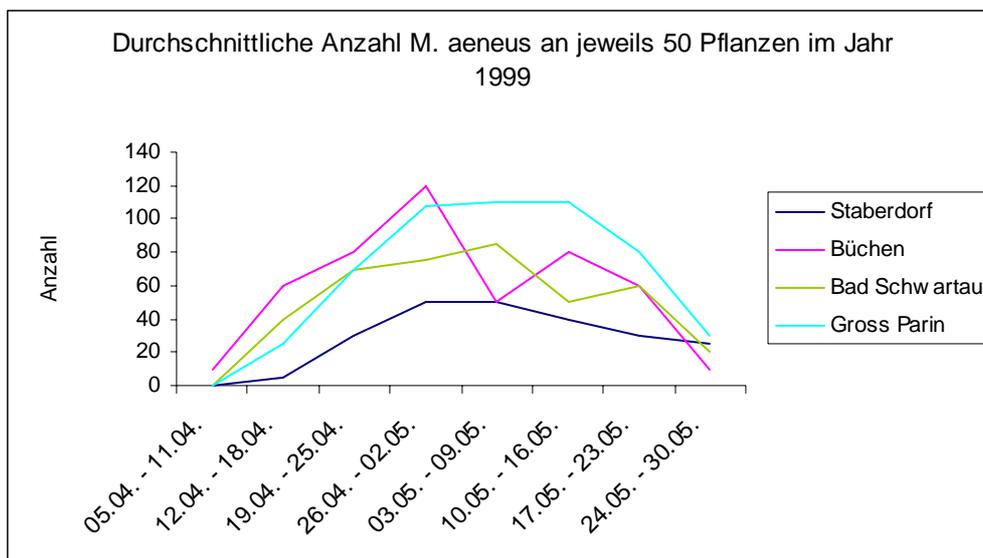


Abb. 16: Populationsentwicklung von *Meligethes aeneus* im Jahr 1999

Versuchsjahr 2000

Das Jahr unterschied sich deutlich vom Versuchsjahr 1999. Am Standort Büchen konnten bereits zu Beginn des Monats April erste Rapsglanzkäfer gefunden werden. Die Gesamt-

population erreichte an diesem Standort mit 400 Käfern pro 50 Pflanzen einen fast 4mal höheren Befall als im Jahr 1999. Der Befall am Standort Bad Schwartau entwickelte sich zum gleichen Zeitpunkt jedoch auf niedrigerem Niveau und erreichte den Höhepunkt mit über 300 Käfern pro 50 Pflanzen in der dritten Aprilwoche. Zu diesem Zeitpunkt war der Schwellenwert von 2 Käfern pro Pflanze bereits deutlich überschritten. Am Standort Timmendorf setzte die Befallsentwicklung etwas später ein, so dass die Population ihren Höhepunkt mit 400 Käfern pro 50 Pflanzen erst Anfang Mai zum Beginn der Blüte erreichte. Im Jahr 2000 ist der Standort Timmendorf der einzige Standort an dem die zweite Schadschwelle von 8 Käfern/Pflanze zum Beginn der Blüte erreicht wurde.

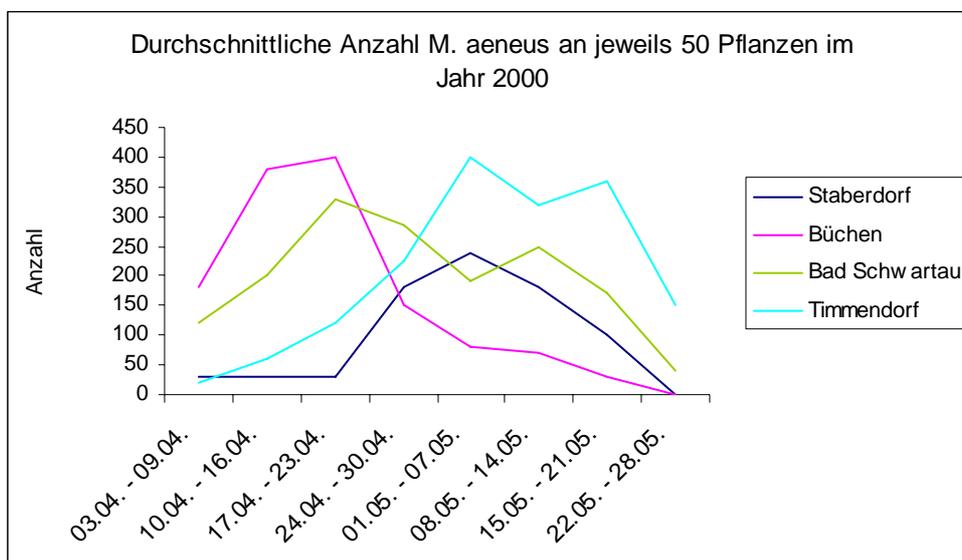


Abb. 17: Populationsentwicklung von *Meligethes aeneus* im Jahr 2000

Versuchsjahr 2001

Das Jahr 2001 war durch ein geringeres Auftreten von Rapsglanzkäfern gekennzeichnet, das unter dem Niveau von 2000 lag. Lediglich am Standort Timmendorf konnte ein Populationsaufkommen von 270 Käfern pro 50 Pflanzen Ende April erreicht werden. Dennoch wurde der Schwellenwert von 2 Käfern pro Pflanze an den Standorten Büchen und Timmendorf bereits Mitte April erreicht, während er am Standort Bad Schwartau erst 1 Woche später erreicht wurde. Die Maximalpopulation lag deutlich hinter der Population an den Standorten Büchen und Timmendorf. Am Standort Staberdorf auf Fehmarn wurde der Schwellenwert zu keinem Zeitpunkt erreicht. Der höhere Schwellenwert von 8 Käfern/Pflanze kurz vor der Blüte wurde an keinem der vier Standorte im Jahr 2001 erreicht.

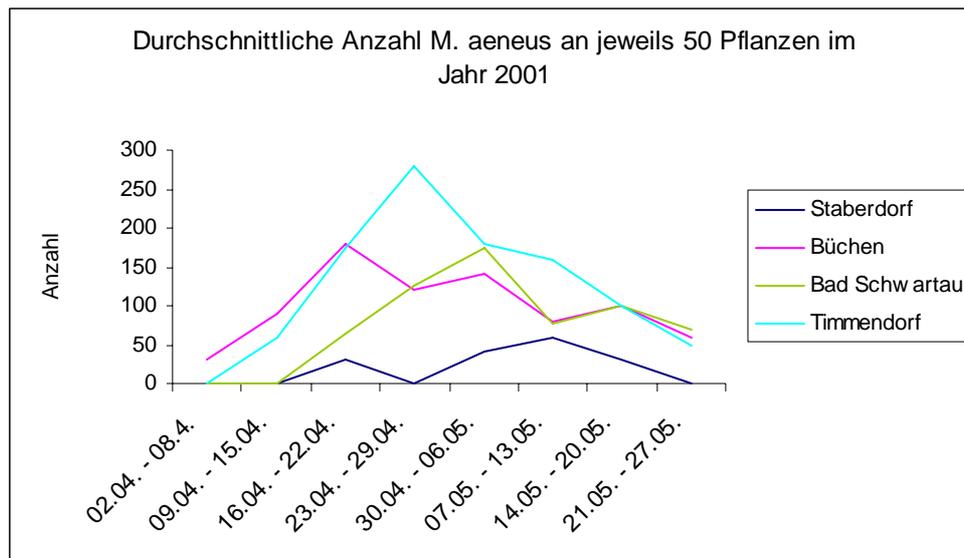


Abb. 18: Populationsentwicklung von *Meligethes aeneus* im Jahr 2001

4.1.3 Populationsentwicklung des Kohlschotenrüsslers *Ceutorhynchus assimilis* in den Jahren 1999 bis 2001

Versuchsjahr 1999

Die Population des Kohlschotenrüsslers entwickelte sich an den Standorten Büchen und Bad Schwartau zum Beginn des Monats Mai und erreichte ihren Höhepunkt in der zweiten Maihälfte. Die Schadschwelle von 1 Käfer pro Pflanze wurde an beiden Standorten bereits etwa Mitte Mai erreicht. Am Standort Groß Parin wurde das erste Auftreten des Kohlschotenrüsslers erst 2 Wochen später festgestellt und das Maximum der Population lag mit etwas über 20 Käfern pro 50 Pflanzen deutlich unter dem Befall der Standort Bad Schwartau und Büchen, so dass am Standort Groß Parin der Schwellenwert für eine Bekämpfung nicht überschritten wurde. Am vierten Standort, Staberdorf auf Fehmarn entwickelte sich kein nennenswerter Befall des Kohlschotenrüsslers.

Im Jahr 1999 konnte an keinem der 4 Standorte ein nennenswertes Auftreten der Kohlschotenmücke *Dasineura brassicae* festgestellt werden.

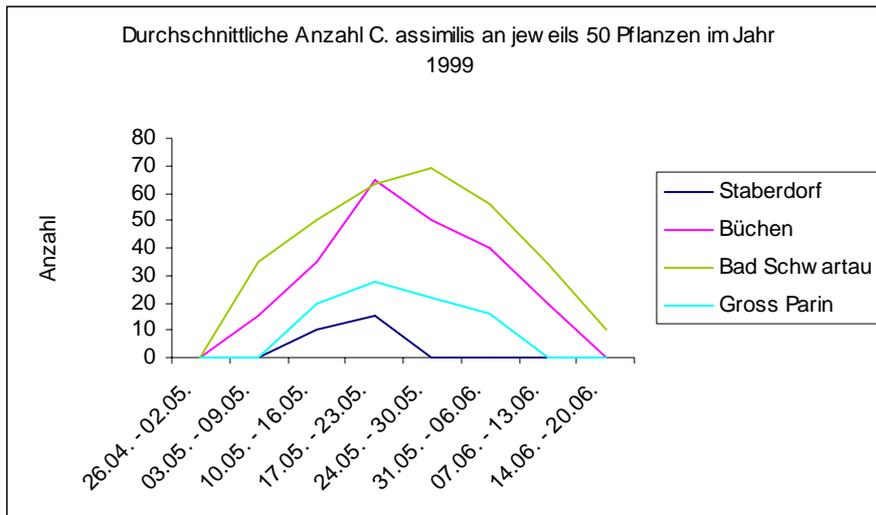


Abb. 19: Populationsentwicklung von *Ceutorhynchus assimilis* im Jahr 1999

Versuchsjahr 2000

Der Befallsdruck von *C. assimilis* im Jahr 2000 bewegte sich auf niedrigerem Niveau im Vergleich zum Jahr 1999. Am Standort Timmendorf entwickelte sich die Population bereits in der ersten Maiwoche, ähnlich wie auch am Standort Büchen. Die Population am Standort Timmendorf stieg sehr rasch bis zur 2. Maiwoche auf ihren Maximalwert von 55 Käfern/50 Pflanzen, ging danach wieder zurück bevor sie dann Mitte Juni zusammenbrach. Die Population am Standort Bad Schwartau entwickelte sich mit einwöchiger Verzögerung, wies ansonsten einen ähnlichen Befallsverlauf auf, wie er auch schon am Standort Timmendorf beobachtet wurde. Auch im Versuchsjahr 2000 konnte an keinem der Standorte ein nennenswerter Befall mit der Kohlschotenmücke festgestellt werden.

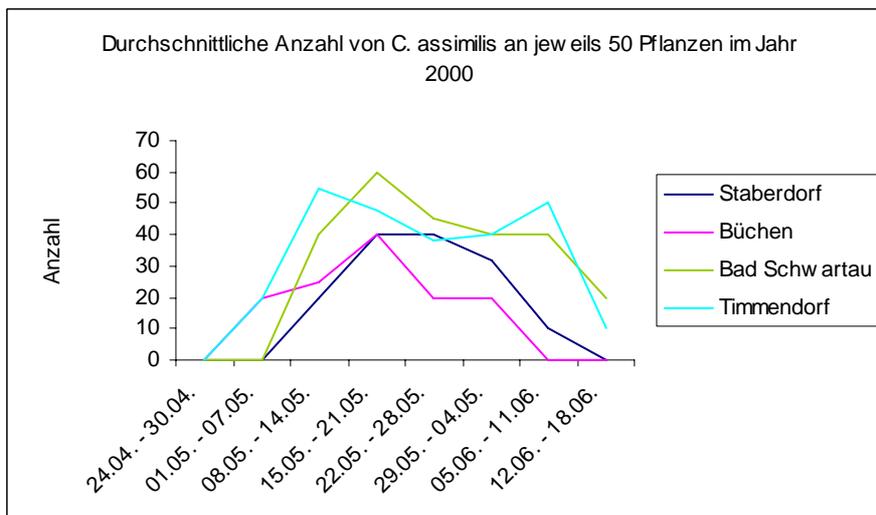


Abb. 20: Populationsentwicklung von *Ceutorhynchus assimilis* im Jahr 2000

Versuchsjahr 2001

Die Populationsentwicklung von *C. assimilis* im Jahr 2001 war fast identisch mit der Entwicklung im Jahre 2000, sowohl was den Beginn der Populationsentwicklung betrifft als auch die Stärke des Befalls. Die Populationsentwicklung setzte an den Standorten Büchen und Timmendorf fast zeitgleich in der letzten Aprilwoche ein und entwickelte sich bis Mitte Mai parallel. Die maximale Populationsdichte wurde Mitte Mai erreicht. Die Befallsentwicklung an den Standorten Bad Schwartau und Büchen setzte 10 Tage später ein, wobei sich vor allem am Standort Staberdorf kein nennenswerter Befall entwickelte und die Population sehr rasch wieder zusammenbrach. Der Befall am Standort Bad Schwartau lag mit maximal 30 Käfern pro 50 Pflanzen nur halb so hoch wie am Standort Timmendorf, etwa 25 km entfernt. Auch im Jahre 2001 trat die Kohlschotenmücke nicht in einem nennenswerten Umfang auf.

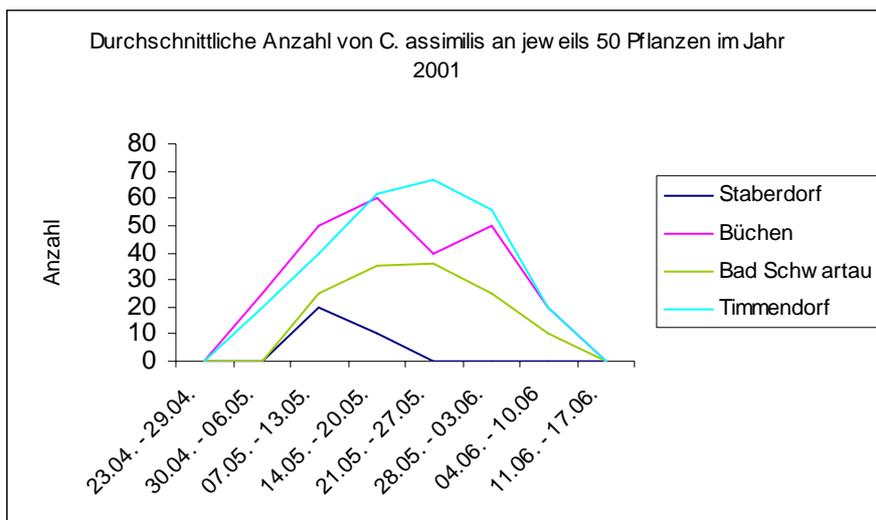


Abb. 21: Populationsentwicklung von *Ceutorhynchus assimilis* im Jahr 2001

4.1.4 Schadschwellen für *Meligethes aeneus* und *Ceutorhynchus assimilis* in den Versuchsjahren 1999 bis 2001

In der Literatur finden sich zahlreiche Angaben zu Schadschwellen und Bekämpfungswürdigkeit sowohl für *M. aeneus*, als auch für *C. assimilis*. In Schleswig-Holstein werden bis heute vom Pflanzenschutzdienst folgende Schadschwellen für die Bekämpfung empfohlen:

Ceutorhynchus assimilis

1 Käfer pro Pflanze bei geringer Befallserwartung durch die Kohlschotenmücke

1 Käfer pro 2 Pflanzen bei hoher Befallserwartung durch die Kohlschotenmücke

Meligethes aeneus

2 Käfer pro Pflanze etwa 2 Wochen vor der Blüte (etwa BBCH 55)

8 Käfer pro Pflanze unmittelbar vor der Blüte bzw. bei Beginn der Blüte

Diese Schadschwellen waren die Grundlage für die Auslösung der entsprechenden Applikationen, jedoch wurden die entsprechenden Schadschwellen nicht immer erreicht.

In allen Versuchsjahren wurde, bis auf eine Ausnahme, die Schadschwelle 8 Käfer pro Pflanze für die Bekämpfung von *Meligethes aeneus* nicht erreicht. Lediglich im Jahr 2000 wurde am Standort Timmendorf diese Schadschwelle überschritten. Nur an diesem Standort wurde daher eine zusätzliche Behandlung gegen den Käfer durchgeführt.

Hinsichtlich der Wirkung der eingesetzten Produkte konnten keine Unterschiede zwischen den Behandlungen nach den beiden Schadschwellen gefunden werden. Auch die Ertragsergebnisse ergaben keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Schadschwellenbehandlungen. Da es sich lediglich um ein einziges, zusätzlich nicht statistisch absicherbares Ergebnis handelt, können keine Aussagen über die Bedeutung dieser Schadschwelle getroffen werden. Im weiteren Verlauf wird daher nicht mehr auf die Schadschwelle 8 Käfer pro Pflanze eingegangen.

4.1.5 Wirksamkeit ausgewählter Insektizide

Die Insektizidbehandlungen verfolgten zwei Ziele. Einerseits sollte durch eine genau terminierte Behandlung später Rückschlüsse auf das Schadpotential der Erreger gezogen werden, andererseits galt es die Wirksamkeit der eingesetzten Insektizide zu überprüfen.

Um den Bestand befallsfrei zu halten und dadurch im Verlauf der Versuche den maximal möglichen Ertrag zu erzielen, wurde in jedem Jahr eine Gesundvariante in den Versuch aufgenommen. Dabei handelte es sich um eine Doppelbehandlung, die nachhaltig alle auftretenden Schädlinge bekämpfen sollte. Da die Wirksamkeit somit durchgehend über alle Jahre bei nahezu 100% liegt, wird an dieser Stelle auf eine Darstellung verzichtet. Diese Variante muss mehr vor dem Hintergrund des möglichen Ertragspotentials gesehen werden und wird daher bei den Ertragsergebnissen dargestellt.

Bei der Wirksamkeitsbeurteilung müssen grundsätzlich 2 Applikationen unterschieden werden. Eine Applikation war ausgerichtet auf die Bekämpfung des Rapsglanzkäfers, dessen Bekämpfungsschwelle in den Versuchsjahren zwischen BBCH 51 und BBCH 57 erreicht wurde. Für die Beurteilung der Wirksamkeit der Insektizide auf den Rapsglanzkäfer wurde die Behandlung nach der Schadschwelle 2 Käfer pro Pflanze herangezogen, da nur hier der direkte Vergleich zwischen den Produkten möglich war.

Eine weitere Applikation war ausgerichtet auf die Bekämpfung des Kohlschotenrüsslers, wobei diese Behandlung im Stadium BBCH 61 bis BBCH 65 des Rapses stattfand. Verglichen wurde jeweils Mavrik[®] mit dem Wirkstoff Tau-Fluvalinate sowie Karate CS[®], mit dem Wirkstoff Lambda-Cyhalothrin. Beide Produkte kamen mit der vollen zugelassenen bzw. mit der vollen zur Zulassung angestrebten Aufwandmenge zum Einsatz.

Die statistische Verrechnung erfolgte mit den bei der Bonitur ermittelten Befallszahlen. Im Anschluss erfolgte die Berechnung des Wirkungsgrades. Statistisch signifikante Unterschiede werden als * in den Abbildungen wiedergegeben. Eine statistisch abgesicherte Reduktion des Befalles bedeutet letztendlich ein daraus resultierender höherer Wirkungsgrad des Produktes.

4.1.5.2 Wirksamkeit von Insektiziden auf *Meligethes aeneus*

Versuchsjahr 1999

Der Ausgangsbefall an den beiden Standorten Groß Parin und Bad Schwartau zum Zeitpunkt der Applikation war gering, wobei am Standort Groß Parin mit durchschnittlich 108 Käfern pro 50 Pflanzen noch ein höherer Befall vorlag als am Standort Bad Schwartau mit lediglich 71 Käfern pro 50 Pflanzen. Die Applikation fand an beiden Standorten am 29. April im Stadium BBCH 57 des Rapses statt.

Einen Tag nach der Applikation gab es keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Behandlungen, jedoch unterschieden sich beide Behandlungen signifikant von der unbehandelten Kontrolle. Mit Wirkungsgraden von 82 % bis 84 % war die Anfangswirkung beider Produkte sehr groß. Im weiteren Verlauf des Versuches steigerte sich der Wirkungsgrad, so dass bei der zweiten Bonitur bereits Wirkungsgrade von bis über 90 % erreicht werden konnten. Das Mittel Mavrik[®] lag am Standort Bad Schwartau zu diesem Zeitpunkt mit einem Wirkungsgrad von 83 % hinter Karate CS[®] mit 87 %. Wie auch am

Standort Groß Parin konnten keine statistisch abgesicherten Unterschiede zwischen den Behandlungen festgestellt werden. Zur letzten Bonitur, 8 Tage nach der Behandlung konnte bereits ein leichter Rückgang der Wirkungsgrade verzeichnet werden, was vor allem auf die nachlassende Wirkung der Insektizide und dadurch bedingtem Neuzuflug von Käfern von anderen Schlägen zurückzuführen ist. Das spiegelt sich auch in der Befallsentwicklung in der unbehandelten Kontrollparzelle wider, die an beiden Standorten zunahm. Während sich am Standort Groß Parin die Behandlungen während der gesamten Boniturdauer statistisch nicht voneinander unterscheiden, konnte am Standort Bad Schwartau bei der letzten Bonitur ein signifikanter Unterschied in der Rapsglanzkäferbekämpfung von Karate CS[®] und Mavrik[®] festgestellt werden. Mit 87,6% lag der errechnete Wirkungsgrad von Karate CS[®] deutlich über dem Wirkungsgrad von Mavrik[®] mit lediglich 80,2 %.

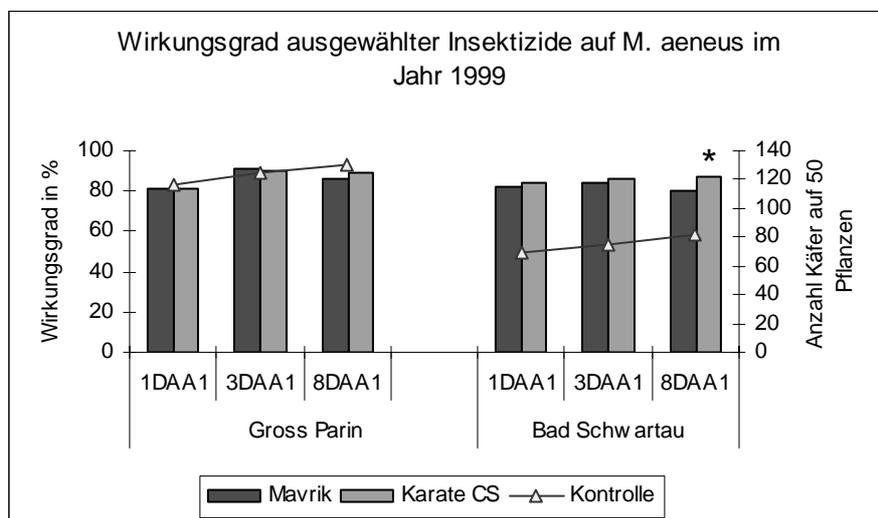


Abb. 22: Wirkungsgrad von Insektiziden zur Rapsglanzkäferbekämpfung im Jahr 1999. Kontrolle: rechte Ordinate

Versuchsjahr 2000

Der Ausgangsbefall lag in 2000 an beiden Standorten, Bad Schwartau und Timmendorf deutlich höher als im Versuchsjahr 1999. Der Befall zum Zeitpunkt der Applikation war mit 244 Käfern pro 50 Pflanzen (Bad Schwartau) bzw. 225 Käfern pro 50 Pflanzen (Timmendorf) fast identisch. Im weiteren Verlauf des Versuches entwickelte sich die Population am Standort Timmendorf im Vergleich zum Standort Bad Schwartau stärker. Die Applikation erfolgte am Standort Bad Schwartau am 18. April, im Stadium BBCH 53 des Rapses, am Standort Timmendorf am 25. April, ebenfalls zu Stadium BBCH 53. Bereits 1 Tag nach der Applikation konnten mit beiden Behandlungen Wirkungsgrade von 80 % und mehr erreicht werden, wobei am Standort Timmendorf Karate CS[®] mit einem Wir-

kungsgrad von lediglich 70,1 % den schlechtesten Wert erzielte. Statistisch absicherbar unterschied sich diese Behandlung dennoch nicht von der Behandlung mit Mavrik®. Bei den folgenden beiden Boniturterminen konnte eine Zunahme der Wirkungsgrade sowohl für Mavrik® als auch für Karate CS® an beiden Standorten festgestellt werden. Beide Behandlungen unterschieden sich statistisch signifikant von der unbehandelten Kontrolle. Signifikante Unterschiede zwischen den Behandlungen konnten jedoch nicht festgestellt werden. Bei der Abschlussbonitur 14 Tage nach der Applikation konnten an beiden Standorten für beide Produkte abfallende Wirkungsgrade festgestellt werden. Auffällig ist jedoch, dass der Wirkungsgrad am Standort Timmendorf deutlich stärker abfällt als am Standort Bad Schwartau. Erklärbar ist dieser Wirkungsabfall durch die unterschiedlichen Applikationstermine an beiden Standorten und den Befallsdruck. Die Applikation am Standort Timmendorf erfolgte 5 Tage später als die Applikation am Standort Bad Schwartau. Ende April war ein deutlicher Temperaturanstieg im Jahr 2000 zu verzeichnen. Während die Applikation am Standort Bad Schwartau in einem Stadium mit Maximaltemperaturen von 13° C und sehr kühlen Nachttemperaturen stattfand, fiel die Applikation am Standort Timmendorf in einen Abschnitt mit steigenden Temperaturen, sowohl was Maximal- als auch Minimaltemperatur betrifft. Die Wirkstoffe werden bei höheren Temperaturen schneller abgebaut als bei niedrigeren Temperaturen, so dass die Dauerwirkung nicht mehr gegeben ist. 14 Tage nach der Applikation am Standort Timmendorf machte sich dies deutlich bemerkbar. Gleichzeitig war der Befallsdruck nach wie vor groß, so dass Neuzuflüge aus benachbarten Flächen stattfanden.

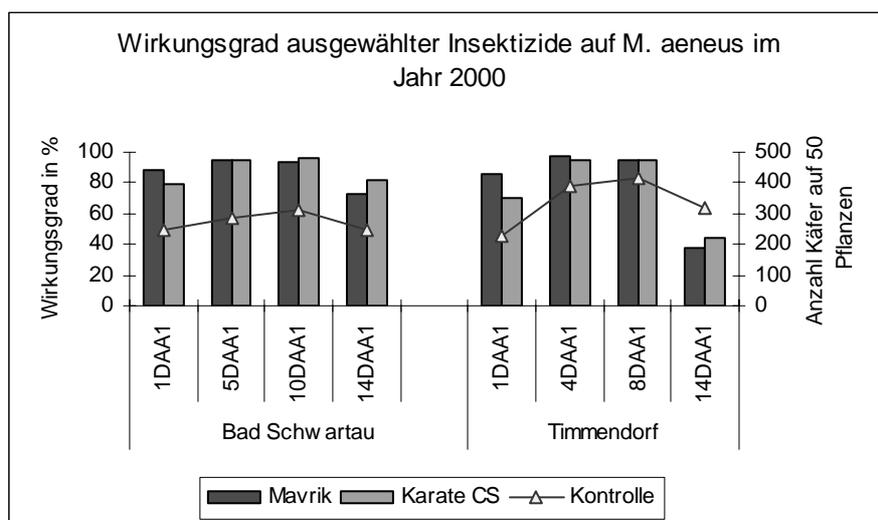


Abb. 23: Wirkungsgrad von Insektiziden zur Rapsglanzkäferbekämpfung im Jahr 2000. Kontrolle: rechte Ordinate

Versuchsjahr 2001

Der Ausgangsbefall zum Zeitpunkt der Applikation lag im Jahr 2001 mit 155 Käfern pro 50 Pflanzen am Standort Bad Schwartau und 175 Käfern pro 50 Pflanzen am Standort Timmendorf auf ähnlichem Niveau. Die Applikation erfolgte am Standort Bad Schwartau im Stadium BBCH 55 des Rapses am 21.04., am Standort Timmendorf bereits am 18.04. im Stadium BBCH 51. Die Entwicklung des Wirkungsgrades ähnelt denen in den Versuchsjahren 1999 und 2000. Ausgehend von Wirkungsgraden von etwa 80 % am ersten Tag nach der Applikation stiegen die Wirkungsgrade bei den nächsten Bonituren deutlich an und erreichten maximale Wirkungsgrade von 97 % am Standort Timmendorf 7 Tage nach der Applikation. Alle Behandlungen unterschieden sich signifikant von der unbehandelten Kontrolle, jedoch nicht untereinander. Der Wirkungsgrad fiel bei der letzten Bonitur 14 Tage nach der Applikation am Standort Bad Schwartau, bzw. 21 Tage nach der Applikation am Standort Timmendorf wieder ab. Der Abfall der Wirkung vollzog sich am Standort Bad Schwartau schneller als am Standort Timmendorf, was wieder ursächlich mit den Witterungsverhältnissen zum Zeitpunkt der Applikation zusammen hängt. Vergleicht man die Boniturergebnisse 14 Tage nach der Applikation an beiden Standorten, so wurden am Standort Timmendorf zu diesem Zeitpunkt noch Wirkungsgrade von 81,6 % (Mavrik[®]) und 82,1 % (Karate CS[®]) erzielt. Am Standort Bad Schwartau lagen die Wirkungsgrade nur bei 51,9 % (Mavrik[®]) und 63,9 % (Karate CS[®]). Am Standort Bad Schwartau unterschieden sich zu diesem Termin die Wirkungsgrade von Karate CS[®] und Mavrik[®] signifikant voneinander.

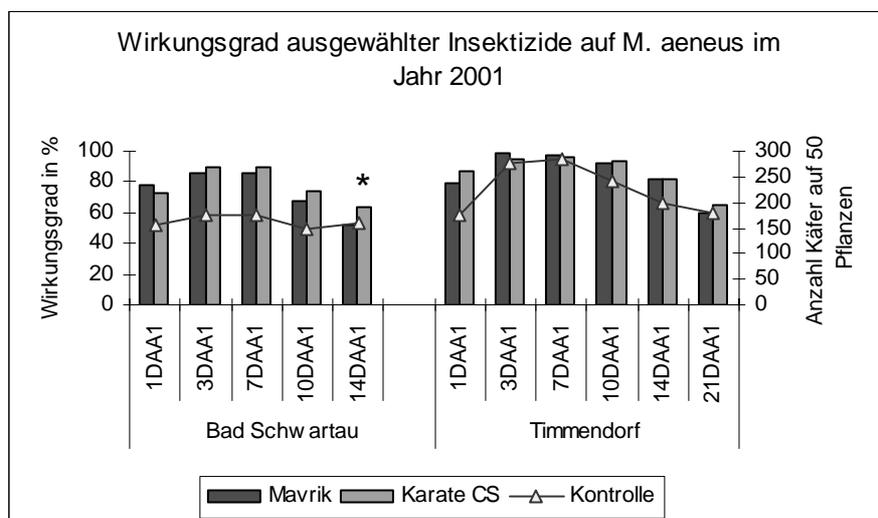


Abb. 24: Wirkungsgrad von Insektiziden zur Rapsglanzkäferbekämpfung im Jahr 2001. Kontrolle: rechte Ordinate

Vergleich der unterschiedlichen Insektizide bezüglich ihrer Anfangs- und Dauerwirkung

Beim Einsatz von Insektiziden gegen den Rapsglanzkäfer kommt es maßgeblich auf zwei entscheidende Faktoren an. Erstens auf die Schnelligkeit der Anfangswirkung (der so genannten Initialwirkung), zweitens auf die Dauerwirkung. Die Anfangswirkung ist wichtig, um die Population nachhaltig in ihrer Entwicklung zu stören und vor allem den frühen Befall und die Besiedlung der Pflanzen im Knospenstadium durch den Rapsglanzkäfer zu unterbinden. Dieser kann zu diesem Stadium den größten Schaden anrichten. Die Dauerwirkung muss ausreichend sein, um den Bestand nachhaltig vor Neuzuflug bis zum Erreichen der Blüte zu schützen. Kann der Bestand bis zu diesem Zeitpunkt befallsfrei gehalten werden, ist kein größerer Schaden durch den Rapsglanzkäfer mehr zu erwarten.

Vergleicht man die Anfangswirkung von Mavrik[®] und Karate CS[®] über die Versuchsjahre, so lassen sich keine statistischen Unterschiede zwischen den beiden Produkten feststellen. Die Anfangswirkung von beiden Produkten liegt bei über 80 % am ersten Tag nach der Applikation. Auch hinsichtlich der Dauerwirkung unterscheiden sich die beiden Insektizide statistisch nicht voneinander. 7 bis 10 Tage nach der Applikation erreichen sie im Durchschnitt noch Wirkungsgrade von über 80 %. Erst nach Zeiträumen von 14 Tagen und mehr lässt sich in manchen Jahren und an manchen Standorten eine Abnahme des Wirkungsgrades feststellen.

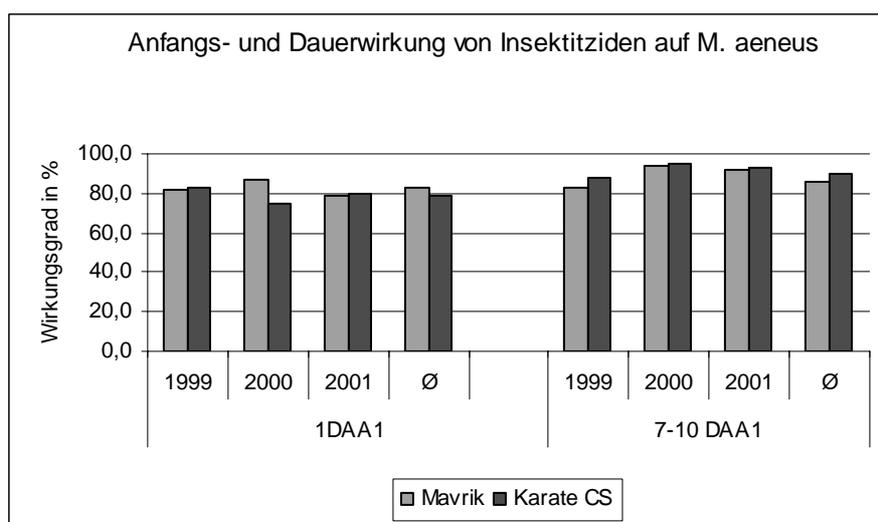


Abb. 25: Anfangs- und Dauerwirkung von Insektiziden auf den Rapsglanzkäferbefall

Zusammenfassung

Unter den dreijährigen Versuchsbedingungen verhalten sich die Produkte Karate CS[®] und Mavrik[®] in ihrer Wirksamkeit auf den Rapsglanzkäfer *Meligethes aeneus* ähnlich und unterscheiden sich statistisch nicht voneinander. Lediglich in der Dauerwirkung erzielte Karate CS[®] einige Wirkungsvorteile gegenüber Mavrik[®], die auch statistisch gesichert waren.

