

MAKKOUK, K. M., A. COMEAU, 1995: Evaluation of various methods for the detection of barley yellow dwarf virus by the tissue-blot immunoassay and its use for virus detection in cereals inoculated at different growth stages. *Europ. J. Plant Pathol.* **100**, 71–80.

MAKKOUK, K. M., H. T. HSU, S. G. KUMARI, 1993: Detection of three plant viruses by dot-blot and tissue-blot immunoassays using chemoluminescent and chromogenic substrates. *J. Phytopathology* **139**, 97–102.

MIRANDA, P. V., A. BRANDELLI, J. G. TEZON, 1993: Instantaneous blocking for immunoblots. *Analytical Biochemistry* **209**, 376–377.

NEURATH, A. R., N. STRICK, 1981: Enzym-linked fluorescence immunoassays using-galactosidase and antibodies covalently bound to polystyrene plates. *J. Virol. Methods* **3**, 155–165.

SAMSON, R. G., T. C. ALLEN, J. L. WHITEWORTH, 1993: Evaluation of direct tissue blotting to detect potato viruses. *Am. Potato J.* **70**, 257–265.

SCOTT, D. I., 1989: Immunoblotting and dot blotting. *J. Immunol. Methods* **119**, 153–187.

WEIDEMANN, H.-L., 1988: Rapid detection of potato viruses by dot-ELISA. *Potato Research* **31**, 485–492.

ZAGULA, K. R., D. J. BARBARA, D. W. FULBRIGHT, R. M. LISTER, 1990: Evaluation of three ELISA methods as alternatives to ISEM for detection of the wheat spindle streak mosaic strain of wheat yellow mosaic virus. *Plant Dis.* **74**, 974–978.

Kontaktanschrift: Dr. Winfried Huth, Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Biochemie und Pflanzenvirologie, Messeweg 11/12, D-38104 Braunschweig

Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd., **49** (8), S. 191–200, 1997, ISSN 0027-7479.
© Eugen Ulmer GmbH & Co., Stuttgart

Georg-August-Universität, Institut für Pflanzenpathologie und Pflanzenschutz, Göttingen

Möglichkeiten der überregionalen Anwendung des Göttinger Schadensschwellenmodells zur gezielten Unkrautbekämpfung im Winterraps

Facilities for the statewide use of the economic threshold model for weed control in winter oilseed rape

Von Bernhard Werner²⁾ und Rudolf Heitefuß¹⁾

Zusammenfassung

Die überregionale Anwendbarkeit eines in Göttingen entwickelten Schadensschwellenmodells zur gezielten Unkrautbekämpfung im Winterraps wurde in den Jahren 1993/94 und 1994/95 in einem Gemeinschaftsversuch der Universität Göttingen, der amtlichen Pflanzenschutzdienste der Länder und der „Projektgruppe Raps“ der Deutschen Phytomedizinischen Gesellschaft auf 55 Standorten geprüft und bestätigt.

Der Verzicht auf Unkrautbekämpfungsmaßnahmen nach den Kriterien des Modells wirkte sich auf den entsprechenden Standorten nicht negativ auf unkrautbedingte Erntehinderungen sowie die Qualität und den Ertrag des Rapses aus.

Begleitend zu den Feldversuchen wurde eine Befragung der Versuchsteilnehmer zur praktischen Handhabung des Modells durchgeführt. Auf der Basis dieser Befragung wurde das Modell den praktischen Belangen angepaßt und weiter vereinfacht. Ein Vergleich des vereinfachten Modells mit dem Ausgangsmodell zeigt eine gute Übereinstimmung der Bekämpfungsentscheidungen bei einem gleichzeitig verringerten Erhebungs- und Auswertungsaufwand.

Stichwörter: Schadensschwellen, Modell, Unkrautbekämpfung, *Brassica napus*, überregionale Anwendbarkeit

Abstract

The statewide applicability of the economic threshold model, which has been developed in Göttingen for weed control in winter oilseed rape, was tested in 1993/94 and 1994/95 on 55 fields in cooperative trials of the University of Göttingen, the German advisory service for plant protection and the “task-group oilseed rape” of the German Phytomedical Society. The omission of herbicide treatments according to threshold criteria did not lead to a disturbance of combine harvesting or a loss in quality and yield of rape. In addition to the field trials the participants were asked about the practical handling of the model. Based on this survey the model was adapted to the practical interests and more simplified. A comparison of the simplified model and the original model showed corresponding decisions for weed control and at the same time reduced work by handling the model.

