

**Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt
für Land- und Forstwirtschaft
Berlin-Dahlem**



**100 Jahre Pflanzenschutzforschung
Krankheiten, Schädlinge und Unkräuter in Raps**

100 Years Research in Plant Protection
Diseases, Pests and Weeds in Oilseed Rape

Zusammengestellt von

Dr. Volker Garbe

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft
Institut für Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland
Braunschweig

Heft 340

Berlin 1998

*Herausgegeben
von der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft,
Berlin-Dahlem*

Parey Buchverlag Berlin
Kurfürstendamm 57, D-10707 Berlin

ISSN 0067-5849

ISBN 3-8263-3194-X

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

100 Jahre Pflanzenschutzforschung =

One hundred years research and plant protection

Krankheiten, Schädlinge und Unkräuter in Raps / zsgest. von Volker Garbe. –
Berlin: Parey, [in Komm.], 1998.

(Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forst-
wirtschaft Berlin-Dahlem; H. 340)

ISBN 3-8263-3194-X

© Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrages, der Entnahme von Abbildungen, der Funksendung, der Wiedergabe auf photomechanischem oder ähnlichem Wege und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der Fassung vom 24. Juni 1985 zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

1998 Kommissionsverlag Parey Buchverlag Berlin, Kurfürstendamm 57, 10707 Berlin Printed in Germany by Arno Brynda, Berlin

Inhalt		Seite
Klingauf, F.	Vorwort	5
Garbe, V.	Einleitung	7
Garbe, V.	Pilzkrankheiten im Winterraps: Forschung in der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft	8
Schiemann, J., G. Laucke, K. Graichen, E. Maiss & R. Casper	Das Westliche Rübenvergilbungsvirus beim Winterraps-Nachweis, Epidemiologie, Klonierung sowie Ansätze zur züchterischen und gentechnischen Erzeugung von Virusresistenz	35
Niemann, P.	Zur Sortenfrage bei der Unkrautunterdrückung durch Rapsbestände	62
Büchs, W.	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	86

100 Years Research in Plant Protection
Diseases, Pests and Weeds in Oilseed Rape

Content	Page
Klingauf, F.	Preface 5
Garbe, V.	Introduction 7
Garbe, V.	Fungal diseases in oilseed rape: Research in the Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry. Summary: p. 29 8
Schiemann, J., G. Laucke, K. Graichen, E. Maiss & R. Casper	The beet western yellows virus infecting oilseed rape - detection, epidemiology, cloning, and different approaches to improve the virus resistance by methods of classical breeding and genetic engineering. Summary: p. 58 35
Niemann, P.	Weed suppressing ability of oilseed rape stands modified by cultivars. Summary: p. 83 62
Büchs, W.	Pest organisms and beneficials in oil seed crops - Contributions to biology, epidemiology, biological and chemical control elaborated at the Federal Biological Research Centre in a historical review of the last 100 years. Summary: p. 105 86

Vorwort

Am 28. Januar 1998 begeht die *Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft* (BBA) die einhundertste Wiederkehr ihres Gründungstages. Sie entstand zunächst als *Biologische Abteilung für Land- und Forstwirtschaft* am Kaiserlichen Gesundheitsamt in Berlin. Das vorliegende Heft der „*Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft*“ ist Teil einer Sonderserie von Titeln, die anlässlich des 100jährigen Bestehens der BBA herausgebracht werden.

Dabei wenden die einzelnen Beiträge ihren Blick nicht nur in die Vergangenheit, um die vielfältig geleisteten Aufgaben und Erfolge oder die wechselvolle Geschichte der Biologischen Bundesanstalt aufzuzeigen, vielmehr sollen aus dem Selbstverständnis der BBA-Mitarbeiterinnen und -Mitarbeiter heraus, die sich seit nunmehr 100 Jahren für die Land- und Forstwirtschaft einsetzen, auch Probleme des Pflanzenschutzes der Gegenwart angesprochen und Prognosen für die Zukunft gewagt werden. In gebotener Kürze werden die oft komplexen Zusammenhänge im phytosanitären Geschehen und die Suche nach Lösungsansätzen für eine „gesunde Pflanze“ aus der Sicht einzelner Fachrichtungen behandelt.

Für die Aktivitäten der BBA zum Pflanzenschutz sind – mit zwei Ausnahmen – heute noch die gleichen Zielrichtungen gültig, wie sie in der Gründungsdenkschrift von 1898 niedergelegt wurden. Es waren insbesondere:

1. Erforschung der Lebensbedingungen und Bekämpfung der tierischen und pflanzlichen Schädlinge der Kulturpflanzen;
2. Studium der Nützlinge aus dem Tier- und Pflanzenreich;
3. Studium der für die Landwirtschaft im allgemeinen nützlichen und schädlichen Mikroorganismen;
4. Beschäftigung mit den durch anorganische Einflüsse, z. B. durch Rauch- und Hüttengase, hervorgerufenen Schädigungen der Land- und Forstkulturen;
5. Forschungen auf den Gebieten der Bienenzucht und der Fischzucht;
6. Sammlung, Sichtung und Veröffentlichung statistischen Materials über das Auftreten der wichtigsten Pflanzenkrankheiten im In- und Ausland; Sammlung der internationalen Literatur und Erstellung eines „referierenden Organs“;
7. Veröffentlichung gemeinverständlicher Schriften und Flugblätter betreffend die wichtigsten Pflanzenkrankheiten, Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und praktischer Landwirtschaft mit alljährlich abzuhaltenden Konferenzen;
8. endlich könnten auch die deutschen Schutzgebiete in den Bereich der Tätigkeit eingeschlossen und Sachverständige, welche später an Ort und Stelle weiter zu arbeiten hätten, ausgebildet werden.

Die Punkte 5 und 8 verloren schon früh ihre Gültigkeit. An deren Stelle trat aber um so mehr die Zusammenarbeit der *Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft* mit dem *Deutschen Pflanzenschutzdienst*. Auch Aktivitäten zu tropischen und subtropischen Pflanzenschutzproblemen wurden mit neuen Fragestellungen fortgesetzt.

Die „*Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft*“, die bereits seit dem Jahre 1906 als Veröffentlichungsorgan zur Verfügung stehen, sollen auch nun wieder für die Jubiläumsbeiträge genutzt werden. Sind sie doch ein Spiegelbild der 1898 gegründeten Forschungsanstalt. Bereits zum 75jährigen Bestehen der BBA erschien in dieser Reihe eine kurze Chronik ihrer Geschichte. Für die Wahl der „*Mitteilungen*“ zur Veröffentlichung der BBA-Jubiläumsbeiträge gibt bereits ein Vorwort zum Heft 1 vom Mai 1906 eine zukunftssträchtige Deutung. Dort heißt es:

„ ... (Die Mitteilungen) werden in zwanglosen, fortlaufend nummerierten Heften erscheinen, die einzeln zu einem billigen Preise käuflich sind, und werden in allgemeinverständlicher Form über die Ergebnisse aller von der Anstalt durchgeführten Untersuchungen, gelegentlich aber auch über besonders wichtig erscheinende, dort noch nicht bearbeitete Fragen berichten.“

In dem zitierten Sinne sollen die vorliegenden Jubiläumsbeiträge in den „*Mitteilungen*“ helfen, bestehende Informationslücken zu schließen. Als Präsident der BBA wünsche ich hierzu viel Erfolg.

Braunschweig, den 28. Januar 1998

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'F. Klingauf', with a horizontal line extending from the end of the signature.

Prof. Dr. F. Klingauf

Einleitung

Brassicaceen werden weltweit als Ölpflanzen genutzt. Raps ist hierbei eine der wichtigsten Pflanzen in den gemäßigten Klimaten. Er wird bereits seit dem 16. Jahrhundert als Kulturpflanze angebaut; das Öl diente damals überwiegend zum Betreiben von Öllampen. Bis zum Anfang der siebziger Jahre dieses Jahrhunderts wurde Rapsöl ausschließlich für technische Zwecke verwendet, beispielsweise zur Herstellung von Seifen oder Schmierstoffen.

Die Züchtung von Rapsorten mit geringen Gehalten an Erucasäure und Glucosinolaten in den siebziger und achtziger Jahren ermöglichte es, Rapsöle auch als Nahrungs- und Futtermittel einzusetzen. Diese vielfältigen Nutzungsmöglichkeiten führten dazu, daß der Rapsanbau drastisch ausgedehnt wurde. Während noch 1956 in den alten Bundesländern der Bundesrepublik Deutschland lediglich 18.000 ha angebaut wurden, waren es 1989 bereits 420.000 ha und im Jahr 1996 betrug die Anbaufläche in der gesamten, wiedervereinigten Bundesrepublik ca. 890.000 ha.

Schadorganismen beeinträchtigen eine ökonomische Rapsproduktion. Daher hat sich die Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft seit ihrer Gründung mit Problemen des Pflanzenschutzes im Rapsanbau beschäftigt und diese Arbeiten mit zunehmender Bedeutung des Rapses intensiviert. Durch Bearbeitung von Fragen zur Biologie, zum integrierten Pflanzenschutz, zur Resistenz und zu Umwelteffekten von Pflanzenschutzstrategien hat sie einen entscheidenden Beitrag für eine wirtschaftliche und umweltgerechte Rapsproduktion geleistet. Das vorliegende Heft beinhaltet einen Überblick über Schwerpunkte der Arbeit und gibt damit einen Abriss über die Geschichte des Pflanzenschutzes in Deutschland.

Volker Garbe

Pilzkrankheiten im Winterraps: Forschung in der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft

Volker Garbe

Einleitung

Ende der sechziger Jahre wurde mit einer zunehmenden Bedeutung des Rapsanbaus in der Bundesrepublik Deutschland die Aufmerksamkeit auf Pilzkrankheiten gelenkt, die in hohem Maße Ertragsausfälle verursachten und die Wirtschaftlichkeit gefährdeten. Heute sind nach einer starken Zunahme des Flächenumfangs und einer gestiegenen Intensivierung der Produktion eine Vielzahl von Krankheiten von Bedeutung, wie die Weißstengeligkeit (*Sclerotinia sclerotiorum* [Lib.] de Bary), die Wurzelhals- und Stengelfäule (*Leptosphaeria maculans* [Desm.] Ces. et de Not.) Anamorphe: *Phoma lingam* [Tode ex Fr.] Desm.), die Weißfleckigkeit (*Cylindrosporium concentricum* Grev.), die Rapswelke (*Verticillium dahliae* Kleb.), die Rapsschwärze (*Alternaria brassicae* Berk.), die Grauschimmelfäule (*Botrytis cinerea* Pers.) und die Kohlhernie (*Plasmodiophara brassicae* Woron.). Zu Beginn der Intensivierung der Forschung auf dem Gebiet der Rapskrankheiten in der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft waren es vor allem die Weißstengeligkeit, die Wurzelhals- und Stengelfäule und die Rapswelke, die eingehend bearbeitet wurden. Die drei Schaderreger bzw. Schaderregerkomplexe verursachten mit der Intensivierung des Rapsanbaus zunehmend Probleme und bedurften daher einer dringenden Bearbeitung. Noch heute haben die drei Krankheiten eine erhebliche Bedeutung für die Wirtschaftlichkeit. Allerdings können gegen die Weißstengeligkeit und die Wurzelhals- und Stengelfäule Gegenmaßnahmen ergriffen werden, die zu einer deutlichen Verminderung von Ertragsausfällen führen und auch unter starken Befallsbedingungen eine wirtschaftliche Rapsproduktion ermöglichen. Hierzu haben die Forschungen der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft in erheblichem Maße beigetragen.

Beginn der Arbeiten mit Pilzkrankheiten am Raps

Mit der Einstellung von Wilhelm Krüger am Institut für Getreide-, Ölfrucht- und Futterpflanzenkrankheiten in Kiel-Kitzeberg im Jahr 1968 wurde intensiv mit der Bearbeitung von Krankheiten am Raps begonnen. Krüger übernahm diesen Aufgabenbereich neben dem der Maiskrankheiten. Über Pilzkrankheiten am Mais hatte er zuvor intensiv gearbeitet, unter anderem während einer langjährigen Beschäftigung in Südafrika.

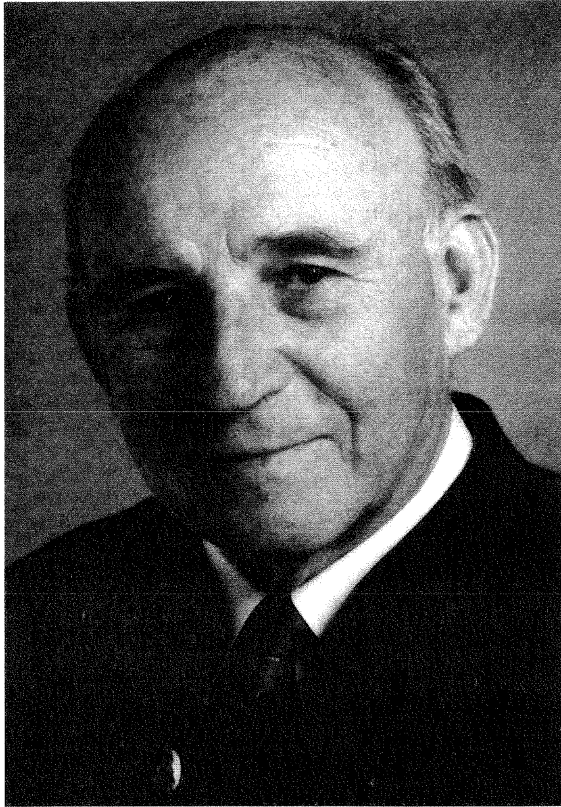


Abb. 1: Wilhelm Krüger

Zum damaligen Zeitpunkt traten insbesondere in den traditionellen Rapsanbaugebieten in Schleswig-Holstein und im nördlichen Niedersachsen die Weißstengeligkeit und die Wurzelhals- und Stengelfäule auf, es gab kaum Bekämpfungsmöglichkeiten, und beide Krankheiten verursachten hohe Ertragsausfälle. Unter starken Befallsbedingungen war

deshalb häufig kein wirtschaftlicher Rapsanbau mehr möglich. Über die Biologie der Schaderreger beider Krankheiten am Raps war zum damaligen Zeitpunkt wenig bekannt, so daß sich ein weites Forschungsgebiet aufatet.

Die Weißstengeligkeit (Erreger: *Sclerotinia sclerotiorum*)

Untersuchungen zur Biologie der Krankheit

Bis zur Mitte der achtziger Jahre wurde diese Krankheit noch mit dem Begriff "Rapskrebs" belegt. Schätzungen, die auf Einzelpflanzenverlusten basierten, belegten, daß bei einem Ertragsniveau von 30 dt/ha und 10% befallenen Pflanzen ein Ertragsverlust von 1,4 dt/ha zu befürchten war, bei 50 % befallenen Pflanzen konnte sich der Verlust auf 6,9 dt/ha steigern (KRÜGER & STOLTENBERG 1983). Obwohl heute unter starken Befallsbedingungen durchaus höhere Ertragsausfälle beobachtet werden, besitzen diese Relationen immer noch ihre Gültigkeit.

Zu Beginn der Forschungen über diesen Schaderreger standen Arbeiten über die Biologie, den Entwicklungszyklus und das Auftreten des Pilzes im Vordergrund (KRÜGER 1975a, 1975b, 1975c, 1976a, 1980a). Es konnte belegt werden, daß der Pilz durch Sklerotien länger als bis dahin angenommen im Boden überdauert. Drei Jahre waren in der Literatur beschrieben (PARTYKA & MAI 1962; WILLIAMS & WESTERN 1965). Nachgewiesen werden konnte, daß der Pilz sechs Jahre und länger im Boden ohne Wirtspflanzen überdauern kann. Festgestellt wurde weiterhin, daß während des Mähdrusches ein Teil der Sklerotien, die sich im Stengel und in den Schoten befallener Pflanzen entwickeln, auf die Erde gelangen. Durch die anschließende Bodenbearbeitung werden diese Sklerotien in tiefere Bodenschichten verfrachtet, weitere Bearbeitungsgänge bringen sie wiederum in oberflächennahe und damit günstige Keimpositionen. Unter entsprechenden Witterungsbedingungen keimen sie dort.

Krüger stellte in Labor- und Freilandversuchen fest, daß Durchschnittstemperaturen von 6-10 °C in der oberen Bodenschicht in den Monaten März bis April eine schnelle Fruchtschüssel-Entwicklung (Apothecium) ermöglichen. Ist es in diesen Monaten kälter, kann es zu einer Verzögerung der Fruchtkörperbildung von drei bis sechs Wochen kommen.

Günstigste Bedingungen für die Fruchtkörperbildung sind Temperaturen um 8°C und feuchte Bodenbedingungen.

Obwohl auch Myzelinfektionen über den Boden möglich sind, erfolgt der Befall der Pflanzen überwiegend durch Sporen des Pilzes, die aus den Apothecien ausgeschleudert werden. Ein feuchter Bestand und abfallende Blütenblätter fördern die Infektion bzw. sind für deren erfolgreichen Verlauf unabdingbar.

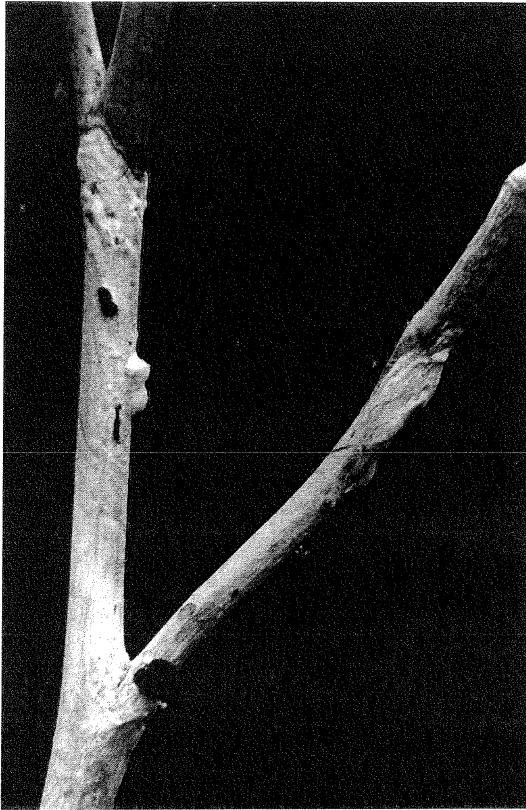


Abb. 2: Symptom der Weißstengeligkeit

Kontrollmöglichkeiten

Nachdem die ersten Ergebnisse zur Biologie der Krankheit vorlagen, wurden die Untersuchungen auf eine mögliche Bekämpfung der Krankheit ausgerichtet. Krüger erkannte, daß pflanzenbauliche Maßnahmen nicht ausreichten, um den Befall des Pilzes genügend

einzuschränken. Seine Arbeiten hatten gezeigt, daß auch durch eine längere Anbaupause des Rapses die Krankheit nicht entsprechend zurückgedrängt werden konnte. Phytosanitäre Maßnahmen, wie eine vollständige Beseitigung von Wirtsunkräutern in der Fruchtfolge, brachten ebenfalls nicht den gewünschten Effekt, und eine Variation der Pflanzendichte des Winterrapses erwies sich ebenfalls als wenig effektiv (KRÜGER 1980a).

Die Untersuchungen wurden daher auf drei Kontrollmöglichkeiten der Pilzkrankheit konzentriert. Zuerst wurde die Verminderung der Krankheit durch die Resistenz der Sorten überprüft. Weiterhin wurde untersucht, ob Möglichkeiten der Bekämpfung der Sklerotien oder der Verhinderung der Keimung bestehen, und zuletzt wurde überprüft, ob eine Verhinderung der Infektion durch die ausgeschleuderten Ascosporen aus den Apothecien möglich ist.

S. sclerotiorum ist ein polyphager Pilz. Dies war ein Grund, weshalb vermutet werden konnte, daß eine Resistenz schwer aufzubauen ist. Die ersten Untersuchungen mit den damaligen 0-Sorten (erucasäurefreie Sorten) zeigten allerdings, daß im Sortenspektrum Anfälligkeitsunterschiede vorhanden sind. So wurden die Sorten DORAL, LIBRADOR und LIRAMA weniger, QUINTA, ELVIRA und GARANT dagegen stärker befallen (KRÜGER & STOLTENBERG 1983). Es wurde die Hoffnung gehegt, daß diese Anfälligkeitsunterschiede verbessert werden könnten und damit der erste Schritt zu resistenten Sorten getan war.

Diese Hoffnung konnte allerdings bis zum heutigen Tag nicht bestätigt werden. Auch nachdem eine Vielzahl neuer Sorten für den Anbau in der Bundesrepublik zugelassen worden war, konnte bisher keine Resistenz festgestellt werden. Bestätigt hat sich allerdings, daß geringe Anfälligkeitsunterschiede zwischen den Sorten vorhanden sind, die sich auch über Jahre reproduzieren lassen. Diese Anfälligkeitsunterschiede haben das Bundessortenamt dazu veranlaßt (BUNDESSORTENAMT 1996), eine unterschiedliche Einstufung in der Anfälligkeit gegenüber der Weißstengeligkeit vorzunehmen. Nach dem bisherigen Stand der Kenntnis ist davon auszugehen, daß dieses Phänomen auf einem „Escape-Effekt“ beruht. Dieser Effekt reicht allerdings nicht aus, um unter Befallsbedingungen Ertragsausfälle in ausreichendem Maße zu verhindern. Es ist weiterhin unklar, wie das Ertragsverhalten der anfälligeren und weniger anfälligen Sorten unter Befallsbedingungen einzustufen ist.

Die Kontrolle der Krankheit über eine Bekämpfung der Sklerotien oder eine Beeinflussung der Sklerotienkeimung bzw. Apothecienentwicklung erwies sich als ein erfolgreicherer Weg. Untersucht wurde, welchen Einfluß die Bodenfeuchtigkeit, die Bodenart, der pH-Wert und Herbizide auf die Apothecienentwicklung hatten.

Hierbei wurde ermittelt, daß keine Apothecienbildung stattfand, wenn der Boden nur 25-30% der maximalen Wasserkapazität enthielt. Zwischen den Bodenarten ließ sich nur ein geringer Unterschied in der Bildung der Fruchtkörper feststellen, auf Marschböden wurde tendenziell eine stärkere Bildung beobachtet. Ein Einfluß der damals zugelassenen Herbizide auf die Bildung der Apothecien konnte nicht ermittelt werden, dagegen war eine deutliche Verminderung der Fruchtkörperbildung festzustellen, wenn Kalkstickstoff auf den Boden appliziert wurde. Es wurde ermittelt, daß durch die Anwendung von 6 dt/ha Kalkstickstoff (120 kg N/ha) die Bildung um 100% reduziert werden konnte (KRÜGER 1973). Dagegen zeigten Fungizide, die zum damaligen Zeitpunkt zur Verfügung standen (Quintozen, Fentin-acetat und Benomyl) einen sehr viel geringeren oder keinen Wirkungsgrad auf die Fruchtkörperbildung.

Diese Ergebnisse veranlaßten Krüger damals, für die Bekämpfung der Krankheit Applikationen von Kalkstickstoff zu empfehlen. Diese Maßnahme konnte sich allerdings allein wegen der hohen Kosten des Spezialdüngers nicht durchsetzen und wird heute in der landwirtschaftlichen Praxis nicht mehr verwendet. Auch die Bodenapplikation von Fungiziden ist heute allein aus ökologischen Gründen eine Maßnahme, die sich für eine Anwendung in der landwirtschaftlichen Praxis kaum durchsetzen ließe.

Die Bekämpfung der Sklerotien, die damals von den Mitarbeitern der Biologischen Bundesanstalt als Kontrollmöglichkeit untersucht wurde, wird allerdings gerade in jüngster Zeit wieder aufgegriffen. Es wird versucht, die Dauerkörper mit Hilfe von mikrobiellen Antagonisten zu erreichen. Das ist eine Forschungsrichtung, die derzeit Wissenschaftler in der Bundesrepublik und in den Vereinigten Staaten, vorrangig mit dem Bodenpilz *Coniothyrium minitans* als Antagonist intensiv verfolgen (LÜTH 1996).

Der dritte Weg zur Bekämpfung der Krankheit erwies sich als der bisher erfolgreichste: die Bekämpfung der Infektion durch die aus den Apothecien ausgeschleuderten Ascosporen. Der Ansatzpunkt ist, die Infektion des Rapses durch die Sporen zu verhindern. ZEINER (1982) hatte im Rahmen einer Diplomarbeit ermittelt, daß der maximale Sporenflug zum Zeitpunkt der Blüte stattfindet. Somit war zu erwarten, daß sich hieraus der

maximale Bekämpfungserfolg ergab. Diese Annahme erwies sich als richtig und Applikationsversuche mit dem Wirkstoff Vinchlozolin bestätigten dies. Die stärkste Befallsverminderung wurde erreicht, wenn diese Spritzung zur Vollblüte durchgeführt wurde.

Auch die Ertragssteigerungen, die mit den Fungizidanwendungen erreicht wurden, korrespondierten mit diesen Ergebnissen. Die höchsten Ertragszuwächse und Steigerungen des Tausendkorngewichtes wurden durch eine Fungizidbehandlung zum Zeitpunkt der Vollblüte erzielt. Diese Ergebnisse, die in Zusammenarbeit mit dem amtlichen Dienst des Landes Schleswig-Holstein durchgeführt wurden, führten dazu, daß der landwirtschaftlichen Praxis eine wichtige Bekämpfungsmöglichkeit zur Verfügung gestellt werden konnte.

Ansätze einer integrierten Bekämpfung

Den Wissenschaftlern bereitete allerdings eine Sorge: die Wirtschaftlichkeit der Blütenbehandlung. Der damalige Stand der Applikationstechnik führte dazu, daß bei einer Blütenbehandlung Ertragsausfälle durch Fahrspuren entstanden, die je nach Höhe des Bestandes im Mittel mit 1,2 dt/ha angenommen wurden. Zuzüglich der Mittel- und Applikationskosten ergab sich damit ein notwendiger Mehrertrag von 2,6 dt/ha, der durch eine Spritzung mindestens eingebracht werden mußte. Bei einem durchschnittlichen Ertragsniveau von 30 dt/ha und den damaligen Produktpreisen war dies ein notwendiger relativer Mehrertrag in Höhe von mehr als 8%.

Eine Vielzahl von Versuchen, die damals in Schleswig-Holstein durchgeführt wurden, ergab, daß unter der Voraussetzung des angeführten notwendigen Mehrertrages in Höhe von 8% ca. 30% der Blütenbehandlungen unwirtschaftlich waren (KRÜGER & STOLTENBERG 1983). Dieses Ergebnis und die Problematik der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln zum Zeitpunkt der Blüte veranlaßte die Wissenschaftler, nach Möglichkeiten einer Prognose bei der Weißstengeligkeit zu suchen.

Ein von KRÜGER (1987) in die Überlegungen einbezogener Lösungsansatz war, Bodenauswaschungen vorzunehmen und anhand der im Boden vorhandenen Sklerotien die Infektionsgefahr für den Rapsbestand abzuschätzen. Dieser Ansatz erwies sich allerdings als wenig praktikabel, zu gering war die Wiederfindungsrate von Sklerotien. Außerdem stellte Krüger fest, daß weniger die Anzahl der von den Apothecien in die Luft geschleu-

derten Sporen für die Stärke der Infektion von Bedeutung war, sondern eher Witterungsbedingungen zum Zeitpunkt der Infektion. Wechselndes Wetter, feuchte Tage mit anschließenden kurzen Sonnenscheinperioden, ein feuchter Pflanzenbestand und das Vorhandensein von Blütenblättern in den Blattgabeln fördern die Infektion. Eine weitere Voraussetzung ist natürlich das Vorliegen von Ascosporen, die aus den Apothecien freigesetzt werden. Die Entwicklung der Apothecien ist von der Temperatur und der Feuchtigkeit der vorhergehenden Monate abhängig.

Bis heute gibt es nur Ansätze für eine Vorhersage des Auftretens der Weißstengeligkeit (KRÜGER 1990). Eine Prognose, die Einführung in die Praxis fand, wurde bisher nicht entwickelt. Zu stark und differenziert scheint der Einfluß des Mikroklimas im Bestand zu sein, um eine genaue Prognose für ganze Schläge geben zu können. Bisherige Ansätze verfolgten daher das Ziel, unter der Einbeziehung der von Krüger erarbeiteten Daten, Einschätzungen für eine regionale Empfehlung zu geben (FRIESLAND, persönliche Mitteilung) oder anhand von Gefährdungsfaktoren des Bestandes, Schlages bzw. der Region und dem Aufwuchs von Apothecien zumindest die Situationen auszuschließen, unter denen es unwahrscheinlich ist, daß ein Befall eintreten kann (AHLERS 1986).

Die Wurzelhals- und Stengelfäule (Erreger: *Leptosphaeria maculans*, Anamorphe *Phoma lingam*)

Arbeiten zur Biologie

Seit dem Jahr 1974 wurde ein verstärktes Auftreten der Wurzelhals- und Stengelfäule (Erreger: *L. maculans*, Anamorphe *P. lingam*) in der gesamten Bundesrepublik Deutschland festgestellt (KRÜGER 1989b). Als Gründe für diese Zunahme wurde damals angenommen, daß die Resistenzeigenschaften bei der Einführung erucasäurearmer Sorten verschlechtert wurden, und daß durch ein starkes Auftreten des Rapserrfloh (*Psylliodes chrysocephala* [L.]) in den Jahren 1974-76 eine Förderung der Krankheit eingetreten war. Eine Erhebung in den Jahren 1977 und 1978 ergab, daß die Befallsgrade im März/April zwischen 1,9 und 2,3 lagen und im Juni zwischen 3,5 und 4,2 bei einer Skala von 1 bis 9.

Einige biologische Parameter des Pilzes waren bekannt (ALABOUVETTE & BRUNIN 1970; BRUNIN & LACOSTE 1970; BRUNIN 1972), die Kenntnisse zur Biologie des Pilzes wurden durch die Arbeiten in der Biologischen Bundesanstalt vervollständigt bzw. bestätigt (KRÜGER 1978, 1979; KRÜGER & WITTERN 1985).



Abb. 3: Symptome der Wurzelhals- und Stengelfäule

Im Herbst, weniger im Frühjahr, werden, in Abhängigkeit von der Witterung, auf alten Rapsstengeln Pseudothecien gebildet, die beim Vorliegen entsprechender Feuchtebedingungen Ascosporen ausschleudern. Dadurch kommt es bereits im September und Oktober zu ersten Befallsstellen auf den Blättern. Trockenheit führt zu einer verzögerten Pseudothecienbildung bzw. unterbindet diese vollständig. Die geschlechtlich gebildeten Ascosporen werden über weite Strecken mit dem Wind verbreitet. Die ungeschlechtlich

gebildeten Pykno­sporen dagegen, die in Pyknidien des Pilzes gebildet werden, können über kurze Distanzen mit Wasser, wie z. B. Regenspritzern, weiterverbreitet werden.

Infektionen, ausgehend von Pykno­sporen, finden überwiegend im Frühjahr statt, können aber auch im Herbst, z. B. ausgehend von Stoppelresten erfolgen. Im Herbst werden im allgemeinen weniger Wurzelhals-Infektionen festgestellt. Nach dem Eindringen in die Pflanze wächst der Pilz zunächst einige Zeit über die Blätter in den Blattstiel in den Wurzelhals und verursacht dort erst nach einiger Zeit entsprechende Nekrosen. Ebenfalls möglich sind direkte Infektionen des Wurzelhalses oder Infektionen über die Wurzeln (GARBE, unveröffentlicht). Während im Herbst die Krankheitssymptome überwiegend am Blattapparat beobachtet werden können, ist im Frühjahr und Sommer des folgenden Jahres der Befall im stärksten Maße am Stengel oder am Wurzelhals vorhanden. Die Überdauerung des Pilzes, anhaftend an Stoppelresten, ist über mehrere Jahre im Boden möglich.

Ertragsrelevanz

Die Ertragsausfälle, die durch die Wurzelhals- und Stengelfäule verursacht wurden, waren Mitte der siebziger Jahre schwer zu ermitteln, da kein ausreichender Überblick über die Befallssituation, aber auch über die Schadwirkung des Pilzes vorlag. Es wurde vermutet, daß ein Einfluß auf den Ertrag durch eine stärkere Auswinterung bei Befall erfolgen könnte. Versuchsergebnisse zu diesem Ertragseinflußfaktor liegen bis zum heutigen Zeitpunkt nicht vor. Jedoch wurde er bereits zu Beginn der achtziger Jahre zu Recht als gering angesehen, da der Raps im Frühjahr ein starkes Kompensationsvermögen besitzt. Ertragsausfälle werden dagegen in stärkerem Maße verursacht, wenn „... *leicht befallene Pflanzen weiterwachsen, erst später am Wurzelhals verfaulen und vorzeitig reifen. Die Anzahl der von solchen Pflanzen gebildeten Samen ist sehr klein, ...*“ (KRÜGER 1980b). Ermittelt wurde, daß bei stark befallenen Einzelpflanzen ein Ertragsverlust von bis zu 77% eintreten kann. Bei einem mittleren Befall liegt dieser Verlust bei ca. 30%. Diese damals ermittelten Relationen besitzen auch heute noch ihre Gültigkeit.

Mitte der siebziger Jahre zeigten die Befallsergebnisse vieler Versuche, daß bei einer Einordnung von 1 bis 9 ein mittlerer Befall zwischen 4 und 5 vorliegt. Damit konnte geschätzt werden, daß der Ertragsverlust durch diese Krankheit zwischen 10 und 20% lie-

gen dürfte. Auch heute ist davon auszugehen, daß die Krankheit eine ähnliche Bedeutung besitzt.

Kontrollmaßnahmen zur Verminderung der Ertragsausfälle waren somit erforderlich. Pflanzenbauliche Maßnahmen wie die Einhaltung einer entsprechenden Fruchtfolge, die Beseitigung von Ernterückständen durch Bodenbearbeitung, die Bekämpfung von Wirts-Unkräutern in der Fruchtfolge können eine Verringerung des Befalls bewirken, führen aber bei einem stärkeren epidemischen Auftreten kaum dazu, den Befall wirksam zu reduzieren.

Sortenanfälligkeit

Erfolgversprechender dagegen schien es, die Resistenz oder geringere Anfälligkeit der Sorten einzusetzen. Zur objektiven Beurteilung dieser Eigenschaft war es dringend erforderlich, ein standardisiertes Boniturschema zur Hand zu haben, das auf einer Befalls-Verlust-Relation basiert. Einzelversuche aus den Jahren 1977-79 dienten hierfür als Grundlage. Es wurde ein Schema entwickelt, das noch heute mit geringen Abweichungen seine Gültigkeit besitzt und nicht nur in Deutschland Grundlage für die Bonitur dieser Krankheit ist (KRÜGER 1980b).

Die schwierige Situation nach der Einführung der erucasäurefreien Sorten, starke Ertragsausfälle und damit unter starken Befallsbedingungen eine Gefährdung der Wirtschaftlichkeit des Rapsanbaus, veranlaßte die Pflanzenzüchter Mitte der siebziger Jahre die Resistenzzüchtung massiv zu intensivieren. Während erucasäurefreie Sorten, die bis 1980 zugelassen wurden, einen Anfälligkeitsgrad gegenüber der Wurzelhals- und Stengelfäule zwischen 4 und 6 aufwiesen, wurden später geringer anfällige Sorten zugelassen. Beispielhaft war insbesondere JET NEUF, eine Sorte, die 1981 zugelassen wurde und erheblich bessere Resistenzeigenschaften als der Rest des Sortimentes aufwies.

Eine ähnliche Situation ergab sich ca. 10 Jahre später bei der Einführung der 00-Sorten (erucasäurefreie und glucosinolatarme Sorten). Auch hier wiesen die ersten Generationen der Sorten eine erheblich stärkere Anfälligkeit als die beste Sorte im 0-Sortiment auf. Große Anstrengungen wurden unternommen, die Resistenz zu verbessern, allerdings konnte erst Anfang bis Mitte der neunziger Jahre mit neuen Sorten wieder eine ähnlich

gute Resistenz auf einem hohen Ertragsniveau erreicht werden wie vor der Einführung der 00-Sorten.

Die Resistenzprüfung wurde von den Mitarbeitern der Biologischen Bundesanstalt methodisch intensiv begleitet, ständig überprüft und verfeinert (KRÜGER 1983). So untersuchten WITTERN (1984) und WITTERN et al. (1985) Kriterien zur optimalen Beurteilung der Krankheitsanfälligkeit. Hierbei wurden berücksichtigt die Anzahl der Pflanzen pro Parzelle, der Termin der Bonitur, die Anzahl der Wiederholungen sowie der Pflanzenteil, der für eine Symptombewertung geeignet war. Sie stellten fest, daß 30 Pflanzen pro Parzelle bei drei- bis vierfacher Wiederholung für eine Beurteilung ausreichend waren. Als günstigster Termin für die Krankheitsbewertung erwies sich eine Bonitur im Juli, im Stadium EC 79-85 am Wurzelhals unter Einbeziehung des Stengelbefalls. Diese Ergebnisse waren Grundlage für die spätere Durchführung bei der Resistenzprüfung.

Anfang der neunziger Jahre wurde eine stadienorientierte Bewertung der Sorten eingeführt. Dies erwies sich als notwendig, weil sich gezeigt hatte, daß eine terminorientierte Bewertung den größten Teil der früher abreifenden Sorten benachteiligte und somit zu einer Verzerrung der objektiven Einstufung führte. Weiterhin wurde an einigen ausgewählten Standorten durch das Auslegen von infizierten Rapsstopplern eine Anhebung des Infektionsniveaus vorgenommen; hierdurch konnten die Sorten unter schärferen Bedingungen getestet werden.

Die Biologische Bundesanstalt beteiligte sich auch aktiv an der Resistenzprüfung, mehrere Wertprüfungen wurden und werden jährlich von den Mitarbeitern intensiv auf einen Krankheitsbefall untersucht, weiterhin wirkt die BBA unterstützend im Auftrage des Bundessortenamtes bei der Bewertung der Krankheitsresistenz auf deren Prüfstellen mit.

Biochemische Methoden zur Resistenzprüfung

Die oben beschriebene Resistenzprüfung in Feldversuchen hat den Vorteil, daß die Sorten unter natürlichen Bedingungen geprüft werden. Nachteilig allerdings ist die arbeitsaufwendige Prüfung, ein sehr langer Zeitraum von annähernd neun Monaten vergeht, bis die Resistenz ermittelt werden kann. Weiterhin sind Freilandprüfungen schwieriger zu standardisieren als Gewächshausprüfungen.

Anfang der neunziger Jahre wurde daher überlegt, Verfahren zu entwickeln, die es ermöglichen, unter standardisierten Bedingungen im Gewächshaus oder in Klimakammern möglichst innerhalb eines kurzen Zeitraumes die Resistenz von Sorten oder Zuchtstämmen zu beurteilen. Zur Früherkennung des Krankheitsbefalls boten sich neuere biochemische Methoden wie enzymatische Nachweisverfahren, ELISA-Tests oder die PCR-Technik an.

Anfänglich wurden Versuche durchgeführt mit dem Ziel, den Befall von *P. lingam* durch einen Nachweis von Enzymen, pilzeigenen oder durch die Pflanzen als Reaktion auf den Pilzbefall gebildeten Enzymen zu erreichen. Dieser Weg erwies sich sehr bald bei *P. lingam* als wenig aussichtsreich.