4.1.5.3 Wirksamkeit von Insektiziden auf *Ceutorhynchus assimilis*

Versuchsjahr 1999

Am Standort Bad Schwartau erfolgte die Applikation zur Bekämpfung des Kohlschotenrüsslers am 09. Mai im Stadium BBCH 61 des Rapses. Zu diesem Zeitpunkt wurde die Bekämpfungsschwelle von 1 Käfer pro Pflanze überschritten. Die Applikation am zweiten Standort erfolgte erst am 17. Mai, als der Raps bereits Wachstumsstadium BBCH 65 erreicht hatte. Der Befall mit Kohlschotenrüsslern betrug zu diesem Zeitpunkt 0,5 Käfer pro Pflanze. Dies entspricht dem Schwellenwert der bei gleichzeitigem Auftreten der Kohlschotenmücke zur Anwendung kommt. Am ersten Tag nach der Applikation wurden am Standort Groß Parin signifikante Unterschiede zwischen den Behandlungen festgestellt. Während das Produkt Karate CS[®] bereits einen Wirkungsgrad von 73,3 % erreicht, lag Mavrik[®] lediglich bei 64,3 %. Auch am zweiten Standort wies Karate CS[®] mit 79,3 % gegenüber 73,3 % den höheren Wirkungsgrad der beiden Produkte auf, was sich nicht statistisch absichern lies. An den weiteren Boniturterminen konnte ein Anstieg der Wirkungsgrade bei beiden Produkten und an beiden Standorten verzeichnet werden, wobei am Standort Bad Schwartau die insgesamt höheren Wirkungsgrade erreicht wurden.

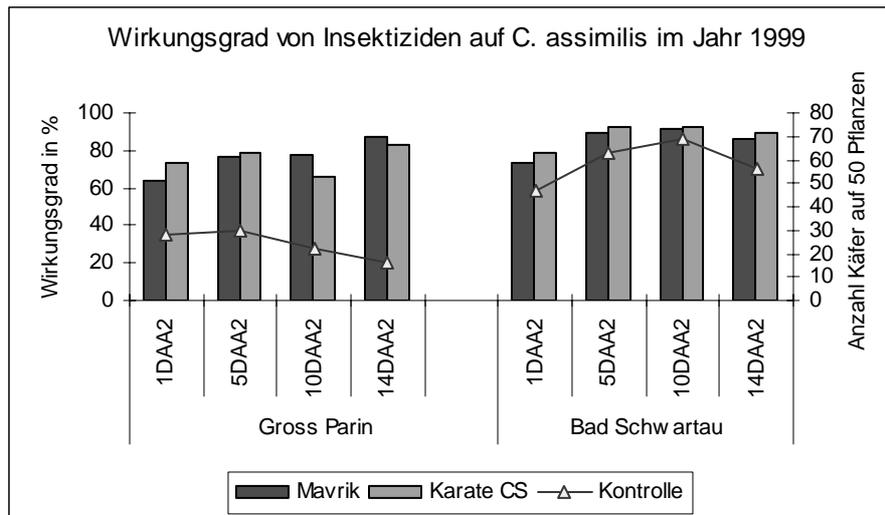


Abb. 26: Wirkungsgrad von Insektiziden zur Kohlschotenrüsslerbekämpfung im Jahr 1999. Kontrolle: rechte Ordinate

Versuchsjahr 2000

Im Jahr 2000 lag der Befall mit dem Kohlschotenrüssler etwa auf Niveau des Vorjahres. Am Standort Bad Schwartau fanden sich zum Zeitpunkt der Applikation 46 Käfer pro 50 Pflanzen, am Standort Timmendorf waren es 55 Käfer. Die Applikationen erfolgten an beiden Standorten im Stadium BBCH 61 des Rapses, am Standort Bad Schwartau am 09.05., am Standort Timmendorf einen Tag später, am 10.05. Am ersten Tag nach der Applikation lagen die errechneten Wirkungsgrade der beiden Produkte Karate CS[®] und Mavrik[®] deutlich unter 60 %. Während am Standort Timmendorf kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den Behandlungen festgestellt werden konnte, fanden sich am Standort Bad Schwartau zu diesem Zeitpunkt statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Behandlungen mit Karate CS[®] und Mavrik[®]. Der Wirkungsgrad von Mavrik[®] lag mit 46,4 % deutlich unter dem von Karate CS[®] mit 60,6 %. Bei der Bonitur 5 Tage nach der Applikation wurden an beiden Standorten und für beide Produkte sehr viel höhere Wirkungsgrade ermittelt. Am Standort Timmendorf wurden Wirkungsgrade von 88,5 % (Karate CS[®]) bzw. 88,3 % (Mavrik[®]) errechnet. Im weiteren Verlauf der Bonituren lagen die Wirkungsgrade in diesem hohen Bereich, statistisch absicherbare Unterschiede zwischen den Behandlungen gab es allerdings nicht. Lediglich zwischen der unbehandelten Kontrolle und den Behandlungen gab es statistisch abgesicherte Unterschiede. Am Standort Bad Schwartau stieg der Wirkungsgrad bei Karate CS[®] und Mavrik[®] 6 Tage nach der Applikation und ebenfalls noch 10 Tage nach der Applikation an. Anders als am Standort Timmendorf setzten sich aber am Standort Bad Schwartau die statistisch signifikanten Unterschiede zwi-

schen den Behandlungen fort. Sowohl 6, 10 als auch 14 Tage nach der Applikation unterschied sich die Behandlung mit Karate CS[®] signifikant von der Behandlung mit Mavrik[®]. Karate CS[®] wies zu allen Boniturterminen einen höheren Wirkungsgrad auf.

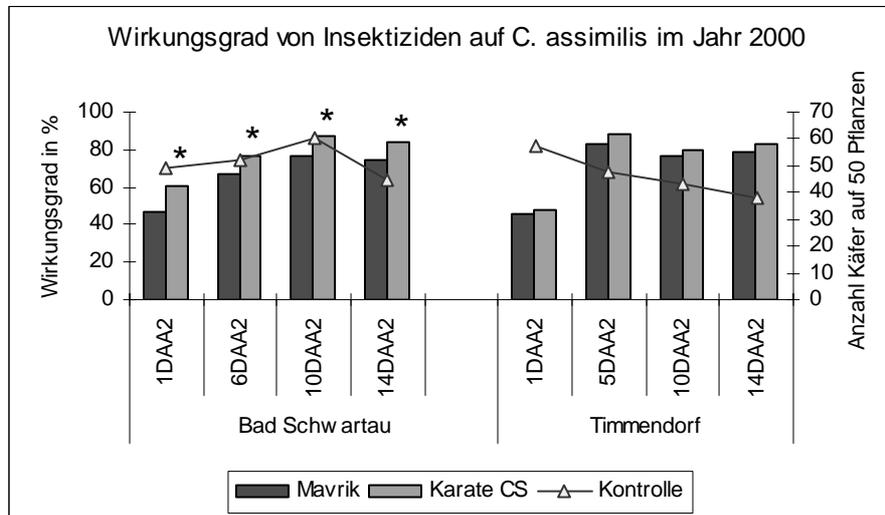


Abb. 27: Wirkungsgrad von Insektiziden zur Kohlschotenrüsslerbekämpfung im Jahr 2000. Kontrolle: rechte Ordinate

Versuchsjahr 2001

Im Jahr 2001 wiesen die Standorte Timmendorf und Bad Schwartau unterschiedliche Befallsverläufe auf. Während am Standort Timmendorf zum Zeitpunkt der Applikation der Schwellenwert erreicht wurde, war dies am Standort Bad Schwartau nicht der Fall. Die Applikation erfolgte am Standort Timmendorf am 10. Mai, am Standort Bad Schwartau am 12. Mai, beide im Entwicklungsstadium BBCH 61 des Rapses. Am ersten Tag nach der Applikation wurde bei der Insektizidbehandlung mit Mavrik[®] am Standort Timmendorf ein Wirkungsgrad von 64,9 % errechnet, während der Wirkungsgrad von Karate CS[®] bei 82,6 % lag. Obwohl sich die Wirkungsgrade erheblich unterscheiden, war dies statistisch nicht absicherbar. Wie auch in den übrigen Jahren stieg der Wirkungsgrad bei den weiteren Bonituren an beiden Standorten und bei beiden Produkten an, so dass 14 Tage nach der Applikation Wirkungsgrade von durchschnittlich 88% erreicht wurden. Signifikante Unterschiede zwischen den Behandlungen gab es im Jahr 2001 an beiden Standorten nicht.

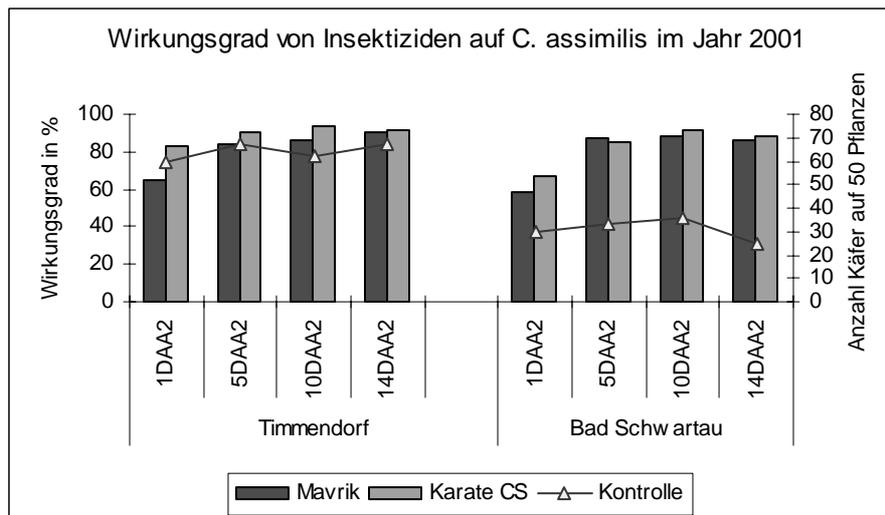


Abb. 28: Wirkungsgrad von Insektiziden zur Kohlschotenrüsslerbekämpfung im Jahr 2001. Kontrolle: rechte Ordinate

Zusammenfassung

Bis auf ein Versuchsjahr und einen Standort unterscheiden sich die Produkte Karate CS[®] und Mavrik[®] nicht signifikant in ihrer Wirkung auf den Kohlschotenrüssler *Ceutorhynchus assimilis*. Lediglich im Jahr 2000 unterschied sich Karate CS[®] am Standort Bad Schwartau an allen Boniturterminen statistisch gesichert von Mavrik[®] und erreichte hier die höheren Wirkungsgrade.

4.1.6 Einfluss unterschiedlicher Standorte auf die Befallsentwicklung von *Ceutorhynchus assimilis* und *Meligethes aeneus*

Durch die Wahl der Versuchsflächen in den Jahren 1999 bis 2001 sollte der Versuchsfrage nach dem Einfluss des Standortes Rechnung getragen werden. So sollte durch die Wahl der Flächen überprüft werden, ob es hinsichtlich Populationsentwicklung von *Meligethes aeneus* und *Ceutorhynchus assimilis* Unterschiede in Bezug auf Beginn und der Stärke des Zufluges gibt. Aus diesem Grund fand sich in jedem Versuchsjahr jeweils ein Standort in der Nähe von Wallhecken, wie sie typisch für das Landschaftsbild in Schleswig-Holstein sind. Ein weiterer Standort befand sich in offenem Gelände, in dem sich in weitem Umkreis keine Wallhecken oder Waldränder befanden.

Die nächsten beiden Abbildungen zeigen die Befallsverläufe von *Meligethes aeneus* bzw. *Ceutorhynchus assimilis* in den unterschiedlichen Versuchsjahren in Bezug auf die unterschiedlichen Standorte.

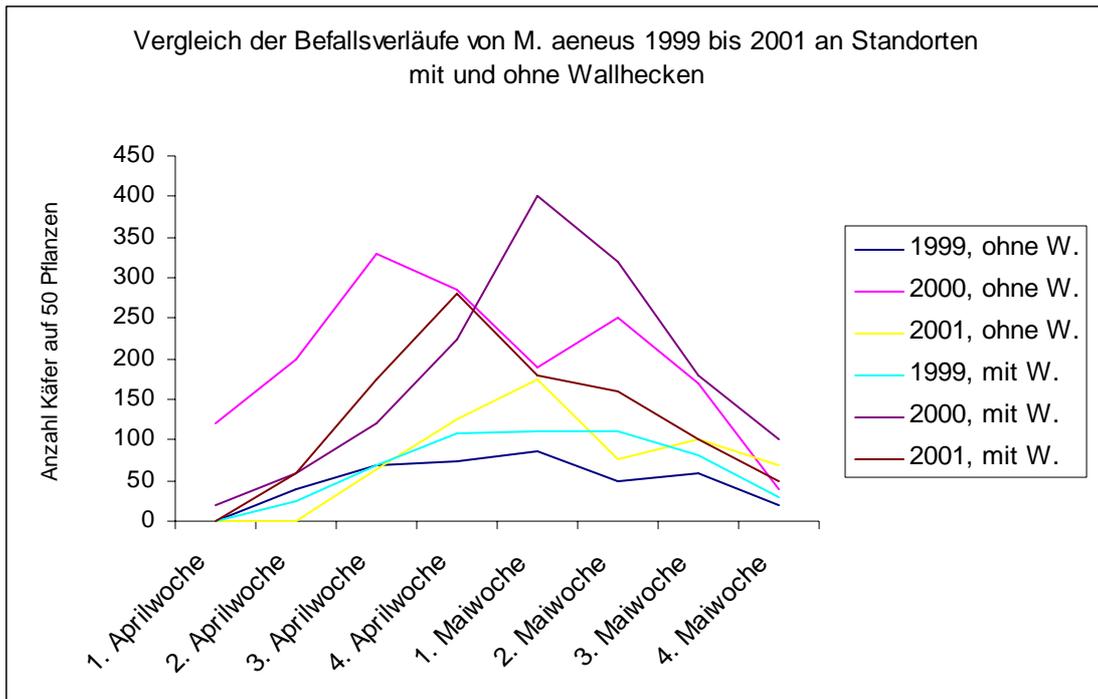


Abb. 29: Einfluss unterschiedlicher Standorte auf die Befallsentwicklung von *Meligethes aeneus*

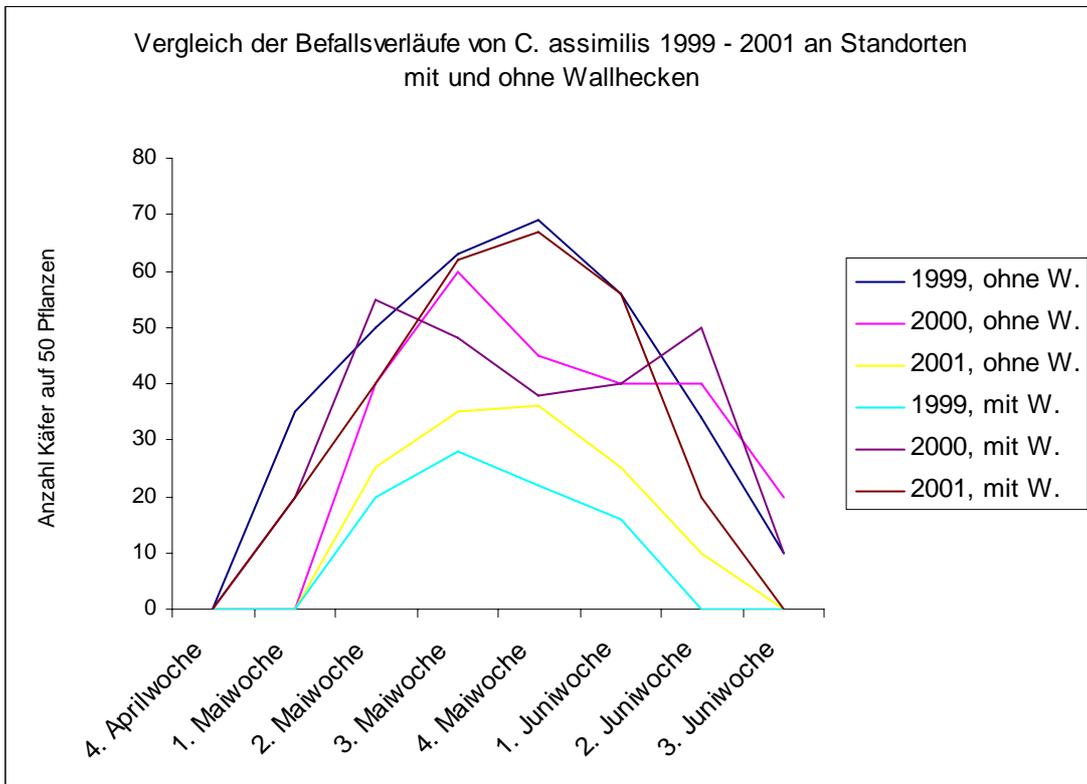


Abb. 30: Einfluss unterschiedlicher Standorte auf die Befallsentwicklung von *Ceutorhynchus assimilis*

Sowohl für den Befallsverlauf von *Ceutorhynchus assimilis* als auch für den Befallsverlauf von *Meligethes aeneus* konnte in keinem der Versuchsjahre eine Beziehung zum Standort hergestellt werden. Unterschiede sind rein zufällig und lassen sich nicht statistisch absichern. Somit hatte der Standort in allen drei Versuchsjahren keinerlei Einfluss auf Befallsbeginn und Stärke der Populationsentwicklung.

4.1.7 Ertragsergebnisse

Alle Versuche konnten über die Versuchsjahre beerntet werden und bei den meisten Versuchen war es möglich die erhaltenen Ergebnisse statistisch abzusichern. Lediglich am Standort Timmendorf im Jahr 2000 waren die Erträge nicht statistisch absicherbar. Nachfolgende Tabellen geben Einzelergebnisse der Versuchsjahre und Standorte wieder.

Tab. 9: Ertragsergebnisse im Raps im Versuchsjahr 1999. Behandlung: s. Tab. 3, S. 52

| Versuchsjahr 1999 | | | | |
|------------------------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|
| Behandlung | Groß Parin | | Bad Schwartau | |
| | Ertrag in dt/ha | Ertrag relativ | Ertrag in dt/ha | Ertrag relativ |
| 1 | 35,9 | 100 | 43,4 | 100 |
| 2 | 37,6 | 105 | 45,3 | 104 |
| 3 | 36,3 | 101 | 43,9 | 101 |
| 4 | | | | |
| 5 | 37,0 | 103 | 45,7 | 105 |
| 6 | 37,1 | 103 | 45,1 | 104 |
| 7 | 37,9 | 106 | 45,9 | 106 |
| Standardabweichung | 0,69 | | 1,04 | |
| Variationskoeffizient | 1,83% | | 2,31% | |
| 5% GD | 1,19 | | 1,8 | |

Tab. 10: Ertragsergebnisse im Raps im Versuchsjahr 2000. Behandlung: s. Tab. 3, S. 52

| Versuchsjahr 2000 | | | | |
|------------------------------|-----------------|----------------|-----------------|-------------------|
| Behandlung | Bad Schwartau | | Timmendorf | |
| | Ertrag in dt/ha | Ertrag relativ | Ertrag in dt/ha | Ertrag relativ |
| 1 | 35,4 | 100 | 45,0 | 100 |
| 2 | 36,9 | 104 | 46,8 | 104 |
| 3 | 35,8 | 101 | 46,1 | 102 |
| 4 | | | 45,8 | 102 |
| 5 | 36,3 | 103 | 46,7 | 104 |
| 6 | 36,1 | 102 | 45,9 | 102 |
| 7 | 36,8 | 104 | 45,8 | 102 |
| Standardabweichung | 0,66 | | 1,09 | |
| Variationskoeffizient | 1,82% | | 2,35% | nicht signifikant |
| 5% GD | 0,98 | | | |

Tab. 11: Ertragsergebnisse im Raps im Versuchsjahr 2001. Behandlung: s. Tab. 3, S. 52

| Versuchsjahr 2001 | | | | |
|------------------------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|
| Behandlung | Bad Schwartau | | Timmendorf | |
| | Ertrag in dt/ha | Ertrag relativ | Ertrag in dt/ha | Ertrag relativ |
| 1 | 53,2 | 100 | 42,8 | 100 |
| 2 | 55,1 | 104 | 45,8 | 107 |
| 3 | 54,3 | 102 | 44,1 | 103 |
| 4 | | | | |
| 5 | 54,9 | 103 | 45,2 | 106 |
| 6 | 54,4 | 102 | 44,3 | 104 |
| 7 | 55,3 | 104 | 45,3 | 106 |
| Standardabweichung | 0,62 | | 0,32 | |
| Variationskoeffizient | 1,14% | | 0,72% | |
| 5% GD | 0,94 | | 0,49 | |

Im weiteren Verlauf sollen die Erträge zuerst über die Jahre getrennt betrachtet und nach ihren Behandlungsschwerpunkten dargestellt werden. Neben der „Gesundvariante“ mit Behandlungen im Stadium BBCH 51-57 und BBCH 61-65 fanden Behandlungen statt, die auf die Bekämpfung des Rapsglanzkäfers (früh) und des Kohlschotenrüsslers (spät) ausgerichtet waren. Da die „Gesundvariante“ das Ziel hatte die entsprechende Parzelle vollständig befallsfrei zu halten, stellen die Erträge das maximal mögliche Ertragspotential bei Abwesenheit von Schadinsekten dar. Anhand der übrigen Varianten lassen sich Rückschlüsse auf das Schadpotential einzelner Schadinsektenarten ziehen.

Versuchsjahr 1999

Im Versuchsjahr 1999 konnte durch die „Gesundvariante“ der Ertrag gegenüber der Kontrolle um durchschnittlich 1,8 dt/ha gesteigert werden. Am Standort Groß Parin konnte der Ertrag durch die Gesundvariante um 5 % (1,7 dt/ha), am Standort Bad Schwartau um 4 % (1,9 dt/ha) gesteigert werden. Wurde eine Bekämpfung des Rapsglanzkäfers durchgeführt, so ließen sich dadurch die Erträge um 1 % am Standort Groß Parin und 1 % am Standort Bad Schwartau steigern. Die Bekämpfung des Rapsglanzkäfers im Jahr 1999 führte somit nicht zu einer großen Ertragssteigerung und unterscheidet sich an beiden Standorten nicht signifikant von dem Ertrag der Kontrollparzelle. Durch die Behandlung gegen den Rapsstängelrüssler lassen sich gegenüber der Kontrolle im Jahr 1999 Ertragszuwächse von 3 % (1,1 dt/ha) am Standort Groß Parin und von 5 % (2,3 dt/ha) am Standort Bad Schwartau erzielen.

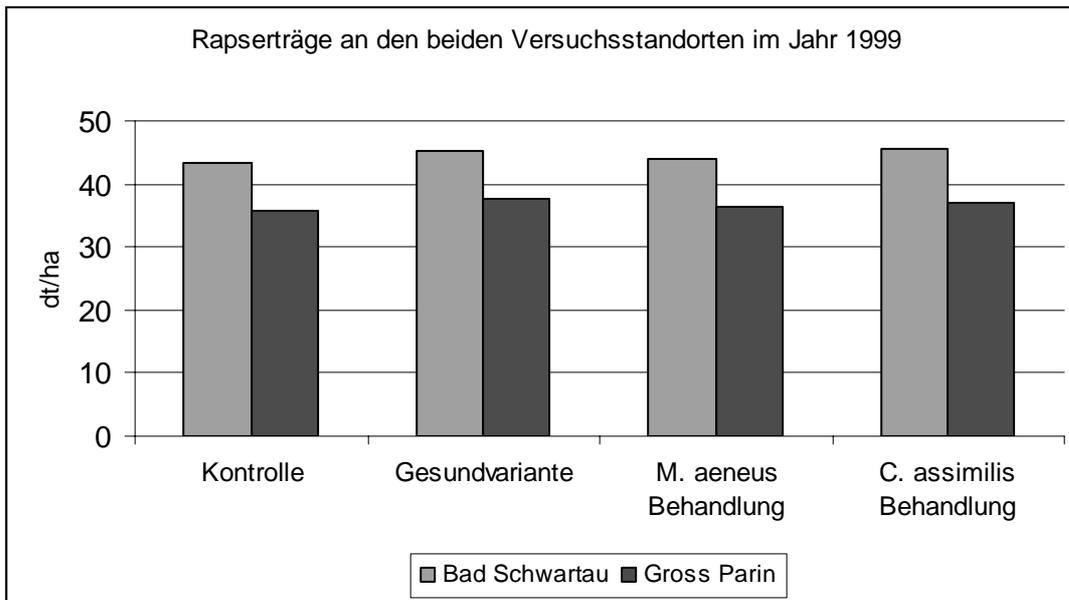


Abb. 31: Ertragsergebnisse unterschiedlicher Varianten in Rapsversuchen im Jahr 1999

Versuchsjahr 2000

Im Versuchsjahr 2000 wurden durch die Behandlungen Mehrerträge gegenüber der Kontrolle erzielt, die jedoch nur am Standort Bad Schwartau statistisch absicherbar waren. Am Standort Timmendorf kam es zwar durch die Behandlungen zu Ertragssteigerung, jedoch ließen sich diese nicht absichern, auch nicht zur Kontrolle.

Am Standort Bad Schwartau wurde durch die „Gesundvariante“ ein Mehrertrag von 1,5 dt/ha (+ 4 %) erzielt. Durch eine Behandlung zur Rapsglanzkäferbekämpfung wurde ein Ertragszuwachs von 1 dt/ha (+3 %), durch die Behandlung gegen Kohlschotenrüssler ein Zuwachs von 0,4 dt/ha (+ 1 %) erreicht. Damit liegt, anders als in 1999, der größte Ertragszuwachs in der Bekämpfung des Rapsglanzkäfers. Im Jahr 2000 war der Befall mit Rapsglanzkäfern fast viermal so hoch als in 1999.

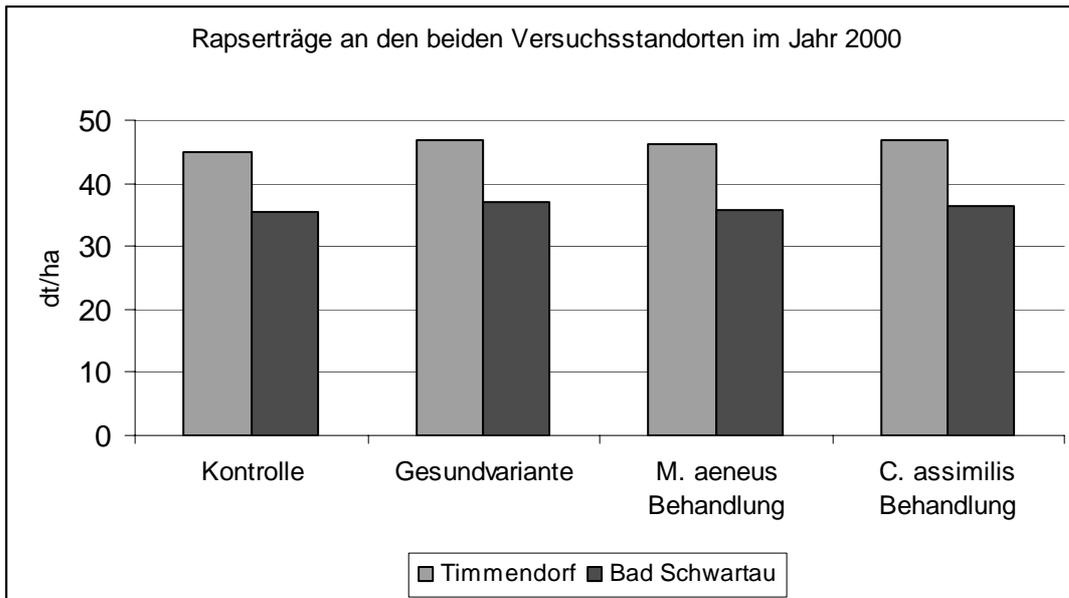


Abb. 32: Ertragsergebnisse unterschiedlicher Varianten in Rapsversuchen im Jahr 2000

Versuchsjahr 2001

Im Versuchsjahr 2001 ließen sich die Erträge wieder an beiden Standorten, Bad Schwartau und Timmendorf statistisch absichern. Am Standort Bad Schwartau konnte der Ertrag durch die Gesundvariante um 1,9 dt/ha gegenüber der Kontrolle gesteigert werden, am Standort Timmendorf um 3 dt/ha. Die Behandlung gegen Rapsglanzkäfer ergab am Standort Bad Schwartau einen Mehrertrag von 1,1 dt/ha und am Standort Timmendorf eine Zuwachs von 1,3 dt/ha. Die Behandlung gegen Kohlschotenrüssler brachte am Standort Bad Schwartau einen Zuwachs von 1,7 dt/ha und von 2,4 dt/ha am Standort Timmendorf. Im Jahr 2000 lies sich somit durch die Bekämpfung des Kohlschotenrüsslers ein höherer Ertrag erzielen als durch eine Bekämpfung des Rapsglanzkäfers.

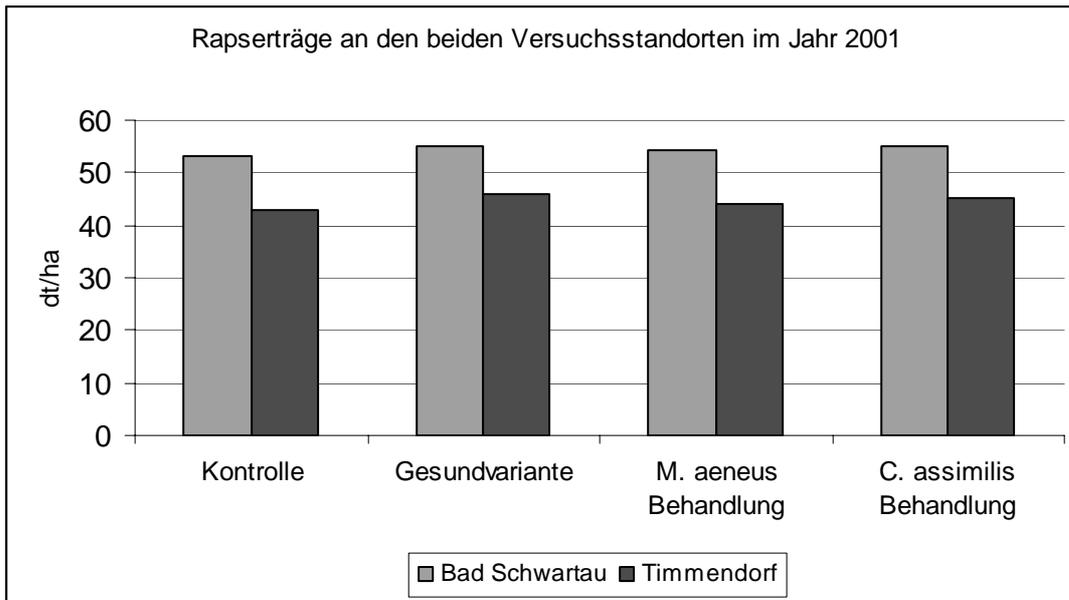


Abb. 33: Ertragsergebnisse unterschiedlicher Varianten in Rapsversuchen im Jahr 2001

4.1.8 Qualitätsdaten

In allen 3 Versuchsjahren wurde neben der Ertragsermittlung der für den Raps wichtigen Qualitätsparameter Ölgehalt bestimmt. Nachfolgende Tabelle gibt eine Übersicht der Ergebnisse der einzelnen Versuchsjahre

Tab. 12: Ölgehalte. Behandlung: s. Tab. 3, S. 52

| Behandlung | Ölgehalt in % | | | | | |
|------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | 1999 | | 2000 | | 2001 | |
| | Groß Parin | Bad Schwartau | Bad Schwartau | Timmendorf | Timmendorf | Bad Schwartau |
| 1 | 42,1 | 41,3 | 44,0 | 44,2 | 44,2 | 41,4 |
| 2 | 42,4 | 41,3 | 43,9 | 44,5 | 44,1 | 41,4 |
| 3 | 42,4 | 41,4 | 44,0 | 44,4 | 44,4 | 41,3 |
| 4 | n.v. | n.v. | n.v. | 44,2 | n.v. | n.v. |
| 5 | 42,1 | 41,6 | 43,7 | 44,7 | 44,1 | 41,4 |
| 6 | 42,5 | 41,6 | 43,9 | 44,1 | 43,9 | 41,6 |
| 7 | 42,2 | 41,4 | 44,1 | 44,5 | 44,1 | 41,4 |
| Standardabweichung | 0,61 | 0,34 | 0,51 | 0,5 | 1,1 | 0,228 |
| Variationskoeffizient | 2,15% | 1,24% | 1,17% | 1,12% | 2,50% | 0,55% |
| 5% GD | nicht signifikant |

Die statistische Auswertung ergab keine signifikanten Unterschiede im Ölgehalt zwischen den unterschiedlichen Versuchsgliedern. Weder unterscheiden sich Behandlungen untereinander

ander, noch sind statistisch absicherbare Unterschiede zwischen den Behandlungen und der unbehandelten Kontrolle zu erkennen.

Selbst die vollständig befallsfrei gehaltene “Gesundvariante” wies in keinem der Versuchsjahre signifikante Unterschiede zur unbehandelten Kontrolle auf. Ein Befall mit Rapsglanzkäfern oder Kohlschotenrüssler hatte somit in den 3 Versuchsjahren keinen Einfluss auf den Ölgehalt.