Key words: Economic threshold, model, weed control, *Brassica napus*, statewide applicability

Einleitung

Winterraps zeichnet sich durch ein schnelles Jugendwachstum aus. Trotz seiner relativ geringen Kulturpflanzendichte ist er in

¹⁾ Georg-August-Universität, Institut für Pflanzenpathologie und Pflanzenschutz, Göttingen

²⁾ Seit 1. 4. 96 Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland

Tab. 1. Teilnehmer des bundesweiten Gemeinschaftsversuches in den Jahren 1993/94 und/oder 1994/95

Baden-Württemberg
Landesanstalt für Pflanzenschutz, Stuttgart RP Freiburg, RP Karlsruhe, RP Stuttgart, RP Tübingen ALLB Balingen, ALLB Donaueschingen, ALLB Horb, ALLB Mosbach
Bayern
Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau, München AfLuE Augsburg, AfLuE Nördlingen, AfLuE Regensburg
Brandenburg
Landesamt für Ernährung, Landwirtschaft und Flurneuordnung, Frankfurt (Oder) Pflanzenschutzdienst Brandenburg, Frankfurt (Oder)
Hessen
Hessisches Landesamt für Regionalentwicklung und Landwirtschaft, Kassel
Mecklenburg-Vorpommern
Landespflanzenchutz Mecklenburg-Vorpommern, Rostock
Niedersachsen
Landwirtschaftskammer Hannover, Pflanzenschutzamt Bezirksstellen Bremervörde, Braunschweig, Nienburg, Northeim Landwirtschaftskammer Weser-Ems, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenschutz, Oldenburg Bezirksstellen Meppen, Oldenburg
Nordrhein-Westfalen
Pflanzenschutzamt der Landwirtschaftskammer Rheinland, Bonn Kreisstelle Mettmann Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe, Münster Kreisstellen Höxter, Lüdenscheid, Paderborn, Ruhr Lippe, Soest, Warendorf
Rheinland-Pfalz
Landesanstalt für Pflanzenbau und Pflanzenschutz, Mainz
Saarland
Landwirtschaftskammer für das Saarland, Saarbrücken
Sachsen-Anhalt
Landespflanzenchutzamt Sachsen-Anhalt, Halle, Sitz Magdeburg AfLuF Magdeburg, AfLuF Wittenberg, AfLuF Weißensfeld
Schleswig-Holstein
Pflanzenschutzamt des Landes Schleswig-Holstein, Kiel ALW Flensburg, ALW Kiel, ALW Lübeck, ALW Itzehoe Lehr- und Versuchsanstalt für Landwirtschaft, Blekendorf
Thüringen
Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Dornburg Landwirtschaftsämter Altenburg, Arnstadt, Leinefelde
RP: Regierungspräsidium; ALLB: Amt für Landwirtschaft, Land- schafts- und Bodenkultur, AfLuF: Amt für Landwirtschaft und Flur- neuordnung, ALW: Amt für Land- und Wasserwirtschaft

der Lage, rasch einen deckenden Bestand zu bilden (WAHMHOF und HEITEFUSS, 1985). Bereits RADEMACHER (1950) stellte fest, daß ein guter Rapsbestand durch die schnelle Zunahme der Bodenbeschattung zu einer hervorragenden Unterdrückung der Herbstunkräuter führt und Frühjahrskeimer nicht aufkommen läßt. Würde man sich diesen Konkurrenzvorteil gegenüber den Unkräutern zunutze machen, wäre eine erhebliche Reduzierung des Herbizideinsatzes im Winterraps denkbar. Verschiedene Untersuchungen (KEMMER, 1984; WAHMHOF und HEITEFUSS, 1985; WAHMHOF, 1990; DINGBAUER, 1990; WAHMHOF, 1992; GRÄPEL, 1994) gehen davon aus, daß das nutzbare Reduzierungspotential zwischen 20 % und 80 % liegt.