Erfolgreicher dagegen war der frühe Nachweis des Pilzes in der Pflanze mit Hilfe serologischer Verfahren. LOHMANN 1993 und LOHMANN et al. (1994) entwickelten polyklonale Antiseren, die zum frühen Nachweis des Pilzes in der Pflanze geeignet waren (NIEPOLD & GARBE 1995). KNAPOVA et al. (1996) und KNIPFELBERG & GARBE (1997) entwickelten auf der Basis dieser und neuerer polyklonaler Antiseren Standardtestverfahren zur Frühbeurteilung des Befalls mit der Wurzelhals- und Stengelfäule. Hierbei wurden verschiedene Inokulationstechniken zur Hilfe genommen, insbesondere Wurzeltauchinokulationen und Blattinokulationen erwiesen sich als geeignet, um einen schnellen und einheitlichen Pilzbefall zu erzielen. 40 bis 60 Tage nach der Inokulation konnte mit Hilfe der spezifischen polyklonalen Antiseren ein Nachweis des Pilzes in der Pflanze erfolgen, der Rückschlüsse auf die Anfälligkeit der Pflanzen bzw. Sorten oder Stämme gab. Die Anwendung dieser neuen Verfahren bringt vor allem bei der Pflanzenzüchtung, aber auch bei der Resistenzbeurteilung durch das Bundessortenamt Vorteile. NIEPOLD & GARBE (1997) untersuchten weiterhin die PCR-Technik zum Nachweis von *P. lingam* in der Pflanze. Hierbei werden die Einsatzmöglichkeiten der aufwendigen Technik weniger für eine Frühdiagnose des Krankheitserregers gesehen, das Verfahren eignet sich in besonderem Maße zur Differenzierung unterschiedlicher Isolate von *P. lingam*. Während sich mit polyklonalen Antiseren keine Trennung zwischen aggressiven und nicht aggressiven Isolaten erreichen ließ, war dies mit Hilfe der PCR-Technik möglich.

Untersuchungen zur Bekämpfung mit chemischen Maßnahmen

Anfang der achtziger Jahre hatte KRÜGER (1982) ermittelt, daß durch pflanzenbauliche Maßnahmen wie z. B. der Wahl einer geeigneten Bestandesdichte, Aussaatzeit und Düngung kaum Einflußmöglichkeiten auf die Krankheit gegeben waren. Auch die Bekämpfung von Unkräutern und Nematoden hatte keinen Effekt auf das Krankheitsauftreten. Eine Verminderung der Wurzelhals- und Stengelfäule wurde dagegen durch eine mehrmalige Insektizidapplikation erreicht. KRÜGER führte dies auf eine Verminderung des Befalls mit dem Rapserrdfloh (*Psylliodes chrysocephala*) zurück. Auch heute mit einem veränderten Sortenspektrum und 00-Sorten besitzen diese Ergebnisse weitestgehend ihre Gültigkeit (GARBE 1994a, 1994b, 1994c). Allerdings hat sich gezeigt, daß der Effekt der Insektizidspritzungen weniger auf einen Rückgang des Befalls mit dem Rapserrdfloh, sondern eher auf die Reduktion des Befalls mit dem Gefleckten Kohltriefbrübler (*Ceutorhynchus quadridens* [Panz.]) bzw. mit dem Großen Rapsstengelrübler (*C. napi* Gyll.) zurückzuführen ist (GARBE et al. 1994; GARBE 1995 a; GARBE et al. 1996). Wegen der Bedeutung der Krankheit stand bereits zu Beginn der Arbeiten die direkte Kontrolle im Vordergrund der Untersuchungen. Die Wissenschaftler der Biologischen Bundesanstalt beurteilten bei Beginn der Untersuchungen zur Bekämpfung der Krankheit die Erfolgsaussichten als kritisch. Insbesondere die lange Infektionsphase des Pilzes, aber auch die begrenzte Wirkung der zum damaligen Zeitpunkt vorhandenen Fungizide veranlaßte sie zu dieser Einschätzung. KRÜGER (1982) sah damals verschiedene relevante Infektionswege, Möglichkeiten einer chemischen Behandlung waren seiner Ansicht nach gegeben gegen:

- (1) die Saatgutübertragung,
- (2) Befall im Keimlingsstadium durch Sporen und Myzel am Korn oder im Boden,
- (3) Blattinfektionen im Herbst durch Asco- und Pykno­sporen,
- (4) Infektionen im Frühjahr, die nach den damaligen Erkenntnissen zum Hauptschaden führten,
- (5) einen späten Befall zum Zeitpunkt der Blüte, der allerdings als weniger bedeutend eingeschätzt wurde.

Diese Überlegungen, die noch heute ihre Gültigkeit besitzen, wurden systematisch überprüft. Es zeigte sich bald, daß die Verhinderung der Saatgutübertragung oder des Befalls im Keimlingsstadium durch Fungizide, die damals zur Verfügung standen, nicht wirkungsvoll genug für einen Einsatz in der landwirtschaftlichen Praxis waren (WITTERN 1984).

Die Bekämpfungsmöglichkeiten über das Blatt bzw. den Stengel im Herbst oder Frühjahr wurden in einer Vielzahl von Freilandversuchen von den Wissenschaftlern der Biologischen Bundesanstalt überprüft, häufig in Zusammenarbeit mit anderen Institutionen in verschiedenen Regionen Deutschlands. Zu Beginn der Prüfungen waren weder Erkenntnisse über die optimale Terminierung der Applikationen vorhanden, noch standen Fungizide zur Verfügung, die gegen die Krankheit effektiv waren. Die ersten Versuche zu Frühjahrs- bzw. Herbstapplikationen zeigten deshalb nur eine geringfügige Verminderung des Krankheitsbefalls und nur geringe Mehrerträge gegenüber der unbehandelten Kontrolle (WITTERN 1984). Eine Wirtschaftlichkeit der Applikationen war selten gegeben.

Später wurden Versuche mit neueren Fungiziden und optimaler Terminierung der Applikation vorgenommen. Es wurde beobachtet, daß der stärkste Befall durch Herbstinfektionen verursacht wurde (GARBE 1993; GARBE et al. 1993, 1994b, 1995b, 1996 a, 1996b). Deutlich wurde, daß die Erkrankung auch mit neueren Fungiziden, vornehmlich Azolen, die Mitte der neunziger Jahre zu Verfügung standen, nur begrenzt zu bekämpfen war. Die Wirksamkeit der Wirkstoffe beschränkte sich auf wenige Wochen, die Infektion des Erregers dagegen erfolgte über mehrere Monate. Die Notwendigkeit neuerer und effektiverer Wirkstoffe mit längerer Wirkungsdauer wurde deutlich.

Die Versuche zeigten allerdings, daß selbst mit einer begrenzten Wirksamkeit der Mittel deutliche Befallsreduktionen und daraus resultierend Mehrerträge erzielt werden konnten, die in Jahren mit einem starken Befall einen wirtschaftlichen Fungizideinsatz ermöglichten. Eine starke Abhängigkeit der Bekämpfungseffekte von der Anfälligkeit der Sorten konnte allerdings beobachtet werden. Mitte der neunziger Jahre standen einige 00-Sorten zur Verfügung, die eine deutlich verbesserte Resistenz gegenüber der Wurzelhals- und Stengelfäule aufwiesen. In diesen Sorten war eine Bekämpfung mit chemischen Mitteln nur unter starken Befallsbedingungen notwendig und damit selten wirtschaftlich.

Gezielte Bekämpfung mit Fungiziden

Die Möglichkeit, die Wurzelhals- und Stengelfäule mit chemischen Mitteln zu bekämpfen, führten bereits Ende der achtziger Jahre zu einem zunehmenden Einsatz in der landwirtschaftlichen Praxis. Für die Anwendung eines Fungizids waren häufig Befallssituationen der zurückliegenden Jahre das alleinige Kriterium. Deshalb wurde sehr bald nach Möglichkeiten gesucht, die Krankheit gezielt zu bekämpfen, gegebenenfalls sogar Ansatzpunkte für eine Befalls- oder Schadensprognose zu finden.

WITTERN (1984) ermittelte den Flug der Ascosporen mit Hilfe von Hirst-Sporenfallen an verschiedenen Standorten in Schleswig-Holstein in den Monaten September bis April. Auch THÜRWÄCHTER (1995) und THÜRWÄCHTER et al. (1995) versuchten hierdurch einen Ansatz für eine gezielte Bekämpfung zu finden. Es zeigte sich jedoch, daß der Sporenflug nicht mit der Schwere der späteren Symptome bzw. Ertragsausfälle zu korrelieren war. Einen zu starken Einfluß auf den Befall hatten scheinbar die Witterungsbedingungen im Herbst und zeitigen Frühjahr (STEINBACH et al. 1994; GARBE & STEINBACH 1995; STEINBACH et al. 1995)

Ansätze, eine Bekämpfungsschwelle mit der Befallshäufigkeit im Herbst zu erarbeiten, wurden von THÜRWÄCHTER (1995) und THÜRWÄCHTER et al. (1994, 1995) vorgenommen. Festgestellt wurde, daß frühe Befallshäufigkeiten, ermittelt durch Auszählungen im September, Oktober oder November unter norddeutschen Bedingungen keine Beziehung zum späteren Befall des Wurzelhalses bzw. des Stengels kurz vor der Ernte (BBCH 81) ergaben. Auch die Schwere der Symptome am Blatt und am Wurzelhals ließ sich nicht mit den späteren ertragsrelevanten Schädigungen der Pflanzen im Stadium BBCH 81 korrelieren.

Dieser Ansatz wurde allerdings von GARBE (1997) weiterverfolgt. Mit dem Stengel- und Wurzelhalsbefall im Stadium BBCH 81 wurden korreliert die Befallshäufigkeiten des Blattbefalls zu verschiedenen Terminen im Ablauf der Vegetation. In dreijährigen Versuchen zeigte sich, daß unter den Bedingungen in der Region Braunschweig eine Beziehung zwischen der Häufigkeit des Blattbefalls im Dezember bzw. Anfang Januar und dem Befall im Stadium BBCH 81 hergestellt werden konnte. Die Beziehung zwischen diesen beiden Parametern ließ sich durch die Gleichung $y = 0,1335x + 2,76$ kennzeichnen und war mit einem Korrelationskoeffizienten von $r = 0,8275$ signifikant. Diese Korrelati-

on ließ sich allerdings nur zwischen dem Blattbefall im Dezember/Januar und dem späteren ertragsrelevanten Wurzelhalsbefall herstellen. Eine Korrelation zwischen den Befallshäufigkeiten zu früheren Terminen im Herbst und dem Befall im Stadium BBCH 81 konnte nicht gefunden werden oder war nur sehr schwach.

Weitere Untersuchungen sind notwendig, um die gefundene Korrelation für einen gezielten Einsatz von Fungiziden nutzen zu können. Da sich die Korrelation auf Befallshäufigkeiten bezieht, die erst sehr spät, bereits im Winter ermittelt wurden, lassen sich die Daten nur für die Frühjahrsapplikation verwenden. Für eine gezielte Herbstapplikation dagegen können Befallshäufigkeiten scheinbar nicht herangezogen werden. Hier ist zu überlegen, inwieweit Witterungsdaten oder beispielweise serologische Verfahren für eine frühere Beurteilung genutzt werden können.

Unterschiede in der Aggressivität der Isolate von *Phoma lingam*

Die Population von *P. lingam* kann in virulente und avirulente (McGEE & PETRIE 1978) bzw. aggressive und nicht aggressive Isolate (HAMMOND & LEWIS 1987) eingeteilt werden. Diese Isolate unterscheiden sich unter anderem dadurch, daß aggressive Isolate Sirodesmine produzieren (BOUSQUET et al. 1977; FERZOU et al. 1977; CURTIS et al. 1977) und weiterhin, daß Unterschiede in der Pathogenität sowie im Wachstum auf Kulturfiltraten vorhanden sind (CUNNINGHAM 1927). Aggressive Isolate sind für die Pathogenese der Wurzelhals- und Stengelfäule primär verantwortlich. Mitte der achtziger Jahre hatte eine Untersuchung von HOPPE et al. (1988) gezeigt, daß in Abhängigkeit vom Standort und der Intensität des Rapsanbaus Unterschiede in der Relation aggressiver und nichtaggressiver Isolate auftraten. Hieraus waren wesentliche Schlüsse für die Bekämpfungstrategie zu ziehen. Weiterhin waren Untersuchungen zum Auftreten und zur Bedeutung unterschiedlicher Isolate erforderlich, um die Reaktion von Sorten mit unterschiedlicher Resistenz auf Erregerstämme mit unterschiedlicher Aggressivität zu erfassen.

Anfang der neunziger Jahre wurde daher begonnen, an verschiedenen Standorten in Norddeutschland das Formenspektrum von *P. lingam* zu ermitteln. Eingeteilt wurden die Isolate in aggressive und nicht aggressive Isolate. Die Untersuchungen, die von THÜRWÄCHTER (THÜRWÄCHTER 1995; THÜRWÄCHTER et al. 1994; THÜRWÄCHTER et

al. 1995; THÜRWÄCHTER et al. 1996) durchgeführt wurden, zeigten, daß auf dem überwiegenden Teil der Läsionen aggressive Isolate vorhanden waren. Auf den meisten Standorten lag der Anteil der aggressiven Isolate in der *P. lingam*-Population über 90%. Anders als zu Beginn der Untersuchungen erwartet, stellte sich heraus, daß zwischen den Standorten, die eine unterschiedliche Tradition und Intensität im Rapsanbau aufwiesen, nur geringe Differenzen in der Zusammensetzung der *P. lingam*-Population vorhanden waren. Somit konnte die Schlußfolgerung gezogen werden, daß zumindest unter den Bedingungen in den nördlichen Bundesländern die Zusammensetzung der *P. lingam*-Population keinen Hinweis auf eine Variierung der Bekämpfungsstrategie und damit für eine gezielte Fungizidapplikation gibt.

Die Rapswelke (Erreger: *Verticillium dahliae*)

Untersuchungen zur Verbreitung der Krankheit

Mitte der achtziger Jahre wurden in der Bundesrepublik erstmals Beobachtungen gemacht, die auf einen Befall des Winterrapses mit der Rapswelke (Erreger: *Verticillium dahliae*) hindeuteten. Diese Krankheit wurde vorher in stärkerem Maße in den skandinavischen Ländern beobachtet (NILSSON 1977; SVENSSON & LERENIUS 1986) und verursachte dort in zunehmendem Maße Ertragsausfälle. KRÜGER (1989a) begann daraufhin die Verbreitung und Bedeutung der Krankheit zu untersuchen. Bei einer Erhebung im Jahr 1987 stellte er fest, daß die Krankheit im gesamten Bundesgebiet auftreten konnte, bevorzugt fand er *V. dahliae* jedoch im Norden, insbesondere in den östlichen Kreisen Schleswig-Holsteins. Auf einigen Schlägen konnte er eine Befallshäufigkeit von 65% feststellen, jedoch war das Auftreten der Krankheit im allgemeinen gering. Nur auf Einzelschlägen konnten Befallsstärken von mehr als 5 auf einer neunstufigen Skala gefunden werden.

Arbeiten zur Sortenresistenz

Die Krankheit erwies sich als schwer nachweisbar. Ein sicheres Kriterium für das Vorhandensein des Erregers der Rapswelke waren Mikrosklerotien, die allerdings an den

Pflanzen erst im Verlauf der Abreife gefunden werden konnten. Beurteilungen der Krankheit aufgrund anderer Symptome, wie z. B. einer Welke der Blätter, einer halbseitigen Verfärbung, einer Streifigkeit des Stengels oder einer graubläulichen Verfärbung im Bereich der Wurzel oder des Wurzelhalses erwiesen sich als zu unspezifisch und führten häufig zu Verwechslungen mit anderen Krankheiten insbesondere mit der Wurzelhals- und Stengelfäule des Rapses.

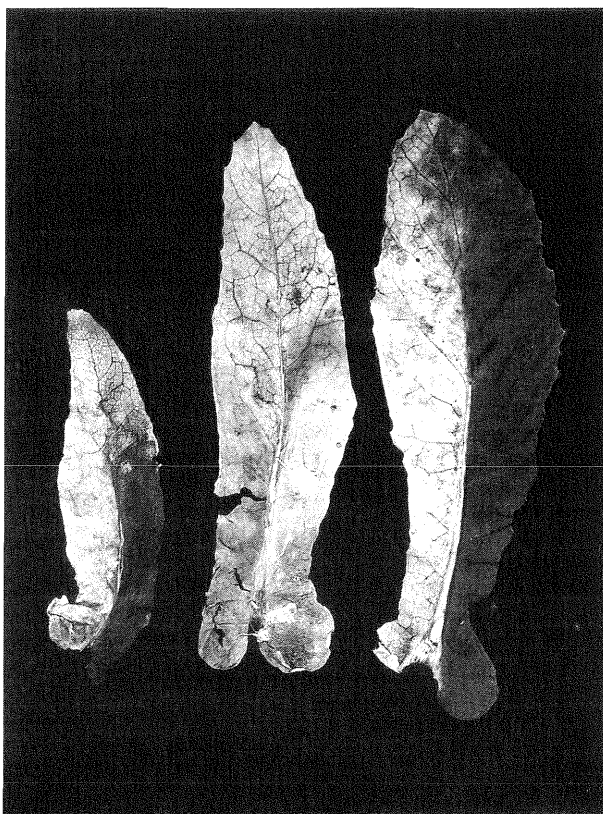


Abb. 4: Blattsymptom der Rapswelke

Krüger widmete sich in den letzten Jahren seiner Tätigkeit in der Biologischen Bundesanstalt unter anderem einigen Aspekten der Biologie des Krankheitserregers und der Bekämpfung, vor allem aber Fragen der Resistenzbeurteilung. Diese Arbeiten wurden später von Garbe aufgegriffen. Bekämpfungsmöglichkeiten sind bei der Rapswelke durch

ackerbauliche Maßnahmen kaum gegeben, durch chemische Maßnahmen bestehen ebenfalls kaum Möglichkeiten der Kontrolle.

Schwerpunkt der Untersuchungen war daher die Sortenresistenz. In Zusammenarbeit mit dem Bundessortenamt wurden Resistenzprüfmethoden entwickelt. Im Vordergrund standen dabei Freilandprüfungen an ausgewählten Standorten in der gesamten Bundesrepublik. Es zeigte sich, daß derartige Prüfungen mit dem Erreger *V. dahliae* schwer zu standardisieren sind. Das Auftreten der Erkrankung ist in starkem Maße abhängig von Jahreswitterungsfaktoren, weiterhin weist der Bodenpilz eine sehr inhomogene Verteilung im Boden auf. Starke Schwankungen der Boniturwerte sind die Folge, die Resistenzprüfung wird hierdurch erheblich erschwert.

Naheliegend war es daher, Möglichkeiten einer künstlichen Inokulation im Freiland zu untersuchen und Gewächshaus- und Klimakammerversuche für eine Eignung zur Resistenzbeurteilung zu prüfen. Freilandinokulationen zeigten allerdings bisher nicht den gewünschten Erfolg. Versuche mit Pflanzenmaterial im Gewächshaus bzw. in Klimakammern werden zur Zeit durchgeführt mit dem Ziel, standardisierte Verfahren unter kontrollierten Bedingungen zu entwickeln. Auch hierbei wird versucht, biochemische Methoden, insbesondere ELISA-Testverfahren einzusetzen, um eine frühe Resistenzbeurteilung zu erreichen.

Zusammenfassung

Seit der Intensivierung des Rapsanbaus in der Bundesrepublik Deutschland Anfang der siebziger Jahre haben Wissenschaftler der Biologischen Bundesanstalt Fragen des integrierten Pflanzenschutzes im Winterraps bearbeitet. Hierbei standen die Weißstengeligkeit, die Wurzelhals- und Stengelfäule und die Rapswelke im Vordergrund. Intensiv wurden die Biologie der Schaderreger, Bekämpfungsmöglichkeiten, Ansätze für eine gezielte Bekämpfung oder für eine Prognose, die Sortenresistenz und Verfahren zur Resistenzbeurteilung geprüft und erarbeitet. Die Arbeiten führten zu Kontrollmöglichkeiten bei der Weißstengeligkeit und der Wurzelhals- und Stengelfäule. Ansätze eines gezielten Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln konnten insbesondere bei der Weißstengeligkeit erarbeitet werden. Die Erarbeitung eines gezielten Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln zur Bekämpfung der Wurzelhals- und Stengelfäule erwies sich bisher als schwierig, allerdings wurde eine Korrelation zwischen der Befallshäufigkeit der Krankheit im Dezember/Januar und dem Wurzelhalsbefall kurz vor der Ernte (BBCH 81) gefunden, die Grundlage für eine Schadensschwelle sein könnte. Verfahren zur Resistenzprüfung wurden entwickelt, die einen breiten Einsatz bei der Pflanzenzüchtung und bei der amtlichen Resistenzprüfung fanden und wesentlich dazu beitrugen, die Resistenz insbesondere bei der Wurzelhals- und Stengelfäule zu verbessern. Zukünftige Forschungsaktivitäten werden sich weiterhin auf die Cylindrosporiose, die Rapsschwärze und die Rapslichte richten. Neuere biochemische Verfahren werden insbesondere in der Resistenzprüfung in der Krankheitsdiagnose und -prognose Anwendung finden und die EDV-Technik wird verstärkt eingesetzt werden.

**Fungal diseases in oilseed rape: Research in the Federal Biological Research
Centre for Agriculture and Forestry**

Summary

Starting in the seventies of this century when the production of oilseed rape increased in the Federal Republic of Germany, scientists of the Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry worked in the field of integrated pest management for diseases in rape. Research was focused on the diseases caused by the fungi *Sclerotinia sclerotiorum*, *Phoma lingam* and *Verticillium dahliae*, concerning the biology, control, integrated control, thresholds of the fungi and forecasting systems, resistance of varieties and methods for resistance screening. The results of these efforts lead ultimately to strategies for the control of *S. sclerotiorum* and *P. lingam*. Useful data for forecasting were gathered when working with *S. sclerotiorum*. It was difficult to find thresholds or data useful for forecasting *P. lingam*. Recently a correlation between the incidence of leaf infection by *P. lingam* in December/January and the root neck disease before harvest (BBCH 81) was found, which could be the base for a threshold. Methods were developed for resistance screening, which are broadly accepted by breeders and official registration agencies. Overall, these activities particularly support the improvement of the resistance degree of new rape varieties against *P. lingam*. Future activities of the research will also include *Cylindrosporium concentricum*, *Alternaria brassicae* and *Plasmodiophora brassicae*, which become increasingly important in Germany. New biochemical methods will be involved in methods for resistance screening. Diagnosis-techniques and forecasting systems will include biochemical methods as well as EDP-techniques.

Literatur

- AHLERS, D. 1986: Weißstengeligkeit - erste Ansätze einer Prognose. Pflanzenschutz-Praxis **2/86**, 26-28.
- ALABOUVETTE, C. & B. BRUNIN 1970: Recherches sur la maladie du colza due à *Leptosphaeria maculans* (Desm.) Ces. et de Not.. I. Rôle des restes de culture dans la conservation et la dissémination du parasite. Annales de Phytopathologie **2**, 463-475.
- BOUSQUET, J.-F., M. FERZOU, M. DEVYS & M. BARBIER 1977: Sur une toxine produit par le champignon *Phoma lingam* Tode, parasite du colza; isolment et propriétés. Comptes Rendus des Séances l'Académie d'Agriculture de France, Paris, **284**, 927-928.
- BRUNIN, B. 1972: Recherches sur la maladie du colza due à *Leptosphaeria maculans* (Desm.) Ces. et de Not.. III. Aspects anatomiques de la nécrose du collet. Annales de Phytopathologie **4**, 87-96.
- BRUNIN, B. & L. LACOSTE 1970: Recherches sur la maladie du colza due à *Leptosphaeria maculans* (Desm.) Ces. et de Not. II. Pouvoir pathogène des ascospores. Annales de Phytopathologie **2**, 477-488.
- BUNDESSORTENAMT 1996: Beschreibende Sortenliste.
- CUNNINGHAM, G. H. 1927: Dry-rot of swedes and turnips: its causes and control. New Zealand Department of Agriculture Bulletin **133**, 1-51
- CURTIS, P. J., D. GREATBANKS & B. HESP 1977: Sirodesmins A, B, C and G. Antiviral epipolythiopiperzine-2,5 diones of fungal origin: X-ray analysis of Sirodesmin A diacetat. Journal of the Chemical Society Perkin **1**, 180-189.
- FEREZOU J.-P., C. RICHE, A. QUESNEAU-THIERRY, C. PASCARD-BILLY, M. BARBIER, J.-F. BOUSQUET & G. BOUDART 1977: Structure de deux toxines isolées des cultures du champignon *Phoma lingam* Tode: La sirodesmin PL et la desacetylsirodesmin PL. Nouveau Journal de Chimie **1**, 327-334.
- FRIESLAND, H. 1997: persönliche Mitteilung
- GARBE, V. 1993: Effects of fungicide treatments in different varieties of winter rape. Bulletin OILB/SROP **16** (9), 116-134.
- GARBE, V. 1994a: Raps: Kosten sparen über die Sorte. Mitteilungen der deutschen Landwirtschaftsgesellschaft **109** (7), 18-21.
- GARBE, V. 1994b: Auswirkungen von Intensitätsminderungen im Winterrapsanbau auf Krankheiten und Ertragsparameter. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem **301**, 92.
- GARBE, V. 1994c: Auswirkungen unterschiedlicher Pflanzenbau- und Pflanzenschutzmaßnahmen auf das Auftreten von Krankheiten im Winterraps. Rapssymposium zu Fragen der Phytopathologie und des Pflanzenschutzes, Universität Rostock, 147-151.
- GARBE, V. 1995a: Influence of insect damage on the infestation degree of blackleg. Proceedings of the 9th International Rapeseed Congress, Cambridge, U.K. Vol. **II**, 667-669.

- GARBE, V. 1995b: Effects of pesticide and fertilizer input reduction on plant diseases and yield in oilseed rape. Proceedings of the 9th International Rapeseed Congress, Cambridge, U.K. Vol. III, 983-985.
- GARBE, V. 1996a: Untersuchungen zur Kontrolle von Pilzkrankheiten im Winterraps. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem **321**, 174.
- GARBE, V. 1996b: Krankheiten im Raps - Was tun ? Raps **14** (2), 156-159.
- GARBE, V. 1997: Control of blackleg (*Phoma lingam*) in winter oilseed rape and possibilities of integrated pest Management. Bulletin OILB/SROP in press.
- GARBE, V.: unveröffentlicht.
- GARBE, V., E. BEER, B. BROSCHEWITZ, M. FROSCH, R. KÄLBERER, G. LAUENSTEIN, U. STECK, P. STEINBACH & B. ULBER 1994: Untersuchungen zur Bedeutung eines Schädlingsbefalls im Winterraps auf das Auftreten von Krankheiten. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem **301**, 93.
- GARBE, V., BROSCHEWITZ, B., ERICHSEN, E., HOßFELD, R., LAUENSTEIN, G., STEINBACH, P., ULBER, B. & M. ZELLNER 1996: Schadensschwellen bei Rapsschädlingen. Raps **14** (2), 58-63.
- GARBE, V., E. KLODT-BUSSMANN, D. KNOLL, M. BEINECKE & V. H. PAUL 1993: Europäischer Ringversuch zur Optimierung des Rapsanbaus. Raps **11**(2); 76-80.
- GARBE, V. & P. STEINBACH 1995: Wie Sie Umfaller im Raps vermeiden. Mitteilungen der deutschen Landwirtschaftsgesellschaft **110** (7), 25-27.
- HAMMOND, K. E. & B. G. LEWIS 1987: Variation in stem infections caused by aggressive and non-aggressive isolates of *Leptosphaeria maculans* on *Brassica napus* var. *oleifera*. Physiological Molecular Plant Pathology **28**, 251-265.
- HOPPE, H. H., H. M. BADAWY & E. KOCH 1988: Verbreitung und Eigenschaften aggressiver und nichtaggressiver Stämme von *P. lingam*. Vorträge für Pflanzenzüchtung, Bonn **13**, 129-141.
- KNAPOVA, G., I. KNIPFELBERG, F. NIEPOLD. & V. GARBE 1996: Möglichkeiten der Frühbeurteilung der Resistenz gegenüber *Phoma lingam* an Winterraps. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem **321**, 173.
- KNIPFELBERG, I. & V. GARBE 1997: Possibilities for early resistance screening for *Phoma lingam* in winter oilseed rape with biochemical methods. Bulletin OILB/SROP in press.
- KRÜGER, W. 1973: Maßnahmen zur Bekämpfung des Rapskrebses, verursacht durch *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary. Phytopathologische Zeitschrift **77**, 125-137.
- KRÜGER, W. 1975a: Über die Wirkung der Witterung auf den Befall des Rapses durch *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) **27**, 1-6.

- KRÜGER, W. 1975b: Über die Bildung von Sklerotien des Rapskrebserregers (*Sclerotinia sclerotiorum* [Lib.] de Bary) im Boden. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem **163**, 32-40.
- KRÜGER, W. 1975c: Die Beeinflussung der Apothezien- und Ascosporen-Entwicklung des Rapskrebserregers *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary durch Umweltfaktoren. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz **82**, 101-108.
- KRÜGER, W. 1976a: Untersuchungen zur Beeinflussung der Apothezien-Entwicklung von *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) **28**, 129-135.
- KRÜGER, W. 1976b: Die wichtigsten Wurzel- und Stengelkrankheiten des Rapses in Deutschland. Gesunde Pflanzen **28** (4), 78-84.
- KRÜGER, W. 1978: Über den Befall des Rapses durch *Phoma lingam* in der Bundesrepublik Deutschland. Proceedings of the 5th International Rapeseed Conference Vol. **1**, 338-341.
- KRÜGER, W. 1979: Verbreitung der Wurzelhals- und Stengelfäule (verursacht durch *Phoma lingam*) bei Raps in der Bundesrepublik Deutschland. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) **31**, 145-148.
- KRÜGER, W. 1980a: Über die Wirkung des Kalkstickstoffes auf die Apothezien-Bildung von *Wetzeliana sclerotiorum* (Lib.) Korf et Dumont, dem Erreger des Rapskrebes. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) **32**, 17-21.
- KRÜGER, W. 1980b: Wurzel- und Stengelkrankheiten des Rapses. Kali - Briefe (Büntehof) **15** (3), 179-192.
- KRÜGER, W. 1982: Die Wurzelhals- und Stengelfäule des Rapses, verursacht durch *Phoma lingam* (stat. Gen. *Leptosphaeria maculans*), eine schwer bekämpfbare Krankheit. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz **89**, 498-507.
- KRÜGER, W. 1983: Bekämpfung von Rapskrankheiten 1. Verringerung des Befalls mit *Phoma lingam* und Methoden zur Bestimmung der Anfälligkeit von Sorten. Phytopathologische Zeitschrift **108**, 106-113.
- KRÜGER, W. 1987: Einige Ergebnisse über die Epidemiologie des Erregers der Weißstengeligkeit (Rapskrebs/*Sclerotinia sclerotiorum*). Gesunde Pflanzen **39** (4), 157-162.
- KRÜGER, W. 1989a: Untersuchungen zur Verbreitung von *Verticillium dahliae* Kleb. und anderen Krankheits- und Schaderregern bei Raps in der Bundesrepublik Deutschland. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) **41**(4), 49-56.
- KRÜGER, W. 1989b: Über das Auftreten von Wurzel-, Wurzelhals- und Stengelfäule des Rapses sowie deren Erreger (1985-1987). Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) **41** (7), 97-103.
- KRÜGER, W. 1990: Forecasting method on *Sclerotinia sclerotiorum* in co-operation with the aim to reduce spraying in oilseed rape. In: WPRS Bulletin, Working group „Integrated control in oilseed rape“, 1990/XIII/4, 80-82.

- KRÜGER, W. & J. STOLTENBERG 1983: Bekämpfung von Rapskrankheiten. II. Maßnahmen zur Befallsverringering von *Sclerotinia sclerotiorum* unter Berücksichtigung ökonomischer Faktoren. *Phytopathologische Zeitschrift* **108**, 114-126.
- KRÜGER, W. & I. WITTERN 1985: Epidemiologische Untersuchungen bei der Wurzelhals- und Stengelfäule des Rapses, verursacht durch *Phoma lingam*. *Phytopathologische Zeitschrift* **113**, 125-140.
- LOHMANN, U. 1993: Entwicklung einer Methode zur Herstellung „monospezifischer“ Antikörper gegen *Phoma lingam* (Tode ex Fr.) Desm., dem Erreger der Wurzelhals- und Stengelfäule an Winterraps. Diplomarbeit Technische Universität Braunschweig.
- LOHMANN, U., V. GARBE & F. NIEPOLD 1994: Nachweis von *Phoma lingam* im Raps mit spezifischem, polyklonalem Antiserum in einem indirekten ELISA. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem **301**, 177.
- LÜTH, P. 1996: Contans® - ein biologisches Pflanzenschutzmittel zur Bekämpfung von *Sclerotinia sclerotiorum* im Boden. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem **321**, 415.
- McGEE, D. C & A. PETRIE 1978: Variability of *Leptophaeria maculans* in relation to blackleg of oilseed rape. *Phytopathology* **68**, 625-630.
- NIEPOLD, F. & V. GARBE 1995: Entwicklung und Prüfung von spezifischen Sera gegen *Phoma lingam* (Tode ex Fr.) Desm., den Erreger der Wurzelhals- und Stengelfäule an Winterraps. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes* (Braunschweig) **47** (7), 171-176.
- NIEPOLD, F. & V. GARBE 1997: Application of a thin polyacrylamide gel electrophoresis to differentiate between equal PCR amplicates of aggressive *Phoma lingam* isolates and other plant pathogenic fungi. *Microbiol. Res.* **152**, 1-8.
- NILSSON, H.-E. 1977: Influence of herbicides on infection by *Verticillium dahliae* on oilseed rape, *Brassica napus* var. *oleifera*. *Phytopathologische Zeitschrift* **90**, 361-363.
- PARTYKA, R. E. & W. F. MAI 1962: Effect of environment and some chemicals on *Sclerotinia sclerotiorum* in laboratory and potato fields. *Phytopathology* **52**, 766-770.
- STEINBACH, P., V. GARBE & D. AMELUNG 1994: „Umfaller“ im Winterraps 1994 in stärkerem Ausmaß zu beobachten. *Raps* **12** (4), 178-181.
- STEINBACH, P., V. GARBE & D. AMELUNG 1995: „Early wilting“ of winter oilseed rape caused by abiotic factors and secondary pathogens in the spring of 1994 in northern Germany. *Proceedings of the 9th International Rapeseed Congress, Cambridge, U.K. Vol. II*, 592-594.
- SVENSSON, CH. & C. LERENIUS 1986: An investigation on the effect of *Verticillium wilt* (*Verticillium dahliae* Kleb.) on oilseed rape. IOBC-Conference, Braunschweig.
- THÜRWÄCHTER, F. 1995: Kriterien für die Bekämpfung von Rapskrankheiten unter besonderer Berücksichtigung der Wurzelhals- und Stengelfäule. Dissertation, Universität Göttingen.
- THÜRWÄCHTER, F., V. GARBE & H. H. HOPPE 1994: Erarbeitung von Bekämpfungsentscheidungen der Krankheiten an Winterraps unter besonderer Berücksichti-

- gung der Wurzelhals- und Stengelfäule (*Leptosphaeria maculans*). Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem **301**, 88.
- THÜRWÄCHTER, F., V. GARBE & H. H. HOPPE 1995: Studies on decision models of the control of blackleg (*Leptosphaeria maculans*). Proceedings of the 9th International Rapeseed Congress, Cambridge, U.K. Vol. **III**, 992-994.
- THÜRWÄCHTER, F., V. GARBE & H. H. HOPPE 1996: Methoden zur Erfassung der Resistenz von Winterraps (*Brassica napus* L.) gegenüber der Wurzelhals- und Stengelfäule, verursacht durch *Leptosphaeria maculans* im Feldversuch. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem **321**, 181.
- WILLIAMS, G. H. & J. H. WESTERN 1965: The biology of *Sclerotinia trifoliorum* Eriks. and other species of sclerotium-forming fungi. II. The survival of sclerotia in soil. *Annals of Applied Biology* **56**, 261-268.
- WITTERN, I. 1984: Untersuchungen zur Erfassung der Resistenz von Winterraps (*Brassica napus* L. var. *oleifera* Metzger) gegenüber *Phoma lingam* (Tode ex Fr.) Desm. und zu der durch den Erreger verursachten Wurzelhals- und Stengelfäule. Dissertation Universität Göttingen.
- WITTERN, I., W. KRÜGER & R. HEITEFUSS 1985: Untersuchungen zum Befall des Winterrapses mit *Phoma lingam* (Tode ex Fr.) Desm. und zur Durchführung von Resistenzprüfungen in Feldversuchen. *Phytopathologische Zeitschrift* **112**, 173-190.
- ZEINER, C. 1982: Der Einfluß des Entwicklungszustandes der Rapspflanze auf den Erfolg einer Fungizidbehandlung gegenüber *Whetzelinia sclerotiorum*, dem Erreger der Weißstengeligkeit (Rapskrebs). Diplomarbeit, Universität Kiel.

Das Westliche Rübenvergilbungsvirus beim Winterraps - Nachweis, Epidemiologie, Klonierung sowie Ansätze zur züchterischen und gentechnischen Erzeugung von Virusresistenz

Joachim Schiemann, Guido Laucke, Klaus Graichen, Edgar Maiss & Rudolf Casper

Einleitung

Erzeugnisse des Agrarsektors gewinnen eine wachsende Bedeutung als Rohstoffe und Energieträger. In der Diskussion um den verstärkten Anbau nachwachsender Rohstoffe erhält der Raps eine immer größere Beachtung, wobei nur sichere Erträge dem Raps einen Platz auf diesem Markt und die notwendige Rentabilität der Produktion sichern werden.

Mit der erheblichen Zunahme der Rapsanbaufläche mehrten sich in den vergangenen Jahren Hinweise auf hochgradigen Befall durch das Blattlaus-übertragbare Westliche Rübenvergilbungsvirus (beet western yellows virus, BWYV). So wurde aus Großbritannien, Frankreich, der Tschechischen Republik und den USA über BWYV-Befall von Winterrapsbeständen in Höhe von 44 % bis 100 % berichtet (SMITH & HINKES 1985; KERLAN 1991; POLAK & MAIKOWA 1992; THOMAS et al. 1993; HARDWICK et al. 1994). In Deutschland wurden durch SCHRÖDER (1994, 1996), PRÜFE et al. (1994) sowie LÖWER & EPPLER (1996) hohe Infektionsraten mit dem BWYV im Braunschweiger Raum, in Baden-Württemberg und Hessen in den Anbaujahren seit 1988 nachgewiesen. Durch die hochgradigen Infektionsraten werden erhebliche Samenertragsminderungen verursacht. Daher wird im Rahmen von Verbundprojekten der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Braunschweig und der Bundesanstalt für Züchtungsforschung an Kulturpflanzen Aschersleben, die durch das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, die Gemeinschaft zur Förderung der privaten deutschen Pflanzenzüchtung e. V. und die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. Gülzow gefördert wurden und werden, an der Erhöhung der Virusresistenz von Winterraps gearbeitet. Ziel der gemeinsamen Arbeiten ist die Erstellung von Basis-

material bei Winterraps mit Resistenz gegenüber dem BWYV, wobei die Resistenz auf unterschiedlichen molekularen Mechanismen beruht und durch eine Kombination von klassisch züchterischen sowie gentechnischen Ansätzen erzeugt wird. Neue virusresistente Winterrapsorten werden die Gewähr bieten, virusbedingte Ertrags- und Qualitätsminderungen weitestgehend auszuschließen.