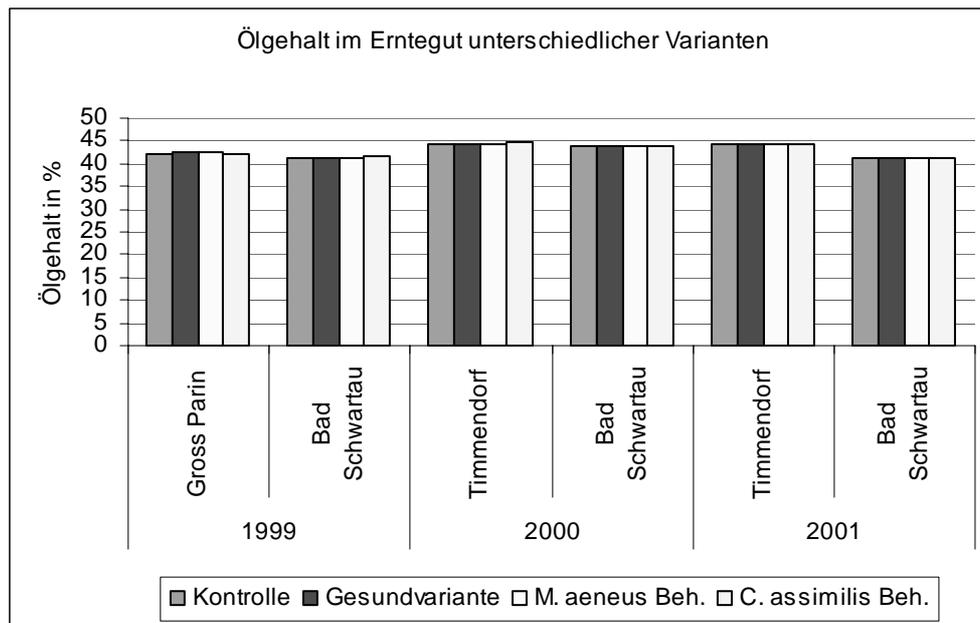


Abb. 34: Ölgehalte verschiedener Varianten in den Rapsversuchen der Jahre 1999 bis 2001 an unterschiedlichen Standorten

4.1.9 Wirtschaftlichkeitsberechnung

Die Wirtschaftlichkeitsberechnungen erfolgten für folgende Untersuchungsvarianten und wurden für alle Versuchsjahre durchgeführt:

- “Gesundvariante”
- Rapsglanzkäferbehandlung mit 50 ml/ha Karate CS[®] im Stadium BBCH 51-57
- Kohlschotenrüsslerbehandlung mit 75 ml/ha Karate CS[®] im Stadium BBCH 61-65

Für die Berechnungen wurden nachfolgende Annahmen zu Grunde gelegt:

Angesetzter Rapspreis :18 Euro/dt

Angesetzter Preis für die Behandlung (Diesel, Material): 10 Euro/ha und Überfahrt

Kosten für Karate CS[®]: 100 Euro/l

Berechnung des Grenzertrages (der Mehrertrag der benötigt wird, damit die Behandlungskosten gerade gedeckt sind):

| | | |
|----------------|---|------------|
| Gesundvariante | 50 ml + 75 ml + 2 Überfahrten = 5 € + 7,50 € + 20 € = 32,50 € | 1,81 dt/ha |
| M. aeneus | 50 ml x 1 Überfahrt = 5 € + 10 € = 15 € | 0,83 dt/ha |
| C. assimilis | 75 ml x 1 Überfahrt = 7,50 € + 10 € = 17,50 € | 0,97 dt/ha |

Tab. 13: Wirtschaftlichkeitsberechnung des Insektizideinsatzes in Raps im Jahr 1999

| Versuchsjahr 1999 | | | | | | |
|-----------------------------|-----------------|----------------|---------------------|--------------------------------------|----------------|--|
| <i>Groß Parin</i> | | | | | | |
| | Ertrag in dt/ha | Ertrag relativ | Mehrertrag in dt/ha | wirtschaftlicher Mehrertrag in dt/ha | Mehrerlös in € | |
| Kontrolle | 35,9 | 100 | | | | |
| Gesundvariante | 37,6 | 105 | 1,7 | -0,11 | -1,98 | |
| Behandlung auf M. aeneus | 36,3 | 101 | 0,4 | -0,43 | -7,20 | |
| Behandlung auf C. assimilis | 37,0 | 103 | 1,1 | 0,13 | 2,34 | |
| <i>Bad Schwartau</i> | | | | | | |
| | Ertrag in dt/ha | Ertrag relativ | Mehrertrag in dt/ha | wirtschaftlicher Mehrertrag in dt/ha | Mehrerlös in € | |
| Kontrolle | 43,4 | 100 | | | | |
| Gesundvariante | 45,3 | 104 | 1,9 | 0,09 | 1,62 | |
| Behandlung auf M. aeneus | 43,9 | 101 | 0,5 | -0,34 | -6,12 | |
| Behandlung auf C. assimilis | 45,7 | 105 | 2,3 | 1,33 | 23,94 | |

Tab. 14: Wirtschaftlichkeitsberechnung des Insektizideinsatzes in Raps im Jahr 2000

| Versuchsjahr 2000 | | | | | | |
|-----------------------------|-----------------|----------------|---------------------|--------------------------------------|----------------|--|
| <i>Timmendorf</i> | | | | | | |
| | Ertrag in dt/ha | Ertrag relativ | Mehrertrag in dt/ha | wirtschaftlicher Mehrertrag in dt/ha | Mehrerlös in € | |
| Kontrolle | 45,0 | 100 | | | | |
| Gesundvariante | 46,8 | 104 | 1,8 | -0,01 | -0,18 | |
| Behandlung auf M. aeneus | 46,1 | 102 | 1,1 | 0,26 | 4,68 | |
| Behandlung auf C. assimilis | 46,7 | 104 | 1,7 | 0,73 | 13,14 | |
| <i>Bad Schwartau</i> | | | | | | |
| | Ertrag in dt/ha | Ertrag relativ | Mehrertrag in dt/ha | wirtschaftlicher Mehrertrag in dt/ha | Mehrerlös in € | |
| Kontrolle | 35,4 | 100 | | | | |
| Gesundvariante | 36,9 | 104 | 1,5 | -0,31 | -5,58 | |
| Behandlung auf M. aeneus | 35,8 | 101 | 0,4 | -0,44 | -7,92 | |
| Behandlung auf C. assimilis | 36,3 | 103 | 0,9 | -0,07 | -1,26 | |

Tab. 15: Wirtschaftlichkeitsberechnung des Insektizideinsatzes in Raps im Jahr 2001

| Versuchsjahr 2001 | | | | | | |
|-----------------------------|-----------------|----------------|---------------------|--------------------------------------|----------------|--|
| <i>Timmendorf</i> | | | | | | |
| | Ertrag in dt/ha | Ertrag relativ | Mehrertrag in dt/ha | wirtschaftlicher Mehrertrag in dt/ha | Mehrerlös in € | |
| Kontrolle | 42,8 | 100 | | | | |
| Gesundvariante | 45,8 | 107 | 3,0 | 1,19 | 21,42 | |
| Behandlung auf M. aeneus | 44,1 | 103 | 1,3 | 0,46 | 8,28 | |
| Behandlung auf C. assimilis | 45,2 | 106 | 2,4 | 1,43 | 25,74 | |
| <i>Bad Schwartau</i> | | | | | | |
| | Ertrag in dt/ha | Ertrag relativ | Mehrertrag in dt/ha | wirtschaftlicher Mehrertrag in dt/ha | Mehrerlös in € | |
| Kontrolle | 53,2 | 100 | | | | |
| Gesundvariante | 55,1 | 104 | 1,9 | 0,09 | 1,62 | |
| Behandlung auf M. aeneus | 54,3 | 102 | 1,1 | 0,26 | 4,68 | |
| Behandlung auf C. assimilis | 54,9 | 103 | 1,7 | 0,73 | 13,14 | |

Die Berechnung der Wirtschaftlichkeit zeigt, dass eine Behandlung sowohl gegen Rapsglanzkäfer als auch gegen Kohlschotenrüssler nicht in allen Versuchsjahren wirtschaftlich sinnvoll war. Vor allem die zweimalige Behandlung bei der „Gesundvariante“ resultierte im Jahr 1999 in einem Negativerlös. Gerade in 1999, einem Jahr mit niedrigem Befallsdruck des Rapsglanzkäfers, war dessen Behandlung an den Standorten Groß Parin und Bad Schwartau nicht wirtschaftlich. Die gezielte Bekämpfung des Rapsglanzkäfers erwies sich lediglich im Jahr 2000 am Standort Timmendorf und im Jahr 2001 an beiden Standorten als wirtschaftlich sinnvoll. Da die in 2000 erzielten Ertragsergebnisse am Standort Timmendorf nicht statistisch absicherbar waren, ist das Resultat mit Vorbehalt zu betrachten. Die Behandlung gegen den Kohlschotenrüssler war in allen 3 Versuchsjahren wirtschaftlich, mit Ausnahme am Standort Bad Schwartau im Jahr 2000. Insgesamt konnten durch diese Behandlungen die höchsten Mehrerlöse mit bis zu 25,74 Euro/ha im Jahr 2001 am Standort Timmendorf erzielt werden. Unter den dreijährigen Versuchsbedingungen wurden somit durch die Einmal-Behandlung des Kohlschotenrüsslers die höchsten Mehrerlöse erzielt.

4.2 Feldversuche im Winterweizen

Wie auch schon beim Raps, werden auch die Feldversuche im Weizen zunächst für die unterschiedlichen Versuchsjahre getrennt betrachtet. Dies betrifft sowohl die Populationsentwicklung als auch die Versuche zur Überprüfung der Wirksamkeit neuer Insektizide.

4.2.1 Witterungsverläufe in den Monaten Juni bis Juli der Versuchsjahre 1999 bis 2001

Die Witterungsdaten wurden jeweils für den Zeitraum der Versuchsdurchführung aufgezeichnet und dargestellt. Die Witterungsverläufe können Rückschlüsse auf die Populationsentwicklung und die Wirksamkeit der eingesetzten Insektizide geben, die im Kapitel 5 diskutiert werden. Im Weizen lag die Phase der Versuchsdurchführung (Applikationen, Bonituren) in den Monaten Anfang Juni bis Ende Juli des jeweiligen Jahres.

Versuchsjahr 1999

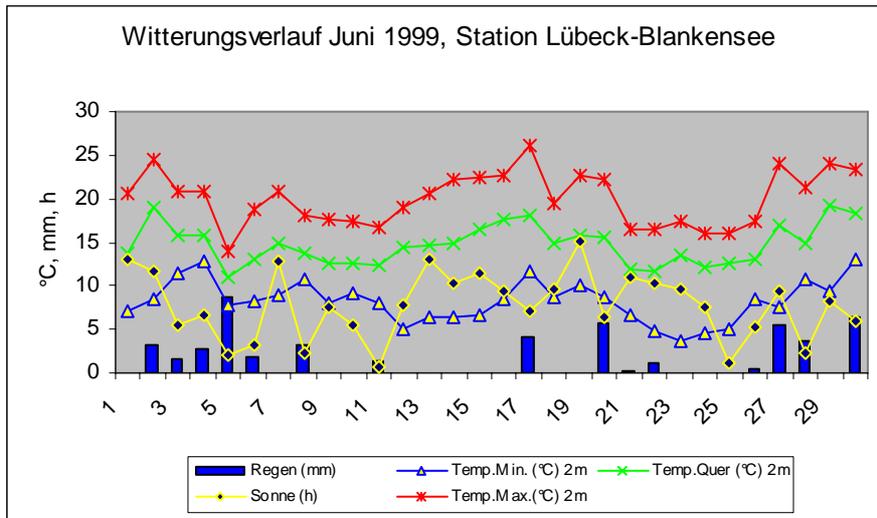


Abb. 35: Witterungsverlauf im Monat Juni 1999

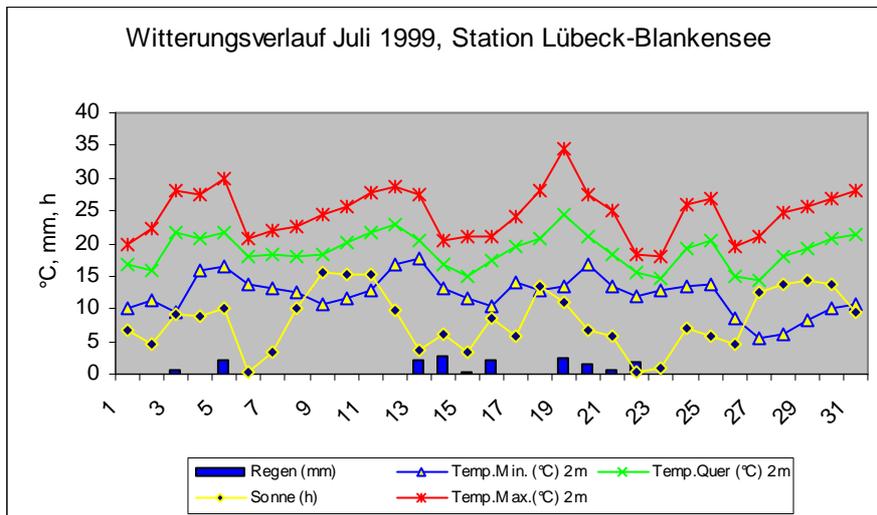


Abb. 36: Witterungsverlauf im Monat Juli 1999

Versuchsjahr 2000

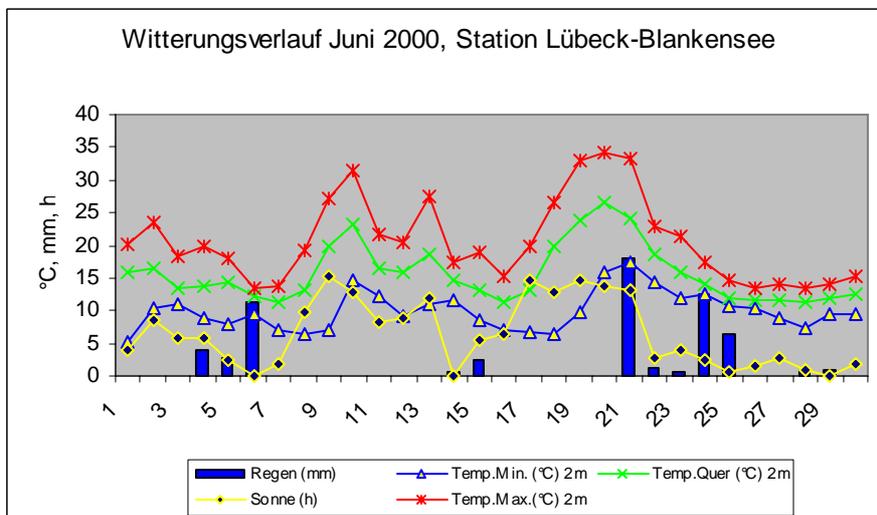


Abb. 37: Witterungsverlauf im Monat Juni 2000

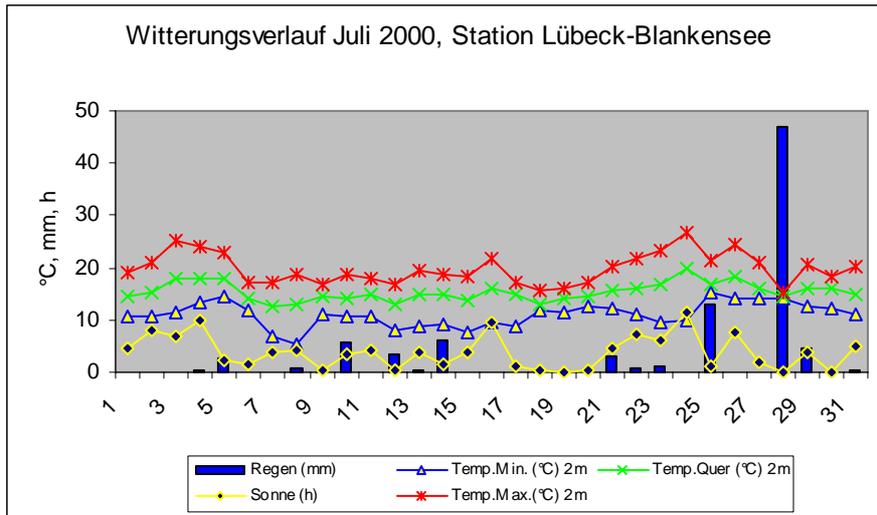


Abb. 38: Witterungsverlauf im Monat Juli 2000

Versuchsjahr 2001

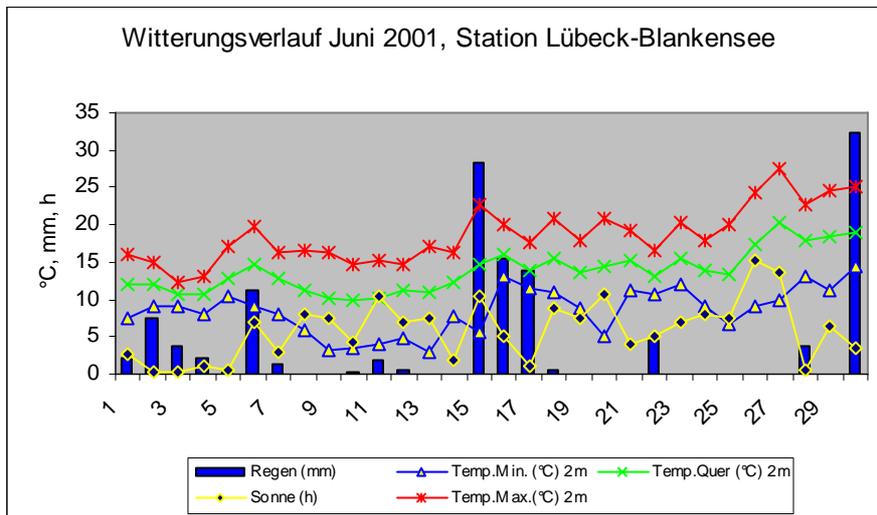


Abb. 39: Witterungsverlauf im Monat Juni 2001

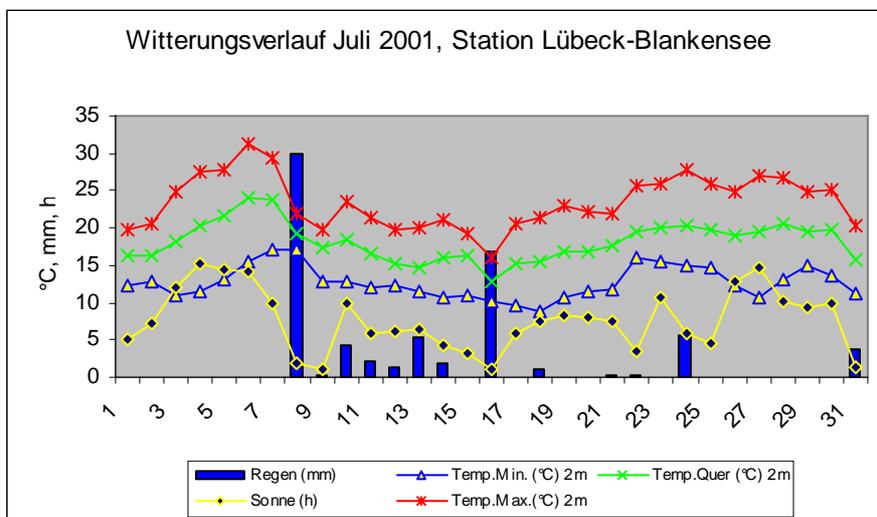


Abb. 40: Witterungsverlauf im Monat Juli 2001

4.2.2 Populationsentwicklung der Getreidehähnchen, *Oulema* spp. in den Jahren 1999 -2001

Die Bestimmung der Populationsverläufe der Getreidehähnchenarten *Oulema melanopus* und *Oulema lichenis* wurde an Hand des Larvenstadiums vorgenommen. Zwar setzte die Besiedlung der Getreideflächen durch den Käfer bereits früher ein, jedoch lässt sich über das Larvenstadium eine bessere Bestimmung vornehmen, zumal dieses Stadium die überwiegend auftretenden Ertragsausfälle verursacht. Im Larvenstadium konnte keine Bestimmung der jeweiligen Art vorgenommen werden.

Versuchsjahr 1999

Das Versuchsjahr war geprägt durch einen verzögerten Beginn der Populationsentwicklung und einen niedrigen Gesamtbefall. Erste Larven wurden an den Standorten Büchen und Stockelsdorf in der dritten Maiwoche gefunden. Während am Standort Stockelsdorf die Anzahl der Larven auf den Weizenblättern sehr schnell im Verlauf der nächsten Tage zunahm, so war die Entwicklung der Population am Standort Büchen langsamer. Das Maximum der Larvenpopulation wurde am Standort Büchen bereits Mitte Juni beobachtet. Danach nahm der Befall deutlich ab und Anfang Juli konnten keine Larven am Standort Büchen mehr gefunden werden. Mit einem Maximum von 16 Larven auf 25 Pflanzen war der Befall somit gering. Am Standort Stockelsdorf entwickelte sich die Population bis Ende Juni und nahm anschließend wieder ab. Auch an diesem Standort war der Befall mit 25 Larven auf 25 Pflanzen noch gering. Da zu diesem Zeitpunkt aber fast alle Larven auf dem Fahnenblatt zu finden waren, wurde die Schadschwelle von 1 Käfer/Fahnenblatt am Standort Stockelsdorf überschritten. Bei den beiden anderen Standorten Bad Schwartau und Staberdorf setzte die Besiedlung erst zu Anfang Juni ein, 2 bis 3 Wochen später als an den anderen beiden Standorten. Sowohl am Standort Bad Schwartau als auch in Staberdorf wurde die maximale Besiedlung mit Larven in der dritten Juniwoche erreicht, wobei mit 20 Larven (Bad Schwartau) und 13 Larven (Staberdorf) an beiden Standorten nicht die Bekämpfungsschwelle erreicht wurde.

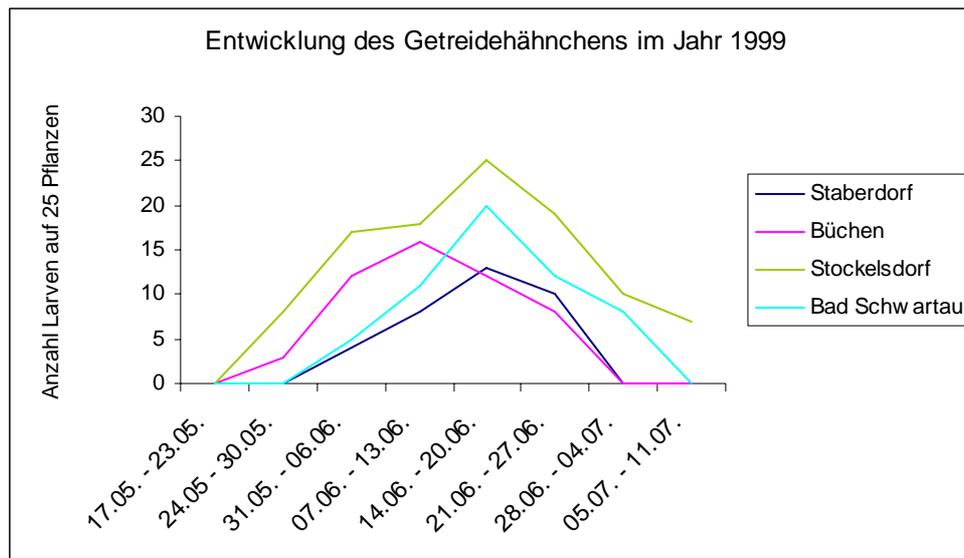


Abb. 41: Populationsentwicklung von *Oulema* spp. im Jahr 1999

Versuchsjahr 2000

Im Versuchsjahr 2000 setzte die Entwicklung des Populationsaufbaus Mitte Mai ein, ähnlich wie im Vorjahr. Erste Larven wurden zu diesem Zeitpunkt an den Standorten Büchen und Bad Schwartau gefunden, während die übrigen Standorte zu diesem Zeitpunkt noch befallsfrei waren. Bis Mitte Juni wurde an allen Standorten, bis auf Bad Schwartau der Maximalbesatz erreicht, welcher bei 30 (Stockelsdorf) und 32 (Büchen) Larven pro 25 Pflanzen lag. Damit wurde an beiden Standorten die Bekämpfungsschwelle überschritten. Am Standort Bad Schwartau setzte sich der Aufbau der Population noch bis in die dritte Juniwoche fort und erreicht einen Gesamtbesatz von 48 Larven/25 Pflanzen wobei die Bekämpfungsschwelle deutlich überschritten wurde. Am Standort Staberdorf auf Fehmarn entwickelte sich die Population nur auf sehr niedrigem Niveau und erreichte niemals Larvenbesätze von mehr als 10 bis 12 Larven pro 25 Pflanzen. Ab Anfang Juli waren an allen Standorten nahezu keine Larven mehr zu finden.

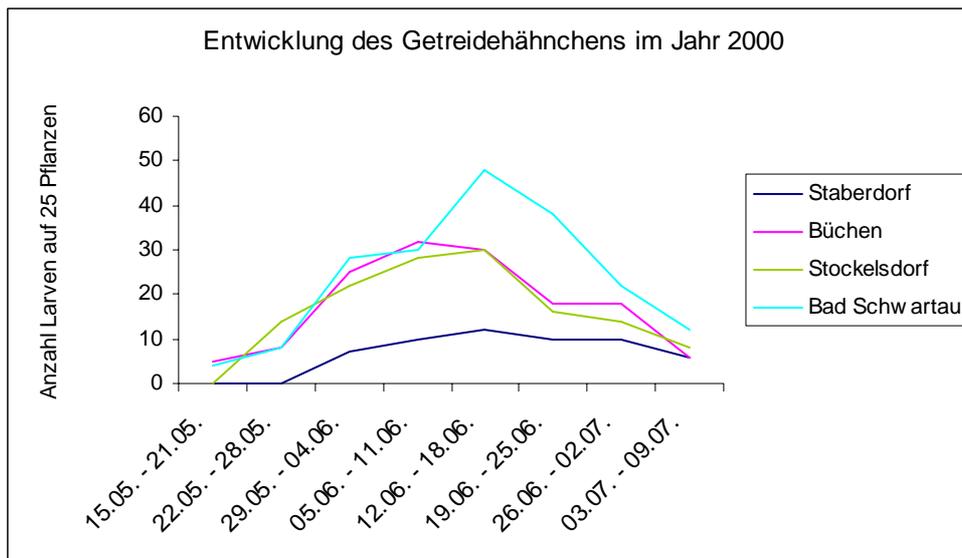


Abb. 42: Populationsentwicklung von *Oulema* spp. in Jahr 2000

Versuchsjahr 2001

Die Entwicklung der Getreidehähnchenpopulation folgte im Jahr 2001 mit großer Ähnlichkeit dem Verlauf im Jahr 2000. Auch im Jahr 2001 lag der Beginn der Besiedlung der Larven in der dritten Maiwoche. Am Standort Bad Schwartau wurden die ersten Larven gefunden. An diesem Standort stieg der Befall kontinuierlich an und erreicht den Höhepunkt Anfang Juni mit 32 Larven pro 25 Pflanzen. Zum gleichen Zeitpunkt wurde am Standort Büchen der Höhepunkt des Larvenbesatzes erreicht. In Büchen lag der Beginn des Befalls später als in Bad Schwartau, jedoch entwickelte sich die Anzahl der Larven an diesem Standort deutlich schneller, was auf einen stärkeren Zuflug von Käfern Anfang Mai und damit auch einer höheren Eiablage zurückzuführen ist. Die ersten Larven am Standort Timmendorf fanden sich erst Ende Mai, am Standort Staberdorf in der ersten Juniwoche. Im Vergleich zu den Jahren 1999 und 2000 entwickelte sich am Standort Staberdorf der Befall mit Larven schneller und erreichte ein höheres Niveau, was mit 20 Larven pro 25 Pflanzen dennoch unter der Bekämpfungsschwelle lag. Der Standort Timmendorf erreichte den Maximalbesatz mit Larven erst Ende Juni. Anfang Juli fiel der Besatz mit Larven an allen Standorten wieder deutlich ab.

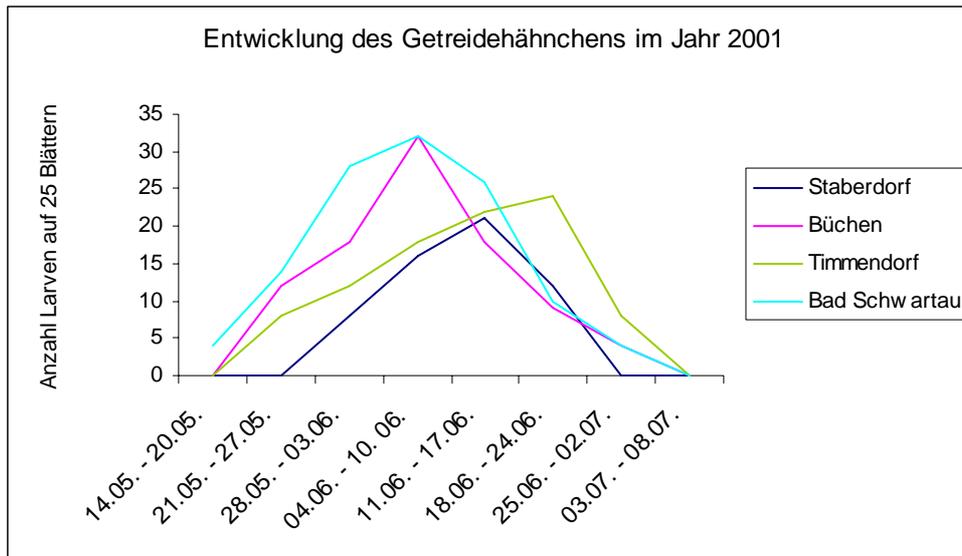


Abb. 43: Populationsentwicklung von *Oulema* spp. im Jahr 2001

4.2.3 Populationsentwicklung der Getreideblattläuse in den Jahren 1999 -2001

Bei der Bonitur der Versuchsflächen zur Erfassung der Populationsentwicklung wurden die vorkommenden Blattlausarten bestimmt. In Abhängigkeit vom Versuchsjahr und des Standortes handelte es sich um die Arten *Sitobion avenae* (Grosse Getreideblattlaus), *Rhopalosiphum padi* (Haferblattlaus) und *Metopolophium dirhodum* (Bleiche Getreideblattlaus).

Es ist davon auszugehen, dass sich die in den Versuchen aufgetretenen Arten hinsichtlich ihres maximalen Schadpotentials nicht voneinander unterscheiden (Obst 1993) und weiterhin auch keine Unterschiede hinsichtlich der insektiziden Wirkung der eingesetzten Produkte zwischen den Arten zu erwarten sind (Syngenta-interne Daten). Daher wird bei der nachfolgenden Betrachtung des Populationsverlaufes sowie der Beurteilung des Schadpotentials und der Wirksamkeit der eingesetzten Insektizide darauf verzichtet, die vorkommenden Blattlausarten getrennt darzustellen und abzuhandeln. Vielmehr wird die Blattlauspopulation als Ganzes gesehen und dargestellt.

Versuchsjahr 1999

Erste Blattläuse (Grosse Getreideblattlaus und Haferblattlaus) konnten an den Standorten Stockelsdorf und Büchen ab der zweiten Juniwoche festgestellt werden. Nachfolgend stieg am Standort Stockelsdorf die Population an, erreichte ihren Höhepunkt mit 45% befallener Pflanzen aber erst Mitte Juli zum Zeitpunkt der Milchreife des Weizens. Geht man von der

vom Pflanzenschutzdienst Schleswig-Holstein vorgeschlagenen Bekämpfungsschwelle von 30 % befallener Halme bis zum Stadium BBCH 69 aus, wurde an keinem der 4 Standorte im Jahr 1999 diese Schwelle erreicht. Am Standort Büchen, wo sich zu Beginn die Blattlauspopulation kontinuierlich entwickelte stoppte die Entwicklung Ende Juni und ab diesem Zeitpunkt begann die Population in sich zusammenzubrechen. Bis Mitte Juni waren am Standort Büchen 25 % der Pflanzen befallen. An den beiden anderen Standorten Bad Schwartau und Staberdorf setzte die Entwicklung später ein, bis zum vollständigen Zusammenbruch der Population Mitte Juli konnte sich kein nennenswerter Befall aufbauen.

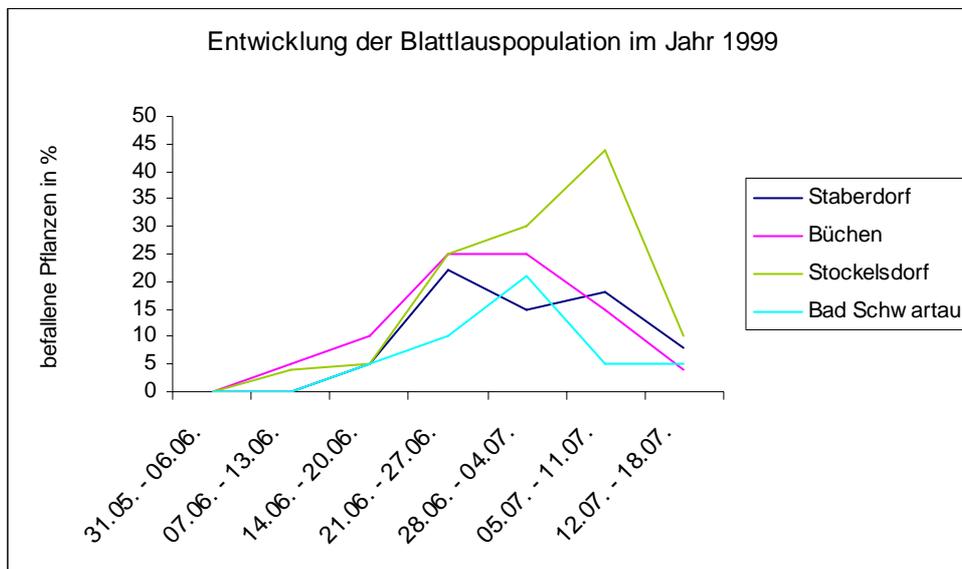


Abb. 44: Populationsentwicklung der Getreideblattläuse im Jahr 1999

Versuchsjahr 2000

Erste Blattläuse (überwiegend Grosse Getreideblattlaus) konnten am Standort Büchen bereits Ende Mai festgestellt werden. Von diesem Zeitpunkt entwickelte sich der Befall kontinuierlich, so dass über die Fahnenblätter bis Ende Juni die Ähren besiedelt wurden. Die Bekämpfungsschwelle von 30 % befallener Pflanzen würde am Standort Büchen bereits Ende Juni überschritten. An den übrigen Standorten setzte die Entwicklung der Blattlauspopulation später ein. Am Standort Bad Schwartau entwickelte sich die Population ausgehend Anfang Juni bis zum Erreichen von fast 60 % befallene Pflanzen in der ersten Juliwoche. Am Standort Staberdorf wurde der Bekämpfungsschwellenwert während der gesamten Populationsentwicklung nicht überschritten. Im Jahr 2000 wurde im Vergleich zu 1999 ein, mit Ausnahme des Standortes Staberdorf, höherer Befall mit Blattläusen festgestellt. Überwiegend handelte es sich dabei um die Grosse Getreideblattlaus, nur vereinzelt trat die

Haferblattlaus auf. Die Blattlauspopulation brach Anfang Juli an allen vier Standorten zusammen.

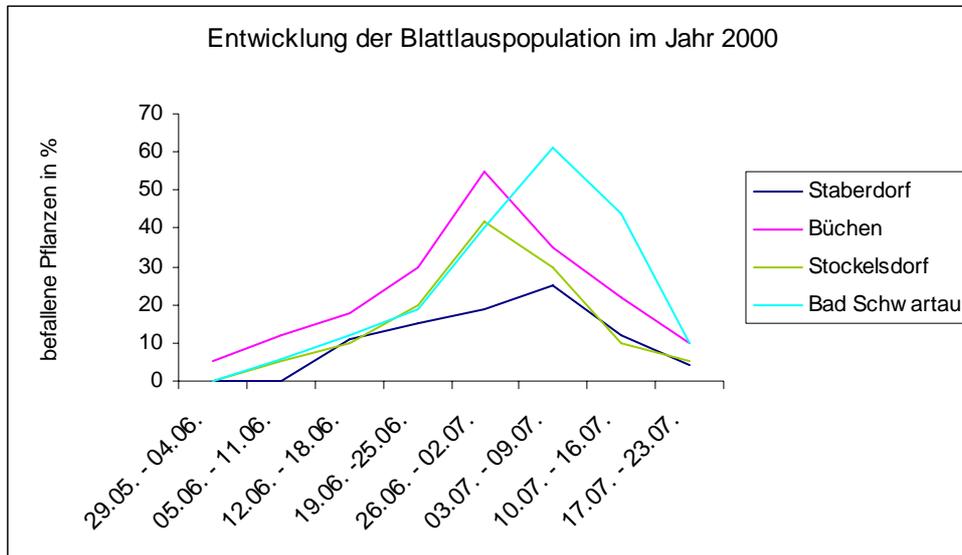


Abb. 45: Populationsentwicklung der Getreideblattläuse im Jahr 2000

Versuchsjahr 2001

Die Befallsentwicklung war auf Grund der niedrigen Temperaturen im April 2001 verzögert. Die Befallsentwicklung begann erst zu Beginn des Juni. Erste Blattläuse fanden sich zu diesem Zeitpunkt am Standort Staberdorf (Grosse Getreideblattlaus). An den übrigen Standorten setzte der Befall eine Woche später ein. Auf Grund der kühlen und feuchten Witterung entwickelte sich die Population nur sehr langsam, so dass bis zum Ende der Blüte an keinem der Standorte die Bekämpfungsschwelle erreicht wurde. Erst zu Beginn des Monats Juli setzte eine starke Entwicklung der Population am Standort Bad Schwartau und Büchen ein, was bis Mitte Juli einen Befallsanstieg bis auf 48 % (Bad Schwartau) und 45 % (Büchen) befallener Pflanzen zur Folge hatte. Zu diesem Zeitpunkt befand sich das Getreide im Stadium der Milchreife (BBCH 75), so dass nach dem Bekämpfungsschwellenmodell des Pflanzenschutzdienstes eine Bekämpfung nicht mehr notwendig gewesen wäre. Bis Ende Juli ging die Blattlauspopulation an allen Standorten wieder stark zurück, brach jedoch nicht vollständig zusammen. Wie auch zu Beginn der Befallsentwicklung, handelte es sich am Ende der Besiedlung hauptsächlich um die Grosse Getreideblattlaus. Andere Blattlausarten spielten an allen Standorten nur eine untergeordnete Rolle.