Um dieses Potential zumindest zum Teil ausschöpfen zu können, bedarf es verschiedener Voraussetzungen. Die eine ist eine

Methode, mit der die Auswirkungen einer vorhandenen Verunkrautung auf die Ertragsbildung des Rapses früh genug abgeschätzt werden kann, um notwendige Unkrautbekämpfungsmaßnahmen rechtzeitig einleiten zu können. Die andere ist ein breiter Eingang dieser Methode in die landwirtschaftliche Praxis, der im wesentlichen von einer einfachen Handhabung für den einzelnen Anwender abhängt.

Mit dem in Göttingen in den Arbeiten von KÜST (1989), KLOSTERMYER (1989) und MUNZEL (1992) entwickelten Schadenschwellenmodell zur gezielten Unkrautbekämpfung im Winterraps steht eine Methode zur Verfügung, die in verschiedenen Versuchen (MUNZEL, 1992; KEES und LUTZ, 1992; BROSCHEWITZ und GOLTERMANN, 1994; WERNER und HEITEFUSS, 1996) eine hohe Prognosegenauigkeit zur Ableitung von Bekämpfungsentscheidungen unter Beweis gestellt hat. Im Rahmen eines bundesweiten Gemeinschaftsversuches der Universität Göttingen, der amtlichen Pflanzenschutzdienste der Länder und der „Projektgruppe Raps“ des Arbeitskreises Integrierter Pflanzenschutz der Deutschen Phytomedizinischen Gesellschaft sollte die Eignung des Schadenschwellenmodells für den überregionalen Einsatz geprüft werden. Gleichzeitig wurden die einzelnen Versuchsteilnehmer zur praktischen Anwendbarkeit des Schadenschwellenmodells befragt, um unter Berücksichtigung dieses Aspektes gegebenenfalls Vereinfachungen des Modells vornehmen zu können.

Material und Methoden

In den Jahren 1993/94 und 1994/95 kam das von MUNZEL (1992) vorgestellte Schadenschwellenmodell mit gewissen Anpassungen an die veränderten marktpolitischen Rahmenbedingungen (WERNER 1996) in einem bundesweiten Gemeinschaftsversuch zum Einsatz. Beteiligt waren die amtlichen Pflanzenschutzdienste in 12 Bundesländern (Tab. 1). 55 Versuche kamen zur Auswertung.

Bei der Versuchsanlage handelte es sich um eine Streifenanlage mit 2 Varianten in dreifacher Wiederholung, Variante 1 = unbehandelte Kontrolle, Variante 2 = behandelt nach Schadenschwellenmodell. Die Behandlungen erfolgten entsprechend der Leitverunkrautung und der Erfahrungen der Berater in Bezug auf die Mittelwahl und Aufwandmenge. Falls in Var. 2 keine Behandlung nach Schadenschwellenmodell erfolgte, wurde im Frühjahr i. d. R. 3,5 kg/ha Pradone Kombi (Carbetamid + Dimefuron) eingesetzt, um einen Vergleich zur unbehandelten Kontrolle zu haben.

Zu 6 Terminen wurden verschiedene Parameter der Unkraut- und Kulturentwicklung mit 10 zufälligen Stichproben à 0,1 m² pro Parzelle erfaßt. Dabei waren die ersten vier Termine: Keimblattstadium der Unkräuter (NAK), 4. bis 6. Laubblattstadium des Rapses (NAH1), Ende der Vegetationsperiode im Herbst (NAH2) und Ende der Vegetationsruhe im Frühjahr (NAF1) bekämpfungsrelevante Termine.

Die Beerntung erfolgte teilweise mit dem Praxismähdrescher, aus dem Kornproben zur Bestimmung von Kornfeuchte und Fremdbesatz entnommen wurden und teilweise mit dem Parzellenmähdrescher, um zusätzlich den Ertrag zu bestimmen. Nicht von allen Versuchsteilnehmern wurde jedes erwünschte Kriterium erfaßt, so daß bei der Darstellung der einzelnen Ergebnisse die Anzahl der in die jeweilige Auswertung einbezogenen Standorte schwankt.