Der vorliegende Beitrag soll verdeutlichen, daß die gemeinsamen Anstrengungen zur Erzeugung der BWYV-Resistenz bei Raps auf langjährigen Vorarbeiten basieren, die sowohl in Braunschweig als auch in Aschersleben durchgeführt wurden. Durch die deutsche Einheit ist es gelungen, die in beiden Teilen Deutschlands vorhandenen Forschungspotentiale in einer effektiven und kollegialen Kooperation zusammenzuführen.

Der serologische Nachweis der Blattlaus-übertragbaren Luteoviren, zu denen das BWYV gehört, war lange Zeit ein Problem, zu dessen Lösung die Arbeiten in Braunschweig wesentlich beigetragen haben. Die Untersuchungen zur Befallssituation von Winterraps durch das BWYV in verschiedenen deutschen Anbauregionen hatten ihren Schwerpunkt zunächst in Braunschweig und dann in Aschersleben. Hier wurden auch überzeugende Daten zur Schadwirkung des BWYV am Winterraps sowie zur Wirtsspezifität des Westlichen Rübenvergilbungsvirus und des Milden Rübenvergilbungsvirus (beet mild yellows virus, BMYV) erhoben. Der klassische Ansatz der Züchtung auf Virusresistenz wird in Aschersleben verfolgt. Durch den Einsatz molekularbiologischer Techniken in Braunschweig wurden die Möglichkeiten der Pathogendiagnostik erweitert. Nach Untersuchungen zur Genomorganisation des BWYV - auch im Vergleich mit dem BMYV - wurden Pathogen-abgeleitete Sequenzen für die Übertragung in Tabak- und Rapspflanzen kloniert und modifiziert. Die gentechnischen Ansätze zur Erzeugung von BWYV-Resistenz werden in Braunschweig verfolgt.

Der serologische Nachweis der Luteoviren - die Lösung eines Problems (auch ein Ministergeburtstag fördert die Wissenschaft)

Viruskrankheiten an Kartoffeln verursachen hohe Ertragsverluste, die sich besonders bei der Verwendung ungeprüfter Pflanzkartoffeln von Jahr zu Jahr steigern können. Da bis in die 50-er Jahre die Kartoffel Hauptnahrungsmittel in Deutschland war, wurde ein großer Aufwand betrieben, um virusfreies Pflanzgut zu erhalten, denn es ging um die Sicherung

der Ernährung in den Jahren nach dem Krieg. Neben der Selektion, bei der die Pflanzen mit sichtbaren Virussympptomen ausgemerzt werden, spielte der Nachweis mit serologischen Methoden eine wichtige Rolle. Die Kartoffelviren Y, X, S, M und A konnten meist ohne größere Schwierigkeiten serologisch nachgewiesen werden. Aber für das besonders schädliche und durch Blattläuse leicht übertragbare Blattrollvirus - das einzige kugelförmige Kartoffelvirus - stand damals wie bei allen Luteoviren noch kein serologischer Nachweis zur Verfügung.

Als in Braunschweig gemeinsam mit englischen Kollegen aus East Malling 1976 der ELISA-Test zum Nachweis des Scharkavirus der Pflaume entwickelt wurde, war es naheliegend, auch den Nachweis von Luteoviren zu versuchen. Es gab jedoch in Deutschland kein Antiserum gegen irgendein Virus der Luteogruppe, allerdings hatte Ruprecht Bartels von einer Vortragsreise durch Japan 0,5 ml Kartoffelblattrollvirus-Antiserum mitgebracht, das in unseren bisherigen Tests aber nicht reagierte. Zum Nachweis mit dem ELISA-Test war dieses Serum trotz des relativ geringen Titers von 1:64 (nach Angaben von Kojima), wie wir zeigen konnten, hervorragend geeignet. Das Antiserum hatte jahrelang im Kühlschrank gelegen und war eigentlich nur als Kuriosität aufgehoben worden - nun aber stürzten sich viele deutsche und europäische Labors auf diese Methode. Damit war gezeigt worden, daß auch Luteoviren mit dem ELISA-Test nachgewiesen werden können.

Ein anderes Luteovirus - das beet mild yellows virus (BMYV) - ist durch seine auffallende Gelbfärbung der Rübenblätter in den Zuckerrübenschlügen bekannt, wenn auch diese Gelbfärbung nicht allein durch dieses Virus verursacht wird. Das beet western yellows virus (BWYV) hat einen Wirtskreis, der sich auf Hunderte verschiedener Pflanzen erstreckt. Viele Gemüsearten werden u.a. von diesem Virus oder seinen Stämmen befallen. Die dadurch verursachten Schäden und Ertragsminderungen sind häufig nicht leicht zu erkennen, da sie sich oft nur in geringerem Wuchs äußern, nicht aber in typischen Virussympptomen auf den Blättern. Dringend benötigte Forschungsmittel waren ohne den Nachweis wirklicher Schäden nicht zu begründen. Neben allen Kohlarten sind die Massenfrüchte Raps und Rüben besonders stark durch diese Viren befallen, und es bestand der Verdacht, daß diese Feldfrüchte eine schwer zu durchbrechende Infektionskette bil-

den, die im Herbst von der Rübe zum Winterraps und im Frühsommer zurück zur Rübe führt. Die Rapszüchter fänden in ihren Zuchtgärten kaum virusinfizierte Pflanzen, erst als die Pflanzenschutzberater in den Anbaugebieten einen hohen Verseuchungsgrad feststellten, wurde das Problem für Raps- und Rübenzüchter hochinteressant. Da kam Casper die Feier des 60. Geburtstags von Bundeslandwirtschaftsminister Kiechle in Bonn zu Hilfe. Der gegenüber wissenschaftlichen Problemen immer sehr aufgeschlossene Leiter der Norddeutschen Pflanzenzucht, Brauer, war auch unter den Gratulanten und bot ihm die Rückreise in seinem Wagen an. Eine derartige Möglichkeit, mit einem der führenden Züchter einige Stunden ungestört diskutieren zu können (und noch Reisekosten zu sparen!), darf man sich nicht entgehen lassen. Die Forschungsrichtung wurde festgelegt, die Förderungsmöglichkeiten besprochen und auch gleich die direkte private Förderung zugesagt. In den hieraus resultierenden Forschungsarbeiten wurden sowohl konventionelle als auch gentechnische Methoden eingesetzt. So fördert auch ein Ministergeburtstag die Wissenschaft...

Auf Einladung des Vorsitzenden der Abteilung Öl- und Eiweißpflanzen der GFP fand im März 1997 in Braunschweig eine Besprechung zum Thema „Virusresistenz bei Raps“ statt. Auf dieser Besprechung äußerten die in der GFP vertretenen Rapszüchter übereinstimmend, daß der Befall mit BWYV ein ökonomisches Problem darstellt und dringender Handlungsbedarf besteht. Die Züchter begrüßten das Forschungsvorhaben, Basismaterial bei Raps mit Resistenz gegenüber BWYV mit einer Kombination von verschiedenen gentechnischen und konventionellen Ansätzen zu erzeugen und boten ihre Zusammenarbeit und Unterstützung an.

Befall von Winterraps durch das BWYV

Um die Befallssituation in verschiedenen deutschen Anbauregionen zu ermitteln, wurde in den Ascherslebener Untersuchungen seit dem Anbaujahr 1990/91 das Auftreten von BWYV-Infektionen in Winterrapsbeständen bestimmt. Hohe Befallsraten konnten zunächst im Anbau 1990/91 und 1991/92 nachgewiesen werden (GRAICHEN & SCHLIEPHAKE 1996). In den beiden darauf folgenden Jahren waren vergleichsweise geringe BWYV-Infektionen vorhanden. Sehr hoher BWYV-Befall wurde wiederum im Frühjahr 1995 festgestellt. In 60 von 64 untersuchten Pflanzenproben aus Feldbeständen

und Versuchspartzen der Bundesländer Sachsen-Anhalt, Brandenburg, Nordrhein-Westfalen und Niedersachsen wurden BWYV-Infektionen nachgewiesen. Befall in Höhe von 76 % bis 100 % konnte in 8 Ertragsbeständen aus Sachsen-Anhalt und Nordrhein-Westfalen ermittelt werden. Infektionsraten von 51 % bis 75 % waren in weiteren 14 Feldern vorhanden. Insgesamt wurde im Frühjahr 1995 ein mittlerer Befallsgrad der untersuchten Winterrapsbestände von 52 % festgestellt.

Um einen Eindruck vom Durchseuchungsgrad eines großflächigen Winterrapsbestandes zu erhalten, wurde im Mai 1995 aus einem 62 ha Feld in Sachsen-Anhalt an fünf Stellen des Bestandes der Virusbefall ermittelt. In 50 m Entfernung vom Feldrand waren sämtliche beprobten Pflanzen virusinfiziert. In der Bestandesmitte betrug der Anteil virusinfizierter Rapspflanzen immer noch 90 %.

Anbaujahr 1995/96

Durch die Pflanzenschutzämter einiger Bundesländer, Bearbeiter an der Universität Gießen und eigene Untersuchungen wurde im Anbaujahr 1995/96 der Virusbefall in 198 Winterrapsbeständen bestimmt. Dabei konnten starke regionale Unterschiede in der Höhe des Auftretens von BWYV-Infektionen festgestellt werden (Abb. 1).

Befallsklassen

- - 0 %
- ◐ - 1 % bis 25 %
- ◑ - 26 % bis 50 %
- ◒ - 51 % bis 75 %
- ◓ - 76 % bis 100 %

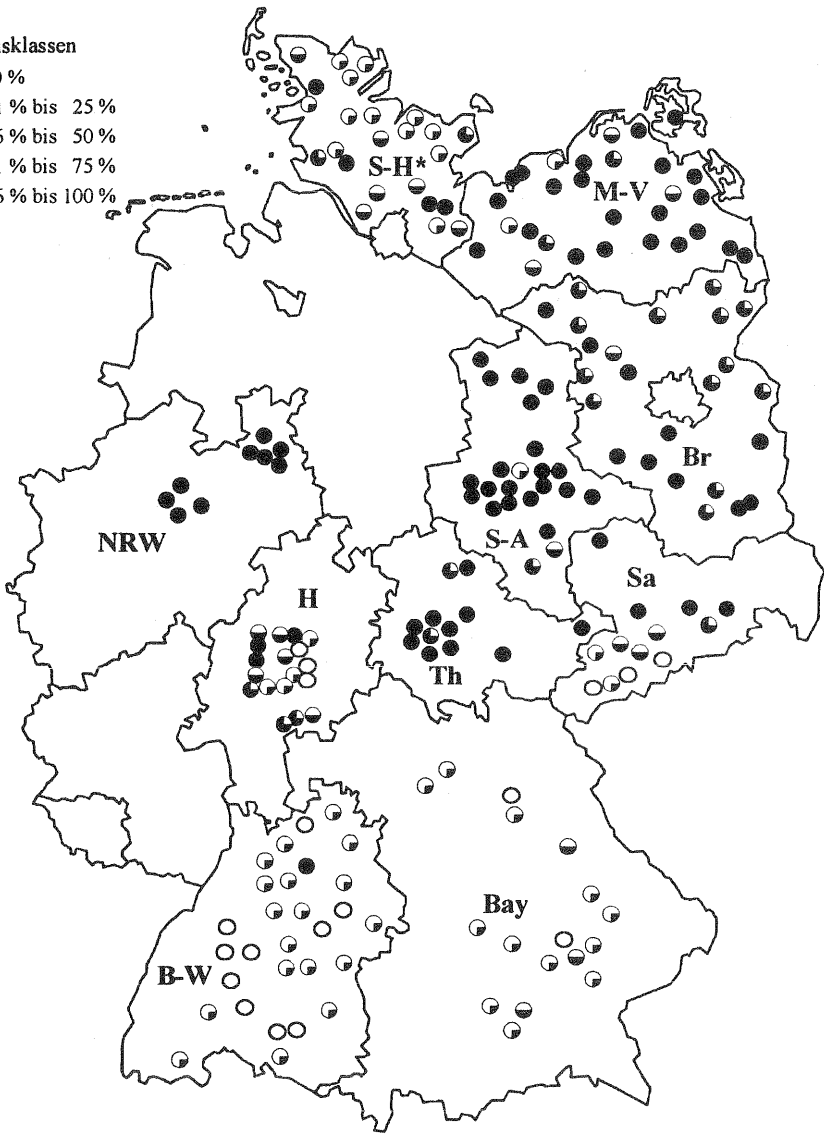


Abb. 1: Ermittelter Befall von Winterraps durch das BWYV im Anbaujahr 1995/96
(Quelle Deutschlandkarte: Statistisches Bundesamt Wiesbaden)

Sämtliche untersuchten Proben aus 97 Rapsfeldern der Bundesländer Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg, Sachsen-Anhalt, Thüringen und Nordrhein-Westfalen wiesen BWYV-Befall auf. Ein Infektionsgrad von 76 % bis 100 % wurde in 73 Feldern nachgewiesen. Weitere 16 Bestände waren zu 51 % bis 75 % mit dem BWYV infiziert. Überraschend war der Befund, daß selbst die Proben aus einem Rapsfeld auf der Insel Rügen und zwei Feldern auf der Insel Poel zu 100 % mit dem BWYV infiziert waren. Der mittlere Befallsgrad der untersuchten Winterrapsbestände dieser fünf Bundesländer betrug 81,0 %.

Bei der Testung der Proben aus Anbaugebieten von Schleswig-Holstein, Hessen und Sachsen waren die verschiedenen Befallsklassen nahezu gleichmäßig vertreten. Der festgestellte mittlere BWYV-Befall von Winterraps in Schleswig-Holstein, Hessen und Sachsen betrug 30,2 %.

Ein dazu konträres Bild ergaben die Untersuchungen der Proben aus Winterrapsbeständen in Baden-Württemberg und Bayern. In 12 Winterrapsfeldern konnte kein Virusbefall festgestellt werden. Nur in einem Feld wurde Befall in Höhe von 80 % ermittelt. Die Proben aus 33 Winterrapsfeldern waren lediglich zu 2 % bis 32 % mit dem BWYV infiziert. Der mittlere Befallsgrad in den infizierten Beständen beider Bundesländer belief sich auf 12,9 % bzw. 16,4 %.

Als Ursachen für das sehr starke Auftreten des BWYV in Winterrapsbeständen vieler Anbauregionen sind die für die Virusausbreitung günstigen Sommer- und Herbstwitterungen der Jahre 1994 und 1995 anzusehen. Die im Herbst 1995 mit einer Saugfalle am Standort Aschersleben ermittelte Flugaktivität der Blattläuse übertraf deutlich den im Sommer registrierten Flug (GRAICHEN et al. 1997). Das signalisiert, daß sich im Spätsommer/Herbst 1995 nach der sommerlichen Befallsdepression allgemein starke Blattlauspopulationen entwickeln konnten, die zu einer Ausbreitung der Infektionen sowohl über größere Distanzen - selbst auf die Inseln Poel und Rügen - als auch innerhalb der Bestände geführt hatten.

In neueren Untersuchungen konnten von 24 geprüften Blattlausarten 17 Arten als potentielle Vektoren des BWYV bestimmt werden, darunter die häufig an Kartoffeln, Zuckerrüben, Leguminosen, Kruziferen oder Getreide auftretenden Arten *Aulacorthum solani*, *Acyrtosiphon pisum*, *Brevicoryne brassicae*, *Myzus persicae*, *Rhopalosiphum maidis*, *Rh. padi* und *Sitobion avenae* (GRAICHEN & SCHLIEPHAKE 1996).

Wirtsspezifität des Westlichen Rübenvergilbungsvirus von Winterraps

Bedingt durch das weitverbreitete Auftreten des als Westliches Rübenvergilbungsvirus bezeichneten Virus wurde bei Zuckerrübenzüchtern und -anbauern die Befürchtung geweckt, daß von virusinfizierten Winterrapsbeständen eine Gefährdung der Zuckerrüben ausgehen könnte. In Wirtskreisuntersuchungen wurde deshalb dieser Frage nachgegangen.

Mit 15 BWYV-Isolaten vom Winterraps sowie anderen Kulturen und 10 BMYV-Isolaten von Zuckerrübe aus verschiedenen Regionen Deutschlands, aus England, Frankreich, Neuseeland und den USA erfolgten mit der Blattlausart *Myzus persicae* Übertragungsexperimente auf Winterraps und Zuckerrüben. Des weiteren wurden mit einem BWYV-Isolat und einem BMYV-Isolat Übertragungsversuche auf 131 bzw. 101 Pflanzenarten aus 24 Familien vorgenommen (GRAICHEN & RABENSTEIN 1996; GRAICHEN, unveröff.)

Übertragung der BWYV/BMYV-Isolate auf Winterraps und Zuckerrübe

Die Testungen mittels DAS-ELISA und Rückübertragungsversuche mit Blattläusen zeigten einerseits, daß sich die verwendeten 15 BWYV-Isolate mit hohen Infektionsraten auf Winterraps übertragen ließen. In keiner der virusinokulierten Zuckerrüben ließen sich dagegen Infektionen mit den BWYV-Isolaten nachweisen. Andererseits konnten die 10 BMYV-Isolate von Zuckerrüben in keinem Fall auf Raps übertragen werden.

Wirtspflanzen für das BWYV

Von den 131 Arten, Unterarten und Varietäten aus 24 Familien erwiesen sich mit 69 mehr als die Hälfte als Wirte für das BWYV-Isolat. Dabei handelte es sich u.a. um

- 35 Gemüse-, Futter-, Chinakohl- sowie Ölpflanzenarten und -unterarten (*Brassica* ssp., *Camelina*, *Crambe*, *Raphanus* ssp., *Sinapis*),
- 12 Leguminosenarten (*Cicer*, *Glycine*, *Lens*, *Lupinus* ssp., *Ornithopus*, *Pisum*, *Trifolium* ssp., *Vicia* ssp.)

- 14 verbreitet auftretende Unkrautarten.

Auf die 7 geprüften Unterarten und Varietäten von *Beta vulgaris* ließ sich das BWYV nicht übertragen.

Wirtspflanzen für das BMYV

Im Vergleich zum BWYV wies das BMYV einen deutlich kleineren Wirtskreis auf. Lediglich 21 Arten aus 10 Familien, darunter alle 7 geprüften Unterarten und Varietäten von *B. vulgaris*, ließen sich mit dem BMYV infizieren. Keine Infektionen gelangen u.a. auf Leguminosen, sowie Pflanzen aller Arten, Varietäten und Unterarten der Gattung *Brassica* und *Raphanus*.

Schlußfolgerungen

Bereits von STEVENS (1993) wurde nachgewiesen, daß in Europa das BWYV prinzipiell ein *Brassica*-infizierendes Virus ist, und es deshalb eigentlich in *Brassica luteo virus* (BLV) umbenannt werden müßte. Aus den Untersuchungsergebnissen und dem Vergleich mit früheren Veröffentlichungen ist ersichtlich, daß es sich bei dem am Winterraps auftretenden Luteovirus um das in den fünfziger und sechziger Jahren an Kreuziferen in Belgien, Deutschland, Dänemark und England nachgewiesene Wasserrübenvergilbungsvirus (turnip yellows virus, TuYV) handelt (VANDERWALLE 1950; ROLAND 1952; BURCKHARDT 1960, 1963; WATSON 1963; HEINZE 1967), das nicht auf Zuckerrübe übertragbar ist. Von WATSON (1963) sowie SCHMELZER & HARTLEB (1976) wurde es auch als Mildes Wasserrübenvergilbungsvirus (turnip mild yellows virus, TuMYV) beschrieben. Infolge einer irrtümlichen Zuordnung wurde jedoch zu Beginn der siebziger Jahre die aus der amerikanischen Literatur stammende Bezeichnung beet western yellows virus übernommen. Um eine klare Differenzierung zu dem an Zuckerrüben auftretenden BMYV vorzunehmen, wird von Graichen für das am Raps auftretende Luteovirus die Verwendung der ursprünglichen Bezeichnung TuYV vorgeschlagen.

Aus der Identifizierung des BWYV/TuYV als das den Winterraps infizierende Luteovirus und seiner Differenzierung vom BMYV der Zuckerrüben ergeben sich für den prakti-

schen Pflanzenschutz, die Pflanzenzüchtung und den Pflanzenbau folgende Konsequenzen:

- Winterraps- und Zuckerrübenbestände stellen keine unmittelbare gegenseitige Gefährdung bezüglich des Auftretens von Luteoviren dar, sind jedoch beide Wirtspflanzen des Hauptvektors *Myzus persicae*.
- Beide Viren werden in persistenter Weise durch Blattläuse übertragen, wobei jedoch wesentlich mehr Blattlausarten zur Übertragung des BWYV als zur Übertragung des BMVYV in der Lage sind.
- Da sich das BWYV mit den gegenwärtigen polyklonalen Antiseren im DAS-ELISA nicht vom BMVYV differenzieren läßt, sind für den BMVYV-Nachweis in Vektoren für die Vorhersage des Auftretens infektiöser Blattläuse BMVYV-spezifische monoklonale Antikörper zu verwenden. Damit können unnötige Insektizidbehandlungen zur Vektorenbekämpfung vermieden werden.

Schadwirkung des BWYV am Winterraps

Zur Schadwirkung des BWYV beim Winterraps liegen Befunde aus Großbritannien und Deutschland vor. In Feldversuchen wurden unter natürlichen Befallsbedingungen in nahezu virusfreien Parzellen 12 % bis 14 % Mehrerträge erhalten (SMITH & HINKES 1985; HILL et al. 1989). In den Untersuchungen von SCHRÖDER (1996) war der Samenertrag von natürlich infizierten Einzelpflanzen der Sorten LIRAJET und LIRABON um 23 % bis 52 % vermindert.

In den Untersuchungen zur Schadwirkung des BWYV wurden am Standort Aschersleben dreijährige Parzellenversuche mit zwei Winterrapsorten durchgeführt. Zur Virusinokulation wurde in allen drei Jahren ein BWYV-Isolat von Winterraps (BN 5 ASL) verwendet. Im dritten Versuchsjahr wurde ein weiteres Virusisolat (LP 3/5) in die Untersuchungen einbezogen.

Die mittleren Ertragsminderungen durch das BWYV-Isolat BN 5 ASL betragen 17,7 % bei der Sorte FALCON und 25,5 % bei der Sorte ZEUS. Durch das Isolat LP 3/5 wurden bei FALCON 22,5 % und bei ZEUS 28,0 % Mindererträge verursacht (Abb. 2). Umgerechnet waren das 7,24 dt bis 12,32 dt Ertragsverluste pro Hektar. Über beide

Sorten betrug das dreijährige Mittel 20,4 %, was einem Minderertrag von ca. 8 dt/ha entspricht. In den Untersuchungen zur BWYV-Resistenz erwiesen sich alle geprüften Sorten und Zuchtlinien als anfällig. Deshalb ist auch bei anderen aktuellen Winter-rapssorten von gleich hohen Ertragsminderungen bei starkem Virusbefall auszugehen. Bezüglich der Höhe der ermittelten Ertragsverluste bestehen somit Übereinstimmungen mit den neuerdings in England und Frankreich gewonnenen Daten (JAY & SMITH 1995; HEBINGER 1995, persönliche Mitt.).

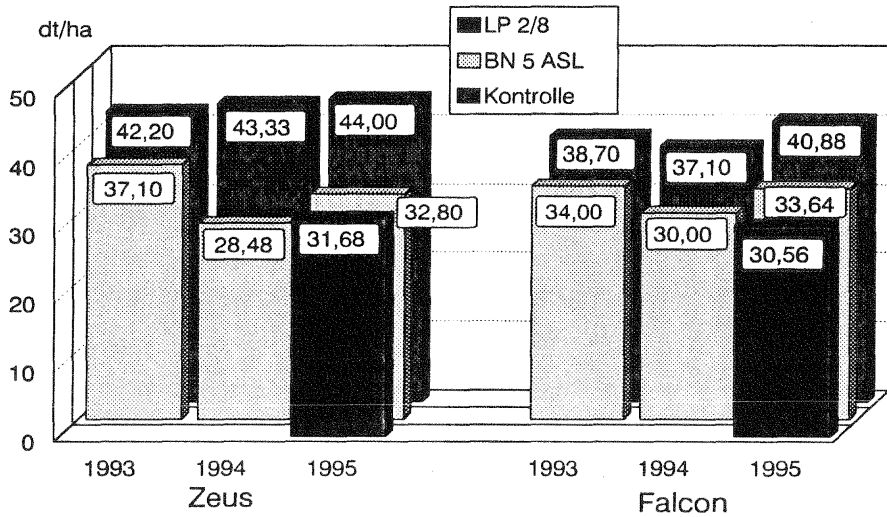


Abb. 2: Ertragsminderungen bei Winterrapss durch Infektion mit dem BWYV (Parzellenversuche, \bar{x} = 20,4 % bzw. ca. 8 dt/ha)

Züchtung auf Virusresistenz

Aus dem wiederholten epidemischen Befall von Winterrapss in den meisten deutschen Anbauregionen und der erheblichen Schadwirkung ergibt sich die Notwendigkeit von Bekämpfungsmaßnahmen. Die ökologisch und ökonomisch günstigste Maßnahme zur Einschränkung virusbedingter Ertragsminderungen stellt der Anbau virusresistenter Sorten dar. Für die Realisierung des neuen Qualitätsmerkmals Virusresistenz in der Winterrapsszüchtung ist die Bereitstellung von Resistenzquellen erforderlich.

Zur Ermittlung von *Brassica*-Genotypen mit Resistenz gegenüber dem BWYV wurden in Gewächshaus- und Freilandversuchen mehr als 800 Sorten, Linien und Herkünfte von

Brassica napus, *B. oleracea*, *B. rapa*, *B. juncea*, *B. carinata*, *B. nigra* und *Raphanus sativus* geprüft (GRAICHEN 1994; GRAICHEN, unveröff.).

Nachweis von BWYV-Resistenz

Von den bisher geprüften *B. napus*-Genotypen ließ sich bisher lediglich in einem Göttinger Resyntheseraps (R 54) Resistenz gegenüber dem BWYV nachweisen. Es wurden vier resistente Einzelpflanzen selektiert, in deren Selbstungsnachkommen unter Gewächshausbedingungen zu unterschiedlichen Anteilen wiederum BWYV-resistente Einzelpflanzen selektiert werden konnten. In der Freilandprüfung wurde im Gegensatz dazu in keiner der vier R 54-Linien BWYV-Befall nachgewiesen. Die Ausprägung der BWYV-Resistenz im Resyntheseraps R 54 kann offensichtlich durch Umweltbedingungen beeinflusst werden.

BWYV-Resistenz konnte des weiteren in asiatischen Herkünften von *B. oleracea* und *B. rapa* ssp. *pekinensis* sowie in Sorten und Zuchtmaterial von *Raphanus sativus* festgestellt werden. Als qualitativ resistent erwies sich der *B. rapa* Nr. 67, der ein Elter des Resyntheseraps R 54 ist. In keiner der 62 mehrfach massiv mit dem BWYV inokulierten Pflanzen ließen sich mittels DAS-ELISA und Blattlausrückübertragungen BWYV-Infektionen nachweisen, was auf eine Immunität dieser *B. rapa*-Herkunft hinweist. Qualitative Resistenz gegenüber der wirtschaftlich bedeutsamen Familie der Luteoviren ist nach bisherigem Kenntnisstand bei den verschiedenen Kulturpflanzenarten in diesem Maße nicht bekannt. *B. rapa* ssp. *pekinensis* Nr. 67 ist somit als Spender der BWYV-Resistenz im R 54 anzusehen.

Einlagerung der BWYV-Resistenz in Winterraps

Durch Kreuzungen mit dem Resyntheseraps R 54 und dem *B. rapa* Nr. 67 wurde versucht, BWYV-Resistenz in aktuelle Qualitätswinterrapsorten und -linien einzulagern. Die Prüfung der F1-Generationen unter Gewächshausbedingungen ergab einheitliche Anfälligkeit, jedoch bei verringerten Viruskonzentrationen. In der Freilandprüfung blieben einige Pflanzen der F1-Generationen befallsfrei. Die infizierten Pflanzen wiesen im DAS-ELISA verringerte Viruskonzentrationen auf und zeigten keine Virussympptome.

Bei der Prüfung von F2-, F3- und ersten Rückkreuzungspopulationen traten sowohl unter Gewächshaus- als auch unter Freilandbedingungen resistente Pflanzen auf. Bemerkenswert ist, daß unter den natürlichen Umweltbedingungen bei hohem natürlichen Befallsdruck im Herbst und zusätzlicher massiver Besiedlung mit infektiösen Blattläusen ein wesentlich höherer Anteil BWYV-resistenter Einzelpflanzen als unter den Gewächshausbedingungen selektiert werden konnte. Mehrere Kreuzungsnachkommenschaften enthielten zu überwiegenden Anteilen Pflanzen, in denen sich mit dem DAS-ELISA keine BWYV-Infektionen feststellen ließen. Bei den als Kontrolle geprüften anfälligen Winterapportsorten wurden sämtliche Pflanzen infiziert, und in den Pflanzenproben waren darüber hinaus mittels DAS-ELISA hohe Viruskonzentrationen nachweisbar. Somit ist es erstmalig gelungen, die BWYV-Resistenz in virusanfällige Winterapportsorten und -zuchtmaterial einzulagern und die Voraussetzung zur Bereitstellung von BWYV-resistentem Basismaterial für die praktische Pflanzenzüchtung zu schaffen.

Einsatz molekularbiologischer Techniken

Der Einsatz molekularbiologischer Techniken hat der Pflanzenvirologie neue Dimensionen erschlossen. Eine bis dahin mögliche Charakterisierung von Viren durch elektronenmikroskopische und serologische Verfahren wurde nunmehr durch die Aufklärung der genetischen Information entscheidend ergänzt. Damit wurden aber auch Einblicke in die Umsetzung der Erbinformation in infizierten Pflanzen und nicht zuletzt auch in die Verwandtschaft von Viren untereinander möglich. Die molekulare Charakterisierung einzelner Luteoviren war wegen ihrer starken Verbreitung in unterschiedlichen Kulturen und ihrer ökonomischen Bedeutung ein vorrangiges Ziel der molekularbiologischen Analyse. So wurde in den vergangenen Jahren die Genomorganisation vieler wichtiger Luteoviren vollständig entschlüsselt. Besondere Beachtung fand das Westliche Rübenvergilbungsvirus (VEIDT et al. 1988). Da eine serologische Unterscheidung des BWYV vom Milden Rübenvergilbungsvirus mit polyklonalen Antikörpern nicht möglich ist, war die Annahme, daß es sich um ein und dasselbe Virus in den Kulturen Raps und Zuckerrübe handelt, durchaus begründet. Erst die Bestimmung der Sequenzen von Virusisolaten aus Raps und aus Rüben ließ deutlich werden, warum eine sehr enge serologische Verwandtschaft besteht, dennoch aber zwei verschiedene Viren als Schaderreger vorliegen. In der gene-

rellen Genomorganisation des BWYV und des BMVYV existieren keine Unterschiede. Erst beim detaillierten Vergleich der einzelnen Leseraster fallen gravierende Differenzen auf.

Genomorganisation des BWYV

Die einzelnen Leseraster (open reading frame; ORF) kodieren für Proteine, die für die Vermehrung und die Ausbreitung der Viren nötig sind (Abb. 3). Das durch ORF1 kodierte Protein ist wahrscheinlich an der Symptomausprägung in Pflanzen beteiligt. Das von ORF2 und ORF2a gebildete Protein ist als Polymerase des Virus für dessen Replikation verantwortlich. Innerhalb dieses Proteins finden sich charakteristische Aminosäureabfolgen, die auch bei Polymerasen anderer Viren bzw. anderer Organismen konserviert sind. Interessanterweise wird bei der Synthese der Polymerase eine Verschiebung des Leserahmens, ein sogenannter „frame shift“, vollzogen. Die Hüllproteine des BWYV und des BMVYV werden durch den ORF3 determiniert. Dieses Protein ist für die Ummantelung der viralen RNA und letztlich für die Bildung von Viruspartikeln verantwortlich. Als weitere Funktion ist eine Beteiligung am Langstreckentransport des Virus in der Pflanze wahrscheinlich. Das Protein des ORF5 wird während der Translation des ORF3 durch das teilweise Überlesen eines Stop-Codons gebildet. Dieser sogenannte Durchleseprozess (read-through) führt damit zu einer Fusion des Hüllproteins mit dem Readthrough-Protein, das dann ebenfalls als integraler Bestandteil der Virushülle in Erscheinung tritt. Hierdurch wird offenbar die Blattlaus-Übertragbarkeit des Virus gewährleistet. Der ORF4 kodiert wahrscheinlich für ein Protein, das an der Ausbreitung des Virus im Kurzstreckentransport, also von Zelle zu Zelle, beteiligt ist.

Vergleicht man die einzelnen ORFs des BWYV und des BMVYV, so fällt auf, daß insbesondere die ORF1 und ORF2 große Sequenzunterschiede aufweisen, während in den übrigen ORF nur geringfügige Unterschiede festzustellen sind. Auch die Hüllproteine beider Viren unterscheiden sich nur minimal auf Sequenzebene (RÜFFERT; SCHIEMANN & MAISS, unveröff.), so daß hierdurch auch klar wird, warum beide Viren durch polyklonale Antiseren nicht zu unterscheiden sind. Dennoch reichen aber diese geringfügigen Unterschiede noch aus, um ein Nachweissystem auf der Basis monoklo-

naler Antikörper zu entwickeln, die dann wiederum eine Differenzierung erlauben. Auf Grund der Unterschiede im ORF1 und ORF2 zwischen BWYV und BMYV ist zu vermuten, daß die hier kodierten Proteine bei der Wirtsspezifität eine Rolle spielen. Mit der Entschlüsselung der Erbinformation rücken auch neue Bekämpfungsstrategien von Viren ins Blickfeld.

Einerseits können über verbesserte nukleinsäuregestützte Nachweisverfahren, wie etwa die Polymerase-Ketten-Reaktion (PCR), Züchtungsstrategien optimiert werden, andererseits können virale Gene direkt für die Erzeugung von Virusresistenz genutzt werden.

Gentechnische Ansätze zur Erzeugung von Virusresistenz

Die international vorliegenden Erfahrungen verdeutlichen, daß verschiedene Konzepte zu Luteovirus-resistenten Pflanzen führen können. Dies sind u.a. in transgenen Kartoffelpflanzen erzeugte Resistenzen gegenüber dem Kartoffel-Blattrollvirus (PLRV) mittels Übertragung der Gene für Hüllprotein, Replikase und 17k-Protein, dem wahrscheinlichen Transportprotein (KAWCHUK et al. 1990, 1991). Eine Breitbandresistenz gegen PLRV sowie nicht verwandte Viren erzeugten die N- oder C-terminal verlängerten 17k-Konstrukte. Die beste Resistenz gegen Gersten-Gelbverzweigungsvirus (BYDV) wiesen transgene Gerstenpflanzen mit Replikase-Konstrukten auf. Hohe Transkriptionsraten des Transgens führten auch hier - wie bei den PLRV-Hüllprotein-transgenen Kartoffeln - zu einem niedrigen Virustiter. Die Resistenzstrategien, die sich international als erfolgreich herausgestellt haben, werden auch in Braunschweig im Rahmen der gentechnischen Arbeiten genutzt. Es liegen keine Informationen über Arbeiten zur gentechnischen Verbesserung der BWYV-Resistenz bei Raps aus anderen Laboratorien vor.

Die bisher durchgeführten gentechnischen Arbeiten hatten folgende Zielstellungen:

- Erhalt von Genkonstrukten, die für die Resistenzausprägung besonders geeignet sind;
- Erhalt von Daten aus der Expressions- und Resistenztestung bei der Modellpflanze *Nicotiana benthamiana*, die Rückschlüsse auf die Funktionalität der verwendeten Gensequenzen bei Raps zulassen;
- Schaffung von transgenen Rapspflanzen mit nachweisbarer Expression der eingeführten Fremdgene;

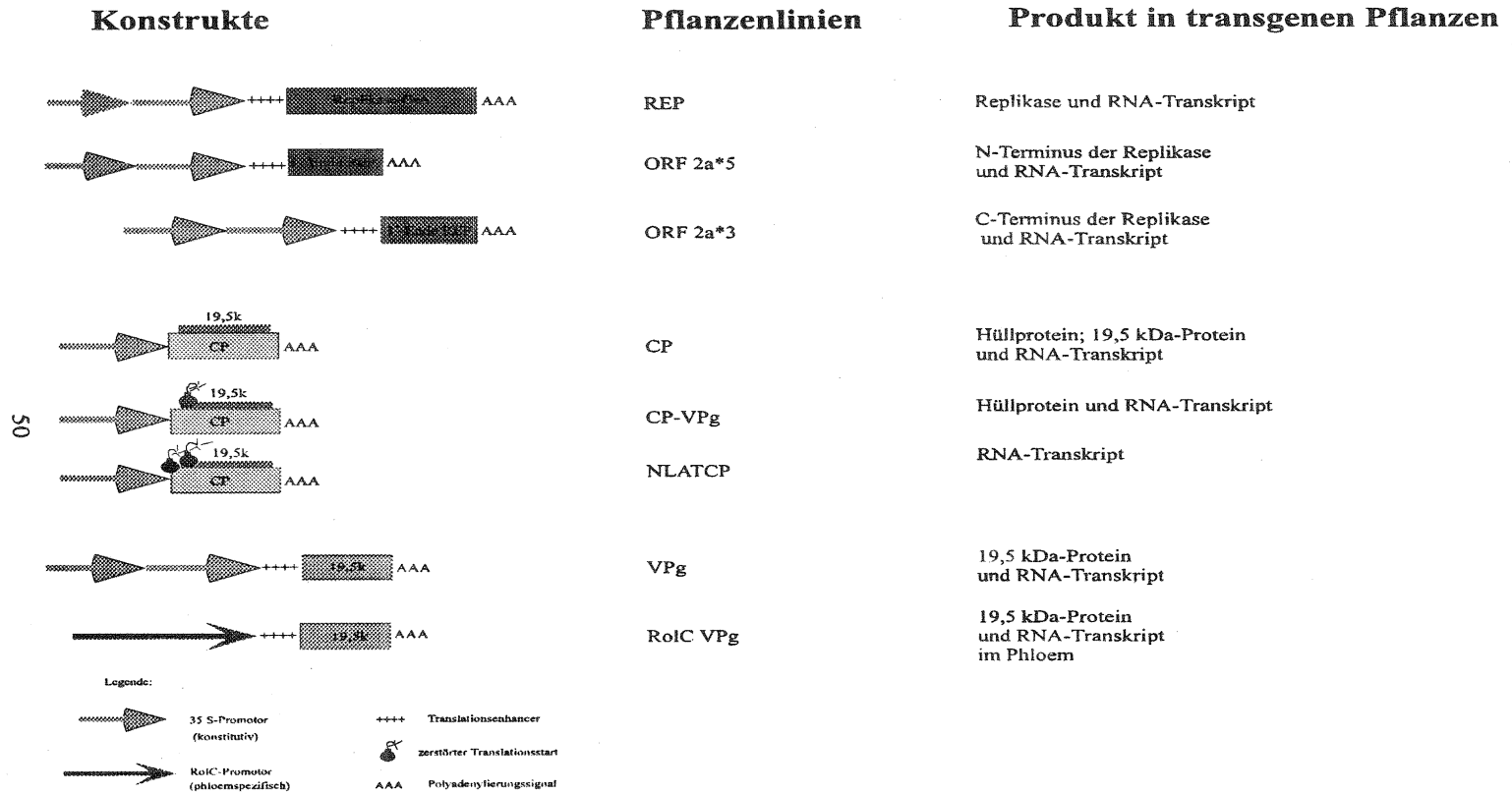


Abb. 3: Genomorganisation des BWYV

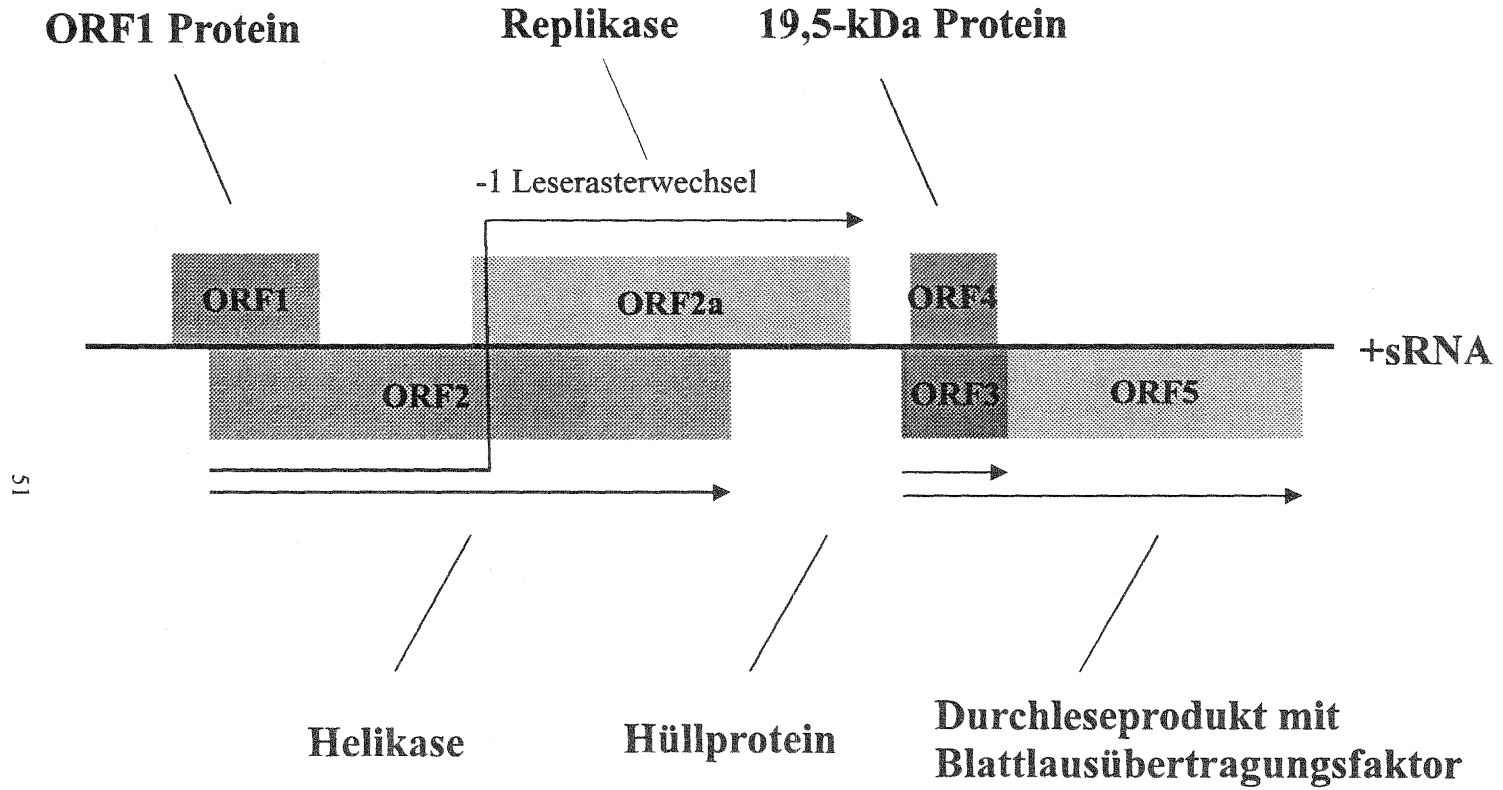


Abb. 4: BWYV- Genkonstrukte zur Transformation in Tabak und Raps

- Erhalt von Daten zur Phloem-spezifischen Expression der BWYV-Sequenzen und deren Auswirkung auf die Resistenzausprägung gegenüber dem Phloem-lokalisierten Luteovirus BWYV;
- Gewinnung von Daten und Pflanzenmaterial für künftige Freilandversuche.