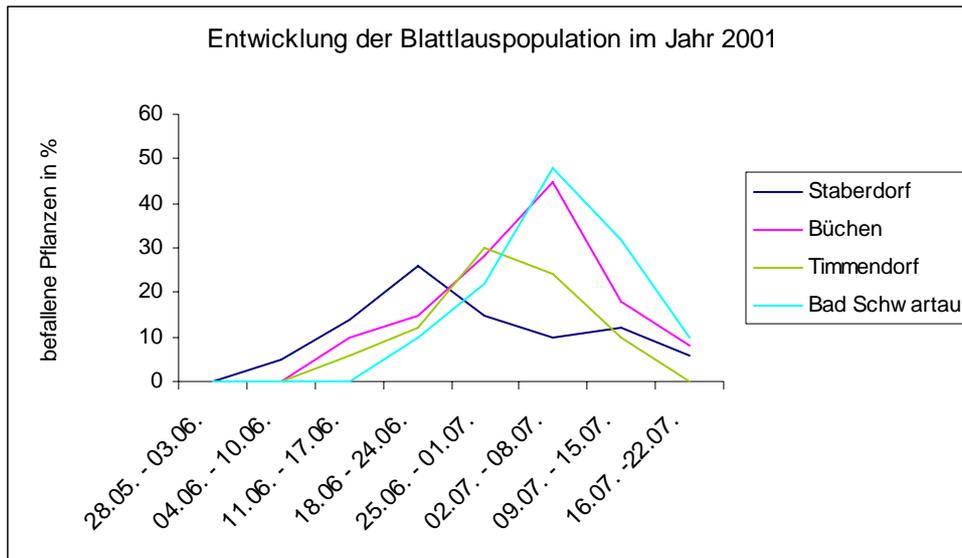


Abb. 46: Populationsentwicklung der Getreideblattläuse im Jahr 2001

4.2.4 Blattlausarten

An den Versuchsstandorten traten in den Versuchsjahren 1999 bis 2001 unterschiedliche Blattlausarten auf. Meist fanden sich mehrere Arten gleichzeitig an den Standorten. In den Jahren 2000 und 2001 trat schwerpunktmäßig die Grosse Getreideblattlaus (*Sitobion avenae*) auf.

Nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über die in den 3 Versuchsjahren aufgetretenen Blattlausarten.

Tab. 16: Auftreten unterschiedlicher Blattlausarten in den Jahren 1999 bis 2001

| | Versuchsjahr 1999 | Versuchsjahr 2000 | Versuchsjahr 2001 |
|---------------|--|--|--|
| Staberdorf | <i>Sitobion avenae</i> , <i>Rhopalosiphum padi</i> | <i>Sitobion avenae</i> | <i>Sitobion avenae</i> |
| Büchen | <i>Sitobion avenae</i> , <i>Rhopalosiphum padi</i> , <i>Metopolophium dirhodum</i> | <i>Sitobion avenae</i> , <i>Rhopalosiphum padi</i> | <i>Sitobion avenae</i> , <i>Rhopalosiphum padi</i> |
| Stockelsdorf | <i>Sitobion avenae</i> | <i>Sitobion avenae</i> , <i>Rhopalosiphum padi</i> | |
| Bad Schwartau | <i>Sitobion avenae</i> , <i>Rhopalosiphum padi</i> | <i>Sitobion avenae</i> | <i>Sitobion avenae</i> |
| Timmendorf | | | <i>Sitobion avenae</i> , <i>Rhopalosiphum padi</i> , <i>Metopolophium dirhodum</i> |

4.2.5 Wirksamkeit ausgewählter Insektizide

Die Insektizidbehandlungen verfolgten zwei Ziele. Zum einen sollte durch eine genau terminierte Behandlung Rückschlüsse auf das Schadpotential der Insekten gezogen werden, zum anderen galt es auch, die Wirksamkeit der eingesetzten Insektizide zu überprüfen.

Um den Bestand befallsfrei zu halten und dadurch im Verlauf der Versuche den maximal möglichen Ertrag zu erzielen, wurde in jedem Jahr eine Gesundvariante in den Versuch aufgenommen. Dabei handelte es sich um eine Doppelbehandlung, die nachhaltig alle auftretenden Schädlinge bekämpfen sollte. Da die Wirksamkeit somit durchgehend über alle Jahre bei nahezu 100% liegt, wird an dieser Stelle auf eine Darstellung verzichtet, da diese Variante mehr vor dem Hintergrund des möglichen Ertragspotentials gesehen werden muss und daher bei den Ertragsergebnissen dargestellt wird.

Bei der Wirksamkeitsbeurteilung müssen grundsätzlich 3 Applikationen unterschieden werden. Eine Applikation war ausgerichtet auf die Bekämpfung der Larven des Getreidehähnchens (*Oulema spp.*), deren Bekämpfungsschwelle in den Versuchsjahren zwischen BBCH 51 und BBCH 53 erreicht wurde. Eingesetzt wurden für diese Applikation 2 Produkte, die miteinander verglichen wurden: Karate CS[®] und Fastac[®].

Die weiteren Applikationen waren ausgerichtet auf die Bekämpfung auftretender Blattlausarten, wobei diese Behandlungen unabhängig vom Erreichen einer Schadschwelle im Stadium BBCH 61 bzw. BBCH 69 durchgeführt wurden. Zum Einsatz kamen hier zwei spezifisch auf Blattläuse wirkende Mittel: Pirimor[®] und Plenum[®]. Alle in den Versuchen eingesetzten Produkte kamen mit der vollen zugelassenen bzw. mit der vollen zur Zulassung angestrebten Aufwandmenge zum Einsatz.

Die statistische Verrechnung erfolgte mit den bei der Bonitur ermittelten Befallszahlen, erst danach erfolgte die Berechnung des Wirkungsgrades. Statistisch signifikante Unterschiede werden als * in den Abbildungen wiedergegeben.

4.2.5.2 Wirksamkeit von Insektiziden auf die Larven der Getreidehähnchen *Oulema melanopus* und *Oulema lichenis*

Versuchsjahre 1999 bis 2001

Da sich hinsichtlich der Wirkung die eingesetzten Produkte Karate CS[®] und Fastac[®] über die Versuchsjahre kaum unterscheiden, werden diese insgesamt betrachtet. In allen 3 Versuchsjahren, mit Ausnahme Stockelsdorf im Jahr 2000, fand die Applikation im Stadium BBCH 51 des Getreides statt. Dieses Wachstumsstadium wurde über die Versuchsjahre meist in der ersten Junidekade erreicht. Wie bereits im Abschnitt Populationsentwicklung ausgeführt, gab es über die Versuchsjahre keine großen Unterschiede bzgl. des Auftretens der Getreidehähnchens bzw. der Larven der beiden Getreidehähnchenarten. Zum Zeitpunkt der Applikation lag der Befall, mit Ausnahme am Standort Bad Schwartau 1999, zwischen 18 und 28 Larven auf 25 Fahnenblättern, so dass die Schadschwelle von 0,5 bis 1 Larve/Fahnenblatt an diesen Standorten erreicht wurde. Lediglich am Standort Bad Schwartau im Jahr 1999 lag der Befall nur bei 5 Larven auf 25 Fahnenblättern.

In Bezug auf die Anfangswirkung unterscheiden sich die Varianten nicht signifikant untereinander. In den Jahren 2000 und 2001 wurden durchschnittliche Wirkungsgrade von 80 % erreicht. Im Jahr 1999 lag der Wirkungsgrad an den Standorten Bad Schwartau und Stockelsdorf deutlich niedriger und erreichte durchschnittlich nur 60 %. Bei der zweiten Bonitur, 14 Tage nach der Applikation, konnten an allen Standorten noch Wirkungsgrade von durchschnittlich 75 % errechnet werden. Statistisch unterschieden sich die Behandlungen, bis auf eine Ausnahme, zu diesem Zeitpunkt nicht. Lediglich am Standort Stockelsdorf fanden sich im Jahr 2000 zu diesem Boniturtermin signifikante Unterschiede zwischen den Behandlungen mit Karate CS[®] und Fastac[®]. Während durch die Behandlung mit Karate CS[®], 14 Tage nach der Applikation noch ein Wirkungsgrad von 76 % erzielt wurde, lag dieser bei der Behandlung mit Fastac[®] bei 58 %.

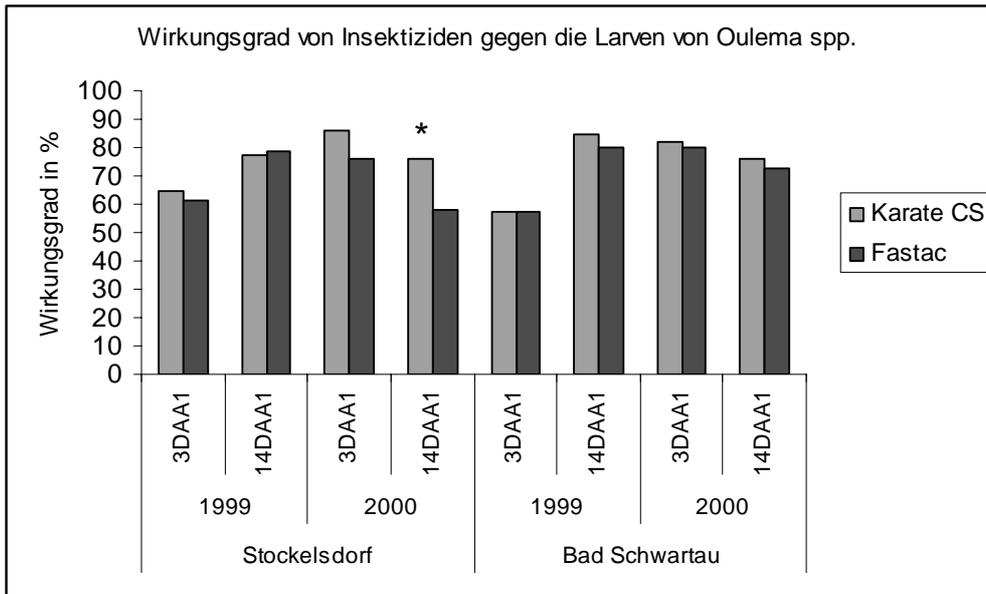


Abb. 47: Wirkungsgrad von Insektiziden zur Bekämpfung der Larven von *Oulema* spp. in Weizenversuchen in den Jahren 1999 und 2000

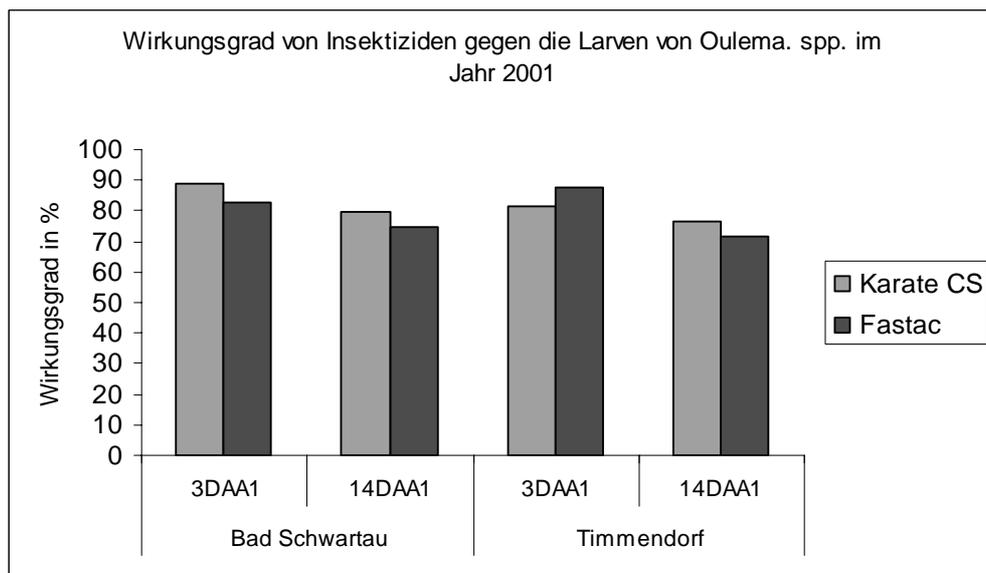


Abb. 48: Wirkungsgrad von Insektiziden zur Bekämpfung der Larven von *Oulema* spp. in Weizenversuchen im Jahr 2001

Zusammenfassung

Die Wirksamkeit der beiden Insektizide Karate CS[®] und Fastac[®] zur Bekämpfung der Larven des Getreidehähnchens kann in den vorliegenden dreijährigen Versuchsdaten als gleichwertig angesehen werden. Bis auf eine Ausnahme konnten keine statistisch absicherbaren Unterschiede zwischen den Produkten festgestellt werden. Nur im Jahre 2000 am Standort Stockelsdorf unterschied sich Karate CS[®] zu einem Boniturtermin signifikant von Fastac[®]. Die beiden Produkte unterschieden sich lediglich statistisch absicherbar zur unbehandelten Kontrollparzelle.

4.2.5.3 Wirksamkeit von Insektiziden auf die Getreideblattläuse, *Sitobion avenae*, *Rhopalosiphum padi* und *Metopolophium dirhodum*

Versuchsjahr 1999

Das Versuchsjahr 1999 unterscheidet sich durch unterschiedliche Ausgangspopulationen der Blattlausarten an den Standorten Stockelsdorf und Bad Schwartau zum Zeitpunkt der Behandlung in BBCH 69. Während sich am Standort Stockelsdorf zu diesem Zeitpunkt bereits 30 Läuse pro Pflanze etabliert hatten, waren es am Standort Bad Schwartau lediglich 10 Läuse. Die Behandlung erfolgte am Standort Bad Schwartau am 22. Juni, am Standort Stockelsdorf am 24. Juni. Am ersten Tag nach der Applikation konnten bereits statistische Unterschiede zwischen den Behandlungen mit Pirimor[®] und Plenum[®] festgestellt werden. Dabei unterschieden sich die Behandlungen mit Pirimor[®] signifikant von denen mit Plenum[®]. Vor allem am Standort Bad Schwartau war der Unterschied in den Wirkungsgraden mit 100 % (Pirimor[®]) und 50 % Plenum[®] groß. Bei den weiteren Bonituren (7 Tage und 14 Tage nach der Applikation) konnten für Plenum[®] höhere Wirkungsgrade errechnet werden, während die Wirkungsgrade für Pirimor[®] auf hohem Niveau blieben. Bei diesen Boniturterminen konnten keine statistischen Unterschiede zwischen den Behandlungen mehr gefunden werden. Bei den Abschlussbonituren fanden sich jedoch wieder statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Behandlungen mit Pirimor[®] und Plenum[®]. Zwar fallen beide Produkte nach 3 bzw. 4 Wochen in ihrer Wirkung ab, an beiden Standorten fällt der Wirkungsverlust von Pirimor[®] aber deutlicher aus.

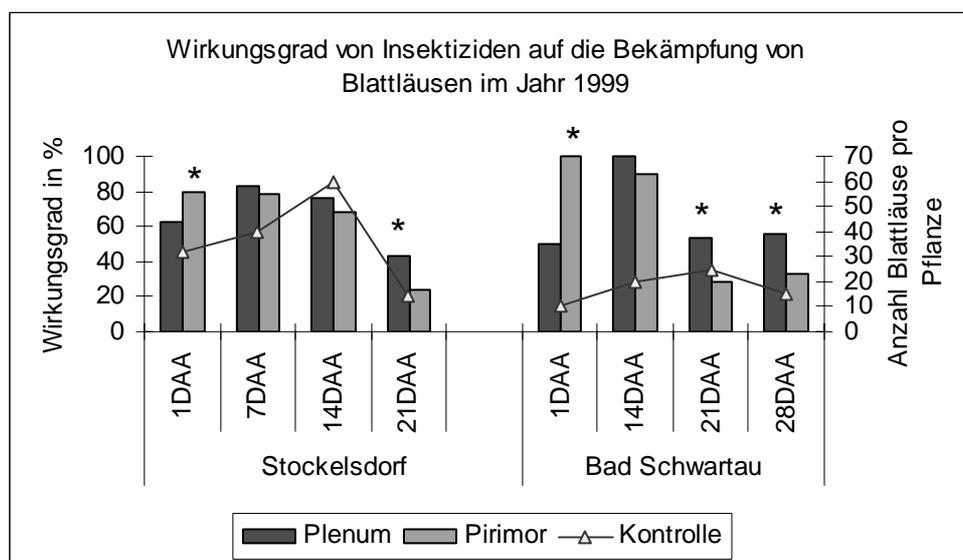


Abb. 49: Wirkungsgrad von Insektiziden zur Blattlausbekämpfung im Jahr 1999. Kontrolle: rechte Ordinate

Versuchsjahr 2000

Im Versuchsjahr 2000 fanden die Behandlungen am Standort Stockelsdorf am 08. Juni im Entwicklungsstadium des Weizens BBCH 53 und am 11. Juni am Standort Stockelsdorf im Stadium BBCH 51 statt. Zum Zeitpunkt der Behandlung war der Schwellenwert von 30 % befallener Pflanzen noch nicht erreicht. Wie auch schon im Versuchsjahr 1999 zeigt Pirimor[®] vor allem in der Anfangswirkung seine Stärken. An beiden Standorten unterschied sich die Behandlung mit Pirimor[®] signifikant von der Behandlung mit Plenum[®], bonitiert am ersten Tag nach der Applikation. An diesem Termin konnte am Standort Stockelsdorf für die Pirimor[®]-Variante ein Wirkungsgrad von 100 % errechnet werden, während die Variante mit Plenum[®] lediglich einen Wirkungsgrad von 75 % aufwies. Ähnlich verhielt es sich am Standort Bad Schwartau, wo sich die Behandlung mit Pirimor[®] mit einem Wirkungsgrad von 86 % signifikant von der Plenum[®]-Variante unterschied, die nur einen Wirkungsgrad von 52 % erreichte. An den übrigen Boniturterminen konnten keine statistischen Unterschiede zwischen den Behandlungen mehr festgestellt werden. In absoluten Zahlen erreicht Pirimor[®] vor allem am Standort Bad Schwartau die besseren Wirkungsgrade, jedoch waren diese nicht signifikant.

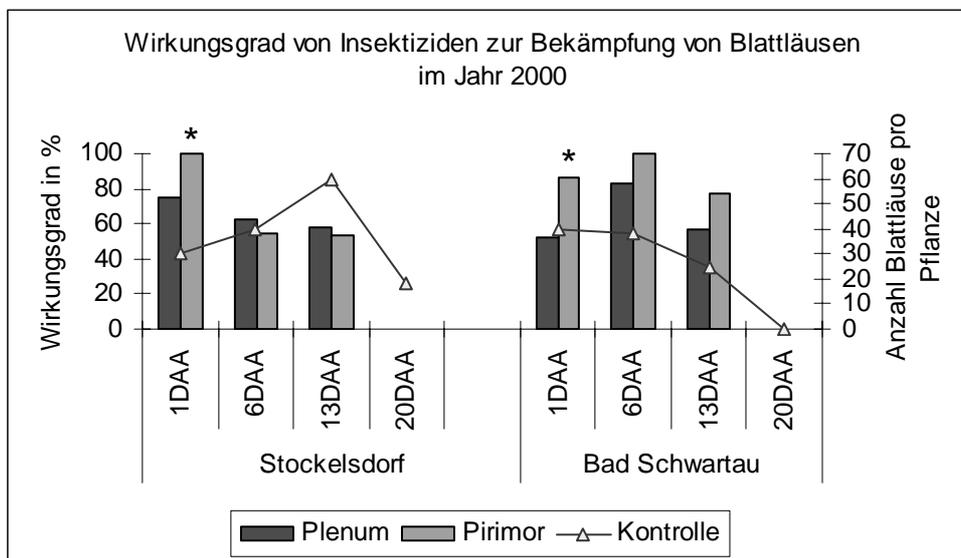


Abb. 50: Wirkungsgrad von Insektiziden zur Blattlausbekämpfung im Jahr 2000.
Kontrolle: rechte Ordinate

Versuchsjahr 2001

Auch im Versuchsjahr 2001 änderte sich nichts an dem bereits in den Jahren zuvor gesehenen Wirkungsprofil der beiden Produkte. Im Jahr 2001 fanden an beiden Standorten die Applikationen im Wachstumsstadium BBCH 51 des Weizens statt, am 04. Juni am Standort Timmendorf, am Standort Bad Schwartau am 06. Juni. Auch hier unterschieden sich am ersten Tag nach der Applikation die Behandlungen Pirimor[®] und Plenum[®] signifikant voneinander. Mit Wirkungsgraden von 86 % am Standort Timmendorf und 80 % am Standort Bad Schwartau war die Behandlung mit Pirimor[®] statistisch gesichert besser als die Behandlung mit Plenum[®], die Wirkungsgrade von 55 % am Standort Timmendorf und 61 % am Standort Bad Schwartau erreichte. Bei den übrigen Boniturterminen konnten keine signifikanten Unterschiede mehr festgestellt werden.

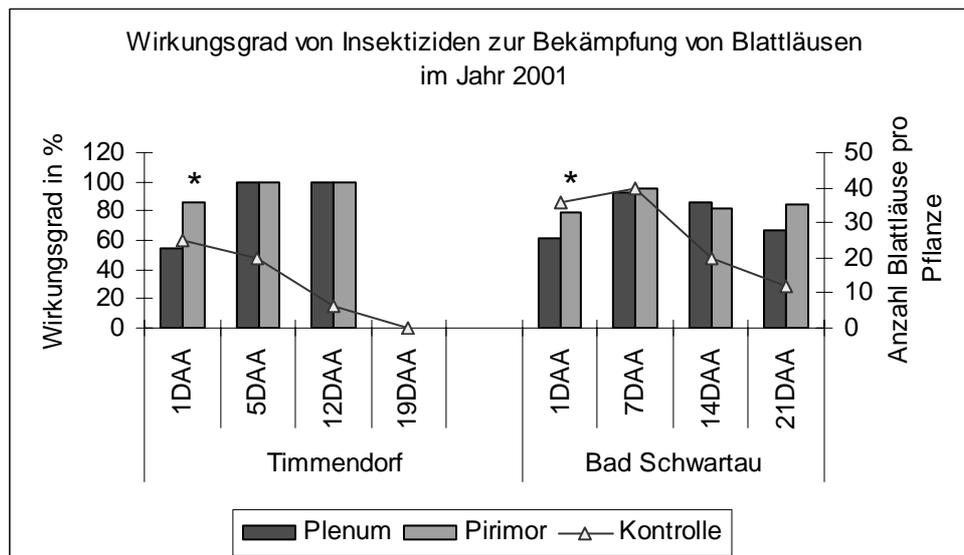


Abb. 51: Wirkungsgrad von Insektiziden zur Blattlausbekämpfung im Jahr 2001.
Kontrolle: rechte Ordinate

Eine Zusammenfassung der Versuche über die drei Versuchsjahre zeigt die Wirkungsvorteile von Pirimor[®], gerade im frühen Boniturbereich, kurz nach der Applikation.

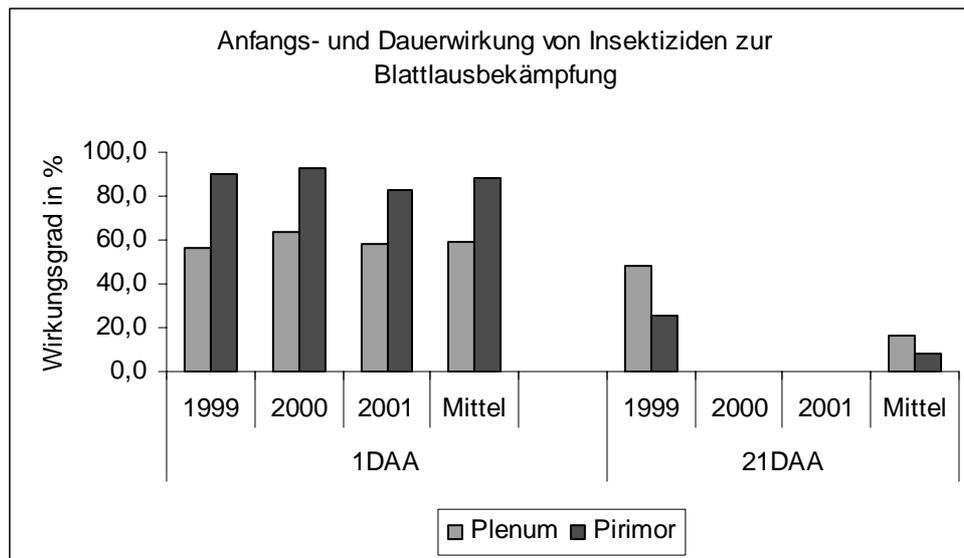


Abb. 52: Vergleich zwischen Anfangs- und Dauerwirkung von Insektiziden zur Bekämpfung von Blattläusen

Zusammenfassung

Vergleicht man die beiden Produkte Pirimor[®] und Plenum[®], so finden sich doch über die Versuchsjahre deutliche, statistisch gesicherte Unterschiede in der Wirkung der beiden Produkte. Deutlich wird dies vor allem beim Vergleich der Anfangswirkung (Initialwirkung) und der Dauerwirkung. Pirimor[®] zeichnet sich durch eine sehr schnelle Anfangswirkung aus und ist somit in der Wirkung dem Produkt Plenum[®] in dieser Phase deutlich überlegen. In allen Versuchsjahren konnte dieser Unterschied statistisch abgesichert werden. Betrachtet man die Dauerwirkung, so weist Plenum[®] mit dem Wirkstoff Pymetrozin die längere Dauerwirkung auf. Im Jahr 1999 konnte dies an beiden Standorten, Stockelsdorf und Bad Schwartau, nachgewiesen werden.

4.2.6 Ertragsergebnisse

Alle Versuche konnten über die Versuchsjahre beerntet werden. Es war in allen Fällen möglich, die Ergebnisse statistisch abzusichern. Nachfolgende Tabellen geben Einzelergebnisse der Versuchsjahre und Standorte wieder.

Es konnten eindeutig Unterschiede zwischen den einzelnen Behandlungen nachgewiesen werden. So konnte durch jede Behandlung, unabhängig welche Ausrichtung die entsprechende Behandlung hatte (Blattlausbekämpfung, Getreidehähnchen), der Ertrag gegenüber der Kontrolle gesteigert werden.

Tab. 17: Ertragsergebnisse im Weizen im Jahr 1999. Behandlung: s. Tab. 6, S. 57

| Versuchsjahr 1999 | | | | |
|------------------------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|
| Behandlung | Stockelsdorf | | Bad Schwartau | |
| | Ertrag in dt/ha | Ertrag relativ | Ertrag in dt/ha | Ertrag relativ |
| 1 | 90,5 | 100 | 112,8 | 100 |
| 2 | 96,7 | 107 | 120,9 | 107 |
| 3 | 95,1 | 105 | 118,5 | 105 |
| 4 | 94,9 | 105 | 117,6 | 104 |
| 5 | 92,7 | 102 | 115,1 | 102 |
| 6 | 93,1 | 103 | 115,9 | 103 |
| 7 | 91,5 | 101 | 113,1 | 100 |
| Standardabweichung | 1,45 | | 0,44 | |
| Variationskoeffizient | 1,55% | | 0,38% | |
| 5% GD | 2,33 | | 0,71 | |

Tab. 18: Ertragsergebnisse im Weizen im Jahr 2000. Behandlung: s. Tab. 6, S. 57

| Versuchsjahr 2000 | | | | |
|------------------------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|
| Behandlung | Stockelsdorf | | Bad Schwartau | |
| | Ertrag in dt/ha | Ertrag relativ | Ertrag in dt/ha | Ertrag relativ |
| 1 | 86,63 | 100 | 81,28 | 100 |
| 2 | 94,53 | 109 | 87,33 | 107 |
| 3 | 93,18 | 108 | 85,23 | 105 |
| 4 | 93 | 107 | 84,5 | 104 |
| 5 | 90,13 | 104 | 83,4 | 103 |
| 6 | 91,15 | 105 | 84,78 | 104 |
| 7 | 90,1 | 104 | 84 | 103 |
| Standardabweichung | 0,85 | | 0,67 | |
| Variationskoeffizient | 0,93% | | 0,79% | |
| 5% GD | 1,31 | | 1,03 | |

Tab. 19: Ertragsergebnisse im Weizen im Jahr 2001. Behandlung: s. Tab. 6, S. 57

| Versuchsjahr 2001 | | | | |
|------------------------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|
| Behandlung | Timmendorf | | Bad Schwartau | |
| | Ertrag in dt/ha | Ertrag relativ | Ertrag in dt/ha | Ertrag relativ |
| 1 | 78,02 | 100 | 102,6 | 100 |
| 2 | 83,48 | 107 | 110,6 | 108 |
| 3 | 81,93 | 105 | 106,8 | 104 |
| 4 | 81,92 | 105 | 105,9 | 103 |
| 5 | 81 | 104 | 105,0 | 102 |
| 6 | 83,46 | 107 | 105,9 | 103 |
| 7 | 80,4 | 103 | 104,3 | 102 |
| Standardabweichung | 1,86 | | 2,43 | |
| Variationskoeffizient | 1,97% | | 2,28% | |
| 5% GD | 2,48 | | 3,74 | |

Im weiteren Verlauf sollen die Erträge zuerst über die Jahre getrennt betrachtet und nach ihren Behandlungsschwerpunkten dargestellt werden. Neben der Gesundvariante mit Behandlungen im Stadium BBCH 51 und BBCH 69 fanden auf Getreidehähnchen sowie auf Blattläuse ausgerichtete Behandlungen statt. Da die „Gesundvariante“ das Ziel hatte, die entsprechende Parzelle vollständig befallsfrei zu halten, sollten die Erträge das maximal mögliche Ertragspotential bei Abwesenheit von Schadinsekten vorgeben. Anhand der übrigen Varianten lassen sich Rückschlüsse auf das vorhandene Schadpotential der Schadinsekten ziehen.

Versuchsjahr 1999

Im Jahr 1999 unterschieden sich alle Behandlungsvarianten signifikant von der unbehandelten Kontrolle. Teilweise wiesen auch die Behandlungen untereinander signifikante Unterschiede auf.

Durch die Gesundvariante konnte im Jahr 1999 ein durchschnittlicher Ertrag von 108,8 dt/ha erzielt werden und damit eine Ertragssteigerung von 7 % gegenüber der Kontrolle. Betrachtet man die Einzelstandorte Stockelsdorf und Bad Schwartau, so war der potentielle Ertragsausfall bei beiden Standorten 7 %, was 6,2 dt/ha am Standort Stockelsdorf und 8,1 dt/ha am Standort Bad Schwartau entspricht. Durch eine gezielte Bekämpfung der Larven der Getreidehähnchen konnte der Ertrag am Standort Stockelsdorf um 5 % (4,6 dt/ha) und am Standort Bad Schwartau ebenfalls um 5 % (5,7 dt) gesteigert werden. Unterblieb die Behandlung auf Getreidehähnchen und wurde an deren Stelle eine Behandlung im Stadium BBCH 69 zur Bekämpfung der Blattlausarten durchgeführt, so konnte der Ertrag am Standort Stockelsdorf um 3 % (2,6 dt/ha) und ebenfalls um 3 % (3,1 dt/ha) am Standort Bad Schwartau gesteigert werden. Die Blattlausbekämpfung hat somit an beiden Standorten einen Mehrertrag erbracht, obwohl die Bekämpfungsschwelle nicht überschritten wurde.

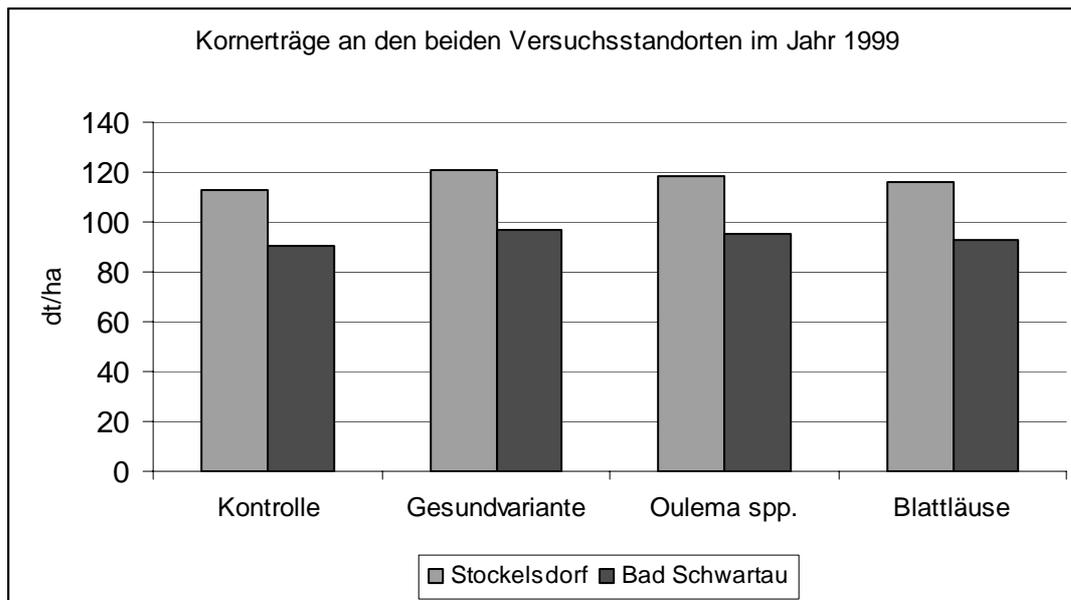


Abb. 53: Einfluss unterschiedlicher Insektizidbehandlungen auf den Kornertrag von Winterweizen im Jahr 1999

Versuchsjahr 2000

Im Versuchsjahr 2000 konnte der Ertrag an beiden Standorten durch alle Behandlungsvarianten im Vergleich zur Kontrolle signifikant gesteigert werden. Durch die „Gesundvariante“ wurde der Maximalertrag von 94,53 dt/ha am Standort Stockelsdorf und 87,33 dt/ha am Standort Bad Schwartau erreicht. Durch eine Unterlassung jeglicher Insektizidmaßnahmen wäre ein Ertragsverlust von 9 % am Standort Stockelsdorf und 7 % am Standort Bad Schwartau eingetreten. Durch eine gezielte Behandlung gegen Getreidehähnchen im Stadium BBCH 51 konnte am Standort Bad Schwartau ein Mehrertrag von 3,95 dt/ha (+ 5%) und am Standort Stockelsdorf von 6,55 dt/ha (+ 9 %) erzielt werden. Am Standort Stockelsdorf kam der Getreidehähnchenbekämpfung eine höhere Bedeutung zu als am Standort Bad Schwartau. Durch die Bekämpfung der Blattläuse im Stadium BBCH 69 wurde der Ertrag um 5 % (4,52 dt/ha) am Standort Stockelsdorf und 4 % (3,5 dt/ha) am Standort Bad Schwartau gesteigert. Damit unterschied sich am Standort Bad Schwartau die Behandlung gegen Getreidehähnchen nicht signifikant von der gegen Blattläuse, jedoch fand sich am Standort Stockelsdorf ein signifikanter Unterschied.