Begleitend zum bundesweiten Gemeinschaftsversuch wurde eine Befragung der Versuchsteilnehmer zu verschiedenen Aspekten der gezielten Unkrautbekämpfung im Winterraps durchgeführt. Der zu diesem Zweck entwickelte Fragebogen befaßte sich mit allgemeinen Aspekten der gezielten Unkrautbekämpfung im

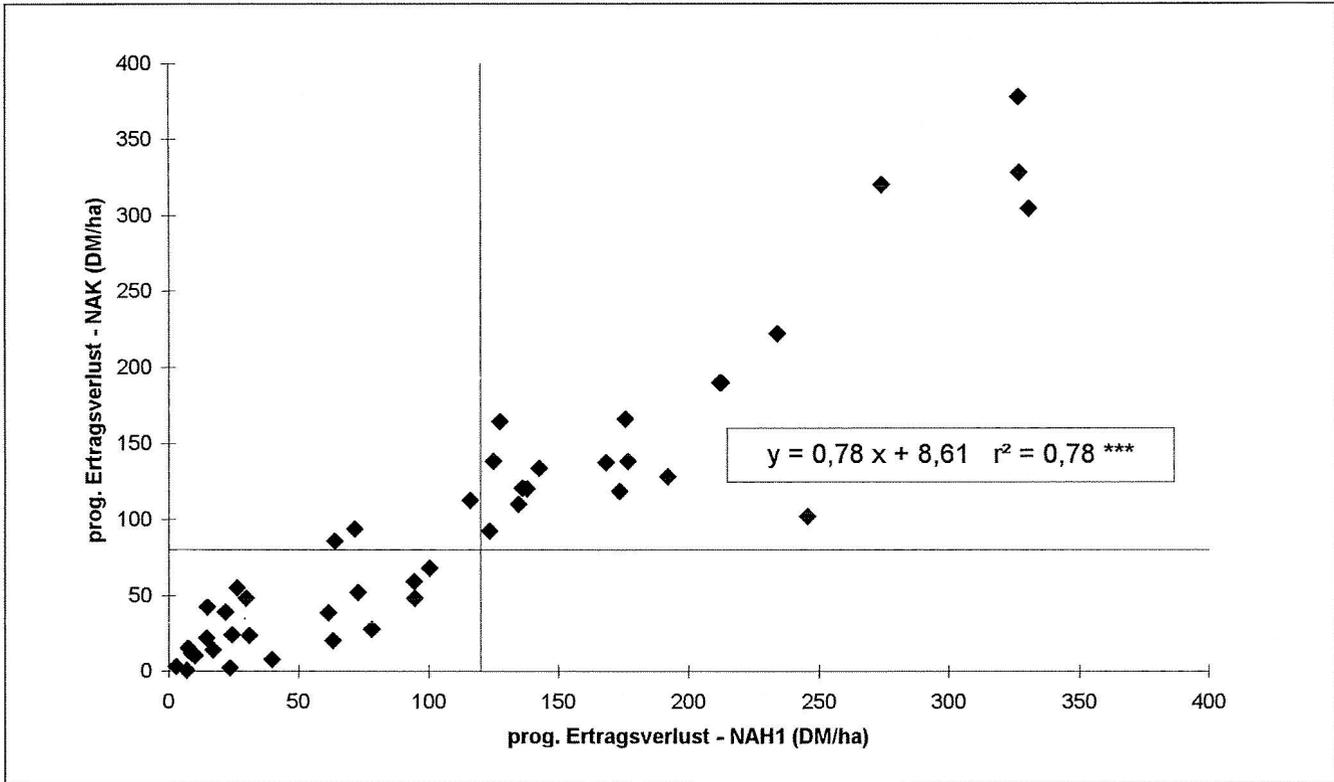


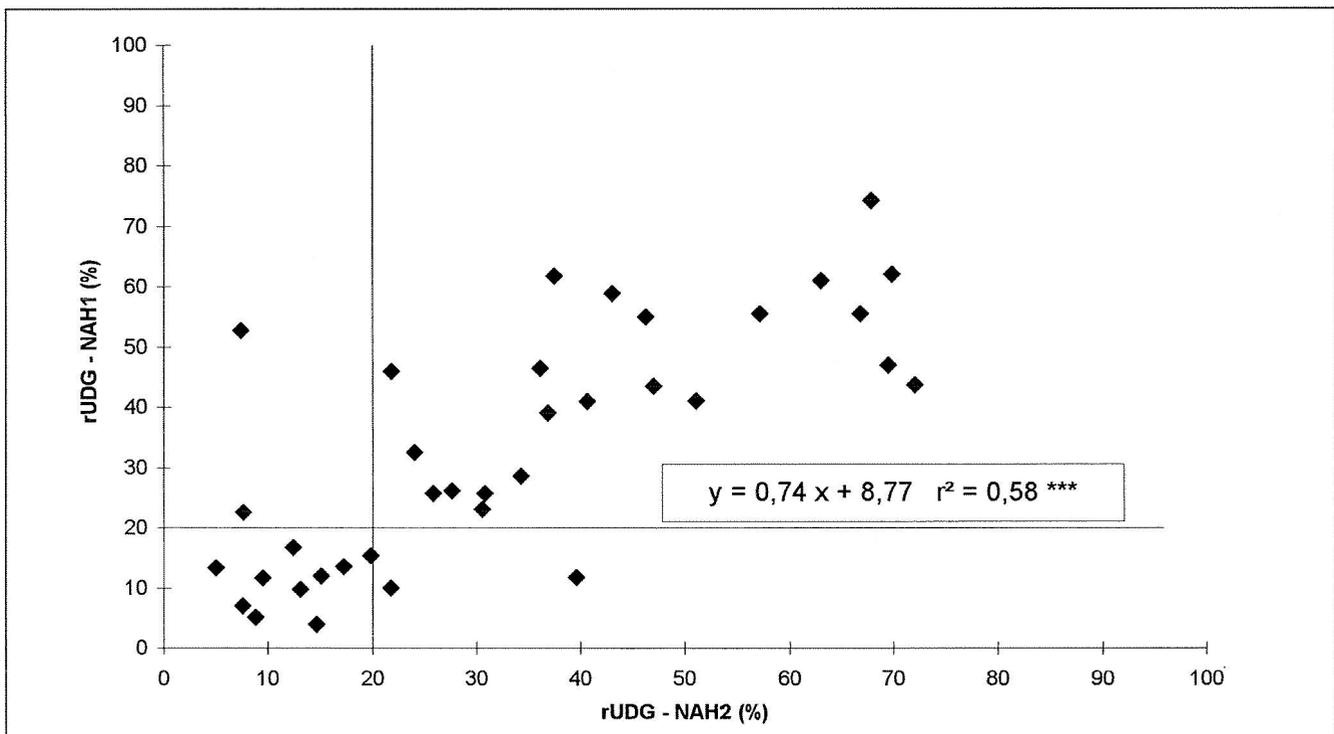
Abb. 1. Vergleich der zu den Terminen NAH1 und NAK prognostizierten Ertragsverluste (DM/ha) mittels linearer Regression (n = 45).

Winterraps und speziellen Fragen zur praktischen Anwendung des Schadensschwellenmodells. Der allgemeine Teil wurde von 36 und der spezielle Teil von 28 Versuchsteilnehmern beantwortet.

Abb. 2. Vergleich der zu den Terminen NAH2 und NAH1 bestimmten relativen Unkrautdeckungsgrade (%) mittels linearer Regression (n = 36).

Ergebnisse

Die durchschnittliche Unkrautdichte betrug im Mittel von 53 Standorten 215,8 Pfl./m². Im ersten Versuchsjahr lag die Un-



Tab. 2. Unkraut- und Kulturentwicklung in den herbizidfreien Kontrollparzellen der Standorte (n) in Abhängigkeit von der Modellentscheidung

		Modellentscheidung	
		unbehandelt	behandelt
Unkrautdichte (Pfl./m ²)	-NAH1	133,84 (7)	236,80 (44)
<i>G. aparine</i> (Pfl./m ²)	-NAH1	0,31 (7)	8,43 (44)
KDG (%)	-NAH2	78,11 (7)	46,25 (38)
UDG (%)	-NAH2	4,87 (7)	24,25 (38)

krautdichte deutlich höher als im zweiten Versuchsjahr. Im Mittel der Jahre wiesen 45,3 % der Standorte eine Unkrautdichte von über 200 Pfl./m² auf. Die am häufigsten auftretenden Unkrautarten waren *Stellaria media*, *Matricaria spec.* und *Viola arvensis*. *Galium aparine* trat auf 67,9 % der Standorte mit einer durchschnittlichen Dichte von 4,6 Pfl./m² auf. Ungräser kamen auf über 60 % und Ausfallgetreide auf über 50 % der Standorte vor. Ein hoher Teil der Unkrautpflanzen lief bereits gleichzeitig mit dem Raps auf.