Klonierung Pathogen-abgeleiteter Sequenzen zur Genübertragung

Zur Genübertragung in Tabak und Raps wurden BWYV-Sequenzen (PRILL et al. 1988) verwendet, die für das Hüllprotein, die Replikase und das vermutliche Transportprotein codieren (Abb. 4). Die drei unseren Arbeiten zugrundeliegenden Strategien der Protektion vor Virusbefall und die erzeugten Konstrukte werden im folgenden kurz beschrieben.

1) Hüllprotein-vermittelte Protektion

Durch die Expression des Hüllproteingens konnte in Kartoffel eine Protektion gegenüber dem Kartoffel-Blattrollvirus erreicht werden. Die Hüllprotein-vermittelte Protektion (CP-vP) gegen PLRV basiert auf einer Verminderung der Virusvermehrung, schafft aber keine Immunität. Pflanzen mit hoher Hüllproteingens-Transkriptionsrate zeigten dabei die besten Resistenzen gegen PLRV. Die Bildung des Hüllproteins in PLRV-CP-transgenen Pflanzen ließ sich schwer oder meist gar nicht nachweisen. Die Transkription des CP-Gens scheint ausreichend zu sein, um eine Protektion zu vermitteln.

Basierend auf diesen Kenntnissen haben wir folgende Konstrukte für eine CP-vP entwickelt:

- das native Hüllproteingens (CP);
- ein mutiertes Hüllproteingens mit ausgeschalteter Translation des internen, im Leserahinter verschobenen präsumptiven Transportproteingens (CP-VPg);
- ein nichttranslatierbares Hüllproteingens durch die Zerstörung des Translationsstarts (AUG) und die Einführung eines Stopcodons kurz nach dem Start, mit ausgeschalteter Translation des Transportproteingens (NLATCP).

Die Gene werden durch Regulationssequenzen aus dem Blumenkohl-Mosaikvirus, dem 35S-Promoter und dem 35S-Transkriptionsstop, kontrolliert. Der 35S-Promoter ist ein starker konstitutiver Promoter.

2) Polymerase-vermittelte Protektion

Pflanzen, die entweder die intakte virale Replikase oder verkürzte Bereiche der Replikase exprimieren, können eine Protektion gegen Virusbefall zeigen. Die Replikasegen-Strategie wurde für mindestens vier Virusgruppen verwandt: Tobamoviren, Potexviren, Tobraviren und Cucumoviren. In den Untersuchungen von GOLEMBOSKI et al. (1990) übertrifft die Polymerase-vermittelte Resistenz gegen TMV die CP-vP. Die Resistenz konnte auch durch ein hohes Virus-Inokulum nicht durchbrochen werden. Die Fa. Monsanto meldete 1993 ein Patent mit dem Titel „Plants Resistant to Infection by PLRV“ an. Die Erfindung schließt die Verwendung verschiedener Replikasekonstrukte ein.

Für unsere Arbeiten wurden drei verschiedene Replikasegenkonstrukte entworfen:

- Expression des ORF2/ORF2a mit der GDD-Domäne (REP)
- Expression der C-terminalen Sequenz des ORF2/ORF2a (ORF2a*5)
- Expression der N-terminalen Sequenz des ORF2/ORF2a mit der GDD-Domäne (ORF2a*3)

Die Gene stehen unter Kontrolle des verstärkten 35S-Promoters und besitzen einen Translationsverstärker aus dem Scharka-Virus.

3) Transportprotein-vermittelte Protektion:

TACKE et al. (1996) veröffentlichten kürzlich ihre Arbeiten zur PLRV-Resistenz in der Kartoffel durch die Expression des Transportproteingens (ORF4). Linien, welche ein N- oder C-terminal verlängertes PLRV-ORF4-Protein bildeten, waren gegen eine Infektion mit zwei nicht-verwandten Kartoffelviren, PVX und PVY, resistent. Die PLRV-Resistenz der ORF4-exprimierenden Kartoffelpflanzen scheint mRNA-vermittelt, die Breitbandresistenz Protein-vermittelt.

Unsere Konstrukte mit dem entsprechenden Gen (ORF4) aus BWYV sind folgendermaßen entwickelt worden:

- Expression des ORF4 unter Kontrolle des verstärkten 35S-Promoters mit dem Scharka-Translationsverstärker (VPg);
- Expression des ORF4 unter Kontrolle des Phloem-spezifischen RolC-Promoters (RolCVPg).

Testung der Konstrukte im Modell Tabak

Die oben beschriebenen Genkonstrukte wurden in Pflanzentransformationsvektoren übertragen und zur Transformation von *N. benthamiana* und Raps eingesetzt. Sie wurden auf hohe Transkriptions- und Translationsraten hin optimiert. Dabei wurden auch Aspekte der biologischen Sicherheit bei der Erstellung der Genkonstrukte berücksichtigt (z.B. CP-VPg und NLATCP). Da das BWYV *N. benthamiana* infiziert, ist sie als Modellpflanze geeignet. Bisher wurden mehr als 200 transgene Tabakpflanzen gewonnen. Die Transgenität der meisten dieser Linien wurde mit molekularbiologischen Methoden überprüft.

Die Transkription der CP-, CP-VPg- und NLATCP- sowie der ORF4-Konstrukte wurde in den entsprechenden transgenen Tabakpflanzen bestätigt. Für die ORF4-transgenen Linien konnte eine Bildung des ORF4-Proteins (19,5 kDa), sowohl für die gewebeunabhängige als auch die Phloem-spezifische Expression, gezeigt werden. Eine Translation des Hüllproteins (CP und CP-VPg) in den entsprechenden transgenen Pflanzen konnte weder im ELISA noch im Western-Blot mit Hüllprotein-spezifischen Antikörpern nachgewiesen werden. Eine Untersuchung der transienten Expression dieser Gene in Tabakprotoplasten führte zu demselben negativen Ergebnis. In Übereinstimmung mit den Literaturdaten scheint das Luteovirus-Hüllprotein in CP-transgenen Pflanzen hochgradig instabil zu sein. Die Vermehrung des Virus kann deshalb auch in BWYV-infizierten, CP-transgenen Pflanzen über einen ELISA mit CP-spezifischen Antikörpern verfolgt werden. Die Expression der Replikase-Konstrukte (REP, ORF2a*3 und ORF2a*5) wurde in den transgenen Pflanzen nicht untersucht, da die Funktionalität dieser Genkonstrukte bereits in anderen Systemen nachgewiesen wurde.

Die R1-Generationen einiger transgener Tabaklinien wurden in unseren Sicherheitsgewächshäusern mit dem BWYV-Isolat BN 5 ASL infiziert. Im Gegensatz zu Raps, welcher im Gewächshaus kaum Symptome zeigt, äußert sich bei *N. benthamiana* die Virusinfektion durch eine starke Wachstumsdepression. Die R1-Keimlinge wurden mit ca. 5 Virus-tragenden Läusen infiziert und die Virusvermehrung in zwei ELISA-Tests, im Abstand von drei und acht Wochen nach Infektion, verfolgt.

Bei der Resistenztestung von R1- und R2-Pflanzen aus Selbstung transgener Eltern zeigten einige Linien im Mittel niedrigere ELISA-Werte als die nicht-transgenen Kontrollpflanzen. Bei einer wiederholten Resistenztestung dieser Linien ließ sich das Ergebnis nicht sicher bestätigen. Lediglich eine RolCVPg-transgene Tabaklinie zeigte in drei unabhängigen Testungen niedrigere ELISA-Werte als die Kontrollpflanzen.

Es zeigte sich, daß für eine sichere statistische Auswertung eine größere Anzahl von R1-Pflanzen zu testen ist. Die große Streuung in den ELISA-Werten innerhalb einer Pflanze und zwischen den Geschwistern einer Linie ließ eine gesicherte Resistenztestung nicht zu. Zum Teil standen zusätzlich die Symptomausprägung (Wachstumsdepression) und der Virusgehalt (ELISA-Werte) im umgekehrten Verhältnis.

Nach optischer Bonitur auf Wachstumsdepressionen zeigte keine der getesteten transgenen Linien eine deutlich sichtbare BWYV-Resistenz.

Übertragung der Konstrukte in Raps

Die Genübertragung in Raps wurde mit Hilfe des Agrobakterien-vermittelten Gentransfers mit Explantaten von Stengel- und Hypokotylabschnitten durchgeführt. Die regenerierten Rapspflanzen wurden z. T. molekular charakterisiert. Als Ausgangsmaterial wurden vier Rapssorten verwendet (Winterraps R117 mit Ceres-Hintergrund und D753; Sommerrapslinien Sputnik und Drakkar). Die regenerierten Pflanzen wurden geselbstet und die Samen geerntet.

Bisher konnten noch nicht alle Konstrukte in Raps überführt werden. Die Transkription der Konstrukte VPg (ORF4) und NLATCP konnte gezeigt werden. Die Bildung des 19,5 kDa Proteins ließ sich in ORF4-transgenen Rapspflanzen bestätigen.

R1-Rapspflanzen von 35 transgenen Linien, vorwiegend ORF4-transgene Pflanzen, wurden einer BWYV-Resistenztestung unterworfen. Pro Testung wurden ca. 18 R1-Pflanzen infiziert und die Virusvermehrung durch einen ELISA-Test verfolgt.

Einige Linien, welche sich in einer 1. Testung als interessant in Hinblick auf BWYV-Resistenz erwiesen, wurden nochmals geprüft. Dabei ließen sich die positiven Ergebnisse aus der 1. Testung nicht reproduzieren. Wie bei der Tabaktestung ergaben sich auch beim Raps große Streuungen der ELISA-Werte.

Aus den bisherigen Ergebnissen der ELISA-Tests auf BWYV-Resistenz muß man folgern, daß

- a) die Anzahl der Kontroll- und der transgenen Pflanzen wesentlich erhöht werden muß, um die zum Teil erheblichen Schwankungen der ELISA-Werte innerhalb der Population auszugleichen;
- b) keine der getesteten Pflanzenlinien Immunität zeigte;
- c) sich eine Minderung des Virusgehaltes im Bereich von 10 - 50 % mit den angewandten Versuchsbedingungen nicht messen ließe, dazu müßte Punkt a) erfüllt werden;
- d) eine optische Bonitur auf BWYV-Resistenz im Gewächshaus nicht möglich ist.

Nach unseren Erfahrungen gestaltet sich die Resistenztestung gegen BWYV bei transgenem Raps durch die Ermittlung von ELISA-Werten als schwierig. Künftig werden wir dazu übergehen, Resistenztests im Freiland durchzuführen, da sich dort klare Virussymptome ausprägen. Anhand der Wachstumshöhe, des Samenertrags und der Blattmasse lassen sich infizierte Pflanzen im Freilandversuch eindeutig von nicht-infizierten Pflanzen sowie resistente von nicht-resistenten unterscheiden.

Zusammenfassung

Mit der Zunahme der Rapsanbaufläche mehrten sich in den vergangenen Jahren Hinweise auf hochgradigen Befall durch das Blattlaus-übertragbare Westliche Rübenvergilbungsvirus (beet western yellows virus, BWYV). Die hohen Infektionsraten verursachen erhebliche Samenertragsminderungen. Daher wird im Rahmen von Verbundprojekten zwischen der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Braunschweig und der Bundesanstalt für Züchtungsforschung an Kulturpflanzen in Aschersleben an der Erhöhung der Virusresistenz von Winterraps gearbeitet, wobei die Resistenz auf unterschiedlichen molekularen Mechanismen beruht und durch eine Kombination von klassisch züchterischen sowie gentechnischen Ansätzen erzeugt wird. Die gemeinsamen Anstrengungen zur Erzeugung der Virusresistenz basieren auf langjährigen Vorarbeiten, die sowohl in Braunschweig als auch in Aschersleben durchgeführt wurden. Durch die deutsche Einheit ist es gelungen, die in beiden Teilen Deutschlands vorhandenen Forschungspotentiale effektiv zusammenzuführen.

In der vorliegenden Veröffentlichung werden Nachweis, Epidemiologie, Wirtsspezifität, Schadwirkung, Untersuchungen zur Genomorganisation und Klonierung des BWYV sowie Ansätze zur Erzeugung von Virusresistenz dargestellt.

**The beet western yellows virus infecting oilseed rape -
detection, epidemiology, cloning, and different approaches to improve the virus
resistance by methods of classical breeding and genetic engineering**

Summary

Now that more and more oilseed rape is grown, more and more cases of heavy infections with beet western yellows virus (BWYV) transmitted by aphids have occurred in the past few years.

The high infection rates considerably reduce the yield of seeds. That is why in a joint project the Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Braunschweig, and the Bundesanstalt für Züchtungsforschung an Kulturpflanzen, Aschersleben, aim to make winter rape more resistant to viruses. The resistance is based on various molecular mechanisms and is achieved by combining methods of classical breeding and genetic engineering. The joint efforts mean a continuation of several years of initial investigations made in Braunschweig and in Aschersleben. After the process of re-unification, the research potentials available in both parts of Germany could be successfully and efficiently combined.

The present paper gives a survey of the detection, epidemiology, host specificity, damage potential, investigations of the genomic organisation and cloning of the BWYV, as well as of the approaches to achieve virus resistance.

Literatur

- BURCKHARDT, F. 1960: Untersuchungen über eine viröse Vergilbung der Stoppelrübe. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem, Heft 99: 84-96.
- BURCKHARDT, F. 1963: Untersuchungen über Virosen der Kultur-Brassica-Arten. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem, Heft 108: 66-70.
- GOLEMBOSKI, D. B., LOMONOSSOFF, G. P. & M. ZAITLIN 1990: Plants transformed with a tobacco mosaic virus nonstructural gene sequence are resistance to the virus. Proceedings of the National Academy of Sciences USA 87, 6311-6315.
- GRAICHEN, K 1994: Nachweis von Resistenz gegenüber dem Turnip Yellows Virus (TuYV) in Winterraps und verwandten Arten. Vorträge für Pflanzenzüchtung 30, 132-143.
- GRAICHEN, K. & F. RABENSTEIN 1996: European isolates of beet western yellows virus from oilseed rape (*Brassica napus* L. ssp. *napus*) are non-pathogenic on sugar beet (*Beta vulgaris* L. var. *altissima*) but represent isolates of turnip yellows virus. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz 103, 233-245.
- GRAICHEN, K. & E. SCHLIEPHAKE 1996: Auftreten, Symptome und Vektoren des Wasserrübenvergilbungs-virus (Syn. Westliches Rübenvergilbungsvirus) am Winterraps. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes 48, 186-191.
- GRAICHEN, K., SCHLIEPHAKE, E. & F. RABENSTEIN 1997: Epidemischer Befall von Winterraps durch das Wasserrübenvergilbungsvirus (Syn. Westliches Rübenvergilbungsvirus) im Anbaujahr 1995/96. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes, im Druck.
- HARDWICK, N. V., DAVIS J. M. L. & D. M. WRIGHT 1994: The incidence of three virus diseases of winter oilseed rape in England and Wales in the 1991/92 and 1992/93 growing seasons. Plant Pathology 43, 1045-1049.
- HEINZE, K. 1967: Die Vergilbungs Krankheit der Kohl- und Wasserrübe als Krankheitsursache auf Zierpflanzen. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem, Heft 121, 132-139.
- HILL, S. A., LANE, A. & N. V. HARDWICK 1989: The incidence and importance of beet western yellows virus in oilseed rape. In: Dale, M. F. B., Dewar, A. M., Froud-Williams, R. J., Hocking, T. J. Garet, J. D. and B. L. Rea eds. Aspects of Applied Biol. 23, Production and Protection of Oilseed Rape and other Brassica Crops, 1989. Cambridge, UK. AAB, 311-318.

- JAY, C. N. & H. G. SMITH 1995: The effects of beet western yellows virus on the growth and yield of oilseed rape. Proceedings of the 9th International Rapeseed Congress - Rapeseed Today and Tomorrow - Cambridge, UK, 4 - 7 July 1995, 2, 664-666.
- KAWCHUK, L. M., MARTIN, R. R., & J. MCPHERSON 1990: Resistance in transgenic potato expressing the potato leafroll virus coat protein gene. *Molecular Plant-Microbe Interactions* 3, 301-307.
- KAWCHUK, L. M., MARTIN, R. R., & J. MCPHERSON 1991: Sense and antisense RNA-mediated resistance to potato leafroll virus in Russet Burbank potato plants. *Molecular Plant-Microbe Interactions* 4, 247-253.
- KERLAN, C. 1991: Les viroses, une étude de longue haleine. Le dossier, *Oleoscope* n° 5, septembre 91, 6-7.
- LÖWER, C. & A. EPPLER 1996: Untersuchungen zum Befall des Rapses mit BWYV in Mittelhessen 1992 bis 1996. *Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem*, Heft 321, 1996, 244.
- POLAK, J. & L. MAJKOWA 1992: Winter oilseed rape as a likely source and reservoir of beet western virus. *Ochrana Rostlin* 28, 191-196.
- PRILL, B., MAISS, E., CHANSILPA, N & R. CASPER 1988: Molecular cloning of single-stranded RNAs of potato leafroll virus and beet western yellows virus. *Journal of General Virology* 69, 2397-2402.
- PRÜFE, M., J. SCHROD, C. LÖWER & A. EPPLER 1994: Untersuchungen zum Virusbefall des Rapses in der Umgebung von Gießen. *Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem*, Heft 301, 94.
- ROLAND, G. 1952: Étude de deux viroses du navet: la mosaïque et la jaunisse. *Parasitica* 8, 97-111.
- SCHMELZER, K. & H. HARTLEB 1977: Die Milde Vergilbung der Kohl- und Wasserrübe. In: Klinkowski, M., *Pflanzliche Virologie*, Bd 2, Akademie-Verlag Berlin 1977, 142-143.
- SCHRÖDER, M. 1994: Untersuchungen zur Anfälligkeit des Rapses (*Brassica napus* L. ssp. *napus*) gegenüber verschiedenen Viruskrankheiten. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* 101, 576-589.
- SCHRÖDER, M. 1996: Das Westliche Rübenvergilbungsvirus an Winterraps in Baden-Württemberg. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes* 48, 32-35.
- SMITH, H. G. & J. A. HINCKES 1985: Studies on beet western yellows virus in oilseed rape (*Brassica napus* ssp. *oleifera*) and sugar beet (*Beta vulgaris*). *Annals of Applied Biology* 107, 473-484.

STEVENS, M. 1993: Methods for distinguishing sugar beet yellowing viruses in plant and aphids and their use in epidemiological studies. Dissertation, University of East Anglia, 210.

TACKE, E., SALAMINI, F., & W. ROHDE 1996: Genetic engineering of potato für broad-spectrum protection against virus infection. *Nature Biotechnology* **14**, 1597-1601.

THOMAS, P. E., HANG, A. N., REED, G., GILLILAND, G. C. & G. REISENHAUER 1993: Potential role of winter rape seed on the epidemiology of potato leaf roll disease. *Plant Disease* **77**, 420-423.

VANDERVALLE, R. 1950: La jaunisse des navets. *Parasitica* **6**, 111-112.

VEIDT, I., LOT, H., LEISER, M., SCHEIDECKER, D., GUILLEY, H., RICHARDS, K., & G.JONARD 1988: Nucleotide sequence of Beet western yellows virus RNA. *Nucleic Acids Research* **16**, 9917-9932.

WATSON, M. A. 1963: Turnip mild yellows virus. Rothamsted Experimental Station Report for 1962, 112.

Danksagung

Wir danken der NPZ, der GFP und dem BML für Forschungsmittel.

An den Arbeiten waren Dipl.-Biol. Birgit Prill, Dr. M. Schröder, S. Gerstel, Dipl.-Biol. Claudia Rüffert, Alexandra Gräfin zu Münster und A. Lütgering beteiligt.

Diese Veröffentlichung widmet Joachim Schiemann Herrn Professor Dr. Benno Parthier, seinem hochverehrten Hochschullehrer und Betreuer seiner Dissertation Mitte der 70er Jahre in Halle. Professor Parthier, Direktor des Instituts für Pflanzenbiochemie in Halle und Präsident der „Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina“, feiert am 21. August 1997 seinen 65. Geburtstag.

Zur Sortenfrage bei der Unkrautunterdrückung durch Rapsbestände

Peter Niemann

Einleitung

Raps ist der bedeutendste pflanzliche Öllieferant in Deutschland. Sein Anbauumfang betrug 1995 1,04 Mio. ha, davon waren 95 % Winterraps. Die 00-Qualitäten finden vorrangig in der Lebensmittelindustrie Verwendung. Daneben kommt für den non-food-Bereich, insbesondere als Biodiesel, der Anbau auf Stilllegungsflächen in Betracht (350.000 ha). Der Anbauumfang wird heute wesentlich durch die EU-Agrarreform von 1992 bestimmt. Einzelbetrieblich spielen für die Anbauplanung neben ökonomischen Kriterien insbesondere Überlegungen zur Auflockerung getreidebetonter Fruchtfolgen eine Rolle.

Die Ansprüche des Rapses an die Tiefgründigkeit des Bodens sind hoch. Bedingt durch die gegenwärtige Situation auf den Agrarmärkten fließen in die Standortwahl vermehrt auch Fruchtfolgeüberlegungen ein, die dazu führen, daß der Raps als Blattfrucht zur Auflockerung von Getreidefolgen auf weder rüben- noch kartoffelfähigen Böden eine große Bedeutung erlangt hat. Oft handelt es dabei um schwere Böden im Bereich der Küsten und Mittelgebirge mit hohen Niederschlägen. Diese Standorte zeichnen sich durch eine starke Unkrautwüchsigkeit aus. Die Verunkrautung der Rapsbestände, insbesondere mit Ausfallgetreide, wird noch dadurch gefördert, daß zwischen der Ernte von Winterweizen, der zunehmend die Wintergerste als Vorfrucht ersetzt hat, und der Rapsaussaat kaum mehr ausreichend Zeit für eine sanierende Stoppelbearbeitung besteht.

Wie bei anderen Kulturarten sind auch bei Winterraps die Erträge in den letzten Jahrzehnten kontinuierlich angestiegen und haben heute ein Niveau von fast 30 dt/ha erreicht. In der jüngeren Vergangenheit war die Qualitätszüchtung (Freiheit von Erucasäure und Glycosinolat) ein vorrangiges Ziel. Diese Tendenz hatte den Züchtungsfortschritt beim Ertrag vorübergehend in den Hintergrund treten lassen (SCHUSTER 1997). Neben weiteren Qualitätskriterien wie dem Ölgehalt sind folgende Zuchtziele aktuell bedeutend:

Winterfestigkeit, Krankheitsresistenz, Standfestigkeit, Platzfestigkeit, gleichmäßige Blüte und Abreife sowie Frühreife. Morphologisch zeichnen sich einige neuere Sorten durch einen verkürzten Stengel und reduzierte Blattmasse aus. Durch den dadurch geförderten Lichteintritt in die Bestände kann es zu einem stärkeren Unkrautwachstum kommen.

Die Anbautechnik verfolgt das Ziel, durch Variation von Saatzeit und -menge Bestände zu erstellen, die sich vor dem Winter soweit entwickeln, daß Winterfestigkeit und Ertragsbildung optimiert sind. In der Regel wird dies durch eine Bestandesdichte von 60 bis 80 Pflanzen/m² im Herbst bei gleichmäßiger Verteilung erreicht (GRIEPENTROG 1996). Bei ungünstigen Boden- und Witterungsverhältnissen zur Saat sowie durch Auswinterung kann es zu mehr oder weniger ausgeprägten Bestandeslücken kommen, in denen sich dann Unkräuter ohne Kulturkonkurrenz ungehindert entwickeln können.

Aus Gründen der Arbeitswirtschaft und des Bodenschutzes gewinnt die pfluglose Bestellung an Interesse. Dadurch könnte es auf lange Sicht zu verschärften Unkrautproblemen kommen, insbesondere mit Monokotylen und ausdauernden Arten.

Der Nährstoffbedarf des Rapses ist vergleichsweise hoch, insbesondere was die Versorgung mit Stickstoff und Schwefel anbelangt. Aufgrund der ausgeprägten Kulturkonkurrenz können Unkräuter diese Nährstoffe nur begrenzt nutzen, es sei denn, sie wachsen in Bestandeslücken (NIEMANN 1990).

Die Ertragsbildung des Rapses kann von zahlreichen Schadorganismen begrenzt werden. Dies gilt in erster Linie für zyklisch und regional auftretenden Schadinsekten wie Raps-erdflöhen, Rapsglanzkäfer, Kohlschotenrüßler u. a. Daneben beeinflussen diverse Krankheiten (u. a. Weißstengeligkeit, Wurzelhals- und Stengelfäule sowie Grauschimmel) die Ertragsbildung. Über die Wirtschaftlichkeit von Bekämpfungsmaßnahmen kann immer nur im Einzelfall entschieden werden. Wegen der derzeitigen engen Preis-Kosten-Relation fallen die Entscheidungen zunehmend gegen eine Maßnahme aus (WAHMHOF 1992; GARBURG 1994).

Unkräuter sind die traditionellen Begleiter des Rapsanbaues. Frühe Saat im Herbst, schwere Böden und hohe Niederschläge fördern generell die Verunkrautung. Hohe Stetigkeiten in Rapsbeständen weisen insbesondere die winterannuellen Arten *Alopecurus myosuroides* (Ackerfuchsschwanz), *Galium aparine* (Klettenlabkraut), *Matricaria chamomilla* (Echte Kamille), *Anthemis arvensis* (Acker-Hundskamille), *Stellaria media* (Vogelmiere), *Lamium* spp. (Taubnessel-Arten), *Veronica* spp. (Ehrenpreis-Arten), *Capsella bursa-pastoris* (Hirtentäschelkraut), *Viola arvensis* (Ackerstiefmütterchen), *Thlaspi arvense* (Ackerhellerkraut) und *Myosotis arvensis* (Ackervergißmeinnicht) auf. Daneben spielt Durchwuchs von Wintergerste und -weizen eine Rolle. Unter besonderen Standort- und Bewirtschaftungsbedingungen können zudem auch bisher seltenere Arten gelegentlich in höheren Dichten vorkommen und erhebliche Bekämpfungsschwierigkeiten verursachen (AMELUNG & BROSCHEWITZ 1996): *Conium maculatum* (Gefleckter Schierling), *Lactuca serriola* (Kompaßlattich), *Sisymbrium officinale* (Wegrauke), *Descurainia sophia* (Besenrauke), *Sisymbrium loeselii* (Loesels Rauke), *Barbarea vulgaris* (Barbarakraut) und *Bumias orientalis* (Morgenländisches Zackenschötchen).

Nachdem die Unkrautbekämpfung in Winterraps bis Anfang der 70er Jahre nahezu ausschließlich mechanisch erfolgte, haben in den vergangenen zwei Jahrzehnten Herbizide eine dominierende Stellung erlangt. Gegenwärtig (März 1997) sind für zahlreiche Herbizide bei der Zulassung Anwendungen im Vorsaats-, Vorauf- und Nachaufverfahren vorgesehen. Im einzelnen handelt es sich um Präparate mit den folgenden Wirkstoffen: Carbetamid, Clopyralid, Cycloxydim, Dimefuron, Fenoxaprop-P, Fluazifop-P, Haloxyfop, Metazachlor, Napropamid, Propaquizafop, Propyzamid, Pyridat, Quinmerac, Quizalofop-P, Trifluralin. Mit diesen Wirkstoffen können die meisten Unkrautarten einschließlich Durchwuchsgetreide hinreichend bekämpft werden. Wirkungsschwächen bestehen generell gegen Kruziferen und *V. arvensis*. Lösungsansätze sind evtl. von Glufosinat und Glyphosat als Komplementärherbizide in transgenen Sorten zu erwarten. Inwieweit es zu einer Renaissance der mechanischen Unkrautbekämpfung kommen wird, hängt sowohl von der Weiterentwicklung der Gerätetechnik als auch von den künftigen Herbizidpreisen ab (WAHMHOF 1994).

Der durch Unkräuter verursachte Schaden manifestiert sich in quantitativen und qualitativen Ertragsverlusten sowie in der Behinderung der Erntetechnik, letzteres speziell durch *G. aparine*. Sekundärauswertungen von Versuchen haben aber ergeben, daß, bedingt durch die hohe interspezifische Konkurrenzkraft des Rapses, nur etwa die Hälfte aller Herbizidbehandlungen bei den Preis-Kosten-Relationen des Jahres 1989 wirtschaftlich waren (WAHMHOFF 1990). Weiterhin war eine Voraufbehandlung zur Ertragsicherung nicht generell erforderlich (DINGEBAUER 1991). Bei allen Untersuchungen zur Unkrautkonkurrenz in Winterrapsbeständen waren die Ergebnisse allerdings sehr variabel (u. a. LUTMAN 1993). Eine gesicherte Beziehung zwischen Unkrautdeckungsgrad und Konkurrenzwirkung konnte daher kaum gefunden werden. Vielmehr haben Randbedingungen wie die Witterung und der Kulturzustand einen großen Einfluß auf das Konkurrenzgeschehen, so daß das Verhältnis von Deckungsgrad Raps : Deckungsgrad Unkraut als Kriterium für die Schadensprognose geeigneter ist als der absolute Deckungsgrad des Rapses (DINGEBAUER 1991). Mit Schadindices soll zudem der artspezifischen Unkrautkonkurrenz Rechnung getragen werden (LUTMAN et al. 1995). Eine weitere Verfeinerung der Schadensprognose stellt die Berücksichtigung des Unkrautauflauftermins relativ zum Auflauftermin der Kultur dar (MUNZEL 1992). Nach diesem Konzept schlagindividuell ermittelte Schadensschwellen eignen sich als Grundlage für Bekämpfungsentscheidungen (KEES & LUTZ 1992). In der praktischen Unkrautbekämpfung hat heute die schlagindividuelle Anpassung von Herbiziden und deren Aufwandmenge sowohl an die aktuelle Unkrautflora als auch an die interspezifische Konkurrenzkraft des Rapsbestandes eine zentrale Bedeutung (WHYTOCK & BINGHAM 1995).

Ziel der vorliegenden Untersuchung war es, den Anteil der Sorte an der Variabilität der Kulturkonkurrenz zu ermitteln.

Material und Methoden

Die Untersuchungen wurden überwiegend als Parzellenversuche im Freiland und ergänzend als Modellversuche in der Vegetationshalle durchgeführt.

Bei den Betonrahmenparzellen handelt es sich um eine mit Maschendraht (20 % Lichtminderung) überspannte Anlage im Freiland. Die 2 m² großen Parzellen waren über einer drainierenden Kiesschicht 1 m hoch mit Boden gefüllt. Der sandige Lehmboden wies 1,1 % Humus und einen pH-Wert von 6,3 auf. Die Nährstoffversorgung betrug bei P: Stufe D, bei K: Stufe C, bei Mg: Stufe A. An jährlichen Gaben/ha wurden appliziert: 90 kg P₂O₅, 180 kg K₂O, 50 kg MgO und 50 kg S. Die N-Gaben wurden mehrfach geteilt und erreichten insgesamt 210 kg, wovon 60 kg im Herbst ausgebracht wurden. Nach der Vorfrucht Sommergerste wurden die Parzellen umgegraben und der mit Oftanol T (Isofenphos + Thiram) gebeizte Winterraps Ende August mit einem Reihenabstand von 13 cm per Hand gesät. Mit dem Ziel einer Gleichstandssaat wurde die gebeizte Saat auch in der Reihe auf 13 cm abgelegt, wobei zunächst Mehrfachbelegungen erfolgten. Gegen Bodenschädlinge wurden 7 g/m² Curaterr Granulat (Carbofuran) bei der Saat eingearbeitet. Im Laufe des Herbstes wurde sukzessiv auf einen Sollpflanzenbestand von 60/m² vereinzelt. Ebenso wurde der gesamte Unkrautauflauf kontinuierlich gejätet. Zur Simulation von Getreidedurchwuchs wurden Ende September 10 Winterweizenpflanzen/m² im Einblattstadium in die Rapsbestände pikiert (SPERBER im ersten Jahr, danach wegen der höheren Mehltaresistenz LAMBROS). Bei sämtlichen Arbeiten wurde durch transportable Brücken jeglicher Bodendruck im Versuch vermieden. Insgesamt handelte es sich hier um Freilandexperimente mit einem hohen Grad an Standardisierung.

Die verwendeten Rapsorten wurden nach ihrer vermuteten unterschiedlichen Unkrautunterdrückung ausgewählt. Neben 5 deutschen Sorten (Tab. 1) wurden aus dem EU-Sortiment ergänzend CAPRICORN und HONK einbezogen, weil sie aufgrund von Vorbonitierungen eine ausgeprägte Unkrautunterdrückung erwarten ließen.

In den 3 Versuchsjahren (1994, 1995, 1996) hielt sich der Befall des Rapses mit Krankheiten und Schädlingen in Grenzen, so daß keine Pflanzenschutzmittel zur Schadensabwehr appliziert werden mußten.

Tab. 1: Einige phänologische und morphologische Merkmale der ausgewählten deutschen Rapssorten. Zusammenstellung nach MANTHEY (1996) und Züchterangaben

Sorte	Wüchsigkeit im Herbst	Wüchsigkeit im Frühjahr	Blühbeginn	Wuchshöhe	Blattmasse	Ertragsaufbau
-------	-----------------------	-------------------------	------------	-----------	------------	---------------

ZEUS	mittel	zügig	früh	kurz	wenig	Haupttrieb
FALCON	mittel	zügig	früh	mittel	mittel	Haupttrieb
BRISTOL	zügig	zügig	früh	kurz	wenig	Verzweig.
LIRAJET	zügig	mittel	spät	mittel	viel	Verzweig.
IDOL	zügig	zügig	früh	kurz	wenig	Verzweig.

Die Witterung im Versuchszeitraum läßt sich wie folgt charakterisieren:

1993/94: Nach zügigem Auflauf war das weitere Wachstum durch unterdurchschnittliche Temperaturen bis Winterbeginn gehemmt. Eine Kompensation erfolgte durch überdurchschnittliche Temperaturen im nächsten Frühjahr.

1994/95: Nach zügigem Auflauf normale Vorwinterentwicklung aufgrund ausgeglichener Temperaturen. Nach mildem, niederschlagsreichen Winter normale Frühjahrsentwicklung bei ausgeglichenen Temperaturen.

1995/96: Nach sehr zügigem Auflauf üppige Herbstentwicklung aufgrund überdurchschnittlicher Temperaturen. Nach langem kalten Winter verzögerter Vegetationsbeginn erst Mitte April und aufgrund eines kühlen Vorsommers später Blühbeginn.

Im Laufe der Vegetationsperioden wurden der Deckungsgrad der Rapssorten mehrfach bonitiert und gleichzeitig deren Wuchshöhe ermittelt. Die Bodenbeschattung in den Beständen wurde 1994 als photosynthetisch aktive Strahlung (PAS) im Wellenbereich von 400-700 nm nach VERSCHWELE (1994) gemessen. Ende Mai/Anfang Juni wurden die Weizenpflanzen im Stadium BBCH 37/51 entnommen und deren Trockenmasse bestimmt. Der Raps hatte zu diesem Termin das Stadium BBCH 75 erreicht. Zur Orientierung über dessen sortentypische Biomassebildung wurden je m² 10 Pflanzen entnommen und ebenfalls die Trockenmasse ermittelt.

Der Versuch lief in den 3 Jahren mit jeweils 4 Wiederholungen je Sorte. Die variationsanalytische Auswertung mit anschließendem multiplen Mittelwertvergleich auf Basis des TUKEY-Tests erfolgte mittels SAS. Weiterhin wurden Regressionsrechnungen mit dem Deckungsgrad des Rapses zu verschiedenen Terminen als unabhängige und der Trockenmasse des Winterweizens als abhängige Variable vorgenommen.