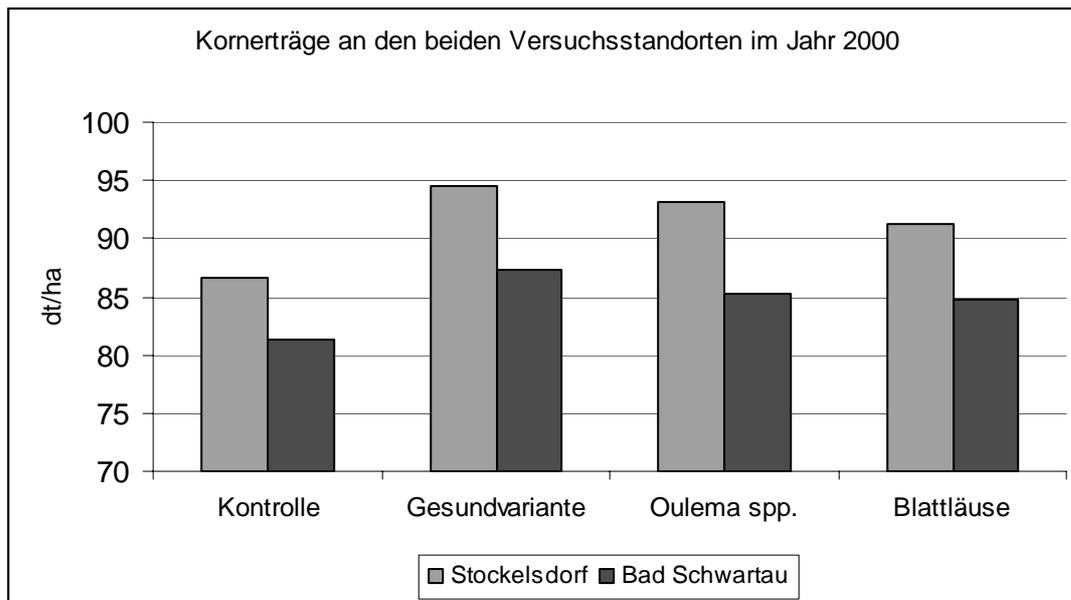


Abb. 54: Einfluss unterschiedlicher Insektizidbehandlungen auf den Kornertrag von Winterweizen im Jahr 2000

Versuchsjahr 2001

Auch im Versuchsjahr 2001 unterschieden sich an den beiden Standorten die Behandlungen signifikant von der Kontrolle. Darüber hinaus ließen sich auch statistisch absicherbare Unterschiede zwischen den Behandlungen feststellen. Durch die Gesundvariante lies sich am Standort Timmendorf ein Mehrertrag von 7 % (5,46 dt/ha) im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle erzielen. Am Standort Bad Schwartau betrug der Mehrertrag sogar 8 % (8 dt/ha). Eine Behandlung gegen die Getreidehähnchen führte zu einer Ertragssteigerung von 3,91 dt/ha (5 %) am Standort Timmendorf und von 4,2 dt/ha (4 %) am Standort Bad Schwartau. Am Standort Timmendorf konnte durch die Blattlausbekämpfung ein Mehrertrag von 5,44 dt/ha (7 %) realisiert werden, während der Mehrertrag am Standort Bad Schwartau mit 3,3 dt/ha (3 %) geringer ausfiel, obwohl der Befallsdruck mit Blattläusen an diesem Standort höher war. Da dieser jedoch später in der Vegetationsperiode auftrat als am Standort Timmendorf, war dieser Befall für eine deutliche Ertragsreduktion in der Kontrolle nicht mehr ausschlaggebend.

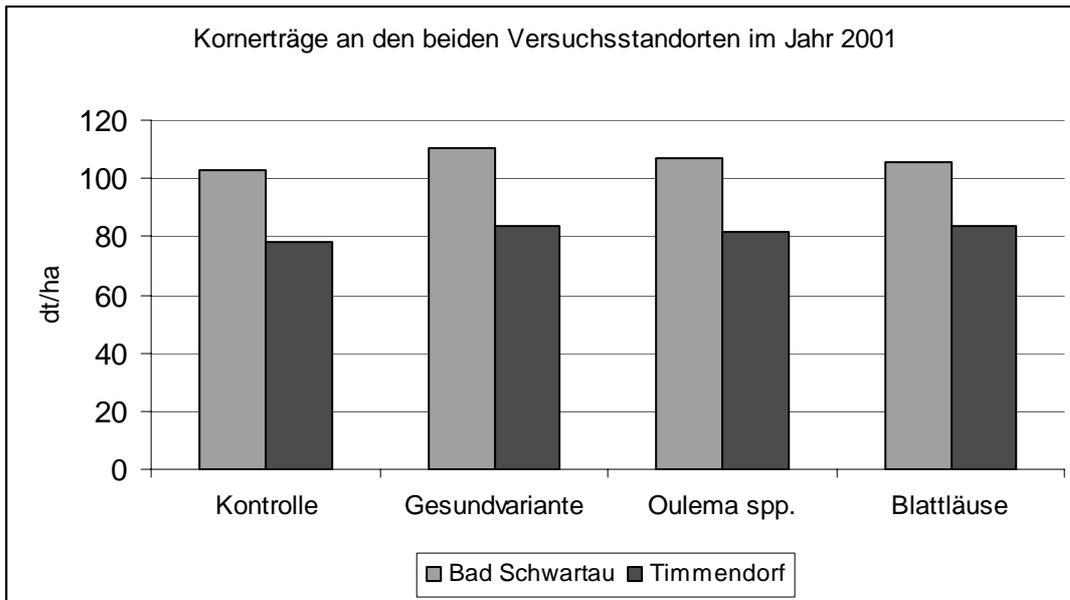


Abb. 55: Einfluss unterschiedlicher Insektizidbehandlungen auf den Kornertrag von Winterweizen im Jahr 2001

Abbildung 56 gibt nochmals einen Überblick über die Relativerträge der einzelnen Versuchsjahre. Die Zahlen in der Abbildung geben die Absolut-Erträge der Kontrollparzellen wieder.

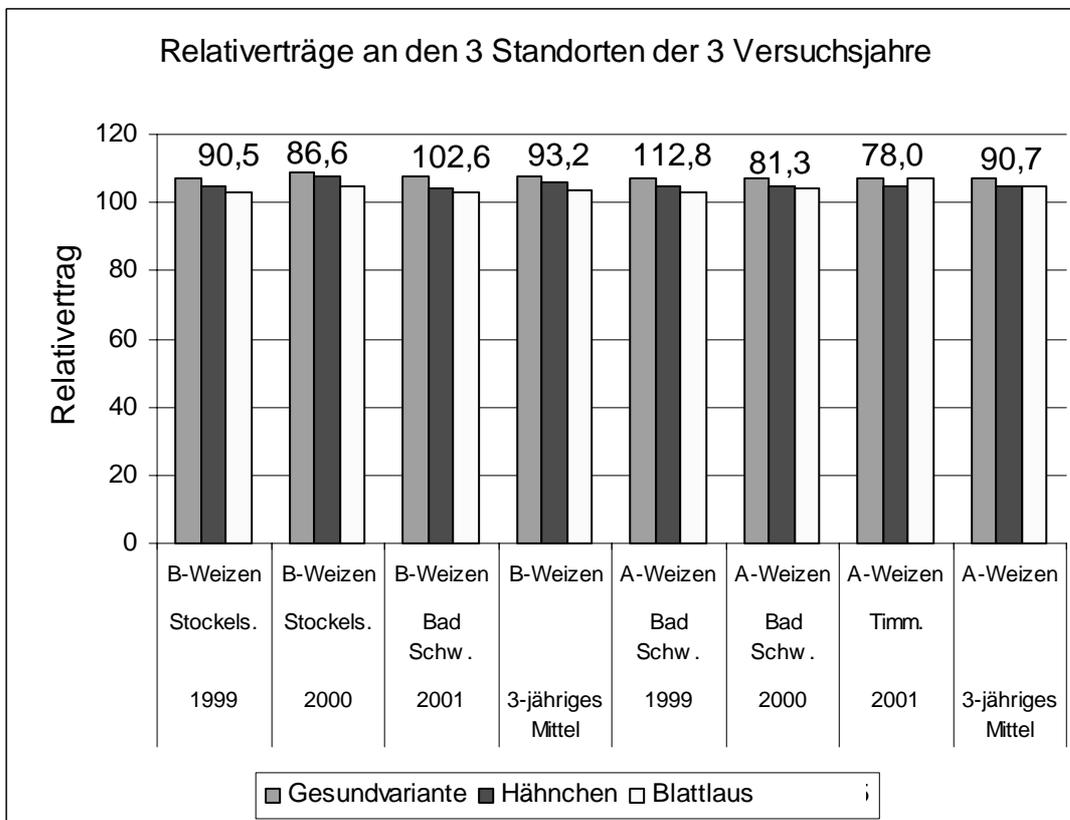


Abb. 56: Relativerträge der Versuchsstandorte über die 3 Versuchsjahre. Über den Säulen der absolute Ertrag der unbehandelten Kontrolle.

4.2.7 Vergleich unterschiedlicher Applikationstermine zur Bekämpfung der Getreideblattläuse

Neben der Wirkung der unterschiedlichen Insektizide wurden in den Versuchsjahren auch die Auswirkungen unterschiedlicher Bekämpfungstermine untersucht. So wurde das Produkt Plenum[®] nicht nur im Stadium BBCH 69 des Weizens zur Blattlausbekämpfung eingesetzt, sondern in einer weiteren Behandlung bereits zu Stadium BBCH 61.

Unten stehende Tabellen geben einen Überblick über die Versuchsergebnisse in den verschiedenen Versuchsjahren.

Tab. 20: Vergleich der unterschiedlichen Applikationstermine in den Weizenversuchen im Jahr 1999

Stockelsdorf 1999

| | Blattläuse | | | | | Ertrag | | | |
|-----------------------------|--|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------|------|-------------|------|
| | durchschnittlicher Befall pro Pflanze (Basis: 25 Pflanzen) | | | | | dt/ha | rel. | TKG | rel. |
| | 17. Jun BBCH61 | 24. Jun BBCH69 | 01. Jul BBCH71 | 08. Jul BBCH75 | 15. Jul BBCH79 | | | | |
| | 0 | 7/0 | 14/7 | 21/14 | 28/21 | | | | |
| Kontrolle | 12 | 30 | 40 | 60 | 14 | 90,5 | 100 | 49,1 | 100 |
| Plenum [®] BBCH 61 | 16 | 3 | 10 | 30 | 12 | 91,5 | 101 | 49,6 | 101 |
| Plenum [®] BBCH 69 | | 30 | 7 | 14 | 8 | 92,7 | 102 | 50,1 | 102 |
| | | | | | 5% GD | 2,33 | | 0,57 | |

Bad Schwartau 1999

| | Blattläuse | | | | | Ertrag | | | |
|-----------------------------|--|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------|------|-------------|------|
| | durchschnittlicher Befall pro Pflanze (Basis: 25 Pflanzen) | | | | | dt/ha | rel. | TKG | rel. |
| | 15. Jun BBCH61 | 22. Jun BBCH69 | 29. Jun BBCH71 | 06. Jul BBCH75 | 13. Jul BBCH79 | | | | |
| | 0 | 7/0 | 14/7 | 21/14 | 28/21 | | | | |
| Kontrolle | 5 | 10 | 20 | 25 | 15 | 112,8 | 100 | 54,4 | 100 |
| Plenum [®] BBCH 61 | 5 | 1 | 10 | 16 | 8 | 113,1 | 100 | 54,8 | 101 |
| Plenum [®] BBCH 69 | | 12 | 0 | 14 | 12 | 115,1 | 102 | 55 | 101 |
| | | | | | 5% GD | 0,71 | | 0,61 | |

Tab. 21: Vergleich der unterschiedlichen Applikationstermine in den Weizenversuchen im Jahr 2000**Stockelsdorf 2000**

| | Blattläuse | | | | | Ertrag | | | |
|-----------------------|--|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------|------|-------------|------|
| | durchschnittlicher Befall pro Pflanze (Basis: 25 Pflanzen) | | | | | dt/ha | rel. | TKG | rel. |
| | 18. Jun BBCH61 | 25. Jun BBCH69 | 02. Jul BBCH71 | 09. Jul BBCH75 | 16. Jul BBCH79 | | | | |
| Kontrolle | 0 | 7/0 | 14/6 | 21/13 | 28/20 | 86,6 | 100 | 46,1 | 100 |
| Plenum® BBCH 61 | 5 | 10 | 40 | 60 | 18 | 90,1 | 104 | 49,9 | 108 |
| Plenum® BBCH 69 | | 8 | 4 | 20 | 14 | 90,1 | 104 | 50,1 | 109 |
| | | | | | 5% GD | 1,31 | | 0,48 | |

Bad Schwartau 2000

| | Blattläuse | | | | | Ertrag | | | |
|-----------------------|--|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------|-------------|-------------|------|
| | durchschnittlicher Befall pro Pflanze (Basis: 25 Pflanzen) | | | | | dt/ha | rel. | TKG | rel. |
| | 18. Jun BBCH61 | 26. Jun BBCH69 | 02. Jul BBCH71 | 09. Jul BBCH75 | 16. Jul BBCH79 | | | | |
| Kontrolle | 0 | 8/0 | 14/6 | 21/13 | 28/20 | 81,3 | 100 | 47,5 | 100 |
| Plenum® BBCH 61 | 8 | 30 | 38 | 25 | 0 | 84,0 | 103 | 50,1 | 105 |
| Plenum® BBCH 69 | 10 | 0 | 10 | 16 | 0 | 83,4 | 103 | 50,5 | 106 |
| | | 28 | 6 | 10 | 0 | 5% GD | 1,03 | 0,44 | |

Tab. 22: Vergleich der unterschiedlichen Applikationstermine in den Weizenversuchen im Jahr 2001**Timmendorf 2001**

| | Blattläuse | | | | | Ertrag | | | |
|-----------------------|--|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------|-------------|-------------|------|
| | durchschnittlicher Befall pro Pflanze (Basis: 25 Pflanzen) | | | | | dt/ha | rel. | TKG | rel. |
| | 18. Jun BBCH61 | 26. Jun BBCH69 | 01. Jul BBCH71 | 07. Jul BBCH75 | 14. Jul BBCH79 | | | | |
| Kontrolle | 0 | 8/0 | 15/5 | 21/12 | 28/19 | 78,0 | 100 | 48,8 | 100 |
| Plenum® BBCH 61 | 0 | 18 | 20 | 6 | 0 | 80,4 | 103 | 49,5 | 101 |
| Plenum® BBCH 69 | | 0 | 4 | 0 | 0 | 81,0 | 104 | 50,0 | 103 |
| | | 16 | 0 | 0 | 0 | 5% GD | 2,48 | 0,71 | |

Bad Schwartau 2001

| | Blattläuse | | | | | Ertrag | | | |
|-----------------------|--|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------|-------------|------------|------|
| | durchschnittlicher Befall pro Pflanze (Basis: 25 Pflanzen) | | | | | dt/ha | rel. | TKG | rel. |
| | 17. Jun BBCH61 | 24. Jun BBCH69 | 01. Jul BBCH71 | 08. Jul BBCH75 | 15. Jul BBCH79 | | | | |
| Kontrolle | 0 | 7/0 | 14/7 | 21/14 | 28/21 | 102,6 | 100 | 48,4 | 100 |
| Plenum® BBCH 61 | 0 | 26 | 40 | 20 | 12 | 104,3 | 102 | 49,6 | 103 |
| Plenum® BBCH 69 | | 12 | 28 | 18 | 10 | 105,0 | 102 | 50,4 | 104 |
| | | 26 | 3 | 2 | 4 | 5% GD | 3,74 | 0,7 | |

An fast allen Standorten und in allen Versuchsjahren war das Stadium BBCH 69 das bessere Einsatzstadium zur Blattlausbekämpfung, zumindest was das Produkt Plenum[®] betrifft. In den meisten Fällen war der Befall zum Stadium BBCH 61 noch auf sehr niedrigem Niveau, ein Befallsanstieg war erst ab Anfang Juli zu verzeichnen, meist bereits 14 Tage nach der Applikation. Zu diesem Zeitpunkt verlor die in BBCH 61 durchgeführte Behandlung bereits teilweise wieder ihre Wirksamkeit. Bei den in den Versuchsjahren vorherrschenden Befallsbedingungen war der Termin BBCH 69 der bessere zur Bekämpfung der auftretenden Blattlausarten. Das zeigt sich auch in den Ertragsergebnisse. Mit der Behandlung zu BBCH 69 lies sich ein fast immer höherer Ertrag gegenüber der Behandlung im Stadium BBCH 61 erzielen, wobei dieser aber nur an einem Standort statistisch absicherbar war. Ansonsten konnten, auch wenn die absoluten Zahlen Vorteile für die spätere Behandlung zeigten, keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen der Behandlung in BBCH 61 und der Behandlung in BBCH 69 gefunden werden.

4.2.8 Befalls-Verlust Relationen

Getreidehähnchen

Der durch die Larven der Getreidehähnchen, *Oulema* spp. verursachte Schaden beruht hauptsächlich auf der Zerstörung der grünen Blattfläche, dem so genannten Fensterfraß. Durch die Zerstörung des Chlorophylls ist die Photosyntheseleistung der Pflanze herabgesetzt was als Folge in einem geringeren Ertrag resultiert. Anhand der über dreijährig gewonnen Felddaten sollte überprüft werden, ob eine Beziehung zwischen der Anzahl der Larven auf dem Fahnenblatt und der Höhe des Blattschadens besteht.

Folgende Abbildung zeigt das Ergebnis der Korrelationsanalyse. Es besteht eine stark positive Korrelation ($r = 0,88$) zwischen der Anzahl der Larven auf dem Fahnenblatt und der Höhe der geschädigten Blattfläche. Mit Zunahme der Zahl der Larven steigt auch der Anteil des geschädigten Blattgewebes.

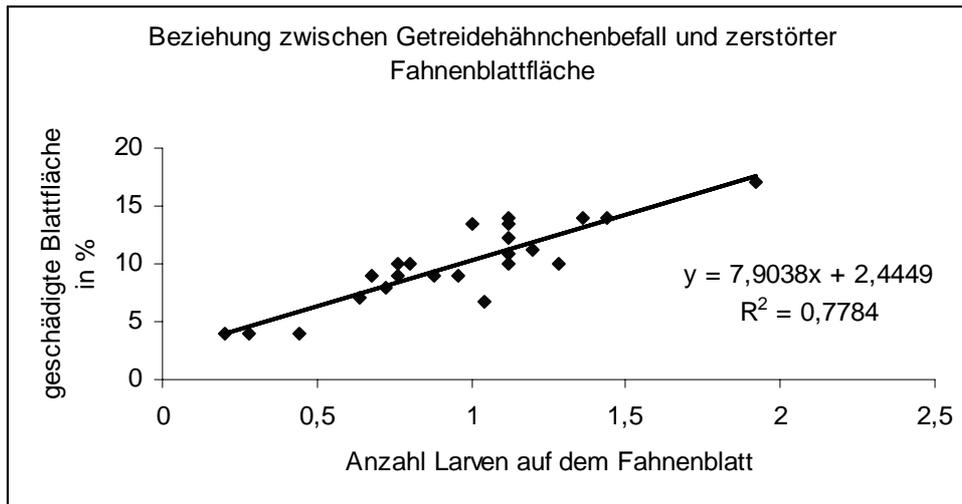


Abb. 57: Beziehung zwischen Getreidehähnchenbefall und zerstörter Blattfläche

In einem nächsten Schritt sollte überprüft werden ob eine Beziehung zwischen der Höhe des geschädigten Blattgewebes und dem Ertrag besteht. Wiederum wurden dreijährige Versuchsdaten herangezogen und eine Korrelationsanalyse gestartet. Zum Zeitpunkt des Wachstumsstadium BBCH 75 wurde eine Bonitur der geschädigten Blattfläche vorgenommen.

Es besteht eine negative Beziehung zwischen dem Ertrag und der Höhe der zerstörten Fahnenblattfläche ($r = -0,81$). Je höher der Anteil der geschädigten Fahnenblattfläche ist, desto geringer fällt der Ertrag aus.

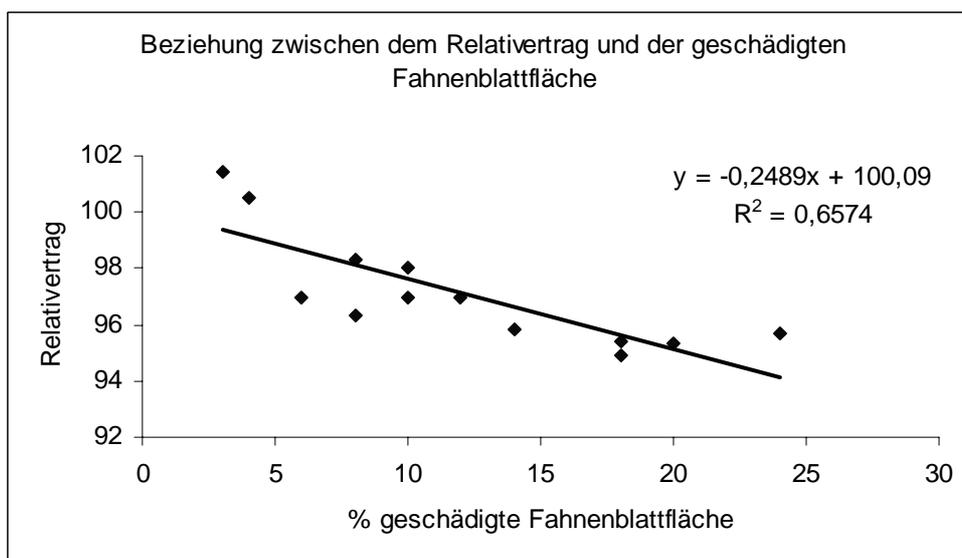


Abb. 58: Beziehung zwischen der geschädigten Blattfläche und dem Relativertrag

Mit den vorliegenden Ergebnissen lässt sich ein direkter Rückschluss auf das Schadpotential eines Befalls mit den Larven des Getreidehähnchens ziehen. In den vorliegenden, dreijährigen Ergebnissen kann bereits 1 Larve pro Fahnenblatt dieses Blatt bis zu 12 % schädigen und somit wertvolles Chlorophyll zerstören. Die durchschnittlich 12 % geschädigte Fahnenblätter eines Bestandes können zu einem Ertragsverlust von 3 % führen. Bei einer Ertragserwartung von 100 dt/ha bedeutet dies, dass bereits 1 Larve pro Fahnenblatt einen Ertragsverlust von 3 dt/ha nach sich ziehen kann.

Blattläuse

Durch die über 3 Jahre gewonnenen Versuchsdaten sollte auch eine Beziehung zwischen dem Blattlausbefall und dem Ertrag geprüft werden. Zum Zeitpunkt BBCH 69 wurden die Anzahl der Blattläuse bonitiert und in Beziehung mit den erhaltenen Erträgen gesetzt.

Die durchgeführte Korrelationsanalyse ist in nachfolgender Abbildung wiedergegeben. Bei der Untersuchung der Beziehung ergab sich eine negative Korrelation ($r = -0,63$) zwischen dem Blattlausbefall an der Pflanze und dem Ertrag.

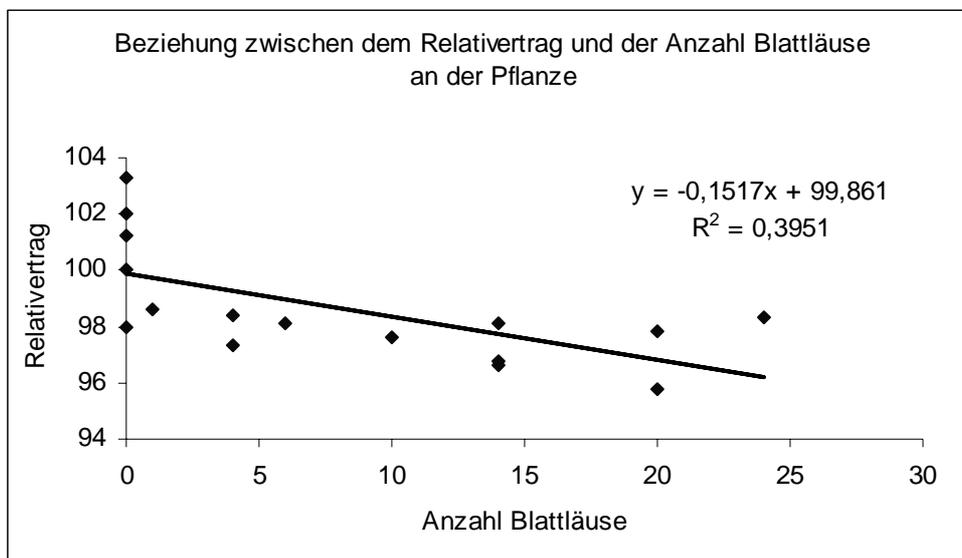


Abb. 59: Beziehung zwischen Blattlausbefall an der Pflanze und Relativertrag (Standorte Bad Schwartau und Timmendorf, Versuchsjahr 2001)

Untersucht man die Beziehung zwischen dem Blattlausbefall an der Ähre, statt an der ganzen Pflanze, und dem Ertrag, so ergibt sich noch eine stärkere negative Korrelation ($r = -0,80$). Je höher die Anzahl der Blattläuse an der Ähre im Stadium BBCH 69 des Weizens, desto geringer fällt der Ertrag aus.

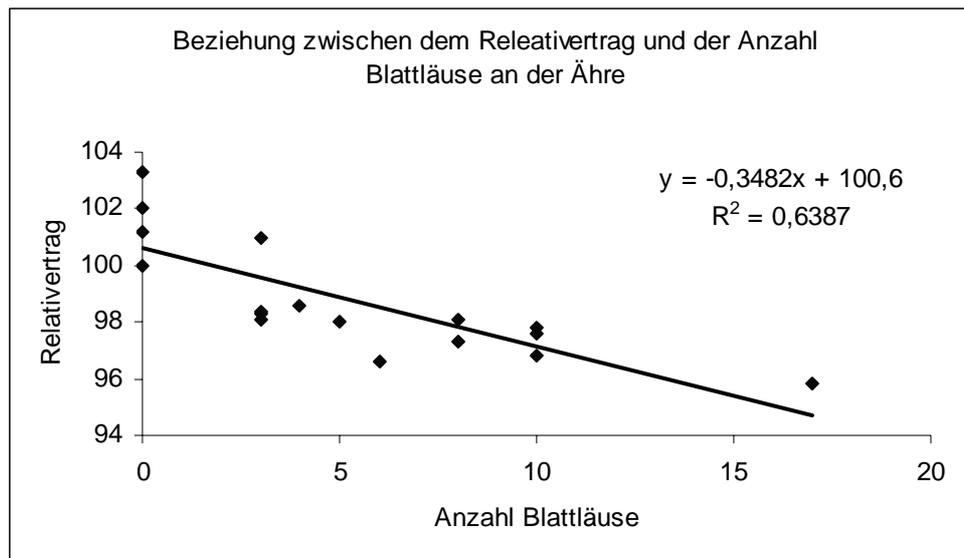


Abb. 60: Beziehung zwischen Blattlausbefall an der Ähre und Relativertrag (Standorte Bad Schwartau und Timmendorf, Versuchsjahr 2001)

Die dreijährigen Versuche zeigten, dass bereits bei einer Zahl von 15 Läusen an der Ähre im Stadium BBCH 69 der Ertrag um bis zu 2 bis 3 % sinken kann.

4.2.9 Sekundärauswirkungen eines Blattlausbefalles in Weizen

Neben den direkten Einflüssen eines Blattlausbefalles auf den Ertrag, besteht auch ein indirekter Zusammenhang. Der von den Blattläusen hinterlassene Honigtau kann Pilzen als Nahrungsgrundlage dienen und ein Ansiedeln dieser Pilze an der Ähre begünstigen. Diese Pilze, auch als Schwärzepilze bezeichnet, gehören hauptsächlich der Gattung *Cladosporium* und *Alternaria* an. Obwohl ihre direkte Ertragsauswirkungen von untergeordneter Bedeutung sind, können sie dennoch die Qualität negativ beeinflussen. So bildet beispielsweise *Alternaria alternata* ein Toxin, welches im Verdacht steht, Tierkrankheiten auszulösen (DOUGLAS & SCHADE 1984).

Die Schwärzepilze wurden bei der dreijährigen Versuchsserie im Stadium BBCH 81 des Weizens bonitiert und in Beziehung zur Blattlauszahl an der Ähre in BBCH 69 gesetzt. Als Ergebnis der Korrelationsanalyse erhielt man eine stark positive Beziehung ($r = 0,85$) zwischen dem Blattlausbefall und dem Befall mit Schwärzepilzen. Je mehr Blattläuse an der Ähre, desto mehr Befall mit Schwärzepilzen findet sich anschließend an der Ähre.

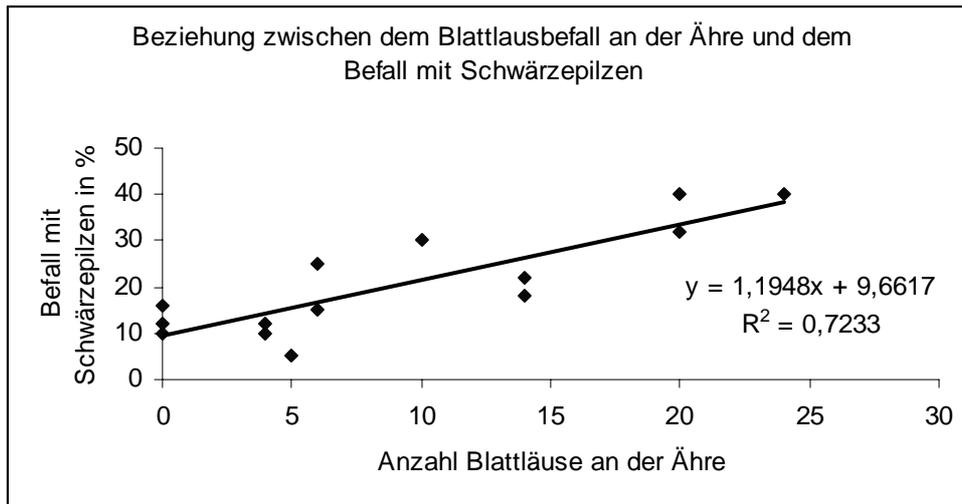


Abb. 61: Beziehung zwischen Blattlausbefall und Schwärzepilzen (Standort Bad Schwartau, Versuchsjahr 2000)

4.2.10 Wirtschaftlichkeitsberechnungen

Die Wirtschaftlichkeitsberechnungen erfolgten für folgende Untersuchungsvarianten und wurden für alle Versuchsjahre durchgeführt:

- “Gesundvariante”
- Bekämpfung auftretender Getreidehähnchen mit 75 ml/ha Karate CS[®]
- Blattlausbekämpfung im Stadium BBCH 69 mit 200 g/ha Pirimor[®]

Für die Berechnungen wurden nachfolgende Annahmen zu Grunde gelegt:

Ange-setzter Weizenpreis :10,50 Euro/dt

Ange-setzter Preis für die Behandlung (Diesel, Material): 10 Euro/ha und Überfahrt

Kosten für Karate CS[®]: 100 Euro/l

Kosten für Pirimor[®]: 60 Euro/kg

Berechnung des Grenzertrages (der Mehrertrag der benötigt wird, damit die Behandlungskosten gerade gedeckt sind):

| | | |
|----------------|---|------------|
| Gesundvariante | 75 ml + 200 g + 2 Überfahrten = 7,50 € + 12 € + 20 € = 39,5 € | 3,76 dt/ha |
| Oulema spp | 75 ml x 1 Überfahrt = 7,50 € + 10 € = 17,50 € | 1,67 dt/ha |
| Blattläuse | 200 g x 1 Überfahrt = 12 € + 10 € = 22 € | 2,10 dt/ha |

Tab. 23: Wirtschaftlichkeitsberechnung für die Insektizidversuche in Weizen im Jahr 1999

| Versuchsjahr 1999 | | | | | | |
|-----------------------------|-----------------|----------------|---------------------|--------------------------------------|----------------|--|
| <i>Stockelsdorf</i> | | | | | | |
| | Ertrag in dt/ha | Ertrag relativ | Mehrertrag in dt/ha | wirtschaftlicher Mehrertrag in dt/ha | Mehrerlös in € | |
| Kontrolle | 90,5 | 100 | | | | |
| Gesundvariante | 96,7 | 107 | 6,2 | 2,4 | 25,6 | |
| Behandlung auf Oulema. spp. | 95,1 | 105 | 4,6 | 2,9 | 30,8 | |
| Behandlung auf Blattläuse | 93,1 | 103 | 2,6 | 0,5 | 5,3 | |
| <i>Bad Schwartau</i> | | | | | | |
| | Ertrag in dt/ha | Ertrag relativ | Mehrertrag in dt/ha | Wirtschaftlicher Mehrertrag in dt/ha | Mehrerlös in € | |
| Kontrolle | 112,8 | 100 | | | | |
| Gesundvariante | 120,9 | 107 | 8,1 | 4,3 | 45,6 | |
| Behandlung auf Oulema. spp. | 118,5 | 105 | 5,7 | 4,0 | 42,3 | |
| Behandlung auf Blattläuse | 115,9 | 103 | 3,1 | 1,0 | 10,5 | |

Tab. 24: Wirtschaftlichkeitsberechnung für die Insektizidversuche in Weizen im Jahr 2000

| Versuchsjahr 2000 | | | | | | |
|-----------------------------|-----------------|----------------|---------------------|--------------------------------------|----------------|--|
| <i>Stockelsdorf</i> | | | | | | |
| | Ertrag in dt/ha | Ertrag relativ | Mehrertrag in dt/ha | wirtschaftlicher Mehrertrag in dt/ha | Mehrerlös in € | |
| Kontrolle | 86,63 | 100 | | | | |
| Gesundvariante | 94,53 | 109 | 7,90 | 4,14 | 43,5 | |
| Behandlung auf Oulema. spp. | 93,18 | 108 | 6,55 | 4,88 | 51,2 | |
| Behandlung auf Blattläuse | 91,15 | 105 | 4,52 | 2,42 | 25,4 | |
| <i>Bad Schwartau</i> | | | | | | |
| | Ertrag in dt/ha | Ertrag relativ | Mehrertrag in dt/ha | wirtschaftlicher Mehrertrag in dt/ha | Mehrerlös in € | |
| Kontrolle | 81,28 | 100 | | | | |
| Gesundvariante | 87,33 | 107 | 6,05 | 2,29 | 24,0 | |
| Behandlung auf Oulema. spp. | 85,23 | 105 | 3,95 | 2,28 | 23,9 | |
| Behandlung auf Blattläuse | 84,78 | 104 | 3,50 | 1,40 | 14,7 | |

Tab. 25: Wirtschaftlichkeitsberechnung für die Insektizidversuche in Weizen im Jahr 2001

| Versuchsjahr 2001 | | | | | |
|-----------------------------|-----------------|----------------|---------------------|--------------------------------------|----------------|
| <i>Timmendorf</i> | | | | | |
| | Ertrag in dt/ha | Ertrag relativ | Mehrertrag in dt/ha | wirtschaftlicher Mehrertrag in dt/ha | Mehrerlös in € |
| Kontrolle | 78,02 | 100 | | | |
| Gesundvariante | 83,48 | 107 | 5,46 | 1,70 | 17,9 |
| Behandlung auf Oulema. spp. | 81,93 | 105 | 3,91 | 2,24 | 23,5 |
| Behandlung auf Blattläuse | 83,46 | 107 | 5,44 | 3,34 | 35,1 |
| <i>Bad Schwartau</i> | | | | | |
| | Ertrag in dt/ha | Ertrag relativ | Mehrertrag in dt/ha | wirtschaftlicher Mehrertrag in dt/ha | Mehrerlös in € |
| Kontrolle | 102,6 | 100 | | | |
| Gesundvariante | 110,6 | 108 | 8,00 | 4,24 | 44,5 |
| Behandlung auf Oulema. spp. | 106,8 | 104 | 4,20 | 2,53 | 26,6 |
| Behandlung auf Blattläuse | 105,9 | 103 | 3,30 | 1,20 | 12,6 |

4.2.11 Qualitätsdaten im Weizen

In allen Versuchsjahren wurden zusätzlich zum Ertrag auch noch weitere Qualitätsparameter untersucht, um mögliche Einflüsse auf die Qualität durch Blattläuse und Getreidehähnchen ermitteln zu können. Untersucht wurden die Parameter Tausendkorngewicht, Proteingehalt, Sedimentation, Fallzahl, Keimfähigkeit und der Anteil Körner kleiner 2,2 mm Siebsortierung.

Nachfolgende Tabellen geben die Ergebnisse der Qualitätsanalysen der 3 Versuchsjahre wider. Alle Ergebnisse wurden einer statistischen Verrechnung unterzogen.

Versuchsjahr 1999

Tab. 26: Bestimmung der Qualitätsparameter in den Weizenversuchen im Jahr 1999.