Für den Aufwand bei der Unkrauterhebung und für die Entscheidung über einen gezielten Herbizideinsatz ist das Artenspektrum auf dem Standort von Bedeutung. Es zeigte sich, daß auf den einzelnen Standorten jeweils nur wenige Unkrautarten dominierten. Die häufigste Unkrautart machte allein über 50 % der Unkrautdichte auf den einzelnen Standorten aus. Mit den 3 häufigsten Unkrautarten wurden über 80 % und mit den 5 häufigsten Unkrautarten sogar über 90 % der Verunkrautung erfaßt.

Es ist davon auszugehen, daß die Schadensprognose zum Termin NAH1 das sicherste Entscheidungskriterium im Schadensschwellenmodell ist, da zu diesem Zeitpunkt die Unkräuter fast vollständig aufgelaufen sind und auch relativ leicht zu unterscheiden sind. Gleichzeitig lassen sich zu diesem Zeitpunkt bereits sichere Aussagen über den Entwicklungszustand und -verlauf des Rapses machen, die für die Schadensprognose von

Tab. 3. Einfluß der Herbizidbehandlungen auf Ernte- und Ertragsparameter auf den nach Schadensschwellenmodell behandelten Standorten (n)

	n	unbehandelt	behandelt
UDG-Boden (%) zur Ernte	20	45,34 a	8,92 b
UDG-Durchwuchs (%)	22	37,61 a	3,94 b
Lagernote (1 bis 9)	20	3,35 a	3,48 a
Mähdrescherstops (min/100 m)	25	3,41 a	0,58 b
Kornfeuchte (%)	26	12,25 a	9,91 a
Fremdbesatz (%)	25	10,58 a	2,92 b
Ertrag (dt/ha)	21	26,95 b	36,30 a

Tukey-Test, $p < 0,05$

großer Bedeutung sind. Gleichwohl ist eine erste Bekämpfungsentscheidung zum Termin NAK notwendig, da dieses der praxisübliche Bekämpfungstermin ist. Daß das Schadensschwellenmodell bereits im Keimblattstadium der Unkräuter zu sinnvollen Bekämpfungsentscheidungen kommt, zeigt ein Vergleich der Verlustprognosen zu den Terminen NAK und NAH1 (Abb. 1). Zum Termin NAK wurden etwas geringere Ertragsverluste prognostiziert als zu NAH1, trotzdem bestand bei einem Bestimmtheitsmaß von 0,78 ein hoher Zusammenhang zwischen beiden Terminen. Im Keimblattstadium der Unkräuter wären in Verbindung mit der niedrigen Schadensschwelle von 80 DM/ha 3 Standorte mehr behandelt worden als zu dem späteren Termin. Diese 3 Standorte lagen aber im Grenzbereich der Schadensschwellen.

Ein weiteres bei der Bekämpfungsentscheidung berücksichtigtes Kriterium war der relative Unkrautdeckungsgrad (rUDG), dessen Anwendung von Munzel (1992) für den Spätherbst vorgeschlagen wurde. Der Einsatz des rUDG bereits im 4. bis 6. Laubblattstadium des Rapses wäre mit einem verringerten Zeitaufwand für die Unkrauterhebung verbunden. Der Vergleich der zu NAH2 und NAH1 berechneten rUDGs in Abb. 2 erbrachte einen hochsignifikanten Zusammenhang zwischen diesen beiden Terminen, das Bestimmtheitsmaß lag bei 0,58. Eine Anwendbarkeit des rUDG's bereits zu dem früheren Termin erscheint auf der Basis dieser Versuche denkbar.