Ergänzend zu dieser Versuchsanlage konnten im Anbaujahr 1993/94 die fünf deutschen Sorten ZEUS, FALCON, BRISTOL, LIRAJET und IDOL am Versuchsstandort Poppenburg (Kreis Hildesheim) der Landwirtschaftskammer Hannover anhand eines Landes-sortenversuchs bezüglich Deckungsgradentwicklung und Wuchshöhe ausgewertet werden.

Schließlich sollte ein Modellversuch in der Vegetationshalle des Instituts Aufschluß über die Biomassebildung der 7 Sorten im Herbst geben. Hierzu wurden in 10-l-Gefäße, die mit dem o. a. sandigen Lehm gefüllt waren, Anfang September 1993 je Sorte 5 Rapspflanzen im Keimblattstadium pikiert und mit 60 kg/ha N gedüngt. Nach sehr üppigem Wachstum erfolgten Ernte und Frischmassebestimmung Mitte Oktober im Stadium BBCH 16/18. Der Versuch lief mit 4 Wiederholungen je Sorte. Die biometrische Auswertung erfolgte wie oben ausgeführt.

Ergebnisse

Die Versuche wurden in keinem Jahr durch Auswinterung oder starkes Lager beeinträchtigt.

Im Herbst bestand kein eindeutiger Unterschied in der Ausprägung des Deckungsgrades zwischen den Sorten. 1994 erreichte FALCON den höchsten Wert, während ZEUS und LIRAJET gegenüber FALCON signifikant abfielen. 1995 waren die Differenzen zwischen den Sorten statistisch nicht abzuschließen. Tendenziell fielen aber BRISTOL durch eine positive und IDOL durch eine negative Abweichung auf. 1996 wies wiederum BRISTOL den gesicherten höchsten Wert auf, während HONK und LIRAJET gegenüber BRISTOL signifikant abfielen. Jahresbedingt erreichten die Deckungsgrade Werte zwischen 30 und 70 %, im Herbst 1993 waren sie am niedrigsten (Abb. 1).

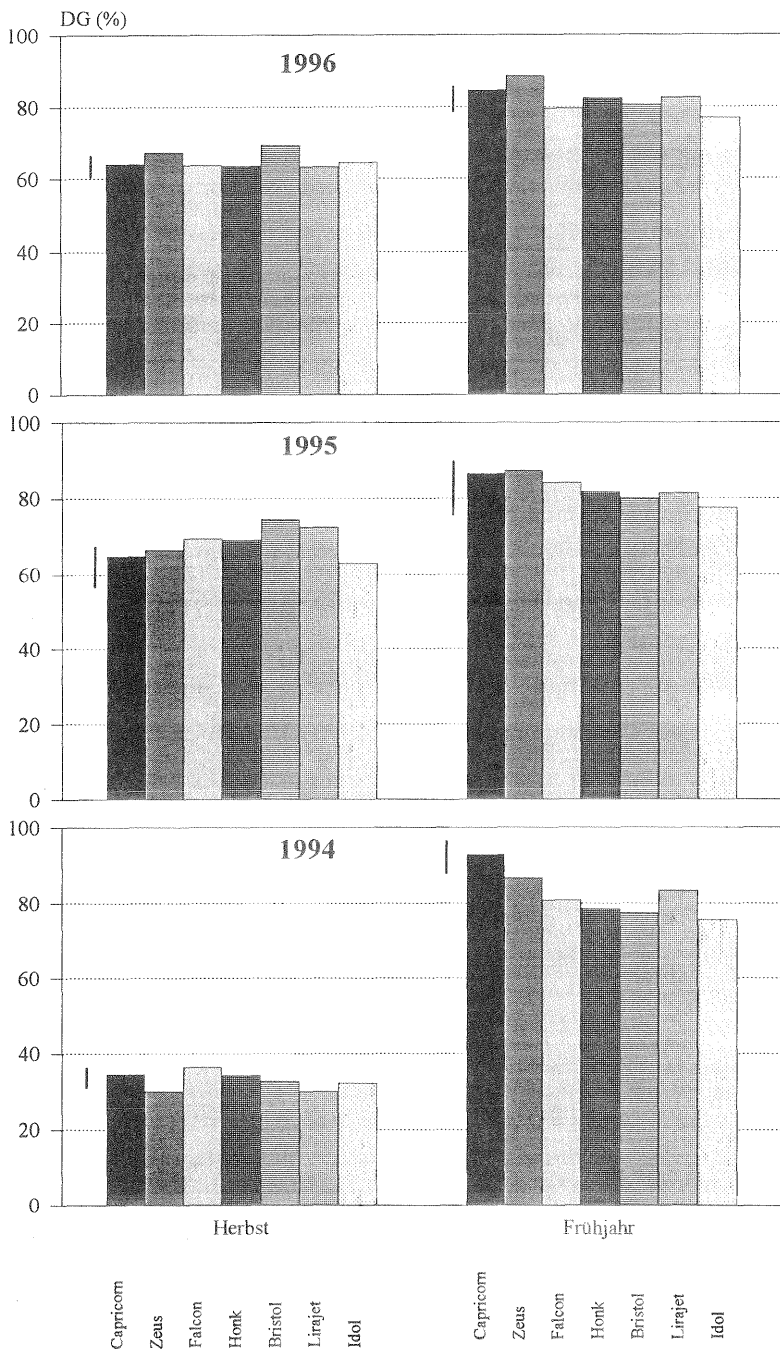


Abb. 1: Deckungsgrad der 7 Winterrippsorten im Herbst (Anfang November) und im Frühjahr (Ende April) mit den jeweiligen Grenzdifferenzen (5 %).

Erst im Frühjahr setzte eine eindeutigere Differenzierung zwischen den Sorten ein, insbesondere 1994 (Abb. 1). Zum letzten Boniturtermin Ende April wurden in jedem Jahr im Mittel etwa 80 % Deckungsgrad erreicht, wobei bis zu 17 Prozentpunkte zwischen den beiden Sorten CAPRICORN und IDOL lagen. Diese zwei Sorten können generell als die Extreme in dem untersuchten Sortiment angesehen werden (Abb. 2), die übrigen Sorten ordneten sich dazwischen ein, wobei sich zu einigen Boniturterminen die Reihenfolge auch leicht verändern konnte, was hier aus Platzgründen aber nicht im einzelnen dargestellt werden kann. IDOL war in allen drei Jahren die Sorte mit dem niedrigsten Deckungsgrad im Frühjahr; 1994 war dies gegenüber CAPRICORN und 1996 gegenüber ZEUS auch statistisch gesichert. Die höchsten Werte erreichten CAPRICORN und ZEUS, mit statistische Sicherungen gegenüber IDOL für CAPRICORN 1994 und für ZEUS 1996. BRISTOL zeichnete sich meist im Herbst und im zeitigen Frühjahr noch durch relativ hohe Deckungsgrade aus, fiel danach aber gegenüber CAPRICORN und ZEUS teils signifikant ab.

Die Lichtmessungen in den Beständen im Frühjahr 1994 bestätigten die bonitierten Deckungsgradunterschiede zwischen CAPRICORN und IDOL (Tab. 2). Aus den Ergebnissen wird darüber hinaus der sehr steile Anstieg der Lichtabsorption bei beiden Sorten innerhalb von nur zwei Wochen infolge des zunehmenden Bestandesschlusses deutlich.

Tab. 2: Lichteinfall (PAS %) in den Bestand von CAPRICORN und IDOL im Frühjahr 1994

Meßtermin	CAPRICORN	IDOL
15.04.94	6,45	20,19
22.04.94	2,94	9,73
29.04.94	1,43	3,08

Hinsichtlich der Höhe verhielten sich die Sorten meist entgegengesetzt zum Deckungsgrad: Die blattärmeren und im späten Frühjahr deckungsgradschwachen Sorten IDOL und BRISTOL waren vor Blühbeginn signifikant am längsten, während alle übrigen

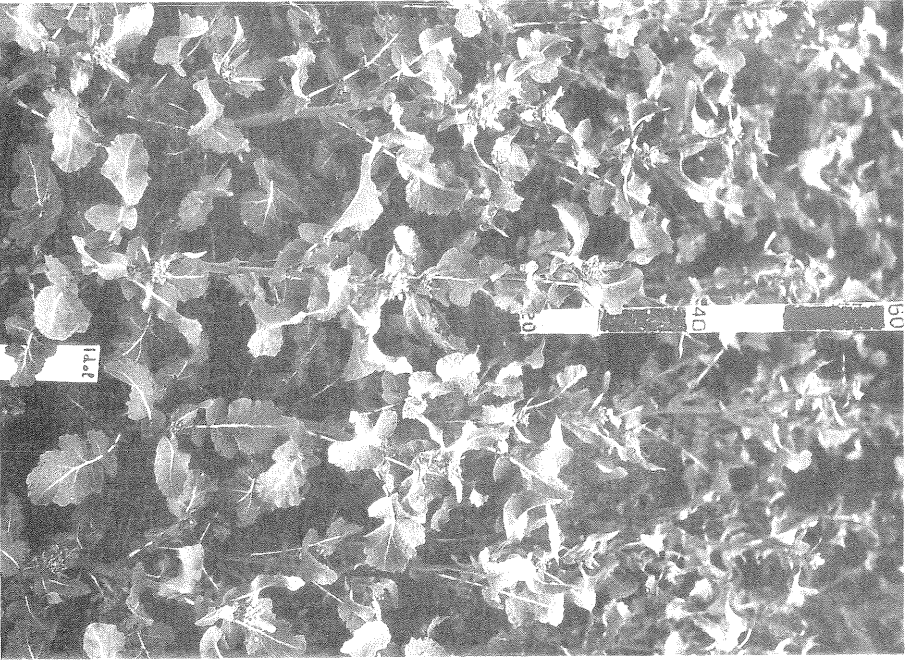
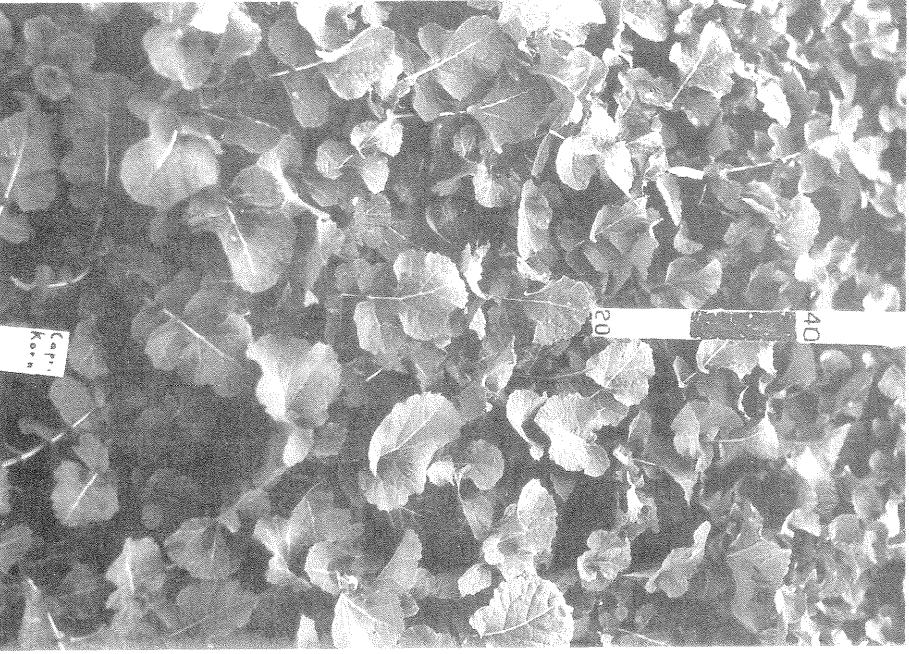


Abb. 2: Die Sorten CAPRICORN (links) und IDOL (rechts) am 25.04.96

Sorten, insbesondere der blattreiche CAPRICORN, kürzer blieben. Im Herbst waren die Höhenunterschiede zwischen den Sorten hingegen noch zu vernachlässigen (Abb. 3).

In dem Landessortenversuch 1993/94 verhielten sich die 5 deutschen Sorten hinsichtlich Deckungsgrad und Wuchshöhe ähnlich wie im Kernversuch (Abb. 4). Hervorzuheben sind bei den Frühjahrsdaten insbesondere der mit einem überdurchschnittlichen Längenwachstum gekoppelte geringe Deckungsgrad bei BRISTOL und IDOL und das gegen- teilige Verhalten von LIRAJET und FALCON.

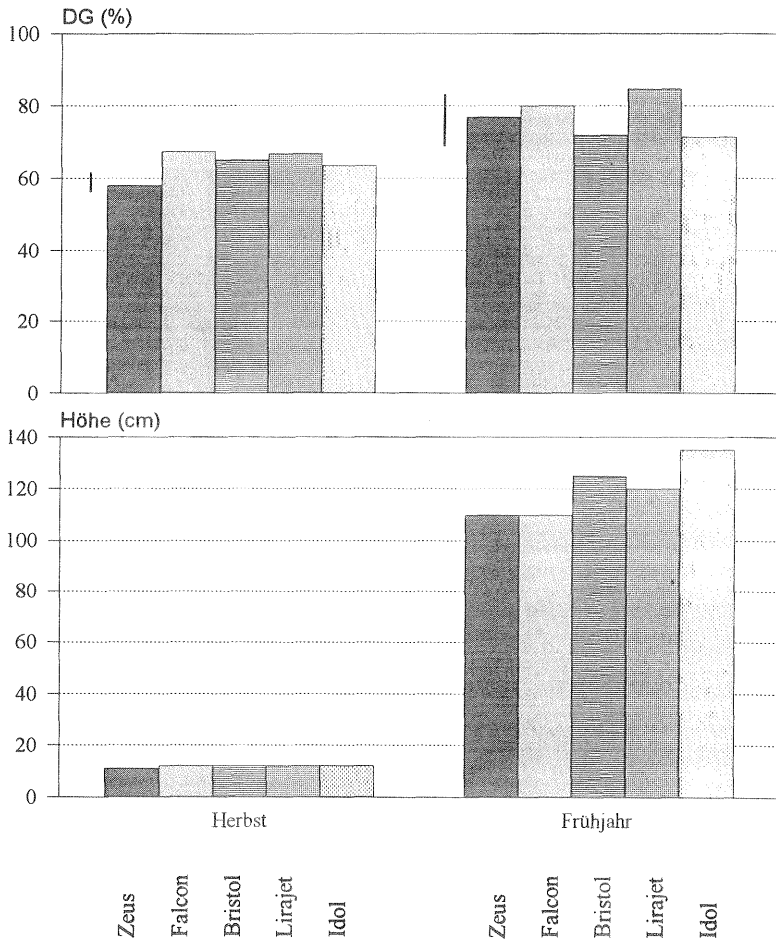


Abb. 4: Deckungsgrad (oben) und Höhe (unten) der 5 Sorten im Landessortenversuch 1993/94 im Herbst (Anfang November) und im Frühjahr (Ende April) mit den Grenzdifferenzen (5 %) für den Deckungsgrad. Die Höhe wurde als mittlerer Wert gemessen.

Hinsichtlich der Frischmassebildung im Jugendstadium bestand im Herbst 1993 kein Unterschied zwischen den Sorten (Abb. 5).

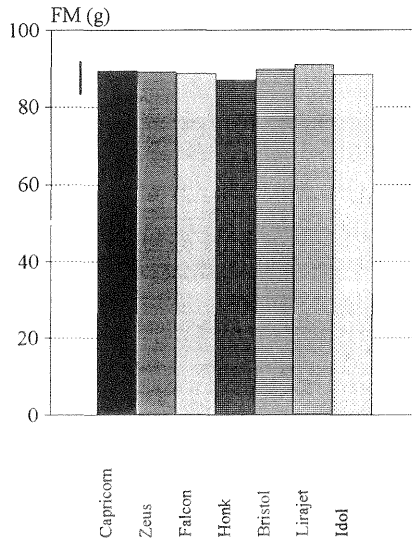


Abb. 5: Frischmassebildung der 7 Winterrapsorten im Herbst 1993 (Vegetationshalle) mit der Grenzdifferenz (5 %).

Die Rangfolge der Sorten hinsichtlich der Trockenmasse zur Schotenbildung wechselte jährlich (Abb. 6). Auch Sorten mit einem schwach ausgeprägten Blattapparat wie IDOL, BRISTOL und ZEUS erreichten hohe Werte, während die Blatttypen CAPRICORN, LIRAJET und HONK tendenziell über eine relativ geringe Gesamtbiomasse verfügten. Offensichtlich kommt es bei nahezu identischer Biomasseproduktion der Sorten zu einer unterschiedlichen Verteilung der Assimilate auf die Organe Blätter bzw. Stengel. Nur 1995 waren die extremsten Unterschiede (CAPRICORN/IDOL) auch statistisch zu sichern.

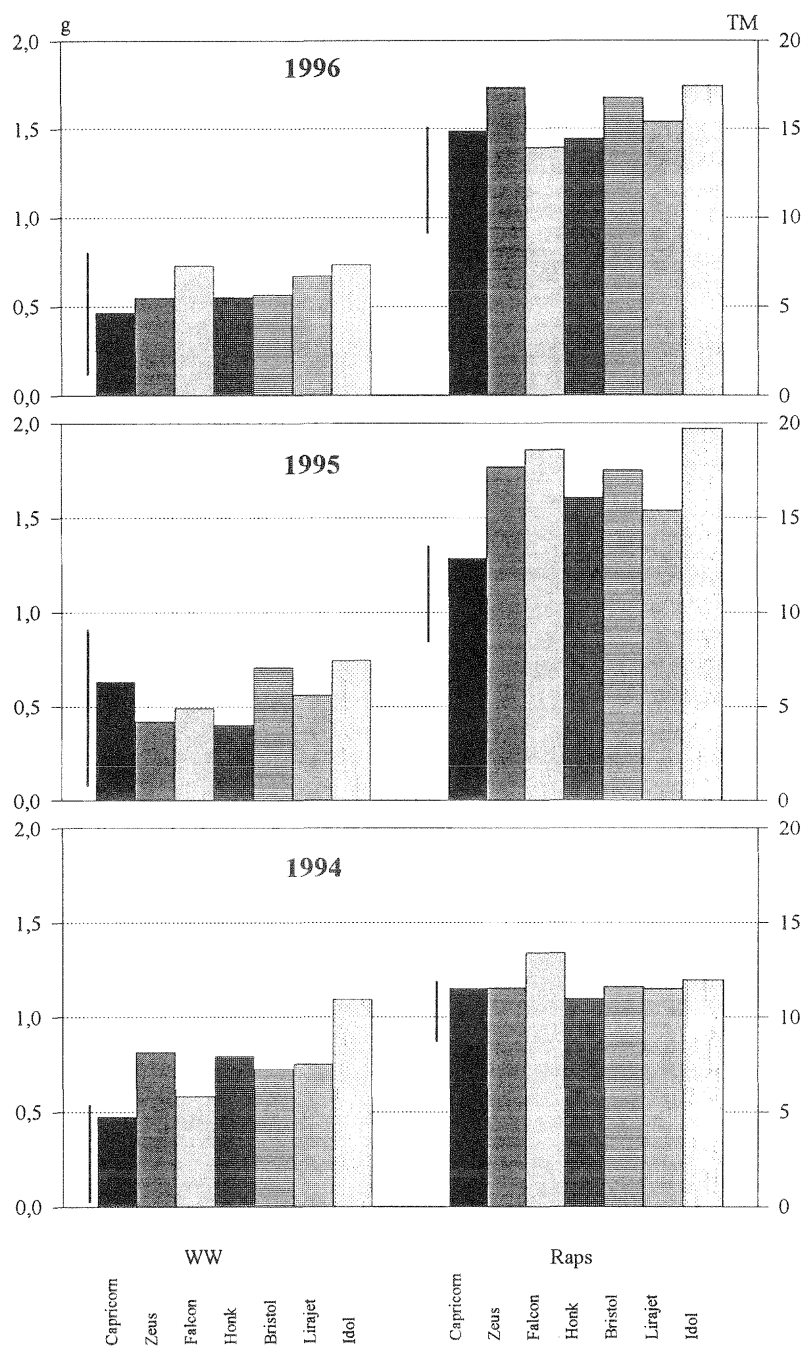


Abb. 6: Trockenmasse des Modellunkrauts Winterweizen und der 7 Winterrapsorten Ende Mai/Anfang Juni mit den jeweiligen Grenzdifferenzen (5 %)

Der Weizen konnte sich generell in den dichten Rapsbeständen nur schwach entwickeln. Er bildete lediglich einen Trieb aus und erreichte weniger als 10 % der Trockenmasse des Rapses (Abb. 6). Starke interspezifische Konkurrenz und Mehлтаubefall dürften die Gründe dafür gewesen sein. Der Weizen war auch stets niedriger als der Raps, er war also sowohl einer Lichtkonkurrenz als auch einem Wasser- und Nährstoffwettbewerb ausgesetzt. Über die Jahre betrachtet waren die Unterschiede zwischen CAPRICORN und IDOL auch bei diesem Merkmal am beständigsten, insbesondere 1994 war dies stärker ausgeprägt und konnte dort auch gesichert werden. IDOL erwies sich in jedem Jahr als konkurrenzschwach, CAPRICORN aber nicht in jedem Jahr als am konkurrenzstärksten. So fiel er 1995 gegenüber HONK und ZEUS ab.

Im Durchschnitt errechnete sich ein Wirkungsgrad von 30 % Weizenunterdrückung durch CAPRICORN (IDOL=100) mit jahresbedingten Schwankungen von 8-57 %.

Es bestand eine signifikante negative Korrelation zwischen dem Deckungsgrad des Rapses als unabhängiger Variablen und der Trockenmasse des Weizens als abhängiger Variablen, allerdings erreichte das Bestimmtheitsmaß (B-Wert) für die einzelnen Boniturtermine maximal nur den Wert 0,39, d. h. höchstens 39 % der Varianz des Weizengewichts lassen sich durch die Deckungsgradunterschiede des Winterrapses erklären.

Diskussion

Eine sortengebundene differenzierte Unkrautunterdrückung konnte in jüngster Zeit bei vielen Kulturpflanzenarten nachgewiesen werden, insbesondere weltweit bei Getreide (u. a. NIEMANN 1992; CHRISTENSEN 1994; VERSCHWELE 1994; LEMERLE et al. 1996), bei Kartoffeln in Deutschland (KORR et al. 1996), bei Zuckerrüben in den Niederlanden (LOTZ et al. 1991) und nunmehr auch bei Winterraps in Deutschland. Unsere Ergebnisse entsprechen grundsätzlich denen mit Winterrapsorten in Dänemark (JENSEN 1997). Übereinstimmend fanden sämtliche Autoren einen sortenbedingten Wirkungsgrad hinsichtlich der Unkrautunterdrückung, der zwar nicht das Niveau von

Herbizidbehandlungen erreichte, der aber in jedem Fall so ausgeprägt war, daß die Sortenwahl als ein Element der indirekten Unkrautbekämpfung nutzbar ist. Zur Erzielung einer hinreichenden Wirkung gegen Unkräuter werden schlagindividuelle Ergänzungen oft erforderlich sein. Im konventionellen Anbau kommen hierfür vorrangig sortenangepaßte Aufwandmengen von Herbiziden in Frage (CHRISTENSEN 1994; VERSCHWELE 1994).

Der hier bei Winterraps ermittelte Wirkungsgrad von 30 % hinsichtlich der maximalen sortenbedingten Unkrautunterdrückung bei Gegenüberstellung der Sorten CAPRICORN und IDOL ist geringer als bei Getreidesorten; dort fand VERSCHWELE (1994) für deutsche Sorten 40-60 %. Zudem wiesen die Ergebnisse mit Raps auch eine höhere Jahresvariabilität auf als die mit Getreide. Gleichwohl kann, bestätigt durch JENSEN (1997), davon ausgegangen werden, daß auch in Rapssortimenten Unterschiede hinsichtlich der Unkrautunterdrückung vorhanden sind. Es müssen allerdings noch weitere Ergebnisse bis zu einer endgültigen Bewertung abgewartet werden. Bei Getreide liegen dagegen weltweit schon wesentlich mehr Untersuchungen vor, die ausnahmslos belegen, daß in allen nationalen Sortimenten eine ausreichend breite Variation hinsichtlich der Unkrautunterdrückung vorliegt, die auch als eine Ausgangsbasis für entsprechende Züchtungsaktivitäten genutzt werden kann.

Bei der Interpretation von Ergebnissen mit Rapssorten ist zu berücksichtigen, daß es sich hier um eine an sich schon sehr konkurrenzstarke Kultur handelt, deren interspezifische Konkurrenzkraft durch Sortenwahl offensichtlich nur noch in begrenztem Umfang verbessert werden kann. Diese generelle Feststellung schließt allerdings nicht aus, daß es bei einem sehr ungünstigen Kulturzustand, hervorgerufen durch späten Auflauf oder Lücken, auch in konkurrenzstärkeren Sorten noch zu erheblichen Ertragsausfällen kommen kann. Bei anhaltendem Trend zu blattärmeren Genotypen wie IDOL und BRISTOL ist es zudem denkbar, daß die bislang hohe Kulturkonkurrenz von Rapsbeständen tendenziell abnimmt. Ob eine Züchtung in Richtung blattreduzierter Sorten ertragsphysiologisch notwendig ist, kann hier nicht erörtert werden. Es sei aber darauf hingewiesen, daß blattreichere Sorten wie FALCON und LIRAJET durchaus über ein hohes Ertragspotential verfügen (MANTHEY 1996) und sich somit für die Züchtung die Kombinationsmöglich-

keit von Ertragsstärke und Unkrautunterdrückung andeutet. Für die konkurrenzstarken Sorten CAPRICORN und HONK aus dem EU-Sortiment liegen aus Deutschland noch nicht genügend vergleichende Ertragsdaten vor, um sie in dieser Hinsicht abschließend bewerten zu können. Für die Ausprägung der Unkrautunterdrückung dürfte daneben auch das Verzweigungsverhalten einer Sorte von Bedeutung sein. Bei starker Verzweigung (BRISTOL, LIRAJET, IDOL) kann davon ausgegangen werden, daß selbst bei geringer Einzelblattgröße die Beschattungswirkung insgesamt höher ausfällt als bei haupttrieb betonten Sorten mit gleicher Blattfläche.

Neben dem Genotyp kommt bei Raps den Umweltbedingungen eine dominierende Rolle für die Ausformung der Kulturkonkurrenz zu. Faktoren wie Auflauftermin relativ zum Unkraut, Lückenhäufigkeit, Witterungsverlauf, Boden und Düngung prägen die Konkurrenzkraft eines Bestandes. Auf der Unkrautseite kommt die Artenzusammensetzung als Varianzursache hinzu. Daraus erklärt sich insgesamt die bekanntermaßen hohe Variabilität der Besatz-Verlust-Relationen (u. a. WAHMHOFF 1990; LUTMAN 1993). Im Einzelversuch sind daher gesicherte Beziehungen zwischen Unkrautdichte und Ertragsverlust nur selten nachzuweisen. Durch die Einbeziehung der Konkurrenzkraft des Bestandes und der Dominanzstruktur der Unkrautflora läßt sich die Prognosesicherheit erhöhen (DINGEBAUER 1991; MUNZEL 1992). Die Sorte wurde bei allen bisherigen Untersuchungen zu Besatz-Verlust-Relationen bei Winterraps noch nicht als systematische Einflußgröße berücksichtigt. Nach unseren Ergebnissen könnte ihre Einbeziehung in die Faktorenanalyse zur Verminderung der hohen Grenzdifferenzen bei Versuchsserien mit Raps beitragen.

In den eigenen Versuchen konnten wichtige Einflußgrößen auf das Konkurrenzgeschehen wie Bestandesdichte, Reihenweite, Saatzeit, Düngung, Boden und auch Sorten konstant gehalten werden. Zudem traten weder Lücken noch Auswinterungsschäden auf. Allein die Witterung variierte und ist für den gefundenen Jahreseffekt verantwortlich zu machen. In den 3 Versuchsjahren gewährleisteten die ausgeglichenen Witterungsverhältnisse nach der Saat zwar einen gleichmäßigen und lückenfreien Rapsauflauf, dennoch differierte der Deckungsgrad des Rapses vor Winterbeginn bereits um den Faktor 2 zwischen dem ersten und den beiden übrigen Versuchsjahren (Abb. 1). An der Ausprägung

des Jahreseffektes dürfte aber auch die unterschiedliche Frühjahrswitterung beteiligt gewesen sein: 1994 war es überdurchschnittlich warm, 1995 ausgeglichen und 1996 zeichnet sich durch einen sehr verzögerter Vegetationsbeginn aus. Dadurch können unterschiedliche Konkurrenzsituationen in den Beständen entstanden sein. Derartige Faktoren entziehen sich der Beeinflussung, insofern wird immer mit einer witterungsbedingten Variation der Ergebnisse bei mehrjährigen Versuchsserien zu rechnen sein. Während in der Literatur (u. a. DINGEBAUER 1991) besonders die Witterung im Herbst als bedeutsam für die Ausformung der Kulturkonkurrenz herausgestellt wird, scheint es nach unseren Ergebnissen einen zusätzlichen Einfluß der Frühjahrswitterung zu geben. Auf mögliche Wechselwirkungen Standort/Witterung hat WAHMHOF (1990) bereits hingewiesen. Weiterhin sind Wechselwirkungen Sorte/Witterung durchaus denkbar.

Eine sortengebundene Unkrautunterdrückung wird bei Getreide in erster Linie auf die durch den Blattapparat hervorgerufene unterschiedliche Lichtkonkurrenz zurückgeführt (CHRISTENSEN 1994; VERSCHWELE 1994). Entscheidend für eine starke Ausprägung der Lichtkonkurrenz ist weniger die Höhe eines Bestandes als vielmehr sein zügiger Schluß (SEAVERS & WRIGHT 1995). Gleiches dürfte auch für Raps zutreffen. Insofern ist es nicht erforderlich, daß Rapsorten bis zur Blüte eine Länge von 150 cm erreicht haben. Wirksamer im Hinblick auf eine Unkrautunterdrückung dürfte vielmehr auch bei dieser Kultur ein zügiger Bestandesschluß bei mäßiger Höhe sein. CAPRICORN erfüllt diese Forderung. Die in den eigenen Untersuchungen gefundenen Höhenabstufungen zwischen den Sorten zum letzten Meßtermin (Blühbeginn) entsprechen z. T. nicht den Angaben in der Beschreibenden Sortenliste (MANTHEY 1996). So war LIRAJET in sämtlichen 3 Versuchsjahren - im Gegensatz zu den Angaben in der Sortenliste - niedriger als IDOL. Als Gründe für diese Abweichung sind neben nicht identischen Meßterminen spezielle Standort- und Jahreseffekte denkbar.

Die interspezifische Konkurrenz in Pflanzenbeständen ist ein komplexes Geschehen, das nicht nach einem monokausalen Schema abläuft. Insofern ist es verständlich, daß die Variabilität des Weizengewichtes als Modellunkraut nur unzureichend mit dem Kulturdeckungsgrad, als einem Maß für die Lichtkonkurrenz, erklärt werden konnte. Aspekte des Nährstoff- und Wasserwettbewerbs bleiben hierbei unberücksichtigt. Dabei hat gerade

Raps einen hohen spezifischen Nährstoff- und auch Wasserbedarf (BAEUMER 1992), der möglicherweise auch noch sortentypisch ausgeprägt ist. In die Interpretation muß weiterhin einbezogen werden, daß die blattärmeren Sorten IDOL und BRISTOL zwar einerseits in ihrer Lichtkonkurrenz abfallen, andererseits aber mindestens gleichviel Biomasse wie die übrigen Sorten gebildet haben, also als Wettbewerber um Nährstoffe und Wasser vermutlich nicht abfallen. Zudem zeichnen sich beide Sorten noch durch ein zügiges Wachstum im Frühjahr und einen frühen Blühbeginn aus. Sie haben damit einen hohen Ressourcenbedarf in der konkurrenzmäßig kritischen Periode zwischen Vegetationsbeginn und Blüte und begrenzen damit das Wachstum des Weizens trotz gering ausgeprägter Lichtkonkurrenz. Schließlich ist zu berücksichtigen, daß unser Wissen über das Ausmaß der Wurzelkonkurrenz in Mischbeständen generell noch sehr lückenhaft ist. Gerade Winterraps mit seinem ausgeprägten Bewurzelungsvermögen dürfte in dieser Hinsicht über einen Konkurrenzvorteil gegenüber Weizen verfügen. Alles in allem ist LEMERLE et al. (1996) uneingeschränkt zuzustimmen, die feststellen, daß sich die Interpretation der interspezifischen Konkurrenz in Pflanzenbeständen nicht allein auf die Aspekte der Lichtkonkurrenz beschränken darf.

Einer Umsetzung der hier vorgestellten Ergebnisse in die Praxis kommt entgegen, daß der Sortenwahl in der Produktionstechnik heute ein hoher Stellenwert zukommt. Bei der Sorte handelt es sich um ein einfach zu handhabendes Produktionsmittel, das bereits viele Vorleistungen enthält. Neben den Ertrags- und Qualitätsmerkmalen sind hier besonders die Resistenzen gegen Schadorganismen hervorzuheben. Dieser Katalog an Vorleistungen kann nunmehr auch bei Raps durch das Merkmal Unkrautunterdrückung erweitert werden. Obwohl die Effekte vermutlich nicht ganz die bei Getreidesorten üblichen erreichen werden, stellen sie ohne Zweifel eine Erweiterung der Optionen in der integrierten Unkrautbekämpfung dar. Nicht zuletzt trägt das Wissen um die interspezifische Konkurrenzkraft von Rapssorten zur weiteren Absicherung des Schadensschwellenkonzeptes in dieser Kultur bei.

Die Evaluierung der sortengebundenen Unkrautunterdrückung kann auch bei Raps indirekt im Rahmen der üblichen Versuchsanstellungen der Züchter oder der amtlichen Prüfeinrichtungen durch die Bonitierung des Deckungsgrades, eventuell ergänzt durch Län-

genmessungen, erfolgen. Unabhängig von einer künftigen züchterischen Bearbeitung des Merkmals Unkrautunterdrückung ist es zunächst vorrangig, die aktuelle Variabilität in den Sortimenten zu ermitteln und zu dokumentieren, und sie damit einer unmittelbaren Nutzung zugänglich zu machen (LEMERLE et al. 1996). Für eine direkte Prüfung bietet es sich darüber hinaus an, die Einsaat von Wintergetreide als Modellunkraut in Rapsparzellen vorzunehmen und den Aufwuchs quantitativ auszuwerten. Aufgrund der eigenen Erfahrungen sollten bei diesen Prüfungen folgende experimentellen Voraussetzungen erfüllt sein: mehlauresistente Getreidesorte, Konkurrenzvorteil des Getreides durch gleichzeitige Aussaat mit dem Raps und möglicherweise auch gleiche Saatstärke.

Zusammenfassung

Sieben Winterrapsorten (BRISTOL, Caprikorn, FALCON, HONK, IDOL, LIRAJET, ZEUS), die sich hinsichtlich Morphologie und Entwicklungsrhythmus unterscheiden, wurden in Kleinparzellen (2 m²) bei Gleichstandssaat mit 60 Pflanzen/m² im dreijährigen Versuch (1994-1996) bei ortsüblich hoher Intensität angebaut. Zur Simulation von Getreidedurchwuchs wurde Winterweizen (LAMBROS) als Modellunkraut im Herbst zwischen die Rapsreihen pikiert.

Der Wachstumsunterschied des Winterweizen zwischen den beiden extremsten Sorten CAPRIKORN und IDOL betrug im Mittel 30 % mit einer erheblichen jahresbedingten Streuung von 8 bis 57 %. Die erhöhte Konkurrenzkraft der Sorte CAPRIKORN gegenüber dem Durchwuchsgetreide ist in erster Linie auf deren Blattreichtum zurückzuführen, was sich sowohl in einem erhöhten Deckungsgrad als auch in einer stärkeren Lichtabsorption niederschlug. Die Differenzierung im Deckungsgrad zwischen den beiden Sorten setzte verstärkt erst im Frühjahr ein, hielt dann aber bis zur Blüte hin an. Im Herbst waren die Deckungsgradunterschiede dagegen noch zu vernachlässigen. Unter den von der Praxis bevorzugt angebauten Sorten fielen LIRAJET und in geringerem Maße auch ZEUS durch eine erhöhte Unkrautunterdrückung auf, während die den modernen blattarmen Typen zuzuordnende Sorte IDOL in ihrer Konkurrenzkraft abfiel, obwohl sie sich durch eine positiv zu bewertende zügige Entwicklung im Frühjahr auszeichnet. Züchterisch von Bedeutung ist der Sachverhalt, daß LIRAJET eine konkurrenzstarke Sorte ist, die aufgrund ihrer überdurchschnittlichen Ertragsleistung auch eine hohe Anbaupräferenz genießt. Unkrautunterdrückendes Potential und sonstige agronomisch positiven Merkmale können also durchaus in einem Genotyp vereint sein.

Die gefundenen Ergebnisse zur sortengebundenen Unkrautunterdrückung von Rapsbeständen stellen ein weiteres Element zur integrierten Unkrautbekämpfung in Raps dar, insbesondere tragen sie zur Erweiterung des Schadensschwellenkonzeptes bei, indem sie die Prognosesicherheit bei der Einschätzung der Konkurrenzkraft von Rapsbeständen erhöhen.

Weed suppressing ability of oilseed rape stands modified by cultivars

Summary

Seven cultivars of oilseed rape (BRISTOL, CAPRICORN, FALCON, HONK, IDOL, LIRAJET, ZEUS) were tested for three years (1994-1996) in mini-plots of 2 m² with a density of 60 plants/m² in an equidistant arrangement. Winter wheat (cv. LAMBROS) was used to simulate volunteers. CAPRICORN and IDOL were the most extreme cultivars resulting in 30 % growth difference (dry matter) of the winter wheat with year variations from 8 to 57 %. The high interspecific competition of CAPRICORN is based mainly on its leaf area which generates an accelerated soil cover as well as a high light absorption. Differentiation of soil covering between the two cultivars took place from early spring till flowering and was of minor importance in autumn. LIRAJET and to a partial degree ZEUS are cultivars with a combination of a good yield performance and a fairly high weed suppression, while IDOL represents a modern leaf reduced ideotype with a low weed suppressing ability despite its rapid development in spring. It is demonstrated with LIRAJET that the overall agronomic value of a cultivar and the weed suppressing potential are not mutually independent. This is of high importance for further plant breeding approaches.

Our findings are an additional element for integrated weed control strategies in oilseed rape. Informations about the interspecific competition of cultivars increase the predictive value of weed thresholds.