Behandlung: s. Tab. 6, S. 57

| Standort Stockelsdorf | | | | | | |
|---|------------------------------|----------------------|----------------------------|----------------------------------|----------------------|-------------------------|
| Beh. | Tausendkorn- gewicht in g | % Körner < 2.2 mm | Protein- gehalt in % | Sedimen- tationswert in ml | Fallzahl in sec. | Keimfähig- keit in % |
| 1 | 49,1 | 2,7 | 12,9 | 38,0 | 340 | 96 |
| 2 | 51,7 | 2,7 | 13,1 | 39,9 | 340 | 96 |
| 3 | 51,2 | 2,7 | 13,1 | 39,8 | 328 | 95 |
| 4 | 50,7 | 2,7 | 13,2 | 39,9 | 333 | 97 |
| 5 | 50,1 | 2,6 | 13,0 | 39,1 | 350 | 96 |
| 6 | 50,0 | 2,5 | 13,1 | 38,9 | 345 | 97 |
| 7 | 49,6 | 2,7 | 12,9 | 38,6 | 332 | 95 |
| Standard- abweichung | 0,35 | 0,28 | 0,18 | 1,28 | 12,30 | 0,92 |
| Variations- koeffizient | 0,70% | 10,64% | 1,40% | 3,25% | 3,45% | 0,78% |
| 5% GD | 0,57 | nicht signifikant | nicht signifikant | nicht signifikant | nicht signifikant | nicht signifikant |
| Standort Bad Schwartau | | | | | | |
| Beh. | Tausendkorn- gewicht in g | % Körner < 2.2 mm | Protein- gehalt in % | Sedimen- tationswert in ml | Fallzahl in sec. | Keimfähig- keit in % |
| 1 | 54,4 | 3,1 | 11,9 | 33,5 | 360 | 98 |
| 2 | 56,4 | 2,8 | 12,0 | 33,5 | 381 | 97 |
| 3 | 55,6 | 2,6 | 12,0 | 33,5 | 376 | 97 |
| 4 | 55,3 | 2,7 | 12,1 | 33,4 | 368 | 98 |
| 5 | 55,0 | 2,8 | 12,0 | 33,1 | 382 | 96 |
| 6 | 55,1 | 2,8 | 12,1 | 33,2 | 380 | 97 |
| 7 | 54,8 | 2,9 | 12,1 | 33,4 | 378 | 98 |
| Standard- abweichung | 0,38 | 0,28 | 0,18 | 1,21 | 13,80 | 1,28 |
| Variations- koeffizient | 0,69% | 9,88% | 1,49% | 3,64% | 2,14% | 1,61% |
| 5% GD | 0,61 | nicht signifikant | nicht signifikant | nicht signifikant | nicht signifikant | nicht signifikant |

Versuchsjahr 2000

Tab. 27: Bestimmung der Qualitätsparameter in den Weizenversuchen im Jahr 2000.
Behandlung: s. Tab. 6, S. 57

| Standort Stockelsdorf | | | | | | |
|------------------------------------|------------------------------|----------------------|----------------------------|----------------------------------|----------------------|-------------------------|
| Beh. | Tausendkorn- gewicht in g | % Körner < 2.2 mm | Protein- gehalt in % | Sedimen- tationswert in ml | Fallzahl in sec. | Keimfähig- keit in % |
| 1 | 46,1 | 8,8 | 10,9 | 38,5 | 375 | 97 |
| 2 | 52,8 | 4,6 | 10,9 | 41,5 | 379 | 97 |
| 3 | 51,5 | 3,5 | 11,0 | 40,3 | 387 | 96 |
| 4 | 51,1 | 3,9 | 11,0 | 41,0 | 378 | 96 |
| 5 | 50,1 | 4,6 | 10,9 | 39,5 | 377 | 96 |
| 6 | 51,0 | 5,0 | 11,4 | 39,5 | 392 | 96 |
| 7 | 49,9 | 5,1 | 10,8 | 40,1 | 389 | 97 |
| Standard- abweichung | 0,31 | 0,19 | 0,21 | 1,96 | 10,10 | 0,84 |
| Variations- koeffizient | 0,62% | 3,60% | 1,87% | 4,92% | 2,65% | 0,93% |
| 5% GD | 0,48 | 0,29 | nicht signifikant | nicht signifikant | nicht signifikant | nicht signifikant |
| Standort Bad Schwartau | | | | | | |
| Beh. | Tausendkorn- gewicht in g | % Körner < 2.2 mm | Protein- gehalt in % | Sedimen- tationswert in ml | Fallzahl in sec. | Keimfähig- keit in % |
| 1 | 47,6 | 0,6 | 12,3 | 40,8 | 357 | 94 |
| 2 | 52,0 | 0,5 | 12,3 | 41,0 | 363 | 97 |
| 3 | 51,4 | 0,5 | 12,4 | 41,0 | 363 | 95 |
| 4 | 50,8 | 0,6 | 12,4 | 40,3 | 351 | 95 |
| 5 | 50,5 | 0,6 | 12,3 | 41,0 | 360 | 96 |
| 6 | 51,4 | 0,6 | 12,2 | 40,5 | 360 | 95 |
| 7 | 50,1 | 0,6 | 12,3 | 41,0 | 362 | 96 |
| Standard- abweichung | 0,29 | 0,18 | 0,28 | 1,09 | 10,10 | 2,08 |
| Variations- koeffizient | 0,56% | 32,10% | 2,29% | 2,68% | 2,80% | 2,18% |
| 5% GD | 0,44 | nicht signifikant | nicht signifikant | nicht signifikant | nicht signifikant | nicht signifikant |

Versuchsjahr 2001

Tab. 28: Bestimmung der Qualitätsparameter in den Weizenversuchen im Jahr 2001.
Behandlung: s. Tab. 6, S. 57

| Standort Timmendorf | | | | | | |
|------------------------------------|------------------------------|----------------------|----------------------------|----------------------------------|----------------------|-------------------------|
| Beh. | Tausendkorn- gewicht in g | % Körner < 2.2 mm | Protein- gehalt in % | Sedimen- tationswert in ml | Fallzahl in sec. | Keimfähig- keit in % |
| 1 | 48,8 | 6,7 | 12,0 | 42,3 | 325 | 97 |
| 2 | 54,6 | 7,8 | 11,6 | 42,0 | 322 | 97 |
| 3 | 51,9 | 6,8 | 12,0 | 40,3 | 311 | 96 |
| 4 | 50,2 | 6,8 | 12,0 | 38,8 | 331 | 97 |
| 5 | 50,0 | 7,1 | 11,8 | 42,0 | 322 | 97 |
| 6 | 51,8 | 6,9 | 11,9 | 41,2 | 320 | 97 |
| 7 | 49,5 | 6,7 | 12,0 | 40,8 | 310 | 96 |
| Standard- abweichung | 0,46 | 1,78 | 0,31 | 2,26 | 14,00 | 1,52 |
| Variations- koeffizient | 0,89% | 25,36% | 2,56% | 5,51% | 4,33% | 1,57% |
| 5% GD | 0,71 | nicht signifikant | nicht signifikant | nicht signifikant | nicht signifikant | nicht signifikant |
| Standort Bad Schwartau | | | | | | |
| Beh. | Tausendkorn- gewicht in g | % Körner < 2.2 mm | Protein- gehalt in % | Sedimen- tationswert in ml | Fallzahl in sec. | Keimfähig- keit in % |
| 1 | 48,4 | 9,2 | 11,7 | 36,8 | 242 | 95 |
| 2 | 51,4 | 7,5 | 11,9 | 37,5 | 253 | 95 |
| 3 | 51,1 | 8,6 | 11,8 | 37,5 | 252 | 94 |
| 4 | 50,8 | 8,8 | 11,5 | 36,6 | 249 | 95 |
| 5 | 50,4 | 8,3 | 11,6 | 35,8 | 248 | 94 |
| 6 | 50,9 | 8,2 | 11,6 | 35,5 | 248 | 94 |
| 7 | 49,6 | 8,6 | 11,4 | 36,2 | 242 | 95 |
| Standard- abweichung | 0,46 | 1,01 | 0,38 | 2,43 | 12,80 | 1,68 |
| Variations- koeffizient | 0,90% | 11,85% | 3,23% | 6,64% | 5,18% | 1,78% |
| 5% GD | 0,70 | nicht signifikant | nicht signifikant | nicht signifikant | nicht signifikant | nicht signifikant |

Für die Qualitätsparameter Proteingehalt, Sedimentation, Fallzahl und Keimfähigkeit konnten in keinem der Untersuchungsjahre statistisch signifikante Unterschiede gefunden werden. Die Behandlungen unterschieden sich nicht voneinander und auch zur Kontrolle konnten keine statistisch signifikanten Unterschiede ermittelt werden.

Im Rahmen dieses dreijährigen Versuchsprogramms konnten keine Auswirkungen des Befalls mit Blattläusen und/oder Getreidehähnchen auf die Qualitätsparameter Proteingehalt, Sedimentation, Keimfähigkeit und Fallzahl nachgewiesen werden.

Bei der Siebsortierung konnten lediglich in einem Jahr und an einem Standort signifikante Unterschiede nachgewiesen werden. Im Jahr 2000 gab es jedoch gesicherte Unterschiede am Standort Stockelsdorf.

Beim Parameter Tausendkorngewicht verhielt es sich anders. Bei diesem Parameter konnten in allen Versuchsjahren statistisch absicherbare Unterschiede ermittelt werden. Nicht nur zwischen den Behandlungen und der Kontrolle, auch zwischen den Behandlungen selbst gab es diese Unterschiede.

Vergleicht man die unterschiedlichen Behandlungen so konnte das Tausendkorngewicht vor allem durch die „Gesundvariante“, also die Spritzfolge, gesteigert werden. Durch die Behandlungen ließen sich Steigerungen bis zu 15 % im Vergleich zur Kontrolle erzielen. Vor allem im Jahr 2000 ist nach den Behandlungen eine starke Steigerung des Tausendkorngewichtes zu verzeichnen. Durch eine Behandlung gegen Getreidehähnchen bzw. Blattläuse konnte das Tausendkorngewicht ebenfalls gesteigert werden. Zum Teil fiel diese Steigerung nach der Behandlung gegen Getreidehähnchen höher aus als bei der Behandlung gegen Blattläuse.

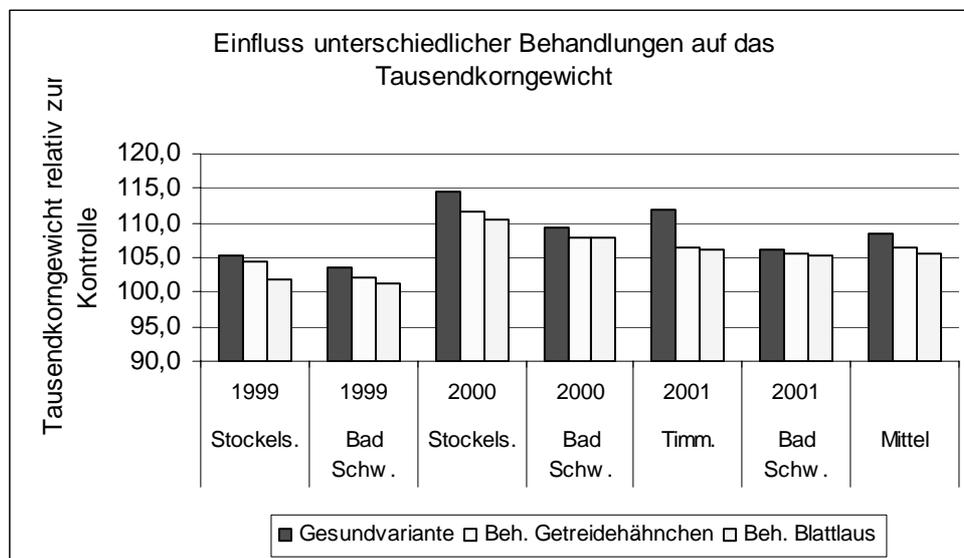


Abb. 62: Einfluss unterschiedlicher Behandlungen auf das Tausendkorngewicht in Insektizidversuchen in Weizen der Jahre 1999 bis 2001

4.3 Feldversuche in Hafer

In den zweijährigen Versuchen im Winterhafer ging es hauptsächlich um die Prüfung der Insektizide Plenum[®] und Pirimor[®] zur Blattlausbekämpfung. Eingesetzt wurden beide Pro-

dukte zu unterschiedlichen Terminen (BBCH 61 und BBCH 69) und mit zwei unterschiedlichen Aufwandmengen (50 % und 75 %). Auch in diesem Versuchsplan gab es eine Gesundvariante und eine Variante die auf die Bekämpfung des Getreidehähnchens ausgerichtet war. Da der Befall mit Larven der Getreidehähnchen in beiden Jahren gering war, soll im weiteren Verlauf nur auf die Prüfung der Insektizide auf Blattläuse und die Bedeutung der beiden Bekämpfungstermine BBCH 61 und BBCH 69 für die spätere Ertragsbildung eingegangen werden.

4.3.1 Populationsentwicklung der Getreidehähnchen, *Oulema* spp. in den Jahren 2000 und 2001

Der Befall mit Larven der Getreidehähnchen war im Hafer in beiden Jahren sehr gering. In 2000 wurden erste Larven in der 3. Maiwoche gefunden. Von da ausgehend stieg der Befall bis zur zweiten Juniwoche auf 14 Larven pro 25 Pflanzen an und nahm anschließend wieder ab. Im Jahr 2001 lag der Befall anfangs auf niedrigerem Niveau. Erste Larven konnten erst in der vierten Maiwoche gefunden werden. Von da an nahm die Larvenpopulation zu bis sie in der ersten Juniwoche ihren Höhepunkt erreichte. Mit lediglich 7 Larven pro 25 Pflanzen lag der Befall deutlich unter der Bekämpfungsschwelle, die auch im Jahr 2000 nicht erreicht wurde.

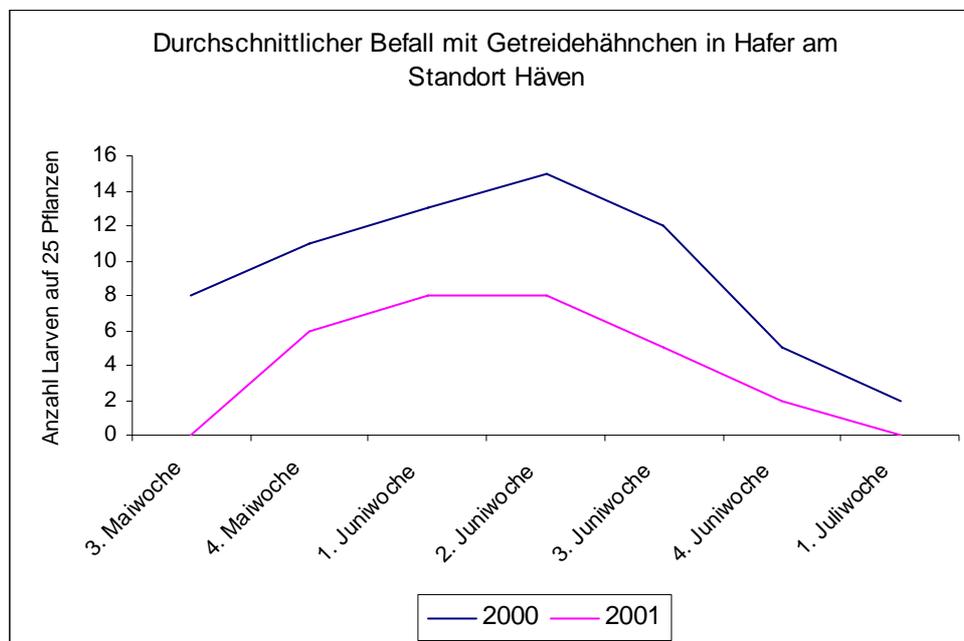


Abb. 63: Populationsentwicklung der Getreidehähnchen im Hafer in den Jahren 2000 und 2001

4.3.2 Populationsentwicklung der Getreideblattläuse in den Jahren 2000 und 2001

Die Blattlauspopulation am Standort Häven entwickelte sich in den Jahren 2000 und 2001 unterschiedlich. Erste Blattläuse (Grosse Getreideblattlaus) konnten in beiden Jahren in der 2. Juniwoche gefunden werden. Im Jahr 2000 stieg die Blattlauspopulation zuerst langsam bis zu 4. Juniwoche an, um dann nach einem rasanten Anstieg in der ersten Juliwoche mit 60% befallener Pflanzen ihren Höhepunkt zu erreichen. Der Befallsanstieg in 2001 verlief ausgeglichener. Bis zur dritten Juniwoche entwickelte sich der Bestand, so dass 35 % der Pflanzen befallen waren. Auf diesem Niveau stagnierte der Bestand bis zur ersten Juliwoche, um danach zusammenzubrechen.

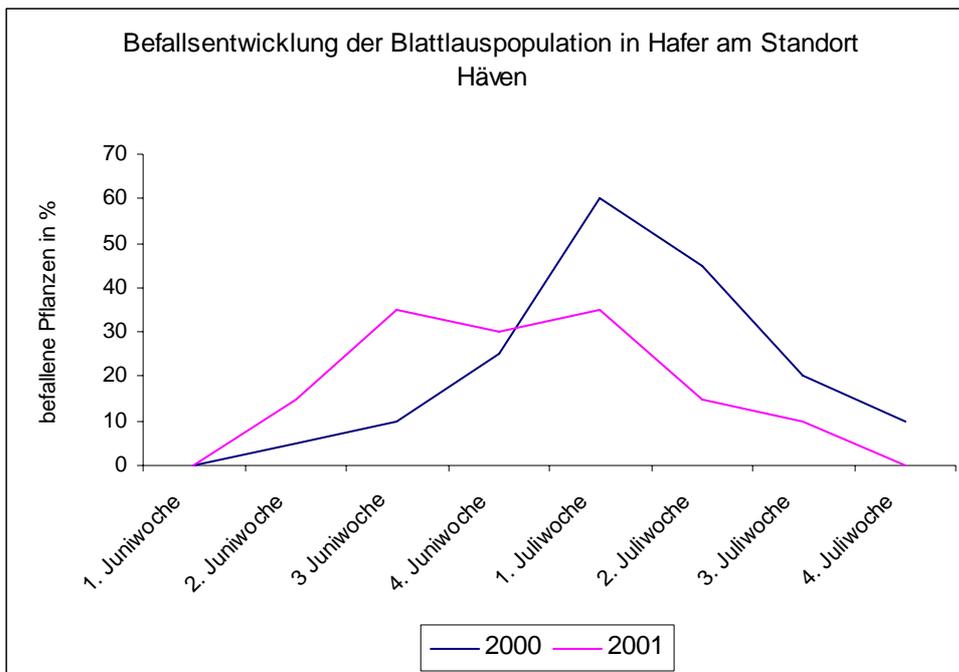


Abb. 64: Populationsentwicklung der Getreideblattläuse im Hafer in den Jahren 2000 und 2001

4.3.3 Bekämpfungsversuche

Die Ergebnisse der Bekämpfungsversuche sind in nachstehender Tabelle wiedergegeben.

Tab. 29: Einfluss der Insektizidbehandlung auf den Blattlausbefall und den Kornertrag von Winterhafer im Jahr 2000

| | | | Blattläuse | | | | Ertrag | | |
|----------------------|-----|------------|---|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------|------|----|
| | | | durchschnittlicher Befall pro Pflanze (Basis: 25 Pflanzen) | | | | Ernte am 07.08. | | |
| | | | 26. Jun BBCH61 | 03. Jul BBCH69 | 10. Jul BBCH75 | 17. Jul BBCH79 | dt/ha | rel. | |
| | | | 0 | 7/0 | 14/7 | 21/14 | | | |
| Kontrolle | | | 5 | 22 | 60 | 40 | 74,0 | 100 | D |
| Plenum [®] | 50% | BBCH 61 | 6 | 4 | 26 | 30 | 75,6 | 102 | BC |
| Plenum [®] | 75% | BBCH 61 | 8 | 2 | 10 | 20 | 76,0 | 103 | BC |
| Pirimor [®] | 50% | BBCH 61 | 4 | 4 | 30 | 35 | 74,8 | 101 | CD |
| Pirimor [®] | 75% | BBCH 61 | 8 | 2 | 16 | 20 | 75,3 | 102 | BD |
| Plenum [®] | 50% | BBCH 69 | | 20 | 10 | 8 | 74,8 | 101 | CD |
| Plenum [®] | 75% | BBCH 69 | | 24 | 8 | 4 | 75,2 | 102 | BD |
| Pirimor [®] | 50% | BBCH 69 | | 26 | 12 | 18 | 76,1 | 103 | BC |
| Pirimor [®] | 75% | BBCH 69 | | 22 | 8 | 16 | 76,5 | 103 | B |
| 5% GD | | | | | | | 1,51 | | |

Tab. 30: Einfluss der Insektizidbehandlung auf den Blattlausbefall und den Kornertrag von Winterhafer im Jahr 2001

| | | | Blattläuse | | | | Ertrag | | |
|----------------------|-----|------------|---|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------|------|-----|
| | | | durchschnittlicher Befall pro Pflanze (Basis: 25 Pflanzen) | | | | Ernte am 15.08. | | |
| | | | 21. Jun BBCH61 | 28. Jun BBCH69 | 05. Jul BBCH75 | 12. Jul BBCH79 | dt/ha | rel. | |
| | | | 0 | 7/0 | 14/7 | 21/14 | | | |
| Kontrolle | | | 20 | 40 | 10 | 0 | 89,4 | 100 | E |
| Plenum [®] | 50% | BBCH 61 | 22 | 8 | 4 | 0 | 91,4 | 102 | AD |
| Plenum [®] | 75% | BBCH 61 | 18 | 4 | 1 | 0 | 91,8 | 103 | AC |
| Pirimor [®] | 50% | BBCH 61 | 20 | 8 | 8 | 0 | 92,1 | 103 | AB |
| Pirimor [®] | 75% | BBCH 61 | 24 | 6 | 6 | 0 | 92,7 | 104 | A |
| Plenum [®] | 50% | BBCH 69 | | 42 | 2 | 0 | 89,8 | 100 | DE |
| Plenum [®] | 75% | BBCH 69 | | 38 | 0 | 0 | 89,9 | 100 | DE |
| Pirimor [®] | 50% | BBCH 69 | | 40 | 0 | 0 | 90,2 | 101 | DE |
| Pirimor [®] | 75% | BBCH 69 | | 41 | 0 | 0 | 90,5 | 101 | CDE |
| 5% GD | | | | | | | 1,59 | | |

Sieht man vom unterschiedlichen Blattlausbefall in den Jahren 2000 und 2001 ab, so zeigt sich hinsichtlich der Bekämpfung der Blattläuse mit Plenum[®] und Pirimor[®] in beiden Jahren das gleiche Bild.

Bei beiden Produkten ist eine Dosis-Wirkungs-Beziehung erkennbar. Sowohl mit Pirimor[®] als auch mit Plenum[®] konnten mit der 75 % Aufwandmenge bessere Ergebnisse erzielt werden als mit der 50 % Aufwandmenge. Das fällt vor allem im Jahr 2000 auf, in dem der Befallsdruck höher war. Im Jahr 2001 ist dieser Effekt nicht eindeutig zu sehen. Ähnlich wie auch schon im Weizen zeigt sich die langsamere Anfangswirkung von Plenum[®] gegenüber von Pirimor[®], was vor allem im Jahr 2000 beim Vergleich der 50 % Aufwandmenge noch deutlicher wird. Auch zeigt sich im Jahr 2000, dass die Bekämpfung der Blattläuse zu Stadium BBCH 61 nicht mehr in der Lage ist, den sich später aufbauenden Befallsdruck zu kontrollieren, da die Wirkung der Produkte bereits abgenommen hat. Beim Einsatz in BBCH 69 kommt Pirimor[®] dessen schnelle Anfangswirkung zu Gute, so dass die Blattlauspopulation schon zu Beginn deutlich dezimiert wird. Bei den Erträgen setzt sich das zuvor in den Bonituren gesehene Bild fort. In den Erträgen lässt sich die Dosis-Wirkungs-Beziehung ebenfalls erkennen, auch wenn diese nicht statistisch absicherbar ist. Die höchsten Erträge lassen sich durch eine Behandlung mit 75 % der Aufwandmenge von Pirimor[®] erzielen. Insgesamt bleibt Plenum[®] in Bezug auf die absoluten Erträge etwas hinter Pirimor[®] zurück, wenn auch nicht statistisch absicherbar. Der beste Zeitpunkt einer Applikation lässt sich durch die beiden vorliegenden Ergebnisse nicht genau definieren. Während im Jahr 2001 tendenziell der frühere Termin der bessere war, lässt sich diese Aussage für das Jahr 2000 nicht treffen. Ein Bekämpfungserfolg, der sich in statistisch abgesicherten Mehrerträgen niederschlägt hängt von zahlreichen Faktoren ab, so zum Beispiel der Höhe des Befalls, den Witterungsbedingungen, der Produktwahl und letztendlich der eingesetzten Aufwandmenge.

4.4 Entwicklung des Einsatzes von Insektiziden in Schleswig-Holstein

In den Jahren 1999 bis 2004 wurden in jedem Jahr insgesamt 51 Landwirte aus ganz Schleswig-Holstein zum Einsatz von Insektiziden befragt. Über den Zeitraum wurden jedes Jahr die gleichen Landwirte befragt. Änderungen spiegeln somit eine direkte Änderung des Verhaltens und basieren nicht auf einem Wechsel der Befragungsgruppe. Gefragt wurden die Landwirte nach ihren Anbaukulturen, dem Insektizideinsatz in den Kulturen sowie der

Wahl der Produkte. Aus den gesammelten Daten können Berechnungen über den Gesamteinsatz von Insektiziden in Schleswig-Holstein angestellt werden.

In sofern entspricht die Art der Befragung einer Panel-Studie, wie es auch von großen Pflanzenschutzmittelfirmen in Auftrag gegeben werden. Ein solches Panel stand zur Verfügung, sollte aber lediglich zur Überprüfung der Qualität der eigenen Datenerhebungen herangezogen werden.

In der nachfolgenden Tabelle sind für die Befragungsjahre die ermittelten Abweichungen von den Panel-Ergebnissen der Firma Kleffmann dargestellt.

Tab. 31: Vergleich "Eigen-Panel" mit Kleffmann Panel

| | | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
|---------------------------------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|---------|
| Abweichung des Kleffmann-Panels | Weizen | -3,00% | -7,30% | 4,30% | -12,20% | 3,00% | 9,30% |
| | Raps | -12,00% | -6,50% | -1,10% | -8,20% | -7,20% | -13,30% |

Die Abweichungen bewegen sich im Bereich von 3% bis 13,3 %. Insgesamt stimmen die durch die Befragung gewonnen Daten und die anschließende Berechnung für das Land Schleswig-Holstein sehr gut mit dem Panel überein. Daher spiegeln die gewonnenen Daten sehr gut das tatsächliche Insektizidaufkommen wider, die befragten Landwirte können als repräsentative Gruppe angesehen werden.

Raps

Die Rapsanbaufläche in Schleswig-Holstein war in den Jahren 1999 bis 2004 keinen großen Änderungen unterworfen. Lediglich in den letzten beiden Jahren des Untersuchungszeitraumes 2003 und 2004 hat die Rapsanbaufläche leicht zugenommen. Hinsichtlich der behandelten Fläche gab es im Untersuchungszeitraum größere Änderungen. Während im Jahr 1999 die behandelte Fläche mit 73 000 ha noch unter der absoluten Anbaufläche lag, ist sie bis zum Jahr 2004 auf 255 000 ha angestiegen. Letztendlich bedeutet dies eine Zunahme der Applikationen. Während im Jahr 1999 durchschnittlich 0,8 Behandlungen vorgenommen wurden, so waren es im Jahr 2004 bereits 2,2. Jeder einzelne Hektar Raps in Schleswig-Holstein wurde im Durchschnitt 2,2-mal mit einem Insektizid behandelt.

Gefragt nach der Hauptanwendung der Insektizide, gaben die meisten Landwirte an, die Insektizide zur Rapsstängelrüsslerbekämpfung im Frühjahr einzusetzen (70 %) und anschließend zur Rapsglanzkäferbekämpfung (45 %). Nur wenige führten eine gezielte Be-

kämpfung des Kohlschotenrüsslers durch (20 %) und auch eine Herbstanwendung gegen den Rapsdflorh wurde von den wenigsten durchgeführt (18 %). Interessanter war hingegen die Frage nach der Schadschwellenanwendung. Die meisten (76 %) führten die Applikation nicht nach erfolgter Schadschwellenerreichung durch, sondern kombinierten sie mit anderen Anwendungen. Das heißt nicht, dass die Landwirte den Befall mit Insektiziden kontrollieren, was sehr wohl getan wird, lediglich bei Auftreten eines Befalls wird versucht die Behandlungen mit anderen zu kombinieren. Zum Beispiel wurde die Rapsstängelrüsslerbekämpfung oftmals zusammen mit dem Fungizideinsatz kombiniert und auch zur Blütenbehandlung gegenüber *Sclerotinia sclerotiorum* wurde ein Insektizid zugemischt so fern zu diesem Zeitpunkt ein Befall vorhanden war. Wenn eine spezielle Insektizidbehandlung durchgeführt wurde, so war dies zur Bekämpfung des Rapsglanzkäfers. Der Hauptanteil des Anstieges der Anwendungen ist auf diese Bekämpfung zurückzuführen.

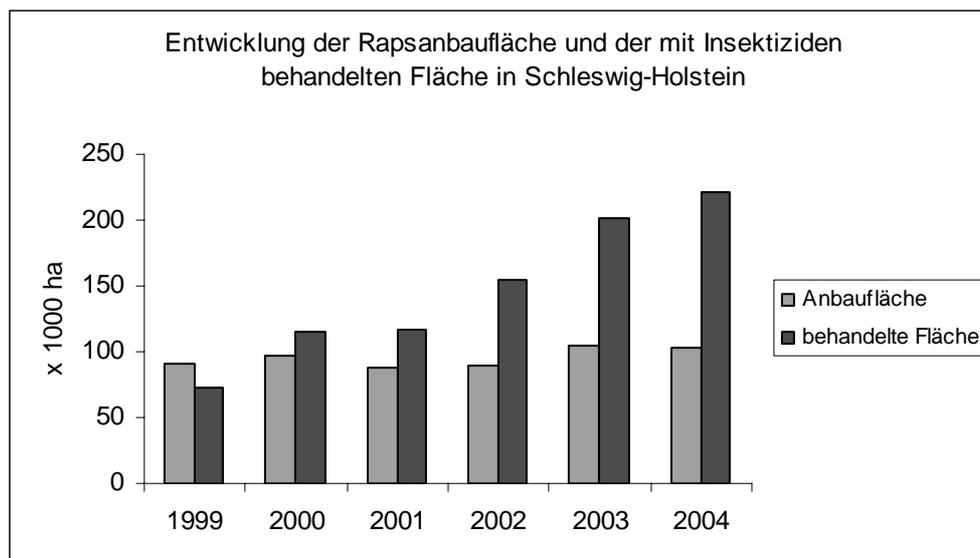


Abb. 65: Entwicklung der Rapsanbaufläche und Insektizidbehandlung in Schleswig-Holstein

Befragt nach dem Einsatz unterschiedlicher Produkte, zeigt sich dass die beiden Pyrethroide Lambda-Cyhalothrin und Alpha-Cypermethrin im Raps dominieren. Während Tau-Fluvalinate noch in den Jahren vor 1999 stärker im Raps zu finden war, so ist der Anteil kontinuierlich zurückgegangen und der Wirkstoff spielt heute keine Rolle mehr. Alpha-Cypermethrin (Fastac[®]) war in den Jahren 1999 bis 2001 der Marktführer in Schleswig-Holstein, ist aber seit 2003 von dieser Marktführerschaft durch Lambda-Cyhalothrin (Karate[®]) verdrängt worden. Andere Insektizide spielen im Raps in diesem Zeitraum nur eine untergeordnete Rolle.

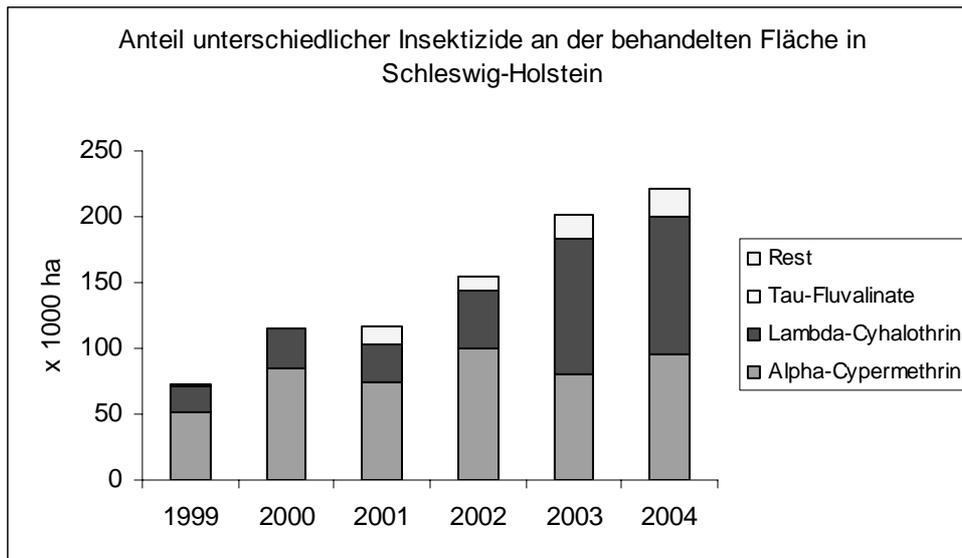


Abb. 66: Anteil unterschiedlicher Insektizide an der behandelten Fläche in Schleswig-Holstein

Weizen

Die Umfragewerte im Weizen zeigen ein etwas anderes Bild. Die Anbaufläche von Weizen ist von 1999 bis 2004 von 178 000 ha auf 213 000 ha angestiegen. Gleichzeitig stieg auch die mit Insektiziden behandelte Fläche an, jedoch auf sehr viel geringerem Niveau als dies beim Raps. Während im Jahr 1999 ca. 88 000 ha behandelt wurden, so waren es 2004 etwa 245 000 ha. Somit ist die durchschnittliche Zahl der Behandlungen von 0,5 auf 1,15 pro Hektar angestiegen. Viele Landwirte setzten Insektizide zur Bekämpfung der Getreidehähnchen ein (55 %), wobei der größte Teil Insektizide zur Blattlausbekämpfung einsetzt (73 %). Diese spaltet sich auf in eine Herbstbehandlung zur Bekämpfung virusübertragender Blattläuse (31 %) und eine Behandlung im Frühjahr zur Blüte (69 %). Die übrigen Behandlungen spielen eine untergeordnete Rolle. Auch im Weizen applizieren die wenigsten Landwirte gezielt nach Schadschwellen, vor allem bei der Behandlung gegen Getreidehähnchen. Die Getreidehähnchenbehandlung wird meist mit dem Fungizideinsatz kombiniert. Der Bestand wird vor Einsatz kontrolliert. Sobald ein Befall nachgewiesen ist, wird die Applikation durchgeführt, auch um zusätzliche Überfahrten zu vermeiden. Wenn eine schadschwellenorientierte Behandlung durchgeführt wird, so ist es zur Bekämpfung der Blattläuse. Da diese Behandlung unter Umständen sehr spät ansteht und normalerweise nicht mit einer anderen Behandlung kombiniert werden kann, wird diese nur bei Bedarf durchgeführt, wenn die Schadschwelle überschritten wird.