Literatur

- AMELUNG, D. & B. BROSCHEWITZ 1996: Neue Unkräuter machen Probleme. Raps **14**, 106-109.
- BAEUMER, K. 1992: Allgemeiner Pflanzenbau. 3. Auflage. Verlag Eugen Ulmer Stuttgart.
- CHRISTENSEN, S. 1994: Crop weed competition and herbicide performance in cereal species and varieties. *Weed Research* **34**, 29-36.
- DINGEBAUER, G. 1991: Untersuchungen zur Reduzierung der Herbizidmaßnahmen in Winterrapskulturen. Dissertation Kiel.
- GARBURG, W. 1994: Intensität vermindern - Wo liegt die Schmerzgrenze? *Pflanzenschutz-Praxis* (3), 6-9.
- GRIEPENTROG, H.-W. 1996: Flächenverteilung und Ertrag von Winterraps. Raps **14**, 132-135.
- JENSEN, P. K. 1997: Evaluation of varietal differences in competitiveness against weeds in winter oilseed rape and interactions with nitrogen supply and seed rate. Proceedings of the 10th European Weed Research Society Symposium Poznan, Poland, In press.
- KEES, H., & A. LUTZ 1992: Unkrautregulierung im Raps. Raps **10**, 122-129.
- KORR, V., F.-X. MAIDL & G. FISCHBECK 1996: Auswirkungen direkter und indirekter Regulierungsmaßnahmen auf die Unkrautflora in Kartoffeln und Weizen. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, Sonderheft XV*, 349-358.
- LEMERLE, D., B. VERBEEK, R. D. COUSENS & N. E. COOMBS 1996: The potential for selecting wheat varieties strongly competitive against weeds. *Weed Research* **36**, 505-513.
- LOTZ, L. A. P., R. M. W. GROENEVELD & N. A. M. A. de GROOT 1991: Potential for reducing herbicide input in sugar beet by selecting early closing cultivars. Proceedings BCPC - Weeds, 1241-1248.
- LUTMAN, P. J. W. 1993: The competitive effects of broad-leaved weeds in winter oilseed rape. Proceeding of the Brighton Crop Protection Conference - Weeds, 1023-1028.
- LUTMAN, P. J. W., P. BOWERMAN, G. M. PALMER & G. P. WHYTOCK 1995: A comparison of the competitive effects of eleven weed species on the growth and yield of winter oilseed rape. Proceeding of the Brighton Crop Protection Conference - Weeds, 877-882.
- MANTHEY, R. 1996: Leistung der in Deutschland zugelassenen Winterrapsorten. Raps **14**, 130-131.
- MUNZEL, L. 1992: Überprüfung und Weiterentwicklung eines Schadensschwellenmodells zur gezielten Unkrautbekämpfung im Winterraps (*Brassica napus* L. var. napus). Dissertation Universität Göttingen.

- NIEMANN, P. 1990: Zur Häufigkeit von Bestandeslücken und deren Bedeutung für die Verunkrautung. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, Sonderheft XII, 59-69.
- NIEMANN, P. 1992: Unkrautunterdrückendes Potential von Wintergerstensorten. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, Sonderheft XIII, 149-159.
- SCHUSTER, W. H. 1997: Welchen Beitrag leistet die Pflanzenzüchtung zur Leistungssteigerung von Kulturpflanzenarten? Pflanzenbauwissenschaften 1, 9-18.
- SEEVERS, G. P. & K. J. WRIGHT 1995: Potential for weed control by suppressive cereal cultivars. Proceeding of the Brighton Crop Protection Conference - Weeds, 737-742.
- VERSCHWELE, A. 1994: Sortenspezifische Kulturkonkurrenz bei Winterweizen als begrenzender Faktor für das Unkrautwachstum. Dissertation Universität Göttingen.
- WAHMHOFF, W. 1990: Unkrautbekämpfung im Winterraps - Auswertung von Herbizidversuchen aus den Jahren 1971 bis 1988. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, Sonderheft XII, 329-338.
- WAHMHOFF, W. 1992: Wieviel Pflanzenschutz braucht der Raps jetzt noch? Pflanzenschutz-Praxis (3), 10-13.
- WAHMHOFF, W. 1994: Mechanische Unkrautbekämpfung in Raps - eine Alternative? Pflanzenschutz-Praxis (4), 34-36.
- WHYTOCK, G. P. & I. J. BINGHAM 1995: Developing cost-effective strategies for weed control in winter oilseed rape. Proceeding of the Brighton Crop Protection Conference - Weeds, 883-888.

Tierische Schädlinge und ihre Antagonisten in Rapskulturen - Arbeiten zu Biologie, Epidemiologie, natürlicher Regulation und chemi- scher Bekämpfung in der 100-jährigen Geschichte der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft

Wolfgang Büchs

Vorbemerkungen

Die vorliegende Literaturübersicht umfaßt Arbeiten, die sich mit tierischen Schädlingen von Rübsen, Winter- oder Sommerrapskulturen und ihren natürlichen Gegenspielern auseinandersetzen und von Mitarbeiter(inne)n der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft sowie ihren direkten Vorläuferinstitutionen verfaßt wurden. Grundlage der Literaturübersicht war eine Recherche in folgenden „hauseigenen“ Schriften bzw. Schriftenreihen:

„Arbeiten aus der Biologischen Abtheilung für Land- und Forstwirtschaft am Kaiserlichen Gesundheitsamte“ (1898-1905), „Flugblätter Kaiserliches Gesundheitsamt Biologische Abtheilung für Land- und Forstwirtschaft“ (1899-1905) „Mitteilungen aus der Kaiserlichen Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft“ (1906-1916), „Arbeiten aus der Kaiserlichen Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft“ (1901-1916), „Flugblätter der Kaiserlichen Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft“ (1905-1918); „Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft“ (1919-1943), „Arbeiten aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft“ (1919-1943), „Flugblätter der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft“ (1919-1943), „Nachrichtenblatt für den Deutschen Pflanzenschutzdienst“ (1920-1943), „Wissenschaftlicher Jahresbericht 1937“ (erschienen im Parey-Verlag 1939), „Wissenschaftlicher Jahresbericht 1938“ (Sonderdruck aus: Landwirtschaftliche Jahrbücher 90 (2), 1940), „Reichs-Pflanzenschutzblatt“ (1943-1944), „Nachrichtenblatt für den Deutschen Pflanzenschutzdienst (Berlin Dahlem) N.F.“ (1945-1946), „Festschrift zum fünfzigjährigen Bestehen der Biologischen Zentralanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Berlin Dahlem“ (1948), „Nachrichtenblatt der Biologischen Zentralanstalt Braunschweig“ (1949), „Flugblätter der Biologischen Zentralanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin“ (1946-1951), „Flugblätter der Biologischen Zentralanstalt für Land- und Forstwirtschaft Braunschweig“ (1948-1950), „Flugblätter der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Braunschweig (1950-1969), „Jahresberichte der Biologischen Zentralanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Braunschweig“ (1945-1950), „Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin Dahlem“ (1950-1997), „Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig)“ (1950-1997), „Jahresberichte der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Braunschweig“ (1951-1952, 1962-1996).

Ausgehend von diesen Publikationsorganen wurden weitere Quellen erschlossen. Da über die Arbeit der Biologischen Zentralanstalt für Land- und Forstwirtschaft der Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR eigene Beiträge verfaßt werden, wurden das „Nachrichtenblatt für den Deutschen Pflanzenschutzdienst (Berlin-Dahlem)

N.F.“ (1947-1970) „Nachrichtenblatt für den Pflanzenschutzdienst in der DDR“ (1971-1973), „Nachrichtenblatt für den Pflanzenschutz in der DDR“ (1974-1990) nur bis zur Trennung in zwei deutsche Staaten (1950) in die Betrachtung mit einbezogen.

Da für die vorliegende Analyse der in der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft erarbeiteten Erkenntnisse über tierische Schädlinge und ihre Antagonisten im Sommer- und Winterraps nur ein eng begrenzter Zeitraum zur Verfügung stand, konnte die Literaturliste nur ausgesprochen knapp und cursorisch durchgeführt werden. Eine substantielle inhaltliche Auswertung der Publikationen im Sinne eines Reviews mußte weitgehend unterbleiben. Um dem Beitrag dennoch einen wissenschaftlichen Sinn zu geben, wurde angestrebt, daß die beigefügte Literaturliste (bezogen auf die ausgewerteten Quellen) einen möglichst hohen Grad an Vollständigkeit erreicht.

Entsprechend dem Zweck einer historischen Betrachtung wurde das Literaturverzeichnis entgegen der üblichen Verfahrensweise nicht alphabetisch gegliedert, sondern chronologisch geordnet nach dem Erscheinungsjahr der Beiträge. In diesem Zusammenhang wurde jedem Beitrag eine fettgedruckte Jahreszahl vorangestellt und die Autorennamen unterstrichen.

Historischer Überblick

Die ältesten in der Literaturliste angeführten Arbeiten sind eher von übergeordneter Natur, d.h. sie enthalten allgemeine bzw. mehrere Kulturen umfassende Betrachtungen tierischer Schädlinge, in denen die heute relevanten Rapschädlinge meist mehr oder weniger im Vordergrund stehen (BEHRENS 1914, 1916, 1919; FRANK 1897, 1907; KRÜGER 1908; RÖRIG 1906, 1911; SCHERPE 1906; SCHWARTZ 1908, 1910, 1911, 1914; SORAUER & RÖRIG 1907). Auffällig ist, daß diese frühen Arbeiten neben Hinweisen zur biologischen Bekämpfung durch Verbesserung der pflanzenbaulichen Technik (z.B. FRANK 1907) bereits eine Reihe von Versuchen enthalten, die sich mit der chemischen Bekämpfung von (Raps-)Schädlingen (z.B. mit Hilfe von Blausäure und arsenhaltigen Mitteln) auseinandersetzen (SCHERPE 1906; SORAUER & RÖRIG 1907; SCHWARTZ 1910, 1911, 1914, 1918). Bei den übrigen o.g. Arbeiten handelt es sich in

erster Linie über Berichte von Schädigungen an Kulturpflanzen im Reichsgebiet. Sie behandeln in diesem Zusammenhang auch Raps- bzw. Ölfruchtschädlinge (z.B. KRÜGER 1908; BEHRENS 1914, 1916, 1919).

Allerdings geht aus diesen frühen Übersichtswerken hervor, daß sich das Spektrum tierischer Schädlinge in Raps und Rüben in den letzten 100 Jahren stark verändert hat. Dabei ist allerdings zu beachten, daß vielfach alle kreuzblütigen Kulturpflanzen zusammengefaßt betrachtet wurden (Raps, Rüben und Kohlarten) und offenbar auch in einer Fruchtfolge angebaut wurden: Von den in Deutschland heute mehr oder weniger relevanten Rapsschädlingen (Großer Rapsstengelrüßler - *Ceutorhynchus napi* Gyll., Gefleckter Kohltriebrüssler - *Ceutorhynchus pallidactylus* [Mrsh.] = *C. quadridens* [Panz.], Kohlschotenrüßler - *Ceutorhynchus obstructus* [Mrsh.] = *C. assimilis* [Payk.], Schwarzer Rapsrüßler - *Ceutorhynchus picitarsis* Gyll., Rapsglanzkäfer - *Meligethes aeneus* [F.], Rapserdflöhen - *Psylliodes chrysocephala* [L.], Kohlschotenmücke - *Dasineura brassicae* Winn., Mehliges Kohlblattlaus - *Brevicoryne brassicae* [L.], Grüne Pflirsichblattlaus - *Myzus persicae* [Sulz.], Ackerschnecke - *Deroceras reticulatum* Müll. und Feldmaus - *Microtus arvalis* [Pallas]) werden z.B. bei FRANK (1897) in erster Linie der Rapsglanzkäfer (*M. aeneus*), der Rapserdflöhen (*Ps. chrysocephala*) genannt, über hinaus noch der Kohlschotenrüßler (*C. obstructus*), die Kohlschotenmücke (*D. brassicae*), die Mehliges Kohlblattlaus (*B. brassicae*) sowie die Feldmaus (*M. arvalis*).

Als Rapsschädlinge völlig unbekannt waren damals (FRANK 1897) offenbar der Große Rapsstengelrüßler (*C. napi*) und der Gefleckte Kohltriebrüssler (*C. pallidactylus*), die heute im Mittelpunkt des Interesses stehen (BÜCHS 1993, 1994, 1995, 1996, 1997). Vor allem in Süddeutschland werden die Schäden durch *C. napi* als besonders gravierend betrachtet. Auch KAUFMANN (1923) verzeichnet *C. pallidactylus* nur als Beifang. Erstmals erwähnen GOFFART (1937) *C. pallidactylus* und BUHL (1952) *C. napi* als Schädling in Schleswig-Holstein. Nach NOLTE (1953) tritt *C. napi* erst „seit einigen Jahren“ als Schädling in Ostdeutschland auf. SPEYER & FREY (1950) verweisen auf große Schäden durch *C. napi* in Süddeutschland, *C. pallidactylus* wird dagegen „selbst bei kräftigem Befall“ als nicht schädlich eingestuft. 1946 erwähnt NEU (1946) auch *C. picitarsis* als Rübensschädling in Mecklenburg-Vorpommern (Insel Poel), SPEYER &

FREY (1950) ergänzen Berichte über Schäden in Baden-Württemberg. Bis zum Ende der 80er Jahre, als der Verfasser begann sich mit diesen Schädlingen auseinanderzusetzen (s.o.), wurden die Triebrüssler in der Biologischen Bundesanstalt nicht speziell bearbeitet. Eine wesentliche Ursache ist sicherlich die frühere geographische Lage des Institutes für Getreide-, Ölfrucht- und Futterpflanzenkrankheiten in Kiel-Kitzeberg/Schleswig-Holstein (bis 1985), wo Triebrüssler als Rapsschädlinge von geringerer Bedeutung sind.

Auch Ackerschnecken, die heute (meist in Verbindung mit Flächenstillegungen) lokal sehr große Probleme im Winterrapsanbau bereiten können, werden erstmals in der 5. Auflage des entsprechenden Flugblattes der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft als Schädlinge in Rapskulturen angeführt (TOMASZEWSKI 1937). Obwohl sich Dora Godan etwa ab Mitte der 60er Jahre sehr intensiv mit Schadschnecken auseinandersetzte und durch ihre Arbeiten über den Rapserrdfloh (*P. chrysocephala*, s.u.) mit der Kulturpflanze Raps verbunden war, hat sie nach den vorliegenden Informationen keine Schneckenversuche speziell in Rapsbeständen durchgeführt (GODAN 1973, GODAN et al. 1967). Die offenbar einzige Arbeit hierzu aus der Biologischen Bundesanstalt stammt von BÜCHS et al. (in Vorbereitung zum Druck) und wurde 1990 zur Entwicklung einer verbesserten Methode zur Prüfung der Wirksamkeit von Molluskiziden durchgeführt.

Größere Bedeutung als heute hatten früher (FRANK 1897) offenbar die Rübsenblattwespe (*Athalia rosae*), deren Hauptbefallsgebiet Schlesien war (FREY 1950), und vor allem die frühjahrsaktiven Erdflöhe der Gattungen *Haltica* und *Phyllotreta*. FRANK (1897) erwähnt insbesondere *Haltica oleracea* (L.) und *H. nemorum* L., die u.a. mit sog. „Erdflohmaschinen“ bekämpft wurden („mit Teer überstrichene Brettchen, an welchen Reiser zum Aufstöbern der Käfer angebracht sind und welche durch die Pflanzenreihen gezogen werden“). BLUNCK (1921) sowie BLUNCK & MEYER (1932) halten dies aber für Fehlbestimmungen bzw. Falschmeldungen, da z.B. *H. oleracea* nur an Knöterichgewächsen (*Polygonum* spp.), Nachtkerze (*Oenothera biennis*) oder Weiderich (*Epilobium* spp.) lebt und benannten *Phyllotreta atra* (F.), *Ph. nemorum* (L.), *Ph. undulata* Kutsch. und *Ph. nigripes* (F.) als die Verursacher der Schäden, vor allem in Sommerrapsbeständen.

Als Rapsschädlinge heute verschwunden bzw. gänzlich unbekannt sind die bei FRANK (1897) erwähnten Arten Kohlwanze (*Eurydema oleraceum* L.), Rapszünsler (*Botys margaritalis* Hb.), Kohlgallenrüßler (*Ceutorhynchus sulcicollis* Gyll. = *C. pleurostigma* [Mrsh.]), der Rapsmauszahnrüßler (*Baridius chloris* F. = *Baris chlorizans* Germ.) und der von SPEYER (1921) und KAUFMANN (1923) angeführte Kohlblattrüßler (*Ceutorhynchus leprieuri* a. *rübsaameni* Kolbe). Von diesen Schädlingen wurde nur dem Kohlgallenrüßler (*C. pleurostigma*) später noch einmal spezielle Aufmerksamkeit gewidmet (JANY 1950, BUHL 1960), heute ist er jedoch bedeutungslos. Die im unteren Stengelbereich schädigenden *Baris*-Arten (vor allem *Baris coeruleascens* [Scop.]) nehmen derzeit vor allem in Frankreich an Bedeutung zu und sind dort bereits bis an die Ostgrenze (elsässische Rheinebene) vorgedrungen (J. Lerin [Lusignan] und Y. Ballanger [Paris] mdl. Mitt.).

Die erste originäre Arbeit über Rapsschädlinge stammt vom späteren Leiter der Pflanzenschutzabteilung und Vertreter des Direktors der Biologischen Reichsanstalt M. SCHWARTZ (1918). Es handelt sich allerdings um keine wissenschaftlich fundierte Originalarbeit, sondern eher um praxisorientierte Hinweise zur Bekämpfung von Ölfruchtschädlingen.

Die erste wissenschaftliche Auseinandersetzung mit Raps- bzw. Ölfruchtschädlingen erfolgte im „Zoologischen Laboratorium II“ der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft unmittelbar nach dem 1. Weltkrieg unter der Anleitung durch Börner von Blunck (BÖRNER 1920, 1921a, b, c; BÖRNER & BLUNCK 1919a, b, 1920a, b; BÖRNER, BLUNCK & DYCKERHOFF 1921; BLUNCK 1921a, b, c, d, e, f, 1922, 1927, 1933, 1934, 1940, 1941; BLUNCK & HÄHNE 1929). Während Börner seine Forschungen als Leiter der 1920 eingerichteten Zweigstelle „Tierische Schädlinge des Obst- und Weinbaues und der Ölpflanzen, Rebenzüchtung“ in Naumburg/Saale bald ganz auf Blattläuse (insbesondere die Reblaus im Weinbau) konzentrierte und durch diese Arbeiten auch heute noch in Fachkreisen einen hohen Bekanntheitsgrad besitzt, können von Blunck, der 1935 die Biologische Reichsanstalt verließ, um eine Professur an der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität in Bonn anzunehmen (BLUNCK 1955), noch bis

zu Beginn des 2. Weltkrieges Arbeiten nachgewiesen werden, die sich mit Rapsschädlingen befassen (BLUNCK 1940a, b, 1941).

In Anpassung an die landwirtschaftlichen Strukturen der damaligen Zeit, in der infolge eines hohen Grades an Selbstversorgung und vergleichsweise geringer Spezialisierung der meist kleinbäuerlichen Familienbetriebe ackerbauliche Kulturen und Feldgemüse in vielen Regionen oft in unmittelbarer Nachbarschaft und z.T. in einer Fruchtfolge angebaut wurden, betrachtete man damals nicht die Schädlinge des Winter- bzw. Sommerrapses nicht isoliert, sondern in der Zusammenschau mit anderen *Brassica*-Arten, also auch Kohlgewächsen und weiteren Gemüsekulturen. Entsprechend beschäftigten sich Mitarbeiter der für „Krankheiten und Schädlinge im Gemüse- und Zierpflanzenbau“ zuständigen Zweigstelle Aschersleben mit Fragen der Biologie und Bekämpfung von Ölfruchtschädlingen (EXT 1920; RABBAS 1921a, b).

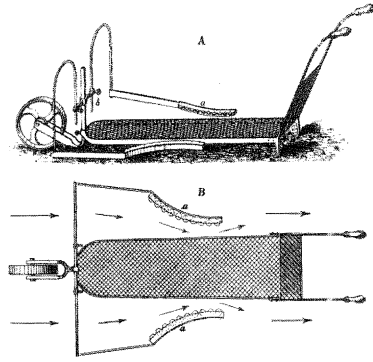
Die ersten umfangreicheren Arbeiten über Rapsschädlinge publizierten BÖRNER & BLUNCK (1920a, b) in den Mitteilungen der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft über die Lebensgeschichte des Rapsglanzkäfers (*M. aeneus*) und der Kohl- und Rapserrflöhe (*Ps. chrysocephala*, *Phyllotreta* spp.) und ihre Beziehungen zur Wirtspflanze auseinander. Darunter fiel zum einen die Darstellung des Fraßbildes und des Schadens allgemein, beim Rapsglanzkäfer aber auch die Bedeutung als Bestäuber der Rapspflanzen. Bereits damals hatte sich ein engagiert ausgetragener Streit unter den Fachkollegen an der Frage entzündet, wie hoch die Leistung des Rapsglanzkäfers als Bestäubers im Vergleich zu dem von ihm verursachten Schaden zu bewerten ist (z.B. SEELIGER 1921a, b). Ebenfalls enthielten die Beiträge von BÖRNER & BLUNCK (1920a, b) bereits umfangreiche Ausführungen über natürliche Antagonisten wie z.B. Parasitoide aus der Familie der Brackwespen (nach damaliger Nomenklatur: *Diospilus oleraceus*, *Isurgus heterocerus*, *I. morionellus* und *Isurgus* spec.) und Marienkäfer (Coleoptera: Coccinellidae). Schon damals publizierten BLUNCK (1921) und KAUFMANN (1923) spezielle Arbeiten über „Schmarotzerwespen des Rapsglanzkäfers“ und Parasitoide anderer Rapsschädlinge.

Bereits im Jahre 1921 erschien mit den „Versuchen zur Bekämpfung der Ölfrucht-schädlinge“ ein speziell auf Raps- und Rübensschädlinge ausgerichtetes „Gelbes Heft“ in der Reihe der „Mitteilungen der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft“. Im Vordergrund standen Versuche zur Bekämpfung von Erdflöhen und Raps-glanzkäfern mit arsenhaltigen Mitteln (z.B. Schweinfurter Grün), aber auch mit Barium-chlorid, Kupferkalk, Carbolsäure, Nikotin, Petroleum, Terpentin, Casit, Schwefelpräpa-raten, Naphthalin, Pyridin, Citomorpulver, Stinkasand (Extrakt aus *Asa foetida*), Was-ser, Holz-, Torfasche, Thomasmehl, Kalkstaub, Sägemehl, Straßenstaub, Pferdemit, Knochenöl, Corbin (BÖRNER, BLUNCK & DYCKERHOFF 1921). Als biologisches Mittel zur Bekämpfung des Rapsglanzkäfers (*M. aeneus*) wurden damals auch (durchaus erfolgreiche) Versuche mit der „Paulyschen Rapskäferfangmaschine“ durchgeführt. Bei dieser Fangapparatur, die bereits ca. 1895 entwickelt und vor allem in Schlesien (Kreise Oels und Trebnitz) eingesetzt wurden, handelt es sich um ein „dreirädriges Untergestell, auf welchem sich ein Paar mit Klebstoff zu bestreichende Winkelbretter von je 4 m Län-ge befindet.....Die Winkelbretter müssen so gestellt werden, daß das vorderste in hal-ber Höhe des Rapses an die Stauden schlägt. Der Zwischenraum zwischen dem ersten und dem zweiten Winkelbrett muß.....so weit eingestellt werden, daß die vom ersten Brett niedergedrückten Stauden, sobald dieses über sie hinweg ist , nach hinten zurück-schnellen und an die vorderste Kante des zweiten Winkelbrettes ebenfalls in halber Hö-he der Pflanzen anschlagen können. Bei solcher Einstellung der Winkelbretter findet sich die Hauptmenge der Käfer auf dem Klebstoff des ersten Winkelbrettes, ein immer noch ansehnlicher Teil auf dem zweiten.“ (GROSSER 1921; LANG 1921). Die meisten anderen Gerätetypen (Abb. 1) hatten das Problem, daß die Blütenstände durch den ver-wendeten Klebstoff in Mitleidenschaft gezogen wurden. Die „Bekämpfung von Raps-glanzkäfern mittels Fangmaschinen“ wurde Ende der zwanziger Jahre noch einmal von BLUNCK & HÄHNE (1929) und in der zweiten Hälfte der dreißiger Jahre von dem späteren Leiter der Zweigstelle in Kiel-Kitzeberg Buhl noch vor seinem Eintritt in die Biologische Reichsanstalt 1939 aufgegriffen (BUHL & MEYER 1937) aufgegriffen. Sie soll nach neueren Informationen auch heute noch (bzw. wieder) im ökologischen Anbau von (Sommer-)Raps in Skandinavien angewendet werden.

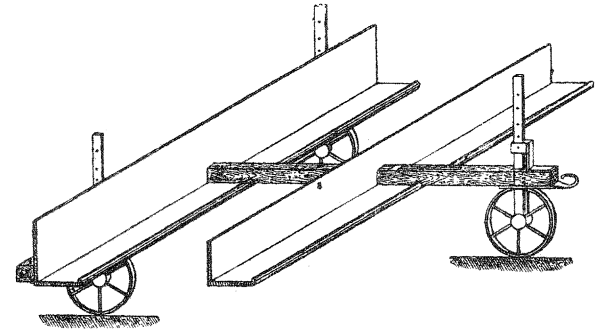
Mit Eintritt von Speyer (später Leiter der für Pflanzenschutz im Obstbau zuständigen Zweigstelle in Stade) in die von Börner geleitete Zweigstelle in Naumburg/Saale erschienen die ersten Arbeiten aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft über die Biologie der an Raps und Rüben schädigenden Rüsselkäfer-Arten (*Ceutorhynchus* spp.) und die Kohlschotenmücke (*Dasineura brassicae* Winn.) (SPEYER 1921a, b, c). Dabei standen unter anderem Fragen der Überwinterung und Parasitierung dieser und anderer (*Meligethes* spp., *Phyllotreta* spp., *Psylliodes* spec.) Ölfruchtschädlinge im Vordergrund. Auch Kaufmann hat sich bereits in seiner ersten Arbeit nach Eintritt in die Biologische Reichsanstalt 1922 mit dieser Thematik auseinandergesetzt (KAUFMANN 1923; SPEYER 1925). In einigen Arbeiten wurden auch seltener (z.B. *Ceutorhynchus leprieuri* Bris.- Kohlblattrüßler; SPEYER 1921) oder adventiv auftretende Schadinsekten wie z.B. der i.d.R. an *Raphanus sativus* lebende Hederichglanzkäfer (*Meligethes viridescens* F.) betrachtet (BLUNCK 1921).

Offenbar gekoppelt mit dem Rückgang der Bedeutung des Ölfruchtanbaus in den zwanziger Jahren (BLUNCK 1924) gab es bis Anfang der Dreißiger Jahre kaum spezielle Arbeiten über Ölfruchtschädlinge. Diesbezügliche Publikationen beschränkten sich im wesentlichen auf Meldungen vereinzelter Schäden im Rahmen der allgemeinen und alle Kulturen umfassenden jährlichen Berichte über „Krankheiten und Beschädigungen der Kulturpflanzen“ (WERTH 1927a, b, c, d 1928, 1930, 1931, 1932a, b; WILKE 1927a, b, 1928a, b, 1930). Einzelne Arbeiten von BREMER (1932a, b) zur „Lebensweise und Bekämpfung der Kohlerdföhe“ bezogen sich im wesentlichen auf Gemüsekulturen.

Im April 1925 wurde in Kiel-Kitzeberg eine neue Zweigstelle der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft eingerichtet. Die Leitung erhielt der Entomologe Kaufmann. Die Zweigstelle übernahm als Aufgabengebiet die Krankheiten und Schädlinge der Ölfrüchte sowie des Getreides und der Futterpflanzen und war für Fragen der Nematoden- und Drahtwurmbekämpfung zuständig.

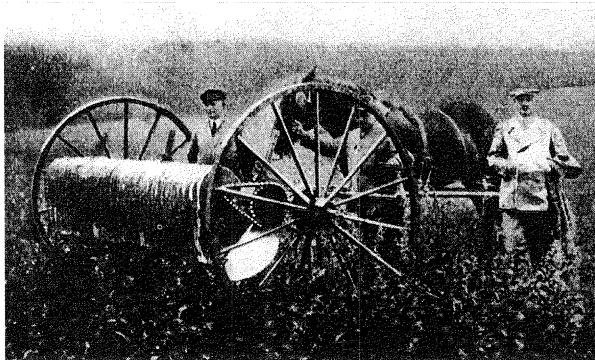


a) Rapskäferfangkarren nach Sommer-Langenbielau
(ca. 1895) (FRANK 1897)

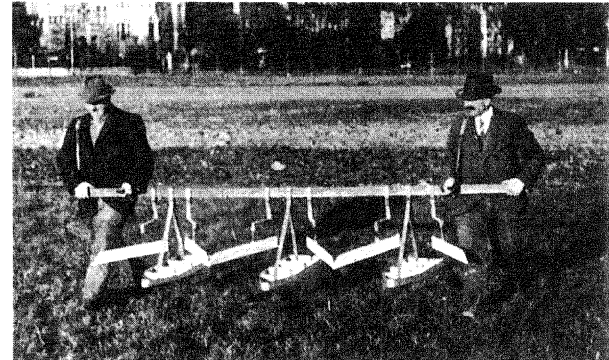


b) Paulys Rapskäferfänger (patentiert 1893)
(GROSSER 1921)

94



c) Schädlingsfangwagen nach Friederichs (ca. 1925)
(BLUNCK & HÄHNE 1929)



d) Rapskäferfanggerät nach BUHL & MEYER (1937)

Abb. 1: Geräte zum Fang von Rapsglanzkäfern, die in der Zweigstelle der Biologischen Reichsanstalt in Kiel-Kitzeberg getestet wurden.

Mit Betrachtungen zu Nematodenproblemen beim Anbau von Raps oder Rüben in (Zucker-) Rübenfruchtfolgen (RADEMACHER 1933,a, b, 1934, 1935, GOFFART 1942) und mit Hinweisen auf Viruserkrankungen bei *Brassica*-Arten (PAPE 1935; KAUFMANN 1936a, b, 1939) wurden neue Aspekte in die Forschungen über Rapsschädlinge eingebracht.

Zwischen 1933 und 1945 haben Buhl (BUHL & MEYER 1937, 1938a, b, 1940), Frey (FREY 1941a, b, c, d, e, 1944 a, b, c, d, e, f, GOFFART, FREY & EXT 1942; KAUFMANN & FREY 1940, 1941), Goffart (GOFFART 1937, 1942, 1943; GOFFART, FREY & EXT 1942), Kaufmann (KAUFMANN 1936a, b, 1939a, b, 1940a, b, 1941a, b, c, 1942a, b, c; 1943a, b, c; 1944a, b, c; KAUFMANN & FREY 1940, 1941), Klemm (KLEMM 1938a, b), Nitsche (NITSCHKE 1934), E. Meyer (BUHL & MEYER 1937, 1938a, b, 1940), Pape (PAPE 1935; PAPE & RIGGERT 1938), Rademacher (RADEMACHER 1933a, b, 1934, 1935), Riggert (RIGGERT 1938; PAPE & RIGGERT 1938) in verschiedenen Instituten der Biologischen Reichsanstalt über Rapsschädlinge gearbeitet. Auffällig ist, daß gerade zwischen 1939 und 1945, also während des zweiten Weltkrieges, sehr intensiv publiziert wurde (insgesamt 45 Arbeiten). Kaufmann, der der Biologischen Reichsanstalt von 1922-1944 angehörte, veröffentlichte in diesem Zeitraum knapp 82%, Frey (1939-1945 (-1952?)) ca. 56% seiner Arbeiten über Rapsschädlinge. Kaufmann kam am 24. Juli 1944 während eines Luftangriffes ums Leben (RIEHM 1944).

Die Arbeiten dieser Zeit beschäftigten sich überwiegend mit den durch Rapsglanzkäfer (*M. aeneus*) verursachten Schäden und Möglichkeiten seiner chemischen und biologischen Bekämpfung (BLUNCK 1940; BUHL & MEYER 1937, 1938a, b, 1940; FREY 1941a, b, e, 1944a, b, c, d, e, f; GOFFART 1943; GOFFART, FREY & EXT 1942; HÄRLE 1942; KAUFMANN 1942a, b, c, 1943a, b, 1944a, b). Die Versuche von BUHL & MEYER (1937) mit Rapsglanzkäferfangmaschinen wurden bereits angesprochen (s.o.). Da Buhl erst 1939 in die Biologische Reichsanstalt eintrat, müssen diese Untersuchungen in anderem Zusammenhang durchgeführt worden sein. Im Vordergrund standen dabei vor allem Bekämpfungsversuche mit DDT-haltigen Stäubemitteln („Gesarol-Staub“). Gleichzeitig wurden jedoch auch schon Pyrethrum-haltige Mittel eingesetzt. In

diesem Zusammenhang gab wurde erstmalig der Bienengefährdung im Rapsanbau größere Aufmerksamkeit geschenkt (KAUFMANN 1943a, b).

Einen weiteren Schwerpunkt bildeten Untersuchungen zur Epidemiologie, Biologie und Bekämpfungsmöglichkeiten von Erdflöhen (*Phyllotreta* spp.) und insbesondere über den Rapserdflöhen (*Ps. chrysocephala* L.) (KLEMM 1938; KAUFMANN 1940a, b, 1941a, b, c, d, 1944c; KAUFMANN & FREY 1940; SPEYER 1945), die dann nach dem 2. Weltkrieg von FREY (1947) sowie besonders intensiv von Dora Godan (GODAN 1947, 1949, 1950a, b, c, 1951, 1952, 1953), die 1947 in den Dienst der Biologischen Zentralanstalt für Land- und Forstwirtschaft eintrat, weitergeführt wurden. Nachdem bis 1940/41 in diesem Zusammenhang möglicherweise aus agrarstrukturellen Gründen (verstärkter Sommerrapsanbau?) die Kohlerdflöhe (*Phyllotreta* spp.) im Vordergrund standen (BLUNCK 1921; BÖRNER & BLUNCK 1919, 1920, 1927; BÖRNER, BLUNCK & DYCKERHOFF 1921; BREMER 1932a, b; KAUFMANN 1923; KAUFMANN & FREY 1940, 1941; KLEMM 1938a; NITSCHKE 1934), konzentrierten sich die späteren Arbeiten allein auf den Rapserdflöhen (*Ps. chrysocephala* L.) (KAUFMANN 1940a, b, 1941a, c, d, 1944c; GODAN 1947, 1949, 1950a, b, c, 1951, 1952a, b; SPEYER 1945). Vor allem die Arbeiten von Kaufmann und Dora Godan beschäftigten sich mit der Biologie des Rapserdflöhens, seiner Verbreitung als Schädling und dem Einfluß insbesondere abiotischer Faktoren (Witterung, Bodentyp) auf die Befallsintensität sowie den Wechselwirkungen mit der Wirtspflanze. Anfang der 50er Jahre schließlich wurden erste Bekämpfungsversuche mit Phosphorsäureestern (und Gamma-Hexamitteln) durchgeführt (GODAN 1952, 1953). Weitere Versuche zur Bekämpfung des Rapserdflöhens (*Ps. chrysocephala*), vor allem mit Lindan-haltigem Saatgutpuder, führte BUHL (1959, 1960, 1965) durch. BÜCHS (1992a, b, 1993) beschäftigte sich später schließlich mit der Entwicklung regionaler Bekämpfungsschwellen und konzipierte unter Ausnutzung biologischer Eigenschaften Bekämpfungsstrategien mit dem Ziel der Minimierung des Insektizideinsatzes.

Zwischen 1940 und 1950 setzte man sich mit einigen Schädlingen auseinander, die im allgemeinen (zumindest in Deutschland) vergleichsweise selten in Erscheinung treten: So beschreibt z.B. FREY (1941, 1951) das Auftreten der Minierfliege (Diptera: Agromyzi-

dae) *Phytomyza rufipes* Mg. an Raps. Auch BUHL (1960) erwähnt die Blumenkohlmi-
nierfliege, hält sie aber für wirtschaftlich weniger bedeutsam. Ende der 40er Jahre arbei-
tet Frey intensiv über die Rübsenblattwespe *Athalia rosae* L. (Synonym: *Athalia colibri*
Christ) (FREY 1948a, b, 1949a, b, 1950), offenbar aufgerüttelt durch starke Schäden,
die in den Jahren zuvor in Gebieten mit kontinental beeinflussten Klima beobachtet wur-
den. Dieser Schädling tritt in Deutschland i.d.R. nur in sehr warmen Jahren auf und schä-
digt vor allem an Sommerraps. Nach einer Wärmeperiode Anfang der 80er Jahre wurde
A. rosae noch einmal von SCHÜTTE, BARTELS & NIEMANN (1984) bearbeitet, in-
dem Fensterfallen als geeignete Fangmethodik für das Monitoring der Flugaktivität der
Imagines vorgestellt wurden. 1950 berichtet JANY (1950) erstmals über das Auftreten
des Kohlgallenrüsslers (*C. pleurostigma*). 10 Jahre später führt BUHL (1960) in Kiel-
Kitzeberg Versuche zur Bekämpfung dieses im Herbst auftretenden Schädlings mit Lin-
dansaatzgutpuder durch. Auch KRÜGER (1983) führt ihn noch in seiner zusammenfas-
senden Broschüre über Krankheiten und Schädlinge des Rapses auf. Heute hat er aller-
dings keine Bedeutung mehr.

Kaum Arbeiten gibt es aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft
bzw. ihren Vorläuferinstitutionen über die Mehligke Kohlblattlaus (*B. brassicae*), was
darauf hinweist, daß die Bedeutung dieser Blattlaus, die i.d.R. erst bei Abreife des Rap-
ses durch individuenreiche Kolonien an den schotenbildenden Trieben auffällt für Er-
tragsverluste im Rapsanbau als relativ geringfügig eingeschätzt wurde: Neben einer Ar-
beit von BÖRNER (1921) über das Wirtspflanzenspektrum, gibt es nur eine weitere spe-
ziell diese Art betreffende Arbeit von BUHL (1954), die sich mit den Überwinterung-
schancen von *B. brassicae* im wintermilden Seeklima beschäftigt. In neuerer Zeit erhielt
BÜCHS (1993) Hinweise, daß der Befall (Individuenstärke der Kolonien) offenbar infol-
ge einer länger anhaltenden Repellentwirkung mehrere Wochen zurückliegender Py-
rethroidbehandlungen (z.B. Anfang April gegen den Gefleckten Kohltriebrüssler [*C. pal-
lidactylus*]) reduziert wird.

In den 50er und 60er sowie im Prinzip auch noch in den 70er Jahren dominieren Arbeiten
über den Kohlschotenrübler (*C. assimilis*) und die Kohlschotenmücke (*D. brassicae*),
über die in der Zeit bis zum Ende des 2. Weltkrieges nur vereinzelt publiziert wurde

(SPEYER 1921b, 1925; FREY 1941). Die Ursache für diesen Schwerpunkt in der Nachkriegszeit ist sicherlich darin zu suchen, daß das Institut für Getreide-, Ölfrucht- und Futterpflanzenkrankheiten in Schleswig-Holstein angesiedelt war, wo sich (vermutlich infolge eines relativ hohen Sommerrapsanteils) ein Hauptbefallsgebiet für diese Schädlinge befand. Bei den Untersuchungen standen zunächst die interspezifischen Beziehungen beider Arten im Vordergrund: „Ist die Kohlschoten-Gallmücke an den Kohlschotenrüssler gebunden?“ (BUHL 1957; MÜHLE 1951; NOLTE & FRITZSCHE 1951; SPEYER 1954a). Dieser Problematik wurde später noch einmal intensiv von STECHMANN & SCHÜTTE (1978) nachgegangen.

Weitere Arbeiten befaßten sich dann vorwiegend mit den Möglichkeiten der Bekämpfung beider Schädlinge. Ausgehend von Versuchen zur Bekämpfung des Rapsglanzkäfers (*M. aeneus*) (BUHL & WAEDE 1958) wurden in diesem Zusammenhang besonders intensiv die Vor- und Nachteile des Einsatzes des Thiodan-Kaltnebelverfahrens mit dem Hub-schrauber untersucht. Die Versuche wurden z.T. großräumig (auf 1700 ha) durchgeführt. In den Parzellenversuchen ergab sich, daß die Behandlung aus der Luft zwar gegen die Kohlschotenmücke (*D. brassicae*) erfolgreich war, weniger gut jedoch gegen den Kohlschotenrüssler (*C. assimilis*) wirkte (BUHL & WAEDE 1962; HORNIG & BUHL 1962; WAEDE 1960, 1961).

Besonders in der Biologischen Zentralanstalt für Land- und Forstwirtschaft der damaligen DDR begann man etwa Mitte der 50er Jahre mit der Entwicklung von Prognoseverfahren zur Schädlingsbekämpfung im Rapsanbau (NOLTE 1956). Erste methodische Ansätze zur Prognose des Kohlschotenmückenbefalls (*D. brassicae* Winn.) wurden in Kiel-Kitzeberg damals von WAEDE (1961) entwickelt, der wenig später unerwartet verstarb. In den 60er und 70er Jahren bildete die Entwicklung von Prognosemethoden den Schwerpunkt der entomologischen Arbeiten über Rapsschädlinge im Institut für Getreide-, Ölfrucht- und Futterpflanzenkrankheiten der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Kiel-Kitzeberg und wurden insbesondere von Buhl und Schütte (Abb. 2) vorangetrieben. In diesem Zusammenhang fiel 1972 erstmals der Begriff des „Integrierten Pflanzenschutzes“, der die Verwendung von Bekämpfungsschwellen beinhaltet (BUHL & SCHÜTTE 1964, 1971; SCHÜTTE 1966, 1970, 1971, 1972a, b, 1982a, 1983; SCHÜTTE & DIERCKS 1975). Diese Arbeitsrichtung wird bis heute fort-

gesetzt (BÜCHS 1993, 1994, 1995, 1996, 1997; GARBE et al. 1996). Ziel ist allerdings weniger die Überprüfung und Bestätigung herkömmlicher Schwellenwerte (GARBE et al. 1996), sondern stärker die Entwicklung von Bekämpfungskonzepten mit dem Ziel eines reduzierten Insektizideinsatzes, die insbesondere bisher unbekannte oder wenig beachtete Aspekte der Biologie und ökologischen Ansprüche der Schädlinge mit in Betracht ziehen (BÜCHS 1993, 1994, 1995, 1996, 1997). Dabei bemühte man sich unter anderem auch, einen Zusammenhang zwischen Triebrüßler-Befall (*C. napi*, *C. pallidactylus*) und dem Auftreten bestimmter Pilzkrankheiten (vor allem *Phoma lingam*) herzustellen (GARBE et al. 1995). Nach dem Wechsel des Institutsstandortes von Kiel-Kitzeberg nach Braunschweig stehen der Rapserrdfloh (*Ps. chrysocephala*) und die Triebrüssler (*C. pallidactylus*, *C. napi*) in den letzten 10 Jahren stärker im Vordergrund, während in den 20 Jahren zuvor (neben dem Rapserrdfloh) in erster Linie über Kohlschotenrüßler (*C. assimilis*) und Kohlschotenmücke (*D. brassicae*) gearbeitet wurde. Nach Einschätzung des Verfassers kann derzeit davon ausgegangen werden, daß unter Einbeziehung der zahlreichen Arbeiten, die außerhalb der Biologischen Bundesanstalt durchgeführt wurden, für die wichtigsten Schädlinge im Winterraps in Deutschland integrierte Bekämpfungskonzepte, Bekämpfungsschwellen und Prognosemethoden in ausreichendem Maß zur Verfügung stehen. Allerdings ergeben sich infolge der geringen Kosten z.B. für einen Pyrethroideinsatz erhebliche Schwierigkeiten, die Praxis zur konsequenten und exakten Anwendung dieser Methoden zu motivieren.

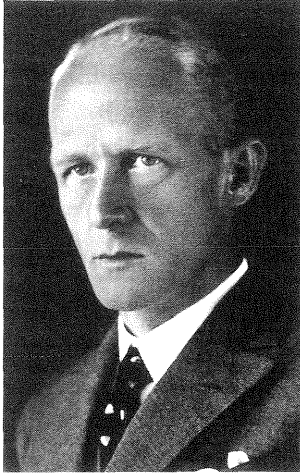
Seit Beginn der 80er Jahre wurden in der Biologischen Bundesanstalt die entomologischen Arbeiten in der Kultur Raps um einen wesentlichen Aspekt erweitert: Neben der Betrachtung von Aspekten zu Epidemiologie, Biologie und Prognose von Schädlingen rückten die natürlichen Antagonisten sowie die gesamte Nichtzielfauna von Rapskulturen in den Mittelpunkt des Interesses. Dabei werden Aspekte betrachtet wie:

- Auswirkungen bestimmter Pflanzenschutzmittel im Freiland auf epigäische Raubarthropoden allgemein sowie unter Labor- und Halbfreilandbedingungen auf ausgewählte Testorganismen (RZEHAKE & BASEDOW 1982; BÜCHS et al. 1989a, b, c, d, e, 1990a, b, c, d, e)

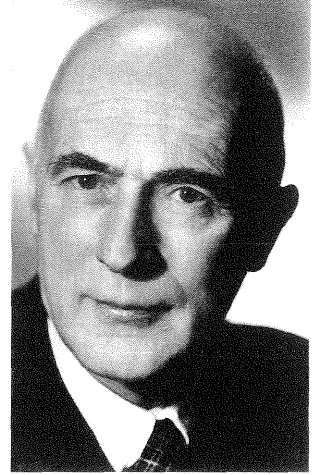
- Methodische Ansätze und Probleme der Erfassung der Nichtzielfauna zur Darstellung ökologischer Auswirkungen von Pflanzenschutzmaßnahmen (SCHÜTTE 1985, 1986; BÜCHS 1991)
- Vergleich abgestuft extensiv geführter Anbausysteme mit Hauptkultur Winterraps, die sich in Fruchtfolge, Bodenbearbeitung, Pflanzenschutz, Düngemiteleinsatz, Sortenwahl, Aussaatdichte etc. unterscheiden, hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf polyphage Prädatoren (Spinnen- Arachnida: Araneae, Laufkäfer - Coleoptera: Carabidae; Kurzflügelkäfer - Coleoptera: Staphylinidae), Dipteren als Räuber, Zersetzer und Schadorganismen und Vögel (Vertebrata: Aves) (BÜCHS 1995; BÜCHS, HARENBERG & ZIMMERMANN 1997; BÜCHS, KEKEMENIS & KLEINHENZ 1994a, b; HARENBERG 1997; PRESCHER & BÜCHS 1996, 1997; STEINER & SCHÖBER 1989; STEINER, SCHÜTTE & SCHÖBER 1989; STEINER, SCHÖBER & SCHÜTTE 1990)
- Möglichkeiten der Förderung von polyphagen Prädatoren als natürliche Antagonisten u.a. von Rapsschädlingen durch kulturtechnische Maßnahmen in einer Rapsfruchtfolge (BÜCHS 1993, 1994a, b, 1995, 1996; HARENBERG 1997) .



a) Prof. Dr. H. Blunck
(1914-1935)



b) Dr. O. Kaufmann
(1922-1944)



c) Dr. W. Speyer
(1920-1954)



d) Dr. C. Buhl
(1939-1973)



e) Dr. F. Schütte
(1962-1987)

Abb. 2: Bearbeiter von tierischen Schädlingen im Raps, die gleichzeitig die Leitung der Außenstelle in Kiel-Kitzeberg innehatten (in Klammern: Dienstzeit in der Biologischen Bundesanstalt bzw. deren Vorläuferinstitutionen)

Ausblick

Um die im Pflanzenschutzgesetz definierten Inhalte des „Integrierten Pflanzenschutzes“ auszufüllen und im Hinblick auf das Ziel einer nachhaltigen Rapsproduktion stehen derzeit sowie in naher Zukunft folgende Forschungsthemen im Mittelpunkt:

1. Eingebunden in eine konzertierte Aktion der Europäischen Gemeinschaft mit dem Namen „Minimizing pesticide use and environmental impact by the development and promotion of bio-control strategies for oilseed rape pests“ wird die prädatorische Leistung epigäisch aktiver polyphager Räuber (insbesondere Laufkäfer, Kurzflügelkäfer und Spinnen) auf die Populationsdynamik von Rapsschädlingen wie dem Rapsglanzkäfer (*M. aeneus*), dem Kohlschotenrüßler (*C. assimilis*) und der Kohlschotenmücke (*D. brassicae*) untersucht, deren Larven sich zur Verpuppung aus den Rapsblütenständen zu Boden fallen lassen. Damit einher gehen intensiverte Untersuchungen zu Qualität und Quantität des Beutespektrums der in der Vegetationsschicht von Rapsfeldern netzbauenden Spinne *Theridion impressum* (Koch) und Möglichkeiten ihrer Förderung.
2. Bedeutung des Rapsglanzkäferbefalls in kombinierten Hybridrapssorten für den Schootenansatz.
3. Auswirkungen verschiedener Rotationsbrachetypen auf die Struktur und Dynamik der Antagonistenzönose in einer Rapsfruchtfolge.
4. Sortenspezifische Reaktionen von Rapsschädlingen unter besonderer Berücksichtigung der zugrundeliegenden Mechanismen sowie ihr Einfluß auf die Zusammensetzung und Partitionierung von Rapsinhaltsstoffen vor dem Hintergrund unterschiedlicher Anforderungen an konventionelle und als „Nachwachsende Rohstoffe“ angebaute Rapssorten.
5. Auswirkungen transgener Rapssorten auf das Phytophagenspektrum der Kulturpflanze sowie auf die an der Remineralisierung von Ernterückständen beteiligte Destruentenzönose.

Zusammenfassung

Der Beitrag gibt eine Übersicht über die in der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft sowie deren Vorläuferinstitutionen durchgeführten Arbeiten über tierische Rapsschädlinge und ihre Antagonisten. Nicht mit einbezogen werden konnten Arbeiten, die in den entsprechenden Parallelinstitutionen der Deutschen Demokratischen Republik angefertigt wurden.

Als Bearbeiter(innen) von Rapsschädlingen sind aus der Vergangenheit der Biologischen Bundesanstalt zu erwähnen: Blunck, Börner, Buhl, Ext, Frey, Dora Godan, Goffart, Härle, Kaufmann, Klemm, E. Meyer, K.-H. Müller, Neu, Rademacher, Riggert, Schütte, Speyer, Stechmann, Waede. Die historische Analyse zeigt, daß sich das Spektrum der in Rapskulturen relevanten Schädlinge in den letzten 100 Jahren deutlich verändert hat. Den wesentlichen Schwerpunkt der Arbeiten bildete bis etwa 1960 der Rapsglanzkäfer (*Meligethes aeneus* [F.]), in den folgenden 20 Jahren dann die Kohlschotenmücke (*Dasi-neura brassica* Winn.) und der Kohlschotenrüßler (*Ceutorhynchus assimilis* [Payk.]). In der „Pionierzeit“ spezieller Untersuchungen zu Rapsschädlingen (ca. 1920) wurde neben dem Rapserdflöhen (*Psylliodes chrysocephala* [L.]) auch anderen Erdflöhen (*Phyllotreta* spp.), größere Aufmerksamkeit gewidmet, infolge eines damals offenbar noch hohen Sommerrapsanteiles. Über den Rapserdflöhen wurde sporadisch allerdings bis ca. 1990 gearbeitet (Einführung der obligatorischen Saatgutinkrustierung). Der Gefleckte Kohltriebrüssler (*C. pallidactylus* [Mrsh.]) und Große Rapsstengelrüßler (*C. napi* Gyll.), denen heute das größte Interesse gilt, traten erstmals zu Beginn der 50er Jahre als Rapsschädlinge in Erscheinung. Aus geographisch-klimatischen Gründen konnten sie allerdings erst seit Mitte der 80er Jahre, nach der Verlagerung des Institutes aus Kiel-Kitzeberg (Schleswig-Holstein) nach Braunschweig (Ostniedersachsen), intensiver bearbeitet werden. Auch Ackerschnecken (*Deroceras* spp.) stehen erst seit kurzem (Flächenstilllegung) als Rapsschädlinge stärker im Vordergrund. Als Rapsschädlinge heute in Deutschland nahezu verschwunden oder kaum relevant sind: Kohlblattrüßler (*Ceutorhynchus leprieuri* Bris.), Kohlgallenrüßler (*C. sulcicollis* Gyll.), Rapsmauszahnrüßler (*Baris chlorizans* Germ.), sommeraktive Erdflöhe (*Phyllotreta* spp.), Rapszünsler (*Botys margaritalis* Hb.), Kohlwanze (*Eurydema oleraceum* L.) sowie die Rübsenblattwespe (*Athalia rosae* L.).

Bis Anfang der 60er Jahre beherrschten Fragen zur Biologie der Schädlinge sowie die Möglichkeiten ihrer chemischen Bekämpfung die Untersuchungen. Ab diesem Zeitpunkt trat die bis heute aktuelle Entwicklung von Prognosemethoden und Bekämpfungsschwellen in den Vordergrund, ab ca. 1970 in Verbindung mit dem Begriff des „Integrierten Pflanzenschutzes“. Erste Arbeiten über natürlichen Gegenspieler stammen zwar aus den 20er Jahren (über Parasitoide, Marienkäfer etc.), ihre gezielte Förderung sowie ihre Beeinträchtigung durch bestimmte Bewirtschaftungsmaßnahmen (und deren Bewertung) stehen allerdings erst seit etwa 1985 im Mittelpunkt der Forschungsarbeiten.

Pest organisms and beneficials in oil seed crops
Contributions to biology, epidemiology, biological and chemical control
elaborated at the Federal Biological Research Centre
in a historical review of the last 100 years

Summary

The paper tries to survey the work conducted in the Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry (BBA) and its predecessor institutions about pests of oil seed crops and the related beneficials.

Former scientists with special interest in oils seed rape pest insects are: Blunck, Börner, Buhl, Ext, Frey, Dora Godan, Goffart, Härle, Kaufmann, Klemm, E. Meyer, K.-H. Müller, Neu, Rademacher, Riggert, Schütte, Speyer, Stechmann, Waede.

The historical analysis shows that the spectrum of relevant pests in oil seed rape has changed in the last 100 years. Until the early 60s the investigations focused mainly on the Pollen Beetle (*Meligethes aeneus* [F.]), in the following 20 years however the Brassicae Pod Midge (*Dasineura brassicae* Winn.) and the Cabbage Seed Weevil (*Ceutorhynchus assimilis* [Payk.]) was in the centre of interest. In the early aera of specific work on certain rape pests also the flea beetles (mainly *Phyllotreta* spp.) received attention, obviously because spring rape had a greater importance than today. About the oil seed rape flea beetle (*Psylliodes chrysocephala* [L.]) work was conducted until beginning of the 90's when rape seeds are dressed obligatorily with insecticides. The Cabbage Stem Weevil (*Ceutorhynchus pallidactylus* [Mrsh.]) and the Oil Seed Rape Stem Weevil (*C. napi* Gyll.), which today are of major interest, occurred only in the early 50's as pest insects in oil seed rape. Because of geographic and climatic reasons more intensive investigations could start only after the institute changed ist location from Kiel-Kitzeberg (Schleswig-Holstein) to Braunschweig (eastern Lower-Saxony) in 1985. Also slugs moved up to the foreground only in the last few years after the set-aside has been introduced. The following formerly relevant pests of oil seed rape are of less or no importance today in Germany: The weevils *Ceutorhynchus leprieuri* Bris., *C. sulcicollis* Gyll., *Baris*-species, the

spring active flea-beetles (*Phyllotreta* spp.), the caterpillar *Botys margaritalis* Hb, the bug *Eurydema oleaceum* L. and the wasp *Athalia rosae* L.

Until the early 60's the biology of the pest organisms and possibilities of their chemical control were the main topics of the investigations. In the following years the main focus changed to the development of action thresholds and methods for prognosis which is still actual, since 1970 combined with the term „Integrated Pest Management“. Work on beneficials has already started in the 20's (parasitoids, ladybirds), but was more intensively continued since 1985, with the main focus on possibilities to enhance abundance and biodiversity of beneficials and to evaluate the effects of pesticide input and other farming techniques on the structure and dynamics of their populations.

Chronologische Literaturzusammenstellung

1897

FRANK, A. B. 1897: Kampfbuch gegen die Schädlinge unserer Feldfrüchte. - 308 S. und 20 Farbdrucktafeln, Parey-Verlag, Berlin.

1906

RÖRIG, G. 1906: Tierwelt und Landwirtschaft. - Ulmer-Verlag, Stuttgart.

SCHERPE, R. 1906: Einfache Vorrichtung zur Vertilgung tierischer Schädlinge an Feld- und Gartengewächsen mittelst gasförmiger Stoffe (insbesondere Blausäure). - Arbeiten aus der kaiserlichen Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem 5.

1907

FRANK, A. B. 1907: Die Reinigung der Felder von Pflanzenüberresten nach der Ernte als wichtiges Schutzmittel gegen Pflanzenschädlinge. - Flugblatt Nr. 2 der Kaiserlichen Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem.

SORAÜER, P. & G. RÖRIG 1907: Pflanzenschutz. Anleitung für den praktischen Landwirt zur Erkennung und Bekämpfung der Beschädigungen der Kulturpflanzen. - 4. Auflage, Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft.

1908

KRÜGER, F. 1908: Krankheiten und Beschädigungen der Kulturpflanzen im Jahre 1905. - Berichte über Landwirtschaft 5.

SCHWARTZ, M. 1908: Über einige neue und alte Mittel zur Bekämpfung schädlicher Insekten. - Arbeiten aus der Kaiserlichen Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem 6.

1910

REICHSAMT DES INNERN (Hrsg.) 1910: Krankheiten und Beschädigungen der Kulturpflanzen im Jahre 1908. - Berichte über Landwirtschaft 18.

RIEHM, E. 1910: Die wichtigsten pflanzlichen und tierischen Schädlinge der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. - Thaer-Bibliothek 65, Parey-Verlag, Berlin

SCHWARTZ, M. 1909: Erprobte Mittel gegen tierische Schädlinge. - Flugblatt Nr. 46 der Kaiserlichen Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem.

1911

REICHSAMT DES INNERN (Hrsg.) 1911: Krankheiten und Beschädigungen der Kulturpflanzen im Jahre 1908. - Berichte über Landwirtschaft 25.

RÖRIG, G. 1911: Tierische Feinde der Pflanzen. - Leipziger Illustrierte Zeitung 31 (15).

SCHWARTZ, M. 1911: Pflanzenschädlinge im April und ihre Bekämpfung. - Gartenflora 60 (8).

1914

BEHRENS, J. (Bearb.) 1914: Bericht über die Tätigkeit der Kaiserlichen Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft im Jahre 1913 - Neunter Jahresbericht. III. Organisation zur Beobachtung und Bekämpfung von Pflanzenkrankheiten. - Mitteilungen aus der Kaiserlichen Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem 15, 39-41.

SCHWARTZ, M. 1914.: Erprobte Mittel gegen tierische Schädlinge. - Flugblatt Nr. 46 der Kaiserlichen Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem.

1916

BEHRENS, J. (Bearb.) 1916: Bericht über die Tätigkeit der Kaiserlichen Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft in den Jahren 1914 und 1915 - Zehnter und elfter Jahresbericht. III. Organisation zur Beobachtung und Bekämpfung von Pflanzenkrank-

heiten. - Mitteilungen aus der Kaiserlichen Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem **16**, 59-61.
REICHSAMT DES INNERN (Hrsg.) 1916: Krankheiten und Beschädigungen der Kulturpflanzen im Jahre 1908. - Berichte über Landwirtschaft **38**.

1918

SCHWARTZ, M. 1918: Schutz der Ölfrüchte gegen Schädlinge. - Deutsche Landwirtschaftliche Presse vom 27. 4. 1918, 214.

1919

BEHRENS, J. (Bearb.) 1919: Bericht über die Tätigkeit der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft in den Jahren 1916, 1917 und 1918 - Zwölfter, dreizehnter und vierzehnter Jahresbericht. III. Organisation zur Beobachtung und Bekämpfung der Pflanzenkrankheiten. - Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem **17**, 47-50.

BÖRNER, C. & H. BLUNCK 1919a: Zur Lebensgeschichte und Bekämpfung des Raps- glanzkäfers und der Raps- und Kohlerdflöhe. - Illustrierte Landwirtschaftliche Zeitung. **39** (51/52), 260-261.

BÖRNER, C. & H. BLUNCK 1919b: Larven der Flohkäfergattung *Phyllotreta*. - Illustrierte Landwirtschaftliche Zeitung (20. September 1919).

SCHWARTZ, M. 1919: Über die Nacktschneckenplage 1916 in Nordfrankreich. - Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten **29** (3/4), 81.

1920

ANONYMUS 1920: IX. Pflanzenschutzdienst. - Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem **18**, 162-170.

BÖRNER, C. Februar 1920: Bericht über die mit Unterstützung der wissenschaftlichen Abteilung des Reichsausschusses für pflanzliche und tierische Öle und Fette im Jahre 1919 ausgeführten Arbeiten zur Erforschung und Bekämpfung der Ölfruchtschädlinge. - Sitzungsbericht des Sonderausschusses III des Reichsausschusses für pflanzliche und tierische Öle und Fette, 19.

BÖRNER, C. & H. BLUNCK 1920a: Zur Lebensgeschichte des Raps- glanzkäfers. - Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem **18**, 91-109.

BÖRNER, C. & H. BLUNCK 1920b: Beitrag zur Kenntnis der Kohl- und Raps- erdflöhe. - Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem **18**, 109-119.

EXT, W. 1920: Beiträge zur Kenntnis des Raps- glanzkäfers, *Meligethes aeneus* Fabr. - Archiv für Naturgeschichte **86A** (9), 28.

RIEHM, E. (Bearb.) 1920: Prüfung von Pflanzenschutzmitteln im Jahre 1919. - Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem **19**, 1-47.

1921

APPEL, O. 1921: Bericht über die Tätigkeit der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft im Jahre 1920. 1. Zur Geschichte der Anstalt. - Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem **21**, 10-16.

BLUNCK, H. 1921a: Erd- flohkäfer in den Ölsaaten. - Review of Applied Entomology Serie Agriculture, Vol. IX, 547-550.

BLUNCK, H. 1921b: Erd- flohkäfer an Ölsaaten im Jahre 1920. - Arbeiten aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft **10**, 433-444.

BLUNCK, H. 1921c: Der Raps- glanzkäfer. - Arbeiten aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft **10**, 421-429.

BLUNCK, H. 1921d: Bekämpfung der Kohl- blattlaus mit Spiritus- seifenwasser und Ventan. - Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem **21**, 185-186.

- BLUNCK, H. 1921e: Hederich- und Rapsglanzkäfer. *Meligethes viridescens* F. und *aeneus* L. - Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem 21, 187-189.
- BÖRNER, C. 1921a: III. Auswärtige Dienststellen A. Zweigstelle Naumburg. - Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem 21, 159-163.
- BÖRNER, C. 1921b: Beiträge zur Kenntnis vom Massenwechsel (Gradation) schädlicher Insekten. - Arbeiten aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft 10, 405-466.
- BÖRNER, C. 1921c: Die Brutpflanzen der Kohlblattlaus. - Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem 21, 194-195.
- BÖRNER, C., Blunck, H. & F. 1921: Dyckerhoff: Versuche zur Bekämpfung der Kohlerdföhe und Rapsglanzkäfer. - Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem 22, 5-41
- GROSSER, ? 1921: Praktische Bekämpfungsversuche von Rapsschädlingen 1920. - Mitteilungen der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem 22, 42-45.
- RABBAS, P. 1921a: Bericht der Zweigstelle Aschersleben der Biologischen Reichsanstalt über die Versuche zur Bekämpfung der Ölfruchtschädlinge im Jahre 1920. - Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem 22, 47-48.
- RABBAS, P. 1921b: Bericht der Zweigstelle Aschersleben der Biologischen Reichsanstalt über die Versuche zur Bekämpfung der Ölfruchtschädlinge im Jahre 1920. - Nachrichtenblatt für den Deutschen Pflanzenschutzdienst 2.
- SEELIGER, R. 1921a: Über Dauer und Bedeutung des vorweiblichen Zustandes der Raps- und Rübenblüte. - Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem 21, 219-224.
- SEELIGER, R. 1921b: Zur Frage der Pollenübertragung durch den Rapsglanzkäfer vom botanischen Standpunkte. - Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem 21, 224-229.
- SPEYER, W. 1921: Beitrag zur Biologie des gefleckten Kohltriebrüblers (*Ceutorhynchus quadridens* Panz.). - Entomologische Blätter, 118-124.
- SPEYER, W. 1921a: Beiträge zur Biologie der Kohlschotenmücke (*Dasyneura brassicae* Winn.) - Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem 21, 208-217.
- SPEYER, W. 1921b: Der Kohlblattrübler (*Ceutorhynchus lepreuri* a. *Rübesaameni* Kolbe). - Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem 21, 189-194.

1922

- BLUNCK, H. 1922: Über die Wirkung arsenhaltiger Gifte auf Ölfruchtschädlinge nach Beobachtungen an der Naumburger Zweigstelle der Biologischen Reichsanstalt. - Verhandlungen der Deutschen Gesellschaft für Angewandte Entomologie Berlin, 40-55.
- SACHTLEBEN, H. 1922: I. Krankheiten und Schädigungen, die mehr oder weniger alle Kulturpflanzen der heimgesuchten Gegenden gemeinsam trafen. B. Weichtiere, Mollusken, C. Insekten, Hexapoden, D. Wirbeltiere, Vertebrata. - Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem 23, 27-45.
- SACHTLEBEN, H. 1922: 5. Krankheiten und Schädigungen der Handels-, Öl- und Gemüsepflanzen b. Tierische Schädlinge. - Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem 23, 70-74.
- SCHWARTZ, M. (Bearb.) 1922: Krankheiten und Beschädigungen der Kulturpflanzen im Jahre 1920. - Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem 23, 1-110.

1923

- KAUFMANN, O. 1923: Beobachtungen und Versuche zur Frage der Überwinterung und Parasitierung von Ölfruchtschädlingen aus den Gattungen *Meligethes*, *Phyllotreta*,

- Psylliodes* und *Ceutorrhynchus*. - Arbeiten aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft 12 (3), 109-169.
- RIEHM, E. (Bearb.) 1923: Prüfung von Pflanzenschutzmitteln in den Jahren 1921/22. - Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem 24, 1-104.

1924

- BLUNCK, H. 1924: Versuche zur Bekämpfung des Rapsglanzkäfers mit Fangmaschinen. - Zeitschrift für Angewandte Entomologie 10, 56-66
- WERTH, E. (Bearb.) 1924a: Jahresheft 1922 des phänologischen Reichsdienstes. - Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem 25, 1-222.
- WERTH, E. (Bearb.) 1924b: Jahresheft 1923 des phänologischen Reichsdienstes. - Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem 27, 1-224.

1925

- RIEHM, E. (Bearb.) 1925: Prüfung von Pflanzenschutzmitteln in den Jahren 1923. - Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem 26, 1-88.
- SPEYER, W. 1925: Kohlschotenrüßler (*Ceutorhynchus assimilis* Payk.), Kohlschotenmücke (*Dasyneura brassicae* Winn.) und ihre Parasiten. - Arbeiten aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft 12 (3), 8-108.

1926

- WERTH, E. (Bearb.) 1926: Krankheiten und Beschädigungen der Kulturpflanzen im Jahre 1921. - Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem 29, 1-245.

1927

- BLUNCK, H. 1927: Können Erdflöhe durch Stäubemittel wirksam bekämpft werden? - Landwirtschaftliches Wochenblatt der Provinz Schleswig-Holstein 77, 495-497.
- WERTH, E. (Bearb.) 1927a: Krankheiten und Beschädigungen der Kulturpflanzen im Jahre 1922. - Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem 30, 1-168.
- WERTH, E. (Bearb.) 1927b: Krankheiten und Beschädigungen der Kulturpflanzen im Jahre 1923. - Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem 30, 169-248.
- WERTH, E. (Bearb.) 1927c: Krankheiten und Beschädigungen der Kulturpflanzen im Jahre 1924. - Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem 29, 249-385.
- WERTH, E. 1927d: Krankheiten und Beschädigungen der Kulturpflanzen im Jahre 1925. - Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem 32, 1-158.
- WILKE, S. 1927a: B. Weichtiere: Schnecken. - In: Werth, E. (Bearb.): Krankheiten und Beschädigungen der Kulturpflanzen im Jahre 1925. - Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem 32, 30-32.
- WILKE, S. 1927b: 5. Krankheiten und Schädigungen der Handels-, Oel- und Gemüsepflanzen b) Tierische Schädlinge. - In: Werth, E. (Bearb.): Krankheiten und Beschädigungen der Kulturpflanzen im Jahre 1925. - Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem 32, 108-117.

1928

- WERTH, E. 1928.: Krankheiten und Beschädigungen der Kulturpflanzen im Jahre 1927. - Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem 37, 1-212

WILKE, S. 1928a: 1. Krankheiten und Schädigungen, die mehr oder weniger alle Kulturpflanzen der heimgesuchten Gegenden gemeinsam trafen. B. Weichtiere. - In: Werth, E. Krankheiten und Beschädigungen der Kulturpflanzen im Jahre 1927. - Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem 37, 80-85.

WILKE, S. 1928a: 5. Krankheiten und Schädigungen der Handels-, Oel- und Gemüsepflanzen b) Tierische Schädlinge. - In: Werth, E. (Bearb.): Krankheiten und Beschädigungen der Kulturpflanzen im Jahre 1927. - Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem 37, 160-168, 1928b.

1929

BLUNCK, H. & H. HÄHNE 1929: Fortschritte in der Bekämpfung von Rapskäfern mittels Fangmaschinen. - Fortschritte der Landwirtschaft 4 (7), 193-212.

1930

JANCKE, O. 1930: Die Anfälligkeit verschiedener Pflanzen gegenüber tierischen und pflanzlichen Schädlingen und die Wasserstoffionenkonzentration des Zellsaftes. - Phytopathologische Zeitschrift 2, 181-198.

WERTH, E. 1930: Krankheiten und Beschädigungen der Kulturpflanzen im Jahre 1926. - Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem 40, 1-159.

WILKE, S. 1930a: 1. Krankheiten und Schädigungen, die mehr oder weniger alle Kulturpflanzen der heimgesuchten Gegenden gemeinsam trafen. B. Weichtiere. - In: Werth, E. Krankheiten und Beschädigungen der Kulturpflanzen im Jahre 1926. - Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem 40, 36-40.

WILKE, S. 1930b: 5. Krankheiten und Schädigungen der Handels-, Oel- und Gemüsepflanzen b) Tierische Schädlinge. - In: Werth, E. (Bearb.): Krankheiten und Beschädigungen der Kulturpflanzen im Jahre 1926. - Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem 40, 110-121.

1931

WERTH, E. (Hrsg.) 1931: Krankheiten und Beschädigungen der Kulturpflanzen im Jahre 1928. - Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem 41, 1-64.

1932

BLUNCK, H. & E. MEYER, 1932: Erdflöhe. - Biologische Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Flugblatt Nr. 121, 1-4.

BREMER, H. 1932a: Erforschung und Lebensweise der Kohlerdflöhe und augenblicklicher Stand der Bekämpfungsmöglichkeiten. - Gartenbauwirtschaft 46 (19).

BREMER, H. 1932b: Lebensweise und Bekämpfung der Kohlerdflöhe. - Mitteilungen der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft 47, 282-283.

KAUFMANN, O. 1932: Bemerkungen über den Einfluß von Temperaturschwankungen auf die Entwicklungsdauer und Streuung bei Insekten und seine graphische Darstellung durch Kettenlinie und Hyperbel. - Zeitschrift für Morphologie und Ökologie der Tiere 25, 353-361.

WERTH, E. (Hrsg.) 1932a: Krankheiten und Beschädigungen der Kulturpflanzen im Jahre 1929. - Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem 43, 1-57.

WERTH, E. (Hrsg.) 1932b: Krankheiten und Beschädigungen der Kulturpflanzen im Jahre 1930. - Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem 44, 1-50.

1933

- BRAUN, K. 1933: Überblick über die Geschichte der Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschädlinge (bis 1880). - In: Sorauer's Handbuch der Pflanzenkrankheiten Bd. I, Teil 1, 1-79.
- RADEMACHER, B. 1933a: Achtung! Ölfruchtbauer! - Deutsche Landwirtschaftliche Presse 60, 575.
- RADEMACHER, B. 1933b: Gedanken zu der geplanten Ausdehnung des Ölfruchtbaues vom Standpunkt des Pflanzenschutzes. - Mitteilungen der Deutschen Landwirtschaft-Gesellschaft 48, 520-521.

1934

- BLUNCK, H. 1934: Wie wird die Rapsernte? - S.A. N.S.-Landpost.
- NITSCHKE, G. 1934: Erdflöhbekämpfungsversuche in Markee 1933. - Mitteilungen für die Landwirtschaft 49, 305-306.
- RADEMACHER, B. 1934: Zur Nematodenfrage beim Anbau von Raps-Rüben als Haupt- und Zwischenfrucht in Rübenwirtschaften. - Zuckerrübenbau 16, 127-128.

1935

- PAPE, H. 1935: Über eine Mosaikkrankheit der Kohlrübe. - Deutsche Landwirtschaftliche Presse 62, 319-320.
- RADEMACHER, B. 1935: Rechtzeitige Bekämpfung der Ölfruchtschädlinge. - Mitteilungen für die Landwirtschaft 50, 336.

1936

- KAUFMANN, O. 1936a: Droht unserem Ölfruchtbau eine Neue Gefahr? - Mitteilungen für die Landwirtschaft 51, 37.
- KAUFMANN, O. 1936b: Eine gefährliche Viruskrankheit an Rüben, Raps und Kohlrüben. - Arbeiten aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft 21, 605-623.

1937

- BLUNCK, H. & E. MEYER, 1937: Erdflöhe. - Biologische Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Flugblatt Nr. 121, 2. Aufl., 1-7.
- BUHL, C. & E. MEYER, 1937: Ein neues Gerät zum Rapskäferfang. - Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz 47, 34-38.
- GOFFART, H. 1937: Der Kohltriebrüßler (*Ceutorrhynchus quadridens* Panz.) als Schädling im schleswig-holsteinischen Kohlanbau. - Wochenblatt der Landesbauernschaft Schleswig-Holstein 4, 1368-1369.
- TOMASZEWSKI, W. 1937: Die Ackerschnecke. - Biologische Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Flugblatt Nr. 54, 5. Aufl., 1-3.

1938

- BUHL, C. & E. MEYER 1938a: Die Bekämpfung des Rapsglanzkäfers. - Mitteilungen für die Landwirtschaft 53, 191-192.
- BUHL, C. & E. MEYER 1938b: Neuere Untersuchungen über Rapsglanzkäferbekämpfung. - Deutsche Landwirtschaftliche Presse 65, 93-94.
- KLEMM, M. 1938a: Die Erdflöhe und ihre Bekämpfung. - Osteuropäische Landwirtschaftszeitung 15 (5), 3-5.
- KLEMM, M. 1938b: Die wichtigsten Krankheiten und Schädlinge an Raps und Rüben. - Deutsche Landwirtschaftliche Presse 65, 239, 251-252.
- PAPE, H. & E. RIGGERT 1938: Krankheiten und Schädlinge des Rapses und Rübens. - Flugblatt der Biologischen Reichsanstalt 152/154.
- RIGGERT, E. 1938: Der augenblickliche Stand der Schädlingsbekämpfung im Ölfruchtbau. - Deutsche Landwirtschaftliche Presse 65, 213-214, 225-226, 300.

1939

- KAUFMANN, O. 1939a: Viruskrankheiten an Kruziferen. - Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem **59**, 65-72.
KAUFMANN, O. 1939b: Schädlingbekämpfung im Raps- und Rübsenbau. - Mitteilungen für die Landwirtschaft **54**, 683-685.

1940

- BLUNCK, H. 1940a: Ertragssicherung im Ölfruchtanbau durch Pflanzenschutz. - Vorträge auf der Arbeits-Tagung des Deutschen Pflanzenschutzdienstes Würzburg 1940, Sonderheft des Reichsnährstandes, 51 S.
BLUNCK, H. 1940b: Die Rapsglanzkäferschäden. - Mitteilungen für die Landwirtschaft **55**, 533-535, 561-562.
BRAUN, H. & E. RIEHM 1940: Krankheiten und Schädlinge der Kulturpflanzen. - 270 S., Berlin.
BUHL, C. & E. MEYER 1940: Versuche zur Bekämpfung von *Meligethes aeneus* Fbr. Mit Fanggeräten. - Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz **50**, 1-31.
KAUFMANN, O. & W. FREY 1940a: Eine wesentliche Verbilligung in der Kohlerdfloh-bekämpfung (zugleich ein Hinweis auf den Senf als Gefahrenquelle für den Rapsanbau). - Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes **20**, 69-70.
KAUFMANN, O. , 1940b: Neue Gedanken und Erkenntnisse über den Rapserrdfloh (*Psylliodes chrysocephala* L.). - Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes **20**, 1-3.
KAUFMANN, O. 1940c: Welche Gefahr droht dem Raps durch den Rapserrdfloh? - Mitteilungen für die Landwirtschaft **55**, 968-970.

1941

- BLUNCK, H. 1941: Krankheiten und Schädlinge von Raps und Rübsen. - Forschungsdienst Sonderheft **14**, 193-232.
FREY, W. 1941a: Die Bekämpfung des Rapsglanzkäfers. - Wochenblatt der Landesbauernschaft Schleswig-Holstein **8**, 558-559.
FREY, W. 1941b: Feldversuche zur Bekämpfung des Rapsglanzkäfers mit chemischen Mitteln. - Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem **65**, 75-76.
FREY, W. 1941c: *Phytomyza rufipes* Mg. an Raps. - Mitt. Biol. Reichsanst. **63**, 83-84.
FREY, W. 1941d: Über das Auftreten und die Bekämpfung des Kohlschotenrüßlers. - Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem **65**, 75.
FREY, W. 1941e: Versuche zur feldmäßigen Bekämpfung des Rapsglanzkäfers mit Kontakt- und Fraßgiften. - Arbeiten über Physiologische und Angewandte Entomologie aus Berlin Dahlem **8**, 177-196.
KAUFMANN, O. 1941a: Lebensgeschichte und Massenwechsel des Rapserrdflohs (*Psylliodes chrysocephala*). - Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem **63**, 84-85.
KAUFMANN, O. & W. FREY 1941a: Über die Bekämpfung von Kohlerdflohen auf der Ölfruchtwinterung. - Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem **65**, 74, 1941b.
KAUFMANN, O. 1941c: Epidemiologie und Massenwechsel des Rapserrdflohs (*Psylliodes chrysocephala* L.). - Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten **51**, 342-369.
KAUFMANN, O. 1941d: Zur Biologie des Rapserrdflohs (*Psylliodes chrysocephala* L.). - Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten **51**, 305-324.

1942

- GOFFART, H. 1942: Zur Frage des Ölfruchtanbaues auf Nematodenböden. - Zuckerrübenbau **24**, 91-92.
GOFFART, H., Frey, W. & W. Ext 1942: Großbekämpfung des Rapsglanzkäfers (*Meligethes aeneus* F.) mit Derrisstäubemitteln in Ostholstein. - Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz **52**, 113-131.

- HÄRLE, A. 1942: Untersuchungen zur Frage des physiologischen Knospenabfalls bei Raps und Rübsen. - *Angewandte Botanik* **24**, 334-352.
- KAUFMANN, O. 1942a: Die Gesunderhaltung der Rapspflanzen als Mittel zur Vermeidung starker Rapsglanzkäferschäden. - *Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem* **66**, 3-36.
- KAUFMANN, O. 1942b: Rapsglanzkäferbefall und Pflanzenbestand. - *Wochenblatt der Landesbauernschaft Kurmark* **48**, 909.
- KAUFMANN, O. 1942c: Über Reaktionen der schossenden Rapspflanze auf Rapsglanzkäferfraß und andere Schäden. - *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* **52**, 486-509.