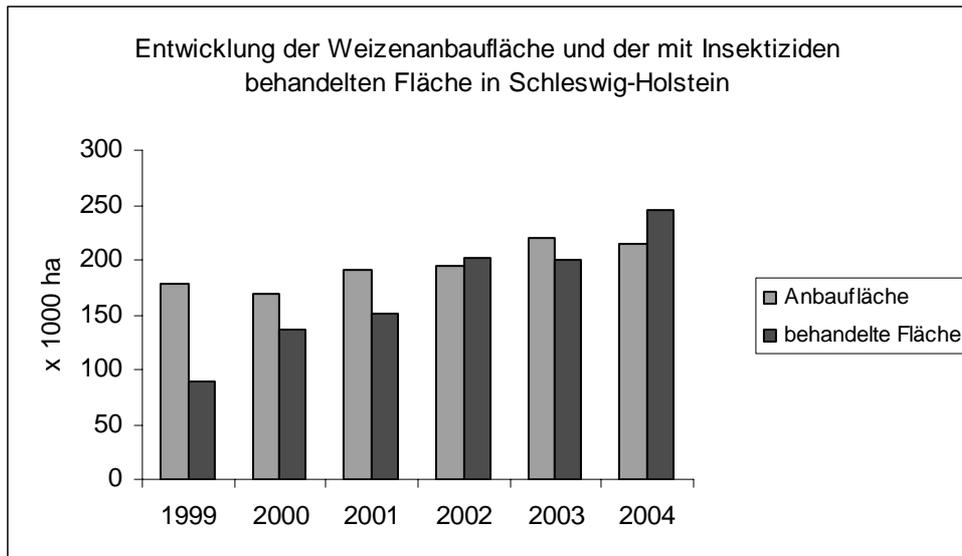


Abb. 67: Entwicklung der Weizenanbaufläche und der mit Insektiziden behandelten Fläche in Schleswig-Holstein

Hinsichtlich der eingesetzten Produkte zeigt der Weizen eine größere Produktvielfalt auf als der Raps. Während im Raps zwei Wirkstoffe dominieren, so finden sich für die Applikation im Weizen sehr viele, teilweise alte, Wirkstoffe. Die Produktwahl im Weizen ist sehr vom Preis der Produkte dominiert. Der Landwirt schaut hier mehr auf den Preis als beim Insektizideinsatz im Raps, da die Wirtschaftlichkeit im Weizen an vorderster Stelle steht. Spezialmittel wie Pirimor[®], die zwar eine hohe Wirkungssicherheit bieten aber auch sehr teuer sind, werden nur bei hohem Befallsdruck eingesetzt. So sind die unterschiedlichen Anteile von Pirimor[®] (Pirimicarb) am Gesamteinsatz der Insektizide über die Befragungsjahre zurückzuführen. Es findet sich immer vermehrt Pirimor[®] in den Jahren in denen auch größerer Blattlausdruck herrschte. Lambda-Cyhalothrin hat über die Jahre 1999 bis 2004 die Marktführerschaft erreicht, wobei seit dem Jahr 2004 vermehrt andere, billigere Produkte auf den Markt drängen.

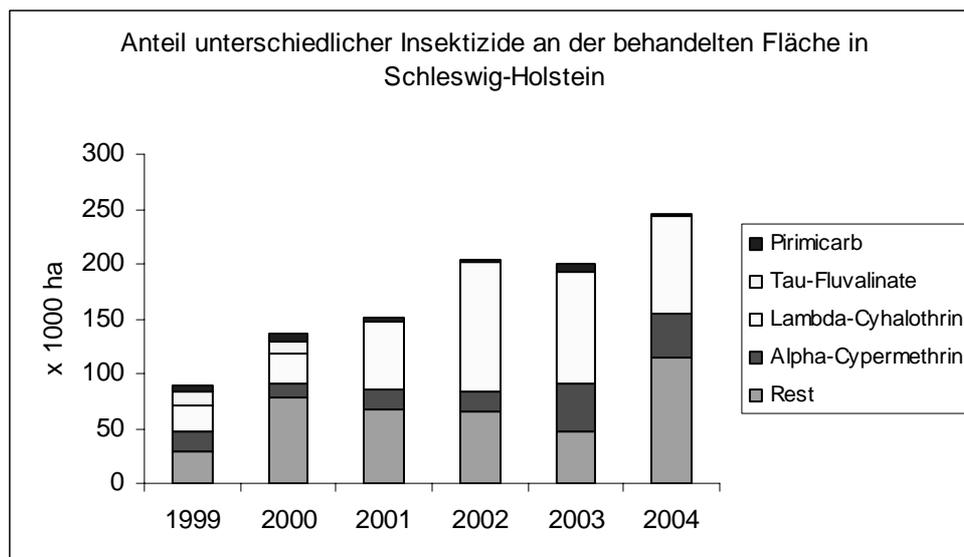


Abb. 68: Anteil unterschiedlicher Insektizide an der behandelten Fläche in Schleswig-Holstein

5 Diskussion

Zuerst sollen die Ergebnisse im Raps diskutiert werden, danach die Ergebnisse im Getreide und abschliessend die Ergebnisse der Insektizidvergleiche

5.1 Diskussion der Ergebnisse im Raps

Befallsentwicklung von *Meligethes aeneus* und *Ceutorhynchus assimilis*

In den dreijährigen Rapsversuchen traten *Meligethes aeneus* und *Ceutorhynchus assimilis* nur in sehr geringem Umfang auf. Vor allem der Rapsglanzkäfer konnte in allen 3 Jahren keine nennenswerte Population im Frühjahr aufbauen. Dies gilt es bei der anschliessenden Diskussion der Ergebnisse zu berücksichtigen. Vergleicht man andere in der Vergangenheit durchgeführte Untersuchungen (BBA 1996), so war das Schädlingsaufkommen in den Jahren 1999 bis 2001 unterdurchschnittlich. Das geringe Auftreten von Schaderregern spiegelt sich auch im Einsatz der Insektizide wieder. Sowohl die durch den IVA ermittelte Absatzmenge von Insektiziden als auch die in den eigenen Untersuchungen gewonnenen Ergebnisse zu den Behandlungsflächen untermauern dies.

Trotz des geringen Befallsdruckes könnten sich doch einige Zusammenhänge aus den vorliegenden Versuchsdaten ziehen lassen. Es wurde ein Zusammenhang zwischen dem Zeitpunkt des Befalls und den Witterungsbedingungen nachgewiesen. Der Zuflug der Rapsglanzkäfer findet bei steigenden Bodentemperaturen und Tagesmittelwerten statt. Vor allem im Versuchsjahr 1999 konnte dieser Zusammenhang beobachtet werden. Der Zuflug der Rapsglanzkäfer fand in diesem Jahr sehr spät in der dritten Aprildekade statt. Unabhängig davon, dass der Befall in diesem Jahr sehr gering ausfiel, war die spätere Besiedlung im Jahr 1999 auf die starken Bodenfröste sowie die unterdurchschnittlichen Temperaturen Ende März bis Mitte April zurückzuführen. Im Jahr 2000 setzte der Zuflug der Rapsglanzkäfer früher ein. Die Analyse der Wetterdaten aus diesem Jahr zeigt, dass sowohl Bodentemperaturen als Tagesmittelwerte im Vergleichszeitraum höher waren als in 1999. Diese Untersuchungen decken sich mit den Ergebnissen von JOHNEN (2001). Dieser Zusammenhang zwischen Temperatur und Zuflug trifft auch auf die Populationsentwicklung von *Ceutorhynchus assimilis* zu.

Auffällig hingegen ist der geringe Befallsdruck des Rapsglanzkäfers in den 3 Versuchsjahren, dessen ursächliche Wirkung nicht über Witterungseinflüsse im Frühjahr zu erklären ist. Noch vor einigen Jahren berichteten KEUFFEL (1997) und OBST (1993) von teilweise sehr hohen Zuflugsraten vor Beginn der Rapsblüte in Schleswig-Holstein und nachfolgenden Ertragsausfällen von bis zu 25 %. Über die letzten Jahre scheint es, dass die Population bereits zur Winterruhe so stark dezimiert ist, dass im Frühjahr keine ausreichende Grundlage für einen starken Populationsaufbau vorhanden ist. Begünstigt wird eine solche Entwicklung sicherlich auch durch kalte, lang anhaltende Winter, die die Population in ihren Winterlagern weiter dezimieren. Wahrscheinlicher ist jedoch, dass die Population bereits geschwächt in das Winterlager geht.

Dies könnte auch der Grund dafür sein, dass in den Versuchsjahren keine Beziehung zwischen dem Standort und dem Erstbefall im Frühjahr nachgewiesen werden konnte. THIELE (1960) hat bereits früh den Zusammenhang zwischen der Artenvielfalt an Hecken und angrenzenden Ackerflächen aufgezeigt. *Meligethes aeneus*, wie im Übrigen auch *Ceutorhynchus assimilis* überwintern als Käfer in Hecken und Waldrändern. Von dort aus besiedeln die Käfer im nächsten Frühjahr die angrenzenden Rapsflächen. Daher ist von einer früheren und teilweise stärkeren Besiedlung dieser Flächen auszugehen. Dieser Zusammenhang konnte in den dreijährigen Versuchen allerdings nicht nachgewiesen werden. Weder konnte ein früherer Zuflug noch ein verstärkter Populationsaufbau an den Standorten mit Wallhecken nachgewiesen werden. Der Grund hierfür liegt wohl in der geringen Überwinterungsrate in den an die Versuche grenzenden Wallhecken. Bei Bodenprobenanalysen im Winter konnten kaum phytophage Arten gefunden werden, so dass der Ausgangsbefall der von diesen Wallhecken ausgeht als gering einzuschätzen war.

Schadpotential von *Meligethes aeneus*

Zahlreiche Autoren (z. B. HOFFMANN & SCHMUTTERER 1983) kamen zu dem Ergebnis, dass für eine wirtschaftliche Bekämpfung des Rapsglanzkäfers bestimmte Schadschwellen eingehalten werden sollten. Die Schadschwelle von 2 Käfern pro Pflanze zum Knospenstadium ist weit verbreitet und akzeptiert. Auch der Pflanzenschutzdienst Schleswig-Holstein richtet seine Bekämpfungsempfehlung auf diese Schadschwelle aus. Zu bedenken ist, dass auch diese Schadschwelle unter Bedingungen eines hohen Befallsdruckes auf ihre Gültigkeit überprüft wurde. Wie verhält es sich aber in Jahren, an denen der Befallsdruck gering ist, dennoch aber die Bekämpfungsschwelle überschritten wird. In den 3

Versuchsjahren war genau dies der Fall. In keinem der Jahre entwickelte sich, mit Ausnahme des Jahres 2000, ein grösserer Befall, so dass die Bekämpfungsschwelle nur gering überschritten wurde. Selbst im Jahr 2000, in dem die Bekämpfungsschwelle von 2 Käfern pro Pflanze deutlich überschritten wurde, entwickelte sich der Befall in der unbehandelten Kontrolle nicht rasant weiter. Daher ist es wichtig jegliche Befallsschwelle nicht isoliert zu sehen, vielmehr müssen weitere Parameter in die Entscheidung über eine Bekämpfung einfließen. Hierbei sind massgeblich die vorhergesagten Witterungsbedingungen der folgenden Tage zu nennen. Zum einen lassen sich dadurch Rückschlüsse auf die weitere Befallsentwicklung ziehen, zum anderen können bestimmte Witterungskonstellationen auch die Wirkung der Insektizide beeinflussen. Wichtig ist, dass sich der Befall nach Erreichen der Schadschwelle auch noch weiterentwickelt hätte. In den vorliegenden Versuchsergebnissen war diese nicht in allen Jahren und allen Standorten der Fall. Vor allem das Jahr 1999 kann hier angeführt werden. Die Bekämpfungsschwelle wurde erreicht und die Applikation entsprechend durchgeführt. Im weiteren Verlauf des Versuches stagnierte die Population in der Kontrollparzelle, so dass kein weiterer Befallsanstieg zu verzeichnen war. Unter diesen Voraussetzungen führte der Befall mit Rapsglanzkäfern lediglich zu Ertragsausfällen von maximal 2 %. Auch in den beiden übrigen Jahren war der Ertragsausfall bedingt durch den Rapsglanzkäfer sehr gering und lag nur bei maximal 5 %. Gleichzeitig bedeutet dies, dass durch eine Insektizidbehandlung keine grösseren Mehrerträge erzielt werden konnten auch wenn die eingesetzten Produkte in den Lage waren, den Befall vollständig zu kontrollieren. Durch eine Rapsglanzkäferbekämpfung wurden lediglich Mehrerträge von durchschnittlich etwa 0,8 – 1 dt/ha erzielt. Nach Durchführung der Wirtschaftlichkeitsberechnung lag der Grenzertrag bei 0,83 dt/ha. Ein erzielter Mehrertrag von 0,83 dt/ha durch eine Rapsglanzkäferbekämpfung deckt lediglich die Kosten für diese Behandlung. Will der Landwirt einen tatsächlichen Mehrerlös erwirtschaften, so muss er mehr als die genannten 0,83 dt/ha erzielen. In den vorliegenden Ergebnissen aus drei Jahren war dies in den meisten Fällen möglich. Bis auf wenige Ausnahmen war die Bekämpfung des Rapsglanzkäfers trotz des geringen Befalls wirtschaftlich sinnvoll, auch wenn nur geringe Mehrerlöse dadurch erzielt wurden. Legt man die vorliegenden Ergebnisse zu Grunde und berücksichtigt man auch die oben gemachten Ausführungen zum Problem der Schwellenwerte und Befallsentwicklung so kann man folgendes schlussfolgern. Eine Rapsglanzkäferbekämpfung ist auch bei niedrigerem Befallsdruck sinnvoll, so fern die Befallsschwelle von 2 Käfern pro Pflanze im Knospenstadium erreicht wird. Bereits diese geringe Anzahl Käfer kann ausreichen, um zu

Ertragsausfällen von einigen Prozent zu führen, was eine Bekämpfung wirtschaftlich rechtfertigt.

Schadpotential von *Ceutorhynchus assimilis*

Der Kohlschotenrüssler trat in allen Jahren auf, wenn auch in unterschiedlichen Befallsstärken. Untersuchungen früherer Jahre (LABORIUS 1971) zeigen nur ein geringes Schadpotential dieses Käfers. Die vorherrschende Schadschwelle liegt bei 1 Käfer pro Pflanze zu Beginn der Blüte. Der Ertragsausfall wird mit wenigen Prozent angegeben, kann aber ansteigen sobald auch die Kohlschotenmücke auftritt. Es kann dann zu hohen Ertragsausfällen kommen. In diesem Falle wird ein niedriger Schwellenwert zur Bekämpfung angenommen, der bei 1 Käfer pro 2 Pflanzen liegt. In den Versuchsjahren trat die Kohlschotenmücke nicht auf bzw. konnte nicht nachgewiesen werden. Deshalb wurden die Behandlungen beim Erreichen der Schadschwelle von 1 Käfer pro Pflanze durchgeführt. Obwohl der Befall eine durchschnittliche Anzahl von 1,5 Käfer pro Pflanze nicht überstieg, waren die Ertragverluste teilweise hoch. Dies in Anbetracht der nicht vorhandenen Kohlschotenmücke. So betrugen die Ertragsausfälle in den Versuchsjahren bis zu 6% und lagen damit sogar über den Ertragsausfällen die durch den Rapsglanzkäfer verursacht wurde. Durchschnittlich konnte der Ertrag durch die Bekämpfung um 1,7 dt/ha gesteigert werden. Selbst bei nicht Erreichung der Schadschwelle konnte der Ertrag gesteigert werden. Bei den nun vorliegenden dreijährigen Daten kann man davon ausgehen, dass das Schadpotential von *Ceutorhynchus assimilis* grösser ist als es bisherige Untersuchungen vermuten ließen, auch bei Abwesenheit der Kohlschotenmücke. Die Schadschwelle von einem Käfer pro Pflanze zu Beginn der Blüte hat dennoch Bestand und sollte für eine wirtschaftliche Bekämpfung eingehalten werden. Die Wirtschaftlichkeitsberechnungen zeigen, dass die Bekämpfung mit Ausnahme eines Standortes in allen Jahren wirtschaftlich war. Teilweise konnten durch die Behandlung deutliche Mehrerlöse erzielt werden, die bis zu 25 Euro/ha betrugen. *Ceutorhynchus assimilis* muss bei der Bekämpfungsentscheidung mehr Gewicht gegeben werden, zumal die Untersuchungsergebnisse der Panelbefragung zeigten, dass die wenigsten Landwirte eine Behandlung auf diesen Schaderreger durchführen. Nach wie vor liegt der Hauptschwerpunkt der Bekämpfungen auf Rapsstängelrüssler und Rapsglanzkäfer, obwohl in den drei vorliegenden Jahren der Kohlschotenrüssler als bedeutender einzustufen war, zumindest was sein Schadpotential betrifft.

Qualitätsuntersuchungen im Raps

Ergebnisse über den Einfluss des Kohlschotenrüsslers und des Rapsglanzkäfers auf den Ölgehalt sind in der Literatur nur sehr schwierig zu finden. Bisher konnte ein direkter Zusammenhang noch nicht nachgewiesen werden. Die Ergebnisse dieser Arbeit konnten ebenfalls den Zusammenhang nicht herstellen. Nach der Analyse der vorliegenden Daten ist davon auszugehen, dass der Ölgehalt durch den Rapsglanzkäfer und Kohlschotenrüssler nicht direkt beeinflusst wird. Zwar frisst der Kohlschotenrüssler bzw. seine Larve direkt an den Rapskörnern, so dass ein Einfluss auf den Ölgehalt denkbar wäre. Die betroffenen Samen werden aber meist vollständig aufgefressen bzw. beim Drusch durch den Mäh-drescher aussortiert, so dass sie nicht in das Erntegut gelangen. Aber auch im Falle verun-reinigten Erntegutes dürfte die Beeinflussung des Ölgehaltes unwahrscheinlich sein.

5.2 Diskussion der Ergebnisse im Getreide

Befallsentwicklung der Getreideblattläuse

Die Ergebnisse zeigen, dass an den Versuchsstandorten die Grosse Getreideblattlaus *Sitobion avenae* die grösste Bedeutung hat. Sie konnte in allen Versuchsjahren und an allen Standorten gefunden werden. Daneben trat auch noch die Haferblattlaus, *Rhopalosiphum padi* sowie die Bleiche Getreideblattlaus, *Metopolophium dirhodum* auf. Dies deckt sich mit den Untersuchungen von BASEDOW (1976). Hinsichtlich der Befallsentwicklung der Blattlausarten lies sich wieder ein direkter Zusammenhang zu den Witterungsverhältnissen herstellen. So war die Entwicklung der Population durch warm-feuchte Perioden gefördert, während sie durch kühle Witterung verlangsamt wurde. In allen drei Versuchsjahren entwickelte sich die Blattlauspopulation erst zu Ende Juni bzw. Anfang Juli, so dass sich der Weizen zu diesem Zeitpunkt bereits im Stadium der Milchreife befand. Der Befall war in den Jahren über die Standorte sehr unterschiedlich. Während sich am Standort Büchen im Herzogtum-Lauenburg die Population bereits früh und rasch entwickelte, fand der Aufbau am Standort Staberdorf nur verzögert statt. Auch hier lassen sich die Unterschiede durch die Lage des Standortes beschreiben und erklären. Der Standort Büchen weist im langjähri-gen Mittel in den Monaten April und Mai höhere Temperaturen auf als der Standort Staberdorf. Dieser Standort im obersten Norden von Ostholstein ist zusätzlich geprägt von heftigen, seeseitigen Winden.

Schadpotential der Getreideblattläuse

Zurückliegende Untersuchungen zeigten, dass die im Getreide überwiegend vorkommenden Blattlausarten in ihrem Schadpotential ähnlich einzustufen sind. Aus diesem Grunde wurden die Blattlausarten bei der Bewertung ihres Schadpotentials nicht getrennt betrachtet, sondern gesamthaft. Als Bekämpfungsschwelle wird vom Pflanzenschutzdienst Schleswig-Holstein eine Schwelle von 30 % befallener Pflanzen bis zum Stadium BBCH 69 angenommen. Diese Bekämpfungsschwelle berücksichtigt aber weder unterschiedliche Blattlausverteilungen im Feld noch bezieht sie die tatsächlich vorhanden Blattlauszahl an Pflanze und Ähre in die Betrachtung ein. Dennoch hat sich diese Bekämpfungsschwelle etabliert und konnte auch durch umfangreiche Untersuchungen untermauert werden. Grundsätzlich ist bei der Bekämpfung der Blattläuse zu beachten, dass der Hauptschaden durch Saugen an der Ähre zum Zeitpunkt der Blüte bzw. Milchreife entsteht. Dadurch entstehen teilweise grosse Ertragsausfälle auf Grund verminderten Tausendkorngewichtes. Eine Bekämpfung sollte daher unabhängig von der gewählten Schwelle das Ziel haben, den Bestand zum Ende der Blüte und Beginn der Milchreife befallsfrei zu halten. Aus diesem Grunde wurden in der vorliegenden Arbeit zwei Applikationstermine für die Bekämpfung der Blattläuse gewählt. Ein Termin lag bereits im Stadium BBCH 61, also zu Beginn der Blüte, ein weitere Behandlung zum Ende der Blüte in BBCH 69. Schaut man sich die Befallsverläufe der 3 Versuchsjahre an, fällt auf, dass das Maximum der Blattlauspopulation erst mit Beginn der Milchreife erreicht wurde. Die 30 % Schwelle bis BBCH 69 wurde an einigen Standorten nicht erreicht. Somit wäre eine Behandlung an diesen Standorten nicht notwendig gewesen. Die vorliegenden Ertragsergebnisse zeigen jedoch ein anderes Bild. Auch in den Jahren mit geringerem Befallsdruck konnten durch eine Blattlausbehandlung statistisch absicherbare Mehrerträge erzielt werden. Gerade im Jahr 2001, in dem die Schadschwelle erst in BBCH 75 erreicht wurde, wurden durch die Blattlausbehandlung in BBCH 69 noch Ertragszuwächse von 3 % bzw. 7 % erreicht. Auch in den übrigen Jahren war eine Bekämpfung der Blattläuse sinnvoll. Die vorliegenden Ergebnisse zeigen auch, dass es nicht so sehr auf den Behandlungstermin ankommt, denn auch die frühere Behandlung konnte einen statistisch absicherbaren Mehrertrag erzielen. Bei dem früheren Einsatztermin kam es also vor allem auf die Dauerwirkung der eingesetzten Produkte an, während zum späteren Termin mit höherem Befallsdruck ein Produkt mit schneller Anfangswirkung von Vorteil war. Seitens des Bekämpfungserfolges ist also nichts gegen eine Bekämpfung in BBCH 61 einzuwenden,

auch wenn der Schwellenwert zu diesem Zeitpunkt aber noch nicht erreicht wurde. Aber genau hier liegt das Problem. Zwar waren bei der Applikation in BBCH 61 bereits Blattläuse vorhanden, zu diesem Zeitpunkt konnte aber nicht vorhergesagt werden wie sich der Befall weiterentwickeln würde. Zwar stieg der Befall letztendlich an, was die Mehrerträge zur Folge hatte, genau so gut hätte aber auch die Möglichkeit bestanden, dass der Bestand innerhalb von 2 Tagen zusammen gebrochen und die Bekämpfung wirtschaftlich nicht sinnvoll gewesen wäre. Daher ist die Behandlung nach Schadschwellen so wichtig und sollte gegenüber der prophylaktischen Spritzung immer Vorrang haben. Nur so lassen sich die wirtschaftlich sichersten Ergebnisse erzielen.

Auch wenn die Schadschwelle von 30 % befallener Pflanzen, wie sie vom Pflanzenschutzdienst verwendet wird nicht immer die richtige Bekämpfungsentscheidung gibt, so kann sie doch erste Anhaltspunkte geben. Ein Anstieg der befallenen Pflanzen deutet zwangsläufig auf einen Anstieg der Einzelindividuen. Spätestens bei Erreichen des Stadiums BBCH 69 sollten daher die Bestände auch auf die Blattläuse an der Ähre kontrolliert werden, letztendlich sind es genau diese Blattläuse die ertragsbestimmend sind. Darüber gibt ein Schwellenwert von 30% befallener Pflanzen leider keine Auskunft.

Die dreijährigen Untersuchungen zeigen, dass eine stark negative Korrelation zwischen der Anzahl der Blattläuse an der Ähre und dem späteren Ertrag besteht ($r = - 0,80$). So zeigen die Ergebnisse dass bereits 15 Blattläuse an der Ähre den Ertrag um bis zu 3 % sinken lassen. Diese Ergebnisse wurden durch andere Untersuchungen, z.B. GRÄPEL (1982) und BASEDOW et al. (1994) und bestätigt.

Abschliessend lässt sich sagen, dass der Schwellenwert von 30% befallener Pflanzen zum Stadium BBCH 69 zwar nach wie vor seine Berechtigung hat, es aber zur Abklärung der endgültigen Entscheidung über den Insektizideinsatz noch weiterer Daten bedarf. So sollte zusätzlich der Blattlausbefall an der Ähre ermittelt werden. Sind dort mindest 10 Blattläuse im Stadium BBCH 69 zu finden, sollte eine Bekämpfung mit einem schnell wirkenden, selektiven Blattlausmittel durchgeführt werden. Eine prophylaktische Bekämpfung zu einem früheren Termin mit niedrigem Befall kann nicht empfohlen werden.

Untersuchungen der letzten Jahre (OBST 1993) berichten über einen Zusammenhang des Auftretens der Blattläuse und einem Befall mit Schwärzepilzen. In vorliegenden Untersuchungsergebnissen konnte dieser Zusammenhang bestätigt werden. Die Versuche zeigen eine positive Korrelation zwischen der Anzahl der Blattläuse an der Ähre und dem Befall

mit Schwärzepilzen. Der von den Blattläusen ausgeschiedene Honigtau dient zahlreichen Pilzen als Nahrung und sie siedeln sich an der Ähre an. Auch wenn deren Auswirkungen auf den Ertrag als gering einzuschätzen sind, sollte dennoch dieser Aspekt nicht ganz ausser Acht gelassen werden. Unter anderen gehört auch *Alternaria alternata* zu den Schwärzepilzen. Von diesem Pilz ist bekannt, dass er ein Toxin bildet, das in die Ähre eingelagert wird und im Verdacht steht Gesundheitsprobleme des Nutztviehs bei der Verfütterung des Getreides auszulösen (DOUGLAS & SCHADE 1983). Bei der zurzeit herrschenden Diskussion über die Festsetzung von Grenzwerte für DON und andere Toxinen, wie sie von Pilzen der Gattung *Fusarium* gebildet werden ist dies ein nicht unbedeutender Aspekt der berücksichtigt werden sollte. Zumindest lässt sich *Alternaria alternata* leichter bekämpfen als dies für die *Fusarium*-Arten der Fall wäre und schon eine Blattlausbekämpfung kann den Befall reduzieren.

Abschliessend bleibt noch die Frage zu klären, ob ein Blattlausbefall auch Auswirkungen auf Qualitätsparameter des Weizens hat. Für den Ertrag wurde der Zusammenhang bereits nachgewiesen. Untersuchungen der letzten Jahre führten aber unter anderem auch einen Zusammenhang zwischen dem Blattlausbefall und dem Proteingehalt an (JAHN 1987). Ein Zusammenhang zwischen dem Blattlausbefall und dem Proteingehalt konnte in der vorliegenden Arbeit jedoch nicht nachgewiesen werden, obwohl dieser Zusammenhang denkbar ist. Aber über alle 3 Versuchsjahre gab es keinen Hinweis auf einen Zusammenhang. Das betraf im Übrigen auch die anderen untersuchten Qualitätsparameter wie Sedimentationswert, Fallzahl, Keimfähigkeit und Siebsortierung. Auch hier konnte keine Beziehung zu einem Blattlausbefall hergestellt werden. Lediglich beim Tausendkorngewicht besteht ein direkter Zusammenhang zwischen dem Befall mit Blattläusen. So wurde durch den Blattlausbefall das Tausendkorngewicht deutlich reduziert, was sich mit den Ergebnissen der BBA (2002) deckt.

Schadpotential der Getreidehähnchen, *Oulema* spp.

Ein Befall mit den Larven der Getreidehähnchen, *Oulema* spp. trat in allen Versuchsjahren und an allen Standorten auf. Daher liegt dieser Arbeit eine grosse Datenmenge zu Grunde, die es erlaubt, gesicherte Aussagen zum Schadpotential zu treffen. In Abhängigkeit des Witterungsverlaufes fliegen die Käfer bereits Anfang Mai die Getreidebestände an, um Eier abzulegen, aus denen etwa 10 bis 14 Tage später die Larven schlüpfen. Somit ist mit einem

Erstbefall der Larven zur zweiten Maihälfte zu rechnen. Dies konnte auch in den vorliegenden Versuchsergebnissen bestätigt werden. Die ersten Larven konnten Mitte Mai an den Versuchstandorten gefunden werden. Die Bekämpfungsschwelle wurde meist im Stadium BBCH 51 des Getreides erreicht. Durch die Behandlung konnte in allen Jahren der Ertrag erheblich gesteigert werden. So führte bereits eine geringe Besatzdichte von Larven auf den Fahnenblättern zu Ertragsverlusten von mehreren Prozent. Verantwortlich für den Ertragsverlust war hauptsächlich die verminderte Photosyntheseleistung durch Zerstörung des Fahnenblattes bzw. Chlorophylls durch die Larven der Getreidehähnchen. Dass es sich hierbei um einen direkten Zusammenhang handelt, konnte in den durchgeführten Korrelationsuntersuchungen nachgewiesen werden. Die Ergebnisse zeigten eine direkte Beziehung zwischen der Anzahl der Larven auf dem Fahnenblatt und der geschädigten Blattfläche. Es liegt eine stark positive Korrelation vor ($r = 0,88$). So ist bereits eine Larve in der Lage, das Fahnenblatt bis zu 12 % zu schädigen. In einem nächsten Schritt konnte eine negative Korrelation zwischen der Höhe des geschädigten Blattes und dem Ertrag gezeigt werden ($r = -0,81$). Je mehr das Fahnenblatt geschädigt war, umso mehr fiel der Ertrag ab. Damit wurde eindeutig das Schadpotential der Larven der Getreidehähnchen aufgezeigt, was sich im Übrigen mit Untersuchungen von HEYER (1976) deckt.

Über den Fensterfrass ist bereits eine einzige Larve in der Lage, das Fahnenblatt um bis zu 12 % zu schädigen und somit die Photosyntheseleistung herabzusetzen. Ein durchschnittlicher Schaden von 10 % auf dem Fahnenblatt hat einen Ertragsrückgang von 2 % zur Folge. Als Bekämpfungsschwelle für eine wirtschaftliche Kontrolle kann daher schon der Befall mit 1 Larve pro Fahnenblatt angesehen werden. Ist diese Schadschwelle erreicht, sollte unmittelbar eine Behandlung durchgeführt werden. In der Praxis wird die Behandlung gegen Getreidehähnchen vom Landwirt meist mit anderen Massnahmen kombiniert. Das ergaben die Umfragen bei den Schleswig-Holsteinischen Landwirten. Meist wird die Bekämpfungsschwelle im langjährigen Mittel zwischen BBCH 49 und BBCH 55 erreicht. In diesem Stadium finden meist auch andere Behandlungen, z.B. Fungizidbehandlungen statt, so dass diese kombiniert werden können. Jedoch lohnt auch hier nur die Zumischung eines Insektizids bei Erreichung des Schwellenwertes.

Auch bei dem Befall der Larven der Getreidehähnchen stellt sich die Frage, ob diese nur den Ertrag beeinflussen oder ob hier auch weitere Auswirkungen auf andere Qualitätsparameter vorliegen. In keinem der Versuchsjahre konnte ein solcher Zusammenhang nachge-

wiesen werden. Lediglich das Tausendkorngewicht war durch einen Befall mit Getreidehähnchen herabgesetzt. Ein Einfluss auf die Qualitätsparameter Proteingehalt, Fallzahl, Keimfähigkeit und Sedimentation konnte nicht nachgewiesen werden. Auch aus der Literatur konnten keine Hinweise auf einen Einfluss der Getreidehähnchen auf diese Parameter gefunden werden.

Vergleich unterschiedlicher Insektizidbehandlungen

Abschliessend sollen an dieser Stelle die Ergebnisse der Insektizidprüfungen diskutiert werden. Zum einen wurde Lambda-Cyhalothrin in Weizen und Raps getestet, zum anderen das neue Blattlausinsektizid Plenum[®] mit dem Wirkstoff Pymetrozin, sowie der Wirkstoff Pirimicarb im Produkt Pirimor[®]. Letztere Produkte wurden im Weizen und Hafer eingesetzt.

Lambda-Cyhalothrin ist ein bekannter Wirkstoff und bereits seit einiger Zeit in Deutschland zugelassen. Jedoch wurde der Wirkstoff nun in einer Formulierungsform entwickelt, einer Kapselsuspension. Dabei umschliesst jedes Wirkstoffmolekül eine Kapsel, die erst bei Berührung mit dem Blatt den Wirkstoff entlässt. Zum einen soll durch die Art der Formulierung die Sicherheit des Anwenders erhöht werden, zum anderen wird durch die Kapsel aber auch eine gezielte Anlieferung des Wirkstoffes erreicht. Hinsichtlich seiner Wirkung wurde Karate CS[®] mit anderen gängigen Produkten verglichen. Bei der Prüfung in Weizen und Raps konnte das Produkt durch einen sehr hohen Wirkungsgrad überzeugen. Vor allem wurden bereits unmittelbar nach der Applikation hohe Wirkungsgrade erreicht. Dies ist vor allem sehr wichtig, wenn Behandlungen gezielt nach Schadschwellen durchgeführt werden. Hier ist eine schnelle Wirkung erforderlich, da ansonsten die Population noch grösseren Schaden anrichten könnte. Daher erfordert der Einsatz nach Schadschwellen auch eine gute Kenntnis über die zur Verfügung stehenden Produkte. Während bei Kohlschotenrüsslerbekämpfung im Raps nicht unbedingt eine schnelle Anfangswirkung erwartet wird, ist diese bei der Bekämpfung der Rapsglanzkäfer umso wünschenswerter. Während die Anfangswirkung von Karate CS[®] in allen Versuchen sehr hoch war, wurden bei der Dauerwirkung einige Schwächen gefunden. Oftmals wurde bereits nach einiger Zeit ein Wirkungsabfall festgestellt. Eine genaue Analyse ergab einen Zusammenhang der Wirkungsdauer und der Temperatur. Bei Zunahme der Temperatur nimmt die Wirkungsdauer ab. Dies trifft auf viele Pyrethroide zu. Da bei vielen Produkten eine Temperaturabhängigkeit besteht, muss

auch dies bei der Produktauswahl und der Wahl des Bekämpfungstermins berücksichtigt werden. Letztendlich spricht auch dies für die Bekämpfung nach Schadschwellen und für ein Produkt mit schneller Anfangswirkung. Der Einsatz der Produkte sollte dann erfolgen, wenn die Population bekämpfungswürdig ist. Eine frühere Behandlung kann unter Umständen bedeuten, dass bei einem späteren Neuaufbau der Population die Wirkung nicht mehr ausreicht und die Behandlung wiederholt werden muss.

Pirimor[®] und Plenum[®]

Pirimor[®] wird bereits seit vielen Jahren zur Bekämpfung von Blattläusen eingesetzt. Der Wirkstoff Pirimicarb zeichnet sich durch eine schnelle Anfangswirkung aus. Diese Anfangswirkung wird ermöglicht durch eine ausgeprägte Dampfphase des Wirkstoffs. Bei höheren Temperaturen ist diese Dampfphase noch ausgeprägter, so dass die Wirkung nochmals ansteigt. In den Versuchen konnte Pirimor[®] vor allem bei den Behandlungen zu BBCH 69 überzeugen, die Anfangswirkung war auch bei hohen Populationsdichten hoch. Pirimor[®] eignet sich daher sehr gut zum Einsatz nach Schadschwellenkonzepten, wobei darauf geachtet werden sollte die Aufwandmenge nicht zu stark zu reduzieren.