1943

- BLUNCK, H. & E. MEYER 1943: Erdflöhe. - *Biologische Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Flugblatt* **121**, 3. Aufl., 1-7.
- GOFFART, H. 1943: Beobachtungen während der Rapsglanzkäferbekämpfungsaktion 1942. - *Kranke Pflanze* **20**, 39-43.
- KAUFMANN, O. 1943a: Biene und Rapsglanzkäfer. - *Deutscher Imkerführer* **17**, 139.
- KAUFMANN, O. 1943b: Keine Gefährdung der Bienen bei Bestäubung der Rapsfelder mit Derris- und Pyrethrummitteln gegen Rapsglanzkäfer und Kohlschotenrüßler. - *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* **53**, 125-129.
- KAUFMANN, O. 1943c: Raps- und Rübsenanbau unter dem Gesichtswinkel der Schädlingsbekämpfung. - *Landsberger Landwirtschaftliches Nachrichtenblatt* **68**.

1944

- ANONYMUS 1944a: Anleitung für das Beutel-Stäubeverfahren bei der Bekämpfung des Rapsglanzkäfers mit "Gesarol-Staub". - *Reichs-Pflanzenschutzblatt* **2** (2), 24-25.
- ANONYMUS 1944b: Krankheiten und Beschädigungen an Kulturpflanzen in den Monaten April und Mai 1944. - *Reichs-Pflanzenschutzblatt* **2** (4), 53.
- ANONYMUS 1944c: Krankheiten und Beschädigungen an Kulturpflanzen in den Monaten Juni und Juli 1944. - *Reichs-Pflanzenschutzblatt* **2** (5), 69.
- ANONYMUS 1944d: Krankheiten und Beschädigungen an Kulturpflanzen in den Monaten April und Mai 1944. - *Reichs-Pflanzenschutzblatt* **2** (6), 80.
- FREY, W. 1944a: „Gesarol-Staub“, ein neues chemisches Mittel gegen den Rapsglanzkäfer. - *Mitteilungen für die Landwirtschaft* **59**, 235-236.
- FREY, W. 1944b: Das Beutel-Stäubeverfahren in der Rapsglanzkäferbekämpfung. - *Kranke Pflanze* **21**, 19-21.
- FREY, W. 1944c: Der Einfluß von Witterungsbedingungen, Lagerdauer und Rotenongehalt auf die insektiziden Eigenschaften von Derrisstäubemitteln in Bezug auf den Rapsglanzkäfer (*Meligethes aeneus* F.). - *Arbeiten über Physiologische und Angewandte Entomologie aus Berlin-Dahlem* **11**, 117-135.
- FREY, W. 1944d: Über die Beziehungen zwischen der Wirksamkeit chemischer Bekämpfungsmittel und dem Entwicklungszustand des Rapsglanzkäfers (*Meligethes aeneus* F.). - *Zeitschrift für angewandte Entomologie* **31**, 609-616.
- FREY, W. 1944e: Versuche zur Bekämpfung des Rapsglanzkäfers (*Meligethes aeneus* F.) mit „Gesarol-Staub“ und anderen synthetischen Kontakt- und Fraßinsektiziden. - *Arbeiten über Physiologische und Angewandte Entomologie aus Berlin-Dahlem* **11**, 65-95.
- FREY, W. 1944f: Weitere Laboratoriums- und Feldversuche zur chemischen Bekämpfung des Rapsglanzkäfers mit Derrisstäubemitteln. - *Arbeiten über Physiologische und Angewandte Entomologie aus Berlin-Dahlem* **11**, 95-116.
- KAUFMANN, O. 1944a: Bestäubung der Raps- und Rübsenfelder zur Bekämpfung des Rapsglanzkäfers im Jahre 1944. *Deutscher Imkerführer* **18**, 13.
- KAUFMANN, O. 1944b: Die Rapsglanzkäferbestimmung im Jahre 1944. - *Zeitungsdienst des Reichsnährstandes* **23**.
- KAUFMANN, O. 1944c: Zur Epidemiologie und Bekämpfung des Rapserdflöhes (*Psylliodes chrysocephala* L.). - *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* **54**, 257-278.

RIEHM, E. 1944: Oberregierungsrat Dr. Otto Kaufmann +. - Reichs-Pflanzenschutzblatt 2 (5), 75.

1945

RIEHM, E. 1945a: Dienstbesprechung über Ölfruchtkrankheiten und -schädlinge (Kleine Mitteilungen). - Reichs-Pflanzenschutzblatt 3 (1), 5.

RIEHM, E. 1945b: Pflanzenschutz im sechsten Kriegsjahr. - Reichs-Pflanzenschutzblatt 3 (1), 7-9.

SPEYER, W. 1945: Drohende Rapserdflor-Schäden an Winterrüben. - Wochenblatt der Landesbauernschaft Schleswig-Holstein 12, 13.

1946

ANONYMUS 1946: Pflanzenschutz-Meldedienst. - Nachrichtenblatt für den Deutschen Pflanzenschutzdienst (Berlin-Dahlem) N.F. 6, 6-8.

GOFFART, H. 1946: Sommerölfrüchte und Nematodenbefall. - Neue Mitteilungen für die Landwirtschaft 1, 29.

NEU, W. 1946: Krankheiten und Schädlinge von Raps und Rüben. - Biologische Zentralanstalt für Land- und Forstwirtschaft Flugblatt 152, 2. Aufl., 1-4.

1947

FREY, W. 1947: Der Rapserdflor, eine ernste Gefahr für den Ölfruchtanbau. - Neue Mitteilungen für die Landwirtschaft 2 (8), 108.

GODAN, D. 1947: Der Einfluß der Witterung auf den Massenwechsel des Rapserdflor (*Psylliodes chrysocephala* L.). - Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes N.F. 1, 101-104.

1948

FREY, W. 1948a: Die Kohlrübenblattwespe und ihre Gefahren. - Neue Mitteilungen für die Landwirtschaft 3 (21), 346-347.

FREY, W. 1948b: Vom Auftreten der Rübenblattwespe und ihrer Bekämpfung. - Schleswig-Holsteinische Landpost 98, 110.

FREY, W. 1948c: Welche Schädlinge bedrohen die Ölfruchtsaaten im Herbst? - Schleswig-Holsteinische Landpost 98, 170.

GOFFART, H. 1948: Krankheiten und Schädlinge der Ölfrucht- und Faserpflanzen. - Pflanzenschutz-Briefe 1.

HÄRLE, A. 1948: Ist der Rapsglanzkäfer (*Meligethes aeneus* Fabr.) nur ein Schädling? - Nachrichtenblatt für den Deutschen Pflanzenschutzdienst (N.F.) 2, 40-42.

HASE, A. 1948: III Zoologie. - In: Biologische Zentralanstalt für Land- und Forstwirtschaft (Hrsg.): Festschrift zum fünfzigjährigen Bestehen der Biologischen Zentralanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Berlin-Dahlem, 81-140.

SPEYER, W. 1948: Gedanken zur Phänologie. - Anzeiger für Schädlingskunde 3, 43-44.

1949

FREY, W. 1949a: Frißt *Athalia colibri* Christ an Zucker- und Runkelrüben? - Nachrichtenblatt der Biologischen Zentralanstalt Braunschweig 1 (6), 84.

FREY, W. 1949b: Über die Wirksamkeit neuerer Kontaktinsektizide auf die Kohlrübenblattwespe (*Athalia colibri* Christ.) und die Gelbe Stachelbeerblattwespe (*Pteronoma ribesii* Scop.). - Anzeiger für Schädlingskunde 22, 129-134.

FREY, W. 1949c: Vom Schaden des Rapsglanzkäfers und seiner Bekämpfung. - Schleswig-Holsteinische Landpost 99, 269.

GODAN, D. 1949: Der Einfluß des Bodens auf den Rapserdflorbefall. - Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes N.F. 3, 140-144.

GOFFART, H. 1949: Krankheiten und Schädlinge der Ölfrucht- und Faserpflanzen. - Pflanzenschutz-Briefe 1, 28 S., Verlag August Lutzeyer

HÄRLE, A. 1949a: Die wichtigsten Krankheiten und Schädigungen an Kulturpflanzen im Jahre 1948. - Nachrichtenblatt der Biologischen Zentralanstalt Braunschweig 1 (5), 63-68.

- HÄRLE, A. 1949b: Krankheiten und Schädlinge an Kulturpflanzen im Frühjahr (März bis Mai) 1949. - Nachrichtenblatt der Biologischen Zentralanstalt Braunschweig **1** (8), 112-114.
- PAPE, H. 1949: Stand unserer Kenntnisse über die Kräuselmosaikkrankheit (Viruskrankheit) der Kohlrübe. - Nachrichtenblatt der Biologischen Zentralanstalt Braunschweig **1** (9), 123-125.

1950

- FREY, W. 1950a: Die Kohlrübenblattwespe (*Athalia colibri* Christ.). - Biologische Bundesanstalt Flugblatt H 13.
- FREY, W. 1950b: Über die Beziehungen zwischen der Wirksamkeit chemischer Bekämpfungsmittel und dem Entwicklungszustand des Rapsglanzkäfers (*Meligethes aeneus* F.). - Zeitschrift für Angewandte Entomologie **31** (3), 610-616.
- GODAN, D. 1950a: Die Miniertätigkeit der Larven des Rapserrdflohes (*Psylliodes chrysocephala* L.). - Zeitschrift für angewandte Entomologie.
- GODAN, D. 1950b: Über die Wirkung des Rapserrdflohlarven-Befalls auf die Raps-pflanze. - Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem **69**, 1-35.
- GODAN, D. 1950c: Wann ist der Rapserrdflohlarven-Befall für den Rapsacker gefährlicher, im Herbst oder im Frühjahr? - Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) **2** (10), 149-153.
- HÖTTE, J. 1950: Strafrechtliche Folgen bei falscher Anwendung von Berührungsgiften zur Bekämpfung des Rapsglanzkäfers. - Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) **2**, 28-29.
- JANY, E. 1950.: Beobachtungen über das Auftreten des Kohlgallenrüßlers (*Ceutorhynchus pleurostigma* Marsh.). - Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) **2** (7), 97-99.
- SPEYER, W., 1950: Oberreg.-Rat a.D. Dr. Carl Börner 70 Jahre. - Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) **2** (5), 80.
- SPEYER, W. & W. FREY 1950: Die wichtigsten tierischen Schädlinge der Ölfrüchte. - Flugblatt J2 der Biologischen Zentralanstalt für Land- und Forstwirtschaft Braunschweig, 1. Aufl., 12 S.

1951

- ANONYMUS 1951a: Pflanzenschutzmeldedienst. - Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) **3** (7), 109-110.
- ANONYMUS 1951b: Pflanzenschutzmeldedienst. - Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) **3** (8), 123-124.
- ANONYMUS 1951c: Pflanzenschutzmeldedienst. - Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) **3** (9), 140-142.
- ANONYMUS 1951d: Pflanzenschutzmeldedienst. - Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) **3** (10), 158-159.
- ANONYMUS 1951e: Pflanzenschutzmeldedienst. - Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) **3** (6), 94-95.
- FREY, W. 1951: Über das Auftreten der Minierfliege *Phytomyza rufipes* Mg. an Raps. - Zeitschrift für Pflanzenbau und Pflanzenschutz **58**, 10-20.
- GODAN, D. 1951.: Über den Einfluß hoher und tiefer Temperaturen auf die Entwicklungsstadien des Rapserrdflohes (*Psylliodes chrysocephala* L.). - Zeitschrift für Pflanzenbau und Pflanzenschutz **2** (46)
- GOFFART, H. 1951: Nematoden der Kulturpflanzen Europas. - Verlag Paul Parey, Berlin, Hamburg.
- HÄRLE, A. 1951a: Die wichtigsten Krankheiten und Schädlinge an Kulturpflanzen im Jahre 1949 im Bereich der Bundesrepublik Deutschland. - Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) **3** (7), 101-108.
- HÄRLE, A. 1951b: Die wichtigsten Krankheiten und Schädlinge an Kulturpflanzen im Jahre 1950 im Bereich der Bundesrepublik Deutschland. - Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) **3** (10), 149-157.

- HÄRLE, A. 1951c: Zur Frage der Ertragssteigerung bei Winterraps und Winterrüben durch Einsatz von Honigbienen. - Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) **3** (1), 20-22.
- MÜHLE, E. 1951: Zur Frage der Abhängigkeit des Befalls der Cruciferen-Schoten durch die Kohlschotenmücke (*Dasyneura brassicae* Winn.) von dem Auftreten des Kohlschotenrüßlers (*Ceuthorrhynchus assimilis* Payk.). - Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Berlin) N.F. **5**, 173-176.
- NOLTE, H.-W. & R. FRITZSCHE 1951: Untersuchungen zur Bekämpfung der Rapschädlinge. III. Zur Biologie und Bekämpfung des Kohlschotenrüßlers (*Ceuthorrhynchus assimilis* Payk.) und der Kohlschoten-Gallmücke (*Dasyneura brassicae* Winn.). - Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Berlin) N.F. **8**, 128-135.
- SPEYER, W. 1951: Geschichte und Arbeitsgebiete des Institutes für Getreide-, Ölfrucht- und Gemüsebau in Kiel-Kitzeberg. - Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) **3** (6), 83-84.

1952

- ANONYMUS 1952a: Pflanzenschutzmeldedienst. - Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) **4** (8), 125-126.
- ANONYMUS 1952b: Pflanzenschutzmeldedienst. - Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) **4** (9), 140-142.
- ANONYMUS 1952c: Pflanzenschutzmeldedienst. - Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) **4** (10), 156-157.
- ANONYMUS 1952d: Pflanzenschutzmeldedienst. - Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) **4** (11), 170-172.
- BUHL, C. 1952: Der große Kohltriebrüßler (*Ceuthorrhynchus napi* Gyll.), ein bisher im Glückstädter Gemüseanbaugbiet unbekannter Schädling. - Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten **59**, 326-334.
- FREY, H. 1952 Einführung in die Schädlingsbekämpfung. - Vieweg-Verlag, Braunschweig, 96 S..
- GODAN, D. 1952: Untersuchungen zur Abtötung von Rapserrdflohlarven I. Die Wirkung von Phosphorsäureestern. - Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) **4** (2), 18-21.

1953

- GODAN, D. 1953: Untersuchungen zur Abtötung der Rapserrdflohlarven II. Die Wirkung von Gamma-Hexa-Mitteln. - Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) **5** (7), 98-101.
- NOLTE, H.-W.: 1953 Die Raps- und Rübensschädlinge. - Flugblatt **14** der Biologischen Zentralanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin, 1. Aufl. 5 S.

1954

- BUHL, C. 1954: Die Überwinterung der Kohlblattlaus (*Brevicoryne brassicae* L.) in dem Kohlanbaugbiet an der Westküste Schleswig-Holsteins. - Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) **6** (6), 86-90.
- HÄRLE, A. 1954: Die wichtigsten Krankheiten und Schädlinge an Kulturpflanzen im Jahre 1951 im Bereich der Bundesrepublik Deutschland. - Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) **6** (10), 150-158.
- RADEMACHER, B. 1954: Krankheiten und Schädlinge im Acker- und Feldgemüsebau, ihre Erkennung und Bekämpfung. - Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 261 S..
- SPEYER, W. 1954a: Ist die Kohlschoten-Gallmücke an den Kohlschotenrüßler gebunden? - Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) **6** (10), 149.
- SPEYER, W. 1954b: Versuche mit Metaldehyd zur Nacktschneckenbekämpfung. - Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) **6** (9), 134-137.

1955

- BLUNCK, H. 1955: Mein Weg als Zoologe und Pflanzenarzt. - Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem 83, 3-11.
- HÄRLE, A. 1955: Die wichtigsten Krankheiten und Beschädigungen an Kulturpflanzen im Bereich der Bundesrepublik Deutschland im Anbaujahr 1954 (Oktober 1953 bis Oktober 1954). - Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) 7 (12), 1-19.

1956

- NOLTE, H.-W. 1956: Prognose und Warndienst zur Schädlingsbekämpfung im Rapsanbau. - Sitzungsberichte der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin 5 (18), 1-28.

1957

- BRAUN, H. & E. RIEHM 1957: Krankheiten und Schädlinge der Kulturpflanzen und ihre Bekämpfung. Für Praxis und Studium. - 8. Aufl., Parey-Verlag, Berlin und Hamburg, 368 S..
- BUHL, C. 1957: Beitrag zur Frage der biologischen Abhängigkeit der Kohlschotenmücke (*Dasyneura brassicae* Winn.) von dem Kohlschotenrüssler (*Ceutorhynchus assimilis* Payk.). - Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz 64, 562-568.

1958

- BUHL, C. & M. WAEDE 1958: Ein Versuch zur Bekämpfung von Rapsschädlingen, insbesondere des Rapsglanzkäfers (*Meligethes* sp.), mit Hilfe eines Flugzeugeinsatzes. - Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) 10 (5), 74-78.

1959

- BUHL, C. 1959: Beobachtungen und Untersuchungen über Biologie und Bekämpfung des Rapserrdflohes (*Psylliodes chrysocephala* L.) in Schleswig-Holstein. - Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz 67, 321-326.
- KLEMM, M. 1959: Meldedienst, Prognose und Warndienst im Pflanzenschutz. - Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) 11 (1), 1-9.

1960

- BUHL, C. 1960a: Beobachtungen über vermehrtes Schadauftreten der Kohlschotenmücke (*Dasyneura brassicae* Winn.) an Raps und Rüben in Schleswig-Holstein. - Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) 12, 1-6.
- BUHL, C. 1960b: Untersuchungen über die Wirkung hochprozentiger Lindansaatgutpuder zur Bekämpfung des Rapserrdflohes (*Psylliodes chrysocephala* L.) und des Kohlgallenrüsslers (*Ceuthorrhynchus pleurostigma* Mrsh.). - Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz 72, 351-355.
- WAEDE, M. 1960: Versuche zur Bekämpfung der Kohlschotenmücke (*Dasyneura brassicae* Winn.) in blühenden Ölfruchtbeständen mit Hilfe des Kaltnebelverfahrens. - Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) 12, 65-70.

1961

- BUHL, C. & H. HORNIG 1961: Versuche zur Bekämpfung der Kohlschotenmücke (*Dasyneura brassicae* Winn.) und des Kohlschotenrüsslers (*Ceutorhynchus assimilis* Payk.) in Rapsbeständen mit bienenunschädlichen Präparaten vom Hubschrauber aus. - Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz 68, 591-596.
- WAEDE, M. 1961a: Die Bewährung des Kaltnebelverfahrens bei einem Großeinsatz zur Bekämpfung der Kohlschotenmücke (*Dasyneura brassicae* Winn.). - Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) 13, 70-73.
- WAEDE, M. 1961b: Über die Anwendung eines Erdbohrers zur Ermittlung der Tiefenlage von Insekten im Boden. - Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) 13, 91-93.

1962

BUHL, C. & M. WAEDE 1962: Bericht über einen Thiodan-Kaltnebeleinsatz vom Hubschrauber aus zur Bekämpfung der Kohlschotenmücke (*Dasyneura brassicae* Winn.) und des Kohlschotenrüßlers (*Ceuthorrhynchus assimilis* Payk.) in blühenden Rapsbeständen. - Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) 14, 38-40.

HORNIG, H. & C. BUHL 1962: Erfahrungen eines Größeneinsatzes zur Bekämpfung der Kohlschotenmücke (*Dasyneura brassicae* Winn.) und des Kohlschotenrüßlers (*Ceuthorrhynchus assimilis* Payk.) im Sprühverfahren vom Hubschrauber aus. - Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) 14, 40-42.

1963

SCHÜTTE, F. 1963: *Capsella bursa pastoris* (L.): Wirtspflanze der Kohlschotenmücke (*Dasyneura brassicae* Winn.). - Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) 15, 157-158.

STEIN, E. 1963: Zur Biologie von *Drosophila flava* Fall. (Dipt., Drosophilidae), einer Minierfliege an Kulturkruzifern. - Zeitschrift für Angewandte Entomologie 52, 39-56.

1964

BUHL, C. & F. SCHÜTTE 1964: Zur Prognose der Kohlschotenmücke (*Dasyneura brassicae* Winn.). - Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) 16, 20-23.

GODAN, D. 1964: Neue Forschungsergebnisse über Gallinsekten. - Mitteilungen der Deutschen Entomologischen Gesellschaft 23, 33-38.

1965

BUHL, C. 1965: Auswirkung einer mehrjährigen Bekämpfung des Rapsdflöhes (*Psylliodes chrysocephala* L.) in einem geschlossenen Rapsanbaugbiet auf sein derzeitiges Vorkommen. - Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz 72, 351-355.

SCHÜTTE, F. 1965: Beobachtungen über den Flug der Kohlschotenmücke (*Dasyneura brassicae* Winn. - Dipt., Cecidomyiidae). - Zeitschrift für Angewandte Entomologie 55, 365-376.

1966

SCHÜTTE, F. 1966a: Ein einfaches Verfahren zur Ermittlung des Schadens des Kohlschotenmücke (*Dasyneura brassicae* Winn.) und zur Schätzung der Rapserte. - Anzeiger für Schädlingskunde 39, 167-171.

SCHÜTTE, F. 1966b: Beobachtungen zum Zug von Faltern der Gattung *Pieris* Schrk. - Zeitschrift für Angewandte Entomologie 58, 131-138.

1967

GODAN, D., MOSEBACH, E. & H.-P. PLATE 1967: Richtlinien für die Prüfung von Molluskiziden gegen Nacktschnecken. - In: Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin Dahlem (Hrsg.): Richtlinien für die amtliche Prüfung von Pflanzenschutzmitteln 8-1, 10 S.

1968

HÄRLE, A. 1968: Die wichtigsten Krankheiten und Schädlinge an Kulturpflanzen in der Bundesrepublik Deutschland in den Anbaujahren 1965 und 1966 (November 1964 bis Oktober 1966). - Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem 130, 1-79.

SCHÜTTE, F. & E. EGHEDAR 1968: Insektizidtests mit Imagines von Rapsschädlingen. - Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) 20, 156-159.

1970

GODAN, D. 1970: Bericht über die Teilnahme an dem „Internationalen Kongreß über Raps“ vom 25.-30. Mai 1970 in Paris. - Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) **22**, 156-157.

SCHÜTTE, F. 1970: Nutzung von Schwellenwerten für langfristige Prognosen. - Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz **77**, 648-655.

1971

BUHL, C. & F. SCHÜTTE 1971: Prognose wichtiger Pflanzenschädlinge in der Landwirtschaft. - Verlag Paul Parey, Berlin, Hamburg.

SCHÜTTE, F. 1971: Zur Prognose von Rapsschädlingen. - Journees International sur le Colza. Centre Technique Interprofessionel des Oleagineux Metropolitains, Paris, 241-244.

1972

MÜLLER, K.-H. 1972: Zur Problematik der Bekämpfung der Kohlschotenmücke. - Zeitschrift für Angewandte Entomologie **60**, 1-32.

SCHÜTTE, F. 1972a.: Möglichkeiten des integrierten Pflanzenschutzes bei der Bekämpfung tierischer Schädlinge. - Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) **24**, 86-91

SCHÜTTE, F. 1972b: Spezielle Probleme der Prognose landwirtschaftlicher Schädlinge. - Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem **146**, 258.

1973

GODAN, D. 1973: Schadwirkung und wirtschaftliche Bedeutung der Schnecken in der Bundesrepublik Deutschland. - Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) **25**, 97-101.

1975

BUHL, C. 1975: 50 Jahre Institut für Getreide-, Ölfrucht- und Futterpflanzenkrankheiten in Kiel-Kitzeberg. - Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem **163**, 9-16.

SCHÜTTE, F. & R. DIERCKS 1975a: Möglichkeiten und Grenzen des integrierten Pflanzenschutzes im Ackerbau. - Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem **165**, 63-80.

SCHÜTTE, F. 1975b: 50-jährige Entwicklung ökologischer Arbeitsweisen und daraus resultierende Richtlinien für die Zukunft. - Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem **163**, 17-31.

1976

BASEDOW, T. & W. KRÜGER 1976: Krankheiten und Schädlinge an Raps. - Dia-Serie Nr. **1643**, Land- und Hauswirtschaftlicher Auswertungs- und Informationsdienst, Bonn-Bad Godesberg, 1-28.

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

1978

SCHÜTTE, F. 1978: Zur Möglichkeit des Einsatzes von Regulatoren des Pflanzenwachstums in der Schädlingsbekämpfung. - Anzeiger für Schädlingskunde, Pflanzen- und Umweltschutz **51**, 97-99.

STECHMANN, D.-H. & F. SCHÜTTE 1978: Zur endophytischen Eiablage von *Dasi-neura brassicae* Winnertz, 1853 (Dipt., Cecidomyiidae). - Zeitschrift für Angewandte Entomologie **85**, 412-424.

1979

SCHÜTTE, F. 1979: Integrierte Bekämpfung von Rapsschädlingen durch Vermeidung des Zusammentreffens mit ihren Wirtspflanzen. - Monographien zur angewandten Entomologie, Beihefte zur Zeitschrift für Angewandte Entomologie **22**, 1-63.

1980

SCHÜTTE, F. 1980: Wertung der an Raps auftretenden zoologischen Schadorganismen. - Kali-Briefe **15 (3)**, 169-177.

1982

RZEHAK, H. & T. BASEDOW 1982: Die Auswirkungen verschiedener Insektizide auf die epigäischen Raubarthropoden in Winterrapsfeldern. - Anzeiger für Schädlingskunde, Pflanzen- und Umweltschutz **55**, 71-75.

SCHÜTTE, F. 1982a: Derzeitige Möglichkeiten integrierter Pflanzenschutzmaßnahmen im Ackerbau. - Der Pflanzenarzt **34**, 76-79.

SCHÜTTE, F. 1982b: Zur Eignung von „suction traps“ zur Bestandesüberwachung. - Anzeiger für Schädlingskunde, Pflanzen- und Umweltschutz **55**, 10-13.

1983

KRÜGER, W. 1983: Raps, Krankheiten und Schädlinge. Broschüre für den Berater und Praktiker. - Semundo Saatzucht GmbH, 1-120.

SCHÜTTE, F. 1983: Ölfrüchte. In: Heinze, K. (Hrsg.). Leitfaden der Schädlingsbekämpfung, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft Stuttgart, 681-736.

1984

SCHÜTTE, F., BARTELS, G. & P. NIEMANN 1984: Zur Methodik biozönotischer Untersuchungen bei der flugtüchtigen Rübsenblattwespe *Athalia rosae* L. - Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem **221**, 63-68.

1985

SCHÜTTE, F. 1985: Saugfalle zur Erfassung der Fauna von Feldern oder von anderer, bodennaher Vegetation. - Gesunde Pflanzen **37**, 172-177.

1986

SCHÜTTE, F. 1986: Methodik und Methoden zur Erfassung ökologischer Auswirkungen von Pflanzenschutzmaßnahmen im Ackerbau. - In: Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg (Hrsg.): Schaderreger in der Getreideproduktion, 68-76.

1989

BÜCHS, W., HEIMBACH, U. & E. CZARNECKI 1989a: Effects of snail baits on non-target carabid beetles. - Brighton Crop Protection Conference Monographs **41** Slugs and Snails in World Agriculture, 245-252.

BÜCHS, W., HEIMBACH, U. & E. CZARNECKI 1989b: Effets des granules antilimaces sur les carabides auxiliaires. - 1989 Brighton Crop Protection Conference Monographs **41** Limaces et escargots dans l'agriculture mondiale, 245-252 (Französische Übersetzung der englischsprachigen Originalarbeit durch Dritte).

BÜCHS, W., HEIMBACH, U. & E. CZARNECKI 1989c: Labor- und Halbfreilandversuche zu Auswirkungen von Schneckenbekämpfungsmitteln auf Laufkäfer. - Deutsche Gesellschaft für allgemeine und angewandte Entomologie-Nachrichten **3**, 76-77.

BÜCHS, W., HEIMBACH, U. & E. CZARNECKI 1989d: Nebenwirkungen von Schneckenbekämpfungsmitteln auf Laufkäfer (Coleoptera: Carabidae): Labor- und Halbfreilandversuche. - Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie **XIX/I**, 165-166.

STEINER, G. & B. SCHÖBER 1989: Der Feldsperling *Passer montanus* - ein Opfer landwirtschaftlicher Technologien? - Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie **XIX/I**, 99.

STEINER, G., SCHÜTTE, F. & B. SCHÖBER 1989: Brutplatzzahl und Bruterfolg des Feldsperlings (*Passer montanus*) in landwirtschaftlich genutzten Vergleichsbetrieben. - Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie 18, 799-805.

1990

BÜCHS, W., HEIMBACH, U. & E. CZARNECKI 1990a: Nebenwirkungen von Schneckenbekämpfungsmitteln auf Laufkäfer (Coleoptera: Carabidae): Labor- und Halbfreilandversuche. - Mitteilungen der Deutschen Phytomedizinischen Gesellschaft 20 (1), 26.

BÜCHS, W., HEIMBACH, U. & E. CZARNECKI 1990a: Labor- und Halbfreilandversuche zu Auswirkungen von inkrustiertem Rapssaatgut auf Laufkäfer. - Deutsche Gesellschaft für allgemeine und angewandte Entomologie-Nachrichten 4 (1), 17-18, 1990b.

BÜCHS, W., HEIMBACH, U. & E. CZARNECKI 1990c: Labor- und Halbfreilandversuche zu Nebenwirkungen von inkrustiertem Rapssaatgut auf Laufkäfer. - Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem 266, 86.

BÜCHS, W., HEIMBACH, U. & E. CZARNECKI 1990d: Nebenwirkungen von Schneckenbekämpfungsmitteln auf Laufkäfer (Coleoptera: Carabidae): Labor- und Halbfreilandversuche. - Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem 266, 118.

BÜCHS, W., HEIMBACH, U. & E. CZARNECKI 1990e: Untersuchungen zu Auswirkungen von Schneckenbekämpfungsmitteln auf einige Laufkäferarten (Coleoptera: Carabidae) bei Anwendung verschiedener Testverfahren im Labor und Halbfreiland. - Zeitschrift für angewandte Zoologie 77, 479-500.

STEINER, G., SCHÖBER, B. & F. SCHÜTTE 1990: Der Feldsperling *Passer montanus* L. Ein Opfer landwirtschaftlicher Technologien?. - Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie 19 (2), 210-215.

1991

BÜCHS, W. 1991: Ergebnisse der Fang-Wiederfangmethode bei *Pterostichus* spp. mit einer Anmerkung zur erforderlichen Größe von Versuchspartzen. - Deutsche Gesellschaft für allgemeine und angewandte Entomologie-Nachrichten 5 (2), 38.

BÜCHS, W., HEIMBACH, U. & E. CZARNECKI 1991: Auswirkungen von inkrustiertem Rapssaatgut auf Laufkäfer: Labor- und Halbfreilandversuche. - Gesunde Pflanzen 43, 229-306.

SACHS, E., HEROLD, H. & A. PLESCHER 1991: Wichtige Krankheiten und Schädlinge an Kulturpflanzen in der ehemaligen DDR im Jahre 1990. - Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem 268, 1-78.

1992

BÜCHS, W. 1992a: Insektizide gegen Rapsdflorh infparen. - Pflanzenschutz-Praxis 3, 19-21.

BÜCHS, W. 1992.b: Insektizide gegen Rapsdflorh infparen. - Der Pflanzenarzt 45 (9-10), 23-25.

BÜCHS, W. 1992c: Versuche zur Erarbeitung von Grundlagen für die Entwicklung von Schadensschwellen für die Bekämpfung von Rapsschädlingen. - Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin Dahlem 283, 70.

1993

BÜCHS, W. 1993a: Förderung von Groß-Carabiden durch Dauerbrache und Extensivierungsmaßnahmen? - Deutsche Gesellschaft für allgemeine und angewandte Entomologie-Nachrichten 7 (3), 98.

BÜCHS, W. 1993b: Investigations on the occurrence of pest insects in oil seed rape as a basis for the development of action thresholds, concepts for prognosis and strategies for the reduction of the input of insecticides. - International Organisation of Biological Control-Bulletin 16 (9), 216-234.

1994

- BÜCHS, W. 1994: Förderung von großen Laufkäferarten (Gattungen *Carabus*, *Calosoma*, *Cychrus*) durch selbstbegründende Dauerbrache und abgestufte Extensivierungsmaßnahmen. - Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem **301**, 47.
- BÜCHS, W. 1994a: Reduzierter Insektizideinsatz im Winterraps gegen den Gefleckten Kohltriebrüssler (*Ceutorhynchus pallidactylus* [MRSH.]) und andere im Frühjahr auftretende Rapschädlinge. - Rapssymposium zu Fragen der Phytopathologie und des Pflanzenschutzes anlässlich des 65. Geburtstages von Herrn Prof. Dr. Franz Daebeler in Rostock am 13./14. Oktober 1994, 115-119.
- BÜCHS, W. 1994b: Zur Förderung von Arten der Gattungen *Carabus*, *Calosoma* und *Cychrus* durch abgestufte Extensivierungsmaßnahmen und selbstbegründende Dauerbrache. - Deutsche Gesellschaft für allgemeine und angewandte Entomologie-Nachrichten **8**, 31-33.
- BÜCHS, W., KEKEMENIS, M. & A. KLEINHENZ 1994a: 6 Zoologische Untersuchungen, 6.2 Bereich Braunschweig / Standort Eickhorst. - In: Forschungs- und Studienzentrum Landwirtschaft und Umwelt (Hrsg.): Das IntEx-Projekt. Ökologische Auswirkungen von Extensivierungsmaßnahmen im Ackerbau unter besonderer Berücksichtigung integrierter Anbausysteme am Beispiel einer Rapsfruchtfolge. Bericht für das Jahr 1993, Göttingen, 59-72.
- BÜCHS, W., KEKEMENIS, M. & A. KLEINHENZ 1994b: 6 Zoologische Untersuchungen, 6.2 Bereich Braunschweig / Standort Eickhorst. - In: Forschungs- und Studienzentrum Landwirtschaft und Umwelt (Hrsg.): Das IntEx-Projekt. Ökologische Auswirkungen von Extensivierungsmaßnahmen im Ackerbau unter besonderer Berücksichtigung integrierter Anbausysteme am Beispiel einer Rapsfruchtfolge - Feldführer 1994, Göttingen, 24-25.
- GARBE, V., BEER, E., BROSCHEWITZ, B., FROSCH, M., KÄLBERER, R., LAUENSTEIN, G., STECK, U., STEINBACH, P. & B. ULBER 1994: Untersuchungen zur Bedeutung eines Schädlingsbefalls im Winterraps auf das Auftreten von Krankheiten. - Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin Dahlem **301**, 93.

1995

- BÜCHS, W. 1995: Tierökologische Untersuchungen als Grundlage zur Charakterisierung von Ökosystemen und Indikation von Umweltbelastungen. - Von der Naturwissenschaftlichen Fakultät der TU Braunschweig angenommene Kumulativarbeit zur Erlangung der *venia legendi* für das Lehrgebiet Tierökologie, Braunschweig, 319 S.
- GARBE, V. 1995: Influence of insect damage on the infestation degree of blackleg. - Proceedings of the 9th International Rapeseed Congress Cambridge 2, 667-669.

1996

- BÜCHS, W. 1996a: Entwicklung von *Carabus*-Populationen im Zusammenhang mit Extensivierungsmaßnahmen und Flächenstilllegung: Was passiert nach Wiederinkulturnahme von Dauerbrachen? - Deutsche Gesellschaft für allgemeine und angewandte Entomologie-Nachrichten **10** (2), 39-40.
- BÜCHS, W. 1996b: Möglichkeiten des reduzierten Insektizideinsatzes gegen den Gefleckten Kohltriebrüssler (*Ceutorhynchus pallidactylus* [MRSH.]) und den Großen Rapsstengelrüssler (*Ceutorhynchus napi* GYLL.) im Winterraps. - Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem **321**, 175.
- BÜCHS, W., HARENBERG, A. & J. ZIMMERMANN (im Druck) 1996: The invertebrate ecology of farmland as a mirror of the intensity of the impact of man? - An approach to interpreting results of field experiments carried out in different crop management intensities of a sugar beet and an oil seed rape rotation including set-aside. - Proceedings of the European Workshop "Entomological Research in Organic Agriculture", Wien / Österreich, 14.-16. März 1995, Journal of Biological Agriculture and Horticulture.

GARBE, V., BROSCHEWITZ, B., ERICHSEN, E., HOSSFELD, R., LAUENSTEIN, G., STEINBACH, P., ULBER, B. & M. ZELLNER 1996: Schadensschwellen bei Rapsschädlingen. - Raps 14, 58-63.

PRESCHER, S. & W. BÜCHS 1996: Auswirkungen abgestufter Extensivierungsmaßnahmen und selbstbegründender Dauerbrache im Ackerbau auf Dipteren als Zersetzer, Prädatoren und Schaderreger. - Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem 321, 165.

1997

BÜCHS, W. 1997: Gefleckten Kohltriebrüßler und Großen Rapsstengelrüßler gezielt bekämpfen. - Raps 15 (1), 39-41.

HARENBERG, A. 1997: Auswirkungen abgestuft extensiv geführter Anbausysteme in verschiedenen Fruchtfolgen (Raps-, Zuckerrübenfruchtfolge) und einer selbstbegründenden Dauerbrache auf Spinnen (Arachnida: Araneae). - Dissertation Naturwissenschaftlicher Fakultät der Technischen Universität Braunschweig, 257 S.

PRESCHER, S. & W. BÜCHS (im Druck) 1997: Zur ökologischen Bedeutung funktionseller Gruppen der Dipteren unter dem Einfluß verschiedener Extensivierungsmaßnahmen und einer selbstbegründenden Dauerbrache. - Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie.

(im Druck) BÜCHS, W. 1997: Strategies to control the cabbage stem weevil (*Ceutorhynchus pallidactylus* (Mrsh.)) and the oil seed rape stem weevil (*Ceutorhynchus napi* Gyll.) by a reduced input of insecticides. - Proceedings of the Meeting of the IOBC-Working Group „Integrated Control in Oil Seed Crops“, 10-12 April, Poznan/Poland, International Organisation of Biological Control-Bulletin, in press.

(in Vorbereitung zum Druck) BÜCHS, W., BIERI, M., CZARNECKI, E., BRENNER, E. & H. KLINGEL (zum Druck vorbereitet): Studien zur Entwicklung neuer Feldmethoden zum Testen von Schneckenbekämpfungsverfahren im Ackerbau. - Journal of Applied Biology.

Anschrift der Autoren

- Priv. Doz. Dr. Wolfgang Büchs Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland, Messeweg 11/12, 38104 Braunschweig
- Prof. Dr. Rudolf Casper Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Biochemie und Pflanzenvirologie, Messeweg 11/12, 38104 Braunschweig
- Dr. Volker Garbe Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland, Messeweg 11/12, 38104 Braunschweig
- Dr. Klaus Graichen Bundesanstalt für Züchtungsforschung an Kulturpflanzen, Institut für Epidemiologie und Resistenz, Aschersleben, Theodor-Roemer-Weg, 06449 Aschersleben
- Dipl. Biol. Guido Laucke Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Biochemie und Pflanzenvirologie, Messeweg 11/12, 38104 Braunschweig
- Prof. Dr. Edgar Maiss Universität Hannover, Institut für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, Herrenhäuserstr. 2, 30419 Hannover
- Dr. Peter Niemann Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Unkrautforschung, Messeweg 11/12, 38104 Braunschweig
- Dr. Joachim Schiemann Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Biochemie und Pflanzenvirologie, Messeweg 11/12, 38104 Braunschweig