Plenum[®] enthält den Wirkstoff Pymetrozin und wirkt wie Pirimor[®] spezifisch auf Blattläuse, ist somit nützlingsschonend. Im Unterschied zu Pirimor[®] war die Anfangswirkung des Produktes deutlich geringer als die von Plenum[®], wohl hauptsächlich begründet in der nicht vorhandenen Dampfphase. Auch nach 3 Tagen bewegten sich die Blattläuse auf den Blättern, während bei der Pirimor[®]-Behandlung zum gleichen Zeitpunkt eine fast vollständige Bekämpfung stattfand. Nach einigen Tagen stieg der Wirkungsgrad von Plenum[®] deutlich an, so dass letztendlich die Population effektiv kontrolliert werden konnte. Dennoch blieb Plenum[®] bei den Erträgen hinter denen durch Pirimor[®] erzielten Erträgen zurück. Pirimor[®] eignet sich nach diesen vorliegenden Ergebnissen besser zum Einsatz nach Schadschwellen, der Einsatz von Plenum[®] im Getreide konnte nicht vollständig überzeugen.

6 Zusammenfassung

Der Befall mit phytophagen Insekten an Getreide und Raps kann in manchen Jahren zu extremen Ertragsausfällen führen. Meist fehlt aber beim Landwirt die Kenntnis über die Bedeutung des Schadpotentials der einzelnen Arten und deren optimale Bekämpfung. Diese Informationen sind aber unabdingbar, will man die Bekämpfung nach Schadschwellen durchführen. So liegt genau darin das Hauptanliegen dieser Arbeit.

Zu diesem Zweck wurde in dreijährigen Feldversuchen unter Schleswig-Holsteinischen Bedingungen das Schaderregerpotential verschiedener Arten an Raps und Getreide untersucht, sowie deren Einfluss auf Ertrag und Qualität. Mit dem Einsatz unterschiedlicher Produkte und der Wahl unterschiedlicher Applikationstermine sollte die optimale Bekämpfungsstrategie ermittelt und bestehende Schadschwellenkonzepte überprüft werden. Die Versuche wurden mit vierfacher Wiederholung angelegt, mit Parzellengrößen von 90 m² im Raps und 50 m² im Weizen.

Die Ergebnisse der Arbeit lassen sich wie folgt zusammenfassen.

Raps

1. Die Populationsentwicklung von *Meligethes aeneus* und *Ceutorhynchus assimilis* sind abhängig von den Witterungsbedingungen im Frühjahr. In Jahren mit Spätfrösten bzw. unterdurchschnittlichen Tagesmittelwerten setzt auch der Zuflug und Besiedlung der Rapsflächen entsprechend später ein. Ein geringer bzw. höherer Befallsdruck kann aber nicht ausschliesslich mit den Witterungsbedingungen im Frühjahr in Verbindung gebracht werden, sondern muss seine Ursache bereits beim Überwinterungsverhalten der Arten haben.
2. Es konnte kein Zusammenhang zwischen Standort und Befallsbeginn gefunden werden. Frühere Untersuchungen zeigten einen Zusammenhang zwischen dem Artvorkommen in Hecken und angrenzenden Versuchsflächen. Dieser Zusammenhang konnte in keinem der drei Versuchsjahre nachgewiesen werden. Berücksichtigen muss man jedoch, dass auf Grund des geringen Schädlingsaufkommens ein solcher Zusammenhang auch nur schwer nachzuweisen war. Untersuchungen der an die Versuchsflächen angrenzenden Wallhecken während des Winters ergaben nur eine geringere Besiedlung mit phy-

- tophagen Arten, so dass im Frühjahr auch kein Befallsdruck von diesen Hecken ausgehen konnte.
3. Die Rapsglanzkäferbekämpfung nach Schadschwellen führte in den Versuchsjahren nur zu geringen Mehrerträgen, der Ertragsverlust durch den Rapsglanzkäfer war bedingt durch den niedrigen Befallsdruck gering. Dennoch waren auch bei dem geringen Befallsdruck die Behandlungen wirtschaftlich sinnvoll. Da bereits ein Befall mit 2 Käfern pro Pflanze im Knospenstadium Ertragsausfälle von 3 % zur Folge haben kann, hat diese Bekämpfungsschwelle nach wie vor ihre Gültigkeit und konnte in den Versuchen bestätigt werden.
 4. Die vorliegenden Ergebnisse zeigen, dass auch eine Bekämpfung des Kohlschotenrüsslers wirtschaftlich ist und das Auftreten dieses Schaderregers teilweise zu grösseren Ertragsverlusten führen kann. Dies gilt auch bei Abwesenheit der Kohlschotenmücke. Eine Bekämpfungsschwelle von 0,5 bis 1 Käfer pro Pflanze zum Blühbeginn sollte eingehalten werden. Bei einem Befall mit nur 1,0 Käfern ist bereits ein Befallsverlust von bis zu 5 % möglich, auch bei Abwesenheit der Kohlschotenmücke. Die Versuche zeigten dass der Bekämpfung des Kohlschotenrüsslers grössere Beachtung geschenkt werden muss.
 5. In den dreijährigen Versuchen konnte kein Einfluss des Befalls mit *Meligethes aeneus* oder *Ceutorhynchus assimilis* auf den Ölgehalt in der Rapsaat gefunden werden. Der Schaden der durch beide Arten verursacht wird, beschränkt sich meist auf eine Reduzierung der Schotenzahl bzw. Kornzahl und beeinflusst nicht den Qualitätsparameter Ölgehalt.
 6. Die Bekämpfung der Schädlinge sollte mit Wirkstoffen aus der Gruppe der Pyrethroide vorgenommen werden, da diese die beste Wirkung erzielen. Bei der Auswahl des Produktes ist vor allem auf eine schnelle Anfangswirkung zu achten, gerade im Hinblick auf die Rapsglanzkäferbekämpfung. Zu beachten ist allerdings die beginnende Resistenzbildung der Rapsglanzkäfer gegenüber Wirkstoffen aus der Gruppe der Pyrethroide.

Getreide

1. Eine Bekämpfung der Blattläuse sollte nur nach Schadschwellen erfolgen. Die vom Pflanzenschutzdienst Schleswig-Holstein angewendete Schadschwelle von 30 % befallener Pflanzen bis Stadium BBCH 69 kann nur als Anhaltspunkt dienen. Ansonsten be-

zieht diese Schadschwelle weder die Verteilung der Blattläuse im Feld ein, noch gibt sie Rückschlüsse über die absolute Anzahl Blattläuse an Blatt und Ähre. Daher muss zum Stadium BBCH 69 vor allem der Befall mit Läusen an der Ähre ermittelt werden. In den Versuchen konnte eine direkte Beziehung zwischen dem Ährenbefall und dem Ertrag ermittelt werden. Ein Befall von 15 Läusen im Stadium BBCH 69 kann bereits zu Mindererträgen von bis zu 3% führen. Daher sollte eine Bekämpfung bereits bei einem durchschnittlichen Befall von 10 Läusen pro Ähre erfolgen.

2. Zur Bekämpfung eignet sich vor allem der Termin zu BBCH 69. Zwar konnten auch mit den Behandlungen zu BBCH 61 gute Bekämpfungswerte erzielt werden, dennoch besteht die Gefahr, dass bei einer späteren Neubesiedlung die Wirkung dieser Behandlung nicht mehr ausreicht und gegebenenfalls wiederholt werden muss.
3. In den Versuchsjahren konnte auch ein Zusammenhang zwischen dem Befall mit Blattläusen an der Ähre und dem Befall mit so genannten Schwärzepilzen gezeigt werden. Es besteht eine positive Korrelation, wobei mit Zunahme der Zahl der Läuse auch der Befall mit Schwärzepilze im Stadium BBCH 81 zunahm.
4. Zur schadschwellenorientierten Behandlung der Blattläuse eignet sich das Produkt Pirimor[®] mit dem Wirkstoff Pirimicarb. Dieser Wirkstoff zeichnet sich durch eine sehr schnelle Anfangswirkung aus und ist damit auch zum Einsatz in Beständen mit hoher Befalldichte geeignet. Gleichzeitig ist der Wirkstoff durch seine selektive Wirkung nützlichsschonend.
5. Der Befall der Larven der Getreidehähnchen, *Oulema* spp. erreichte in allen drei Versuchsjahren die Bekämpfungsschwelle von einer Larve pro Fahnenblatt. Bereits bei diesem Befall konnten deutliche Ertragsdepressionen von bis zu 5 % die Folge sein. Anhand der Versuchsdaten konnte ein Zusammenhang zwischen dem Larvenbefall und dem Anteil der geschädigten Blattfläche gezeigt werden. Zwischen beiden Faktoren besteht eine positive Korrelation. Bereits eine Larve ist in der Lage, bis zu 12 % der Fläche des Fahnenblattes zu schädigen. Gleichzeitig besteht auch ein Zusammenhang zwischen dem Anteil der geschädigten Blattfläche und dem Ertrag. Hierbei handelt es sich um eine negative Korrelation. Je höher der Anteil der geschädigten Blattfläche, desto geringer fällt der Ertrag aus. Eine durchschnittliche Schädigung des Fahnenblattes von 10 % hat einen Ertragsverlust von 2 % zur Folge.
6. Bei der Untersuchung der Qualitätsparameter Proteingehalt, Sedimentation, Fallzahl und Keimfähigkeit konnten keine Beziehungen zu einem Befall mit Getreidehähnchen bzw. Blattläusen festgestellt werden. Lediglich beim Parameter Tausendkorngewicht

konnte der Einfluss eines Befalles nachgewiesen werden. Sowohl ein Befall mit Blattläusen als auch ein Befall mit den Larven der Getreidehähnchen hat negative Auswirkungen auf das Tausendkorngewicht.

7 Literaturverzeichnis

Åhmann, I. [1982]: A comparison between high and low glucosinolate cultivars of summer oil seed rape (*Brassica napus* L.) with regard to their levels of infestation by brassica pod midge (*Dasineura brassicae* Winn.). *Z. ang. Ent.* 94 (1982), 103-109.

Anonymus. [1989]: Pirimicarb - the Specific Aphicide. 1989, ICI Agrochemicals, Fernhurst, England.

Anonymus [1989]: The Pyrethroid Insecticides: A Scientific Advance for Human Welfare? Vol. 27, 1989, Society of Chemical Industry, by Elsevier Applied Science Publishers

Anonymus [1995]: „Krankheiten und Schädlinge des Getreides“; Rhone-Poulenc Agro GmbH.

Anonymus [2002]: „Schädlinge der wichtigsten Ackerkulturen“, Syngenta Agro GmbH.

Anonymus [2004]: IVA Jahrespressekonferenz 2004, Dr. Niels Pörksen: Geschäftsentwicklung 2003, der deutsche Pflanzenschutzmittelmarkt. Online, www.iva.de/presse_news/pr_artikle.asp?doc=170

Anonymus [2004]: Statistiken des BMELV, 2004, Berlin. Online, www.ble.de/index.cfm/0008424986C310B4BD666521C0A8D816

Anonymus [2005]: Deutsche Stiftung Welthungerhilfe, Friedrich Ebert Str. 1, D-53173 Bonn, Online, www.welthungerhilfe.de/die_stiftung.html

Anonymus [2005]: Ergebnisse der UFOP-Studie zum Winterrapsanbau zur Ernte 2006, Produkt + Markt, D-49134 Wallenhorst. Online, info@ProduktundMarkt.de

Anonymus [2005]: Food and Agriculture Organization of the United Nations, Online, www.fao.org/

Anonymus [2005]: IVA Jahrespressekonferenz 2005, Dr. Niels Pörksen, Dr. Oskar Böttcher: Pflanzenschutzindustrie zwischen REACH und Reduktionsprogramm: Innovationsblockade durch Überregulierung.. Online, www.iva.de/presse_news/pr_artikle.asp?doc=206

Anonymus [2005]: Projektgemeinschaft Zentrales Internetportal Oekologischer Landbau, 60486 Frankfurt am Main, Online, www.oekolandbau.de/index.cfm

Anonymus [2005]: ProPlant Expert. Warndienst Winterraps. Online <http://www.proplantexpert.com/expert/servlet/BasicServlet?nutzer=rapBasic>

Anonymus [2005]: www.insektenbox.de, Online

Araya, E. [1991]: Cereal aphid survival under flooding conditions. *Z. Pflanzenkrankheiten Pflanzenschutz* 98 (1991), 168-173.

Axelsen, J. [1992]: The population dynamics and mortality of pod gall midge (*Dasyneura brassicae* Winn.) (Dipt., Cecidomyiidae) in winter rape and spring rape (*Brassica napus*) in Denmark. *Journal of Applied Entomology* 114 (1992), 463-471.

Axelsen, J. [1992]: The development time of pod gall midge, *Dasyneura brassicae* Winn. (Dipt., Cecidomyiidae). *Journal of Applied Entomology* 114 (1992), 263-267.

Basedow, Th. [1975]: Eine zeitsparende Methode zur zahlenmäßigen Erfassung von Blattläusen an Weizenähren. *Anz. Schädlingsk.* 48 (1975), 8-10.

Basedow, Th. [1976]: Über das Auftreten der Getreideblattlausarten in nordwestdeutschen Weizenanbaugebieten (1974/75). *Anz. Schädlingsk.* 49 (1976), 9-16.

Basedow, Th. [1980]: Studies on the ecology and control of cereal aphids (Hom. Aphididae) in northern Germany. *WRPS Bull.* 1980/III/4, 67-84.

Basedow, Th., Bauers, C., Lauenstein, G. [1989]: Ergebnisse vierjähriger Untersuchungen zur gezielten Bekämpfung der Getreideblattläuse (Hom., Aphididae) in intensiven Weizenanbau: optimaler Termin und Bekämpfungsschwelle. *Mitteil. Biologische Bundesanst. Ld-Forstw.* 2254 (1989), 1-63.

Basedow, Th., Poehling, H.-M. Lauenstein, G. [1994]: Untersuchungen zur Anpassung der Bekämpfungsschwellen der Getreideblattläuse (hom., Aphididae) (Saugschäden an Weizen im Sommer) an die veränderten ökonomischen Rahmenbedingungen im Ackerbau. *Z. Pflanzenkrankheiten Pflanzenschutz* 101 (1994), 334-349.

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Vöttinger Str. 38, 85354 Freising-Weißenstephan (Herausgeber) [2005]

Institut für Pflanzenschutz, Online, Dezember 2005, www.stmlf-design2.bayern.de/alle/cgi-bin/go.pl?region=home&page=http://www.stmlf-design2.bayern.de/lbp/info/ps/ceutorhynchus/

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (Herausgeber) [2005]: Institut für biologischen Pflanzenschutz, 64287 Darmstadt, Nützlingsliste Stand März 2005, Online, Dezember 2005, www.bba.de/inst/bi/nuetzanbieterliste.pdf

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (Herausgeber) [2005]: Pflanzenschutz im ökologischen Landbau, Berlin und Braunschweig, Zulassungsliste Stand Oktober 2005, Online, Dezember 2005, www.bvl.bund.de/cln_027/nn_492012/DE/04__Pflanzenschutzmittel/00__doks__downloads/psm__oekoliste,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/psm_oekoliste.pdf

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (Herausgeber) [2005]: Institut für integrierten Pflanzenschutz, Berlin und Braunschweig, Beschreibende Liste der eingetragenen Pflanzenstärkungsmittel Stand Oktober 2002, Online, Dezember 2005, www.bba.de/oekoland/staerk/b__staerk.pdf

Biologische Bundesanstalt für Landwirtschaft und Forsten (Herausgeber) [2005]: Institut für Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland, 2004: Maßnahmen zur Reduzierung des Auftretens von tierischen Schaderregern in Ackerbaukulturen, Braunschweig und Kleinmachnow. Online, Dezember 2005, www.bba.de/veroeff/jahrber/jb2004pdf/04_a.pdf

Blackman, R. L.; Eastorp, V. F. [1984]: Aphids on the world crops: an identification and information guide. John Wiley & Sons, Chichester.

Bode, E. [1980]: Untersuchungen zum Auftreten der Haferblattlaus *Rhopalosiphum padi* (L.) (homoptera: Aphididae) an ihrem Winterwirt *Prunus padus* L. I. Biologie der Haferblattlaus *Rhopalosiphum padi* (L.) am Winterwirt. Z. ang. Ent. 89 (1980), 363-377.

Boethel, D. J.; Eikenbary, R. D. (Hrsg.) [1986]: Interactions of plant resistance and parasitoids and predators of insects. Elis Horwood, Chichester.

Brinkmann, R. und H. Müller-Mohnssen [1992]: Zum gegenwärtigen Stand der Klinik der Pyrethroid-Vergiftung; Tischvorlage zur Fachtagung Biozidanwendung und Gesundheitsgefährdung, 31.08 - 01.09.1992, Universität Oldenburg.

Brouwer, W. [1972]: Handbuch des Speziellen Pflanzenbaues - Band I, Paul Parey, Berlin und Hamburg.

Brouwer, W. [1976]: Handbuch des speziellen Pflanzenbaues - Band 2. Paul Parey, Berlin und Hamburg.

Büchi, R. [1989]: Modelle für die Verteilung des Rapsglanzkäfers, *Meligethes aeneus* F.; auf Raps- und Rübsenpflanzen. Journal of Applied Entomology 108 (1989), 363-371.

Büchi, R. [1990]: Investigations on the use of turnip rape as trap plant to control oilseed rape pests. Bulletin OILB / SROP 13 (4).

Büchs, W [1998]: Tierische Schädlinge und ihre Antagonisten in Rapskulturen - Arbeiten zu Biologie, Epidemiologie, natürlicher Regulation und chemischer Bekämpfung in der 100-jährigen Geschichte der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft. In: Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Heft 340, Parey Buchverlag, Berlin, 1998 (Themenheft 100 Jahre Schädlinge und Unkräuter in Raps).

Burmeister, F. [1939]: Biologie, Ökologie und Verbreitung der europäischen Käfer, Goecke Verlag, Krefeld.

Carter, N., Dixon, A. F. G., Rabbinge, R. [1982]: Cereal aphid populations: Biology simulation and prediction. Centre for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen, The Netherlands, 91pp.

Chongrattanameteeikul, W., J. E. Foster, and J. E. Araya [1991]: Biological interactions between the cereal aphids *Rhopalosiphum padi* (L.) and *Sitobion avenae* (F.) (Hom., Aphididae) on wheat. Journal of Applied Entomology 111 (1991), 249-253.

Chongrattanameteeikul, W., J. E. Foster, R. H. Shukle and J. E. Araya [1991]: Feeding behaviour of *Rhopalosiphum padi* (L.) and *Sitobion avenae* (F.) (Hom., Aphididae) on wheat as affected by conspecific and interspecific interactions. Journal of Applied Entomology 111 (1991), 361-364.

Dauderer, M. [1990]: Umweltgifte; Kompendium der klinischen Toxikologie; Teil 3, Band 13. ecomed Verlagsgesellschaft, München.

Dixon, A. F. G. [1973]: The biology of Aphids. The Institute of Biology's Studies in Biology No. 44. Edward Arnold, London.

Dixon, A. F. G. [1985]: Aphids ecology. Blackman and Son, London.

Douglas King, A. Jr.; Schade, J.E. [1984]: Alternaria toxins and their importance in food, Journal of Food Protection, Vol. 47, No. 11, 886-901.

Dransfield, R. D.[1975]: Ecology of grassland and cereal aphids. Ph. D. thesis, Univers. of Newcastle.

Fengsheng, H., W. Shaoguang, L. Lihui, C. Shuyang, Z. Zuowen, S. Jinxiu [1989]: Archives of Toxicology 63 (1989), S. 54-58.

Forrer, H.R. [1986]: Entwicklungen in der Krankheitsbekämpfung im intensiven Getreidebau. Schweizerische Landwirtschaftliche Forschung 3/4, 25. Jrg.

Freier, B., D. Roßberg [2001]: Simulationsmodelle als Erkenntnismittel in der Agrarökologie. Arbeitsbericht IANUS, TU Darmstadt, Online, Dezember 2005, www.ianus.tu-darmstadt.de/Arbeitsberichte/Berichte2001/bericht_1_2001.pdf

Freier, B. und Th. Wetzel [1980]: Der Verlauf der Progradation der Getreideläuse (*Macrosiphum avenae* (Fabricius)) im Winterweizen und die Möglichkeit der kurzfristigen Befallsvorhersage. Beitr. Ent. 30 (1980), 137-143.

Freier, B. und Th. Wetzel [1984]: Abundanzdynamik von Schadinsekten im Winterweizen. Z. ang. Ent. 98 (1984), 483-494.

Fried, P.M. [1993]: Expertise betreffend Möglichkeiten des Einsatzes biotechnologischer Methoden zur Erhöhung der Resistenz gegen Krankheiten und Schädlinge wichtiger Kulturpflanzen der Schweiz, Schweizerischer Nationalfonds, Schwerpunktprogramm Biotechnologie (Modul 6), BATS, Basel.

Goltermann, S. [1994]: Das Auftreten von Laufkäfern (Col.; Carabidae) auf Winterrapsfeldern und deren Einfluß auf den Massenwechsel von *Meligethes aeneus* F. (Col.; Nitidulidae). Dissertation Universität Rostock.

Gräpel, H. [1980]: Untersuchungen zur wirtschaftlichen Schadschwelle von Getreideblattläusen und zur Wirkung einiger Insektizide auf natürliche Blattlausfeinde. Diss. Justus-Liebig-Universität Gießen.

Gräpel, H. [1982]: Untersuchungen zur wirtschaftlichen Schadschwelle von Getreideblattläusen. Z. Pflanzenkrankheiten Pflanzenschutz 89 (1982), 1-17.

Gindrat, D. [1986]: Analyse Ausgewählter Landwirtschaftlicher Kulturen - Getreide. Schweizerische landwirtschaftliche Forschung 3/4, 25. Jrg.

Häni, F., Popow, G., Reinhard, H., Schwarz, A., Tanner, K. und Vorlet, M. [1992]: Pflanzenschutz im Integrierten Ackerbau. LmZ, Zollikofen.

Hanisch, H.-C. [1980]: Untersuchungen zum Einfluß der N-Düngung und Spritzungen von Natriumsilikat zu Weizen auf die Populationsentwicklung von Getreideblattläusen. Diss. Univ. Gießen.

Hanisch, H.-Ch. [1980]: Untersuchungen zum Einfluß unterschiedlich hoher Stickstoffdüngung zu Weizen auf die Populationsentwicklung von Getreideblattläusen. Z. Pflanzenkrankheiten Pflanzenschutz 87 (1980), 546-556.

Hanisch, H.-Ch. [1981]: Zum Einfluß von Natronwasser auf die Populationsentwicklung von Blattläusen an Weizen mit unterschiedlich hoher Stickstoffdüngung. Z. ang. Ent. 91 (1981), 138-149.

Hansen, H.L. [2003]: Insecticide Resistant Pollen Beetle in Danish Oilseed Rape. Pest Management Science, Vol. 9, No. 9. Publisher: John Wiley and Sons. Online. Dezember 2005. www.ingentaconnect.com/content/jws/ps/2003/00000059/00000009/art00014

Havlíčková, Helena [1987]: Behaviour and reproduction of cereal aphids in relation to changes in the content of water and free amino acids in wheat during the growing season. Journal of Applied Entomology 103 (1987), 142-147.

Heimbach, U. [2005]: „Ausschuss für Resistenzfragen - Insektizide und Akarizide“, Bericht über das erste Treffen im Februar 2005 in der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA) in Braunschweig. Online. Dezember 2005. www.bba.de/psm/resistenz/bericht.htm

Henderson, C.F. and Tilton, W. [1955]: Test with Acaricides against the Brown Wheat Mites. J. econ. Entomol. 48, 157-161.

Hendi, A. and A.S. H. Kansouh [1988]: The effects of two systemic fungicides on the biology of wheat aphids under laboratory conditions. Journal of Applied Entomology 106 (1988), 422-424.

Heyer, W. [1976]: Zur Biologie und Schadwirkung der Getreidehähnchen *Lema (Oulema)* spec. unter den Bedingungen einer industriemäßigen Getreideproduktion, Diss. Universität Halle

Höller, C. [1990]: Overwintering and hymenopterous parasitism in autumn of the cereal aphid *Sitobion avenae* (F.) in northern FR Germany. Journal of Applied Entomology 109 (1990), 21-28.

Hoffmann, G.M. und Schmutterer H. [1983]: Parasitäre Krankheiten und Schädlinge an landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Verlag Eugen Ulmer Stuttgart.

Holz, F., Wetzel, Th. [1989]: Ein Fallstudienkatalog als schlagbezogene Entscheidungshilfe für gezielte Bekämpfung der Getreideblattlaus (*Macrosiphum avenae* (Fabr.)). Nachrichtenblatt Pflanzenschutz DDR 43, 58-60.

Honěk, A. [1987]: Effect of plant quality and microclimate on population growth and maximum abundances of cereal aphids, *Metopolophium dirhodum* (Walker) and *Sitobion avenae* (F.) (Hom., Aphididae). Journal of Applied Entomology 104 (1987), 304-313.

Honěk, A. [1990]: Host plant allocation to and within ears, and abundance of cereal aphids. *Journal of Applied Entomology* 110 (1990), 68-72.

Honěk, A. [1991]: Environment stress, plant quality and abundance of cereal aphids (Hom., Aphididae) on winter wheat. *Journal of Applied Entomology* 112 (1991), 65-70.

Jäger-Mischke, I. und V. Wollny [1988]: Pyrethrum und Pyrethroide - Ein Beitrag zur Naturstoffdiskussion. Öko-Institut Freiburg.

Jahn, B., Merbach, W., Freier, B., Köllner, V. und Wetzels, T. [1987]: Untersuchungen zur Wechselwirkung zwischen Haferlaus (*Rhopalosiphum padi* [L.]) und Weizenpflanze unter Berücksichtigung der ¹⁵N-Verteilung. *Journal of Applied Entomology* 103 (1987), 107-111.

Johnen, A. [2001]: Optimierte Schädlingskontrolle im Frühjahr. Zeitschrift Raps 1/2001, Th. Mann Verlag, Gelsenkirchen.

Hoffmann, G.M. und Schmutterer H. [1983]: Parasitäre Krankheiten und Schädlinge an landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Verlag Eugen Ulmer Stuttgart.

Klencke, I., Ruhnau, M., Stolz, P. [1994]: Pyrethroide, Pestizide in Innenräumen. Verein für Umwelt- und Arbeitsschutz e.V. und Bremer Umwelt-Institut e. V.. Bremen (1994); beziehbar über: Bremer Umwelt Institut e.V., Wielandstr. 25, 28203 Bremen.

Krüger, W [1983]: Raps, Krankheiten und Schädlinge. Broschüre für den Berater und Praktiker. Semundo Saatzucht GmbH.

Laborius, A. [1971]: Untersuchungen zur Abundanz des Kohlschotenrüsslers (*Ceutorhynchus assimilis* Payk.), der Kohlschotenmücke (*Dasyneura brassicae* Winn.) und deren Parasiten an verschiedenen Orten in Schleswig-Holstein. Diss. Agrarwiss. Fak., Christian-Albrechts-Univers. Kiel.

Lauenstein, G. [1992]: Schwellenwerte für die Bekämpfung tierischer Schädlinge in Ackerbaukulturen und auf Grünland. *Die Landw. Zeitschr.* 4.

Leather, S. R. [1993]: Overwintering in six arable aphid pests: a review with particular relevance to pest management. *Journal of Applied Entomology* 116 (1993), 217-233.

Machholz, R. und Lewerenz, H.J. (Hrsg.) [1989]: Lebensmitteltoxikologie. Springer-Verlag, Berlin.

Naumann, K. und Wegler, R. (Hrsg.) [1981]: Chemie der synthetischen Pyrethroid-Insektizide. Springer-Verlag, Wuppertal, Leverkusen 1981.

Nielsen, P. S.; Axelsen, J. [1988a]: Development time and mortality of immature stages of the pollen beetle (*Meligethes aeneus* F.) in spring sown rape (*Brassica napus* L.) in Denmark and its importance for sampling. *Journal of Applied Entomology* 105 (1988), 35-40.

Nielsen, P. S.; Axelsen, J. [1988b]: Spatial distribution of the pollen beetle (*Meligethes aeneus* F.) under natural conditions. *Journal of Applied Entomology* 105 (1988), 198-204.

Nuss, H. und Ulber, B. [2002]: Eiablage und Larvenbefall von *Ceutorhynchus napi* Gyll. und *Ceutorhynchus pallidactylus* (Mrsh.) bei unterschiedlichen Saatstärken von Winterraps. Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtsch., 390, 354 (2002)

Obst, A. und Gehring, K. [2002]: Getreide - Krankheiten - Schädlinge – Unkräuter. Verlag Th. Mann Gelsenkirchen.

Obst, A., Integrierter Pflanzenschutz [1993]: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Freising-Weihenstephan, 5. Auflage.

Ohnesorge, B.; Viereck, A. [1983]: Zur Befallsdichte-Abschätzung bei Getreideblattläusen. Z. Pflanzenkrankheiten Pflanzenschutz 90 (1983), 213-219.

Paul, V.-H. [1992]: Krankheiten und Schädlinge des Rapses. Verlag Th. Mann Gelsenkirchen.

Rajabi, M. [1995]: Untersuchungen über die Getreideblattläuse und ihren Antagonistenkomplex, abhängig von Stickstoffdüngung und Pflanzenschutz, in der Wetterau (Hessen). Dissertation Universität Gießen.

Rossing, W. A. H. [1991]: Simulation of damage in winter wheat caused by the grain aphid *Sitobion avenae*. §. Calculation of damage at various attainable yield levels. Neth. J. Plant. Pathol. 97, 87-103.

Schmid, J.E., Carrel, K., Stamp, P. [2005]: Gentechnisch veränderte krankheits- und schädlingsresistente Nutzpflanzen. Institut für Pflanzenwissenschaften, Eidgen. T.H., Zürich. Online, Dezember 2005, www.infofarm.de/dsd/virtual_expo/pavillon_160/sources_pavillon_160/praxis/www_bats_ch/data/german/k9titel.htm

Schütte, F. [1970]: Nutzung von Schwellenwerten für langfristige Prognosen. Z. Pflanzenkrankheiten Pflanzenschutz 77 (1970), 648-655.

Statistisches Bundesamt Deutschland (Herausgeber) [2005]: Landwirtschaft 2005, Online, www.destatis.de/themen/d/thm_land.php

Statistisches Bundesamt (Herausgeber) [2004]: Landwirtschaft in Zahlen 2003, , Wiesbaden.

Statistisches Landesamt Schleswig-Holstein (Herausgeber) [2005]: Ernteberichterstattung Feldfrüchte und besondere Erntermittlung, Online, www.statistik-sh.de/

Stechmann, D.-H.; Schütte, F. [1976]: Zur Ausbreitung des Rapsglanzkäfers (*Meligethes aeneus* F.; Col., Nitidulidae) vor der Überwinterung. Anzeiger für Schädlingskunde, Pflanzen- und Umweltschutz 49 (1976), 183-188.

Stolz, P. [1993]: Analytik und Vorkommen von Pyrethroiden in Innenräumen - Stabilität von Pyrethroiden in 2-3 Jahre alten Staubproben; Vortrag zur Informationsveranstaltung "Hausstaub-Pyrethroide" im Rahmen des Umweltsurvey am 14.12.1993 im Bundesgesundheitsamt, Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene.

Thiele, H. U. [1960]: Gibt es Beziehungen zwischen der Tierwelt von Hecken und angrenzenden Kulturfeldern?. Z. angew. Entom. 47, 122-127.

Timmermann, Deike [1991]: Überwinterung und Ausbreitung von Laufkäfern (Carabidae) im Agrarökosystem. Inaugural-Dissertation an der Agrarwissenschaftlichen Fakultät der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel. Institutsverlag, Kiel.

Wahmhoff, W, Hedke, K., von Tiedemann, A., Nitzsche, O., Ulber, B. [1999]: Zum Einfluss von Fruchtfolge und Bodenbearbeitung auf die Entwicklung wichtiger Schaderreger des Winterrapses. Z. PflKrankh. PflSchutz 106, 57-73

Whalon, M., Mota-Sanchez, D., Duynslager L. [2003]: Resistant Pest Management. Arthropod Database. Online. Dezember 2005.
www.pesticideresistance.org/DB/case.php?arthropodid=34&formulationid=94

Wetzel, T., Freyer, B., Heyer, W. [1980]: Zur Modellierung von Befall-Schadens-Relationen wichtiger Schadinsekten des Winterweizens. Z. angew. Ent. 89 (1980); 330-344.

Wetzel, Th.; Schütte, F. [1988]: Zur Schadens- und Bekämpfungsschwelle der Geteideblattlaus (*Macrosiphum (Sitobion) avenae* (Fabr.)). Nachrichtenblatt Deut. Pflanzenschutzd. (Braunschweig) 40, 177-179.

Wüsten, H.; Steffen, G.; Berg, E. [1981]: Stand der Entwicklung des Schadschwellenkonzeptes als entscheidungsorientiertes System. Z. Pflanzenkrankheiten Pflanzenschutz 88 (1981), 465-491.

Nachwort

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen bedanken, die zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben.

Herrn Prof. Dr. Basedow danke ich sehr für die Überlassung des Themas, sowie die Betreuung und fachlichen Diskussionen während seiner Besuche in Schleswig-Holstein.

Herrn Prof. Dr. Honermeier danke ich für die Übernahme des Zweit-Gutachtens, sowie seiner kritischen Durchsicht des Manuskriptes.

Herrn Dr. Konradt möchte ich danken, dass es mir ermöglicht wurde diese Arbeit parallel zu meiner beruflichen Tätigkeit durchzuführen. Weiterhin auch für seine Bereitschaft das technische Gerät zur Durchführung der Versuche zur Verfügung zu stellen.

Herrn Dr. Jachmann danke ich für die Hilfe seitens Syngenta, vor allem aber für seine persönliche Unterstützung und Diskussionsbereitschaft beim Zusammenschreiben der Arbeit.

Ganz besonders erwähnen möchte ich meine Hilfskräfte, namentlich Frau Stafflage-Nuphaus Frau Wedemeyer und Herrn Schmidke, die mit ihrer Akribie, ihrem Fleiß und ihrer Ausdauer, der Routine der Bonituren zum Trotz, entscheidend zum Erfolg dieser Arbeit beigetragen haben.

Bei allen meinen Versuchslandwirten möchte ich mich recht herzlich für die Bereitstellung der Versuchsflächen danken, sowie für deren Bereitschaft die Pflegemassnahmen innerhalb der Versuchsflächen zu übernehmen.

Bedanken möchte ich mich auch bei allen Landwirten, die trotz ihrer hoher Arbeitsbelastung, Zeit gefunden haben an der Datenerhebung zum Insektizideinsatz teilzunehmen. Danke auch für den leckeren Kaffee und Kuchen.

Letztendlich möchte ich es auch nicht versäumen meiner Lebensgefährtin Christiane zu danken. Obwohl während des Zusammenschreibens dieser Arbeit das Privatleben oftmals zu kurz kam, wurde sie nicht Müde mich zu unterstützen und zur Fertigstellung dieser Arbeit zu ermutigen.

Lebenslauf

PERSÖNLICHE DATEN

Name: Gerd Kirch
Geburtstag und -ort: 03.05.1972, Kaiserslautern
Familienstand: ledig

AUSBILDUNG

1983-1992 Albert-Schweitzer Gymnasium in Kaiserslautern
1992-1993 Grundwehrdienst
1993-1998 Studium der Agrarwissenschaften mit Schwerpunkt Pflanzenproduktion an der Justus-Liebig Universität Giessen

BERUFLICHE TÄTIGKEITEN

2005 – heute **Syngenta Crop Protection AG, Basel**
Portfolio Manager, Region Europa, Afrika und Mittlerer Osten

2004 - 2005 **Syngenta Crop Protection AG, Basel**
Technischer Manager Ackerbau, Region Europa, Afrika und Mittlerer Osten

2001 - 2004 **Syngenta Agro GmbH, Maintal**
Technischer Manager Fungizide in Getreide, Ölfrüchten, Mais und Leguminosen

1998 - 2000 **Zeneca Agro GmbH, Frankfurt**
Feldversuchstechniker in Schleswig-Holstein

1996 - 1998 **Zeneca Agro GmbH, Frankfurt**
studentische Hilfskraft im Bereich Entwicklung und Registrierung