Aufgrund der Modellentscheidungen insgesamt war auf 7 von 53 Standorten keine Herbizidbehandlung notwendig. Bereits im Keimblattstadium der Unkräuter konnten die meisten notwendigen Bekämpfungsentscheidungen erkannt werden. Weitere Bekämpfungsentscheidungen im 4.-6. Laubblattstadium des Rapses erfolgten i. d. R. aufgrund von später auflaufendem *G. aparine*.

Die Unkraut- und Kulturentwicklung in den herbizidfreien Kontrollparzellen der Standorte (Tab. 2) unterschied sich in Abhängigkeit von der Modellentscheidung deutlich voneinander. Die durchschnittliche Unkrautdichte lag auf den nach Schadensschwellenmodell unbehandelten Standorten mit einem Mittel von 133,8 Pfl./m² ca. 100 Pfl./m² niedriger als auf den nach Schadensschwellenmodell behandelten Standorten. Auf den erstgenannten Standorten entwickelte sich die Kultur bereits im Herbst deutlich besser, der Unkrautdeckungsgrad erreichte dagegen im Spätherbst nur 4,9 %.

Zur Überprüfung der Entscheidungssicherheit des Schadensschwellenmodells wurde der Einfluß der Herbizidbehandlungen auf verschiedene Ernte- und Ertragsparameter auf den nach Modellentscheidung behandelten (Tab. 3) und auf den nach Modellentscheidung unbehandelten Standorten (Tab. 4) getrennt verglichen.

Auf den nach Modellentscheidung behandelten Standorten (Tab. 3) wurden durch die verschiedenen gezielten Herbizidmaßnahmen sowohl der Unkrautdeckungsgrad am Boden zur Ernte als auch der Unkrautdurchwuchs deutlich reduziert. Die unkrautbedingte Erntebehinderung, gemessen als Mähdrescherstops in min/100 m, konnte ebenfalls vermindert werden. Die Qualität des Erntegutes wurde insbesondere durch den geringeren Fremdbesatz in der behandelten Variante deutlich verbessert. Der Unterschied bei der Kornfeuchte von über 2 % war nicht signifikant. Die Ertragssicherung durch die verschiedenen Herbizidmaßnahmen lag auf diesen Standorten bei 9,35 dt/ha. Somit erwiesen sich die Modellentscheidungen, eine Unkrautbekämpfung vorzunehmen, auf diesen Standorten als hochwirtschaftlich.

Auf den nach Modellentscheidung unbehandelten Standorten (Tab. 4), auf denen nur aus Vergleichsgründen im Frühjahr eine Herbizidbehandlung vorgenommen wurde, traten auch ohne Herbizideinsatz kein Unkrautdurchwuchs und damit verbunden

Tab. 4. Einfluß der Herbizidbehandlungen auf Ernte- und Ertragsparameter auf den nach Schadensschwellenmodell behandelten Standorten (n)

	n	unbehandelt	behandelt
UDG-Boden (%) zur Ernte	4	6,47 a	0,91 a
UDG-Durchwuchs (%)	4	0,23 a	0,04 a
Lagernote (1 bis 9)	5	2,30 a	2,50 a
Mähdrescherstops (min/100 m)	3	0 a	0 a
Kornfeuchte (%)	3	7,11 a	7,18 a
Fremdbesatz (%)	3	2,88 a	2,93 a
Ertrag (dt/ha)	3	40,90 a	40,17 a

Tukey-Test, $p < 0,05$

Tab. 5. Relative Häufigkeit (%) der Nennung bekämpfung relevanter Unkrautarten und ihrer Schädigung

Frage 13: Welche Unkrautarten sind unter den gegebenen ökonomischen Rahmenbedingungen für eine Unkrautbekämpfung im Raps überhaupt noch relevant?

Frage 14: Zu welchen besonderen Schäden führen die o. a. Unkrautarten – Mehrfachnennungen möglich?

	Bekämpfungsrelevante Arten	Erntebehinderung	Ertragsausfall	Schadwirkungen der Unkrautarten			Blühzeitpunkt
				Kornfeuchte	Fremdbesatz	Folgeverunkrautung	
<i>G. aparine</i>	100,0	94,4	50,0	69,4	63,9	2,8	0,0
<i>Matricaria spec.</i>	100,0	63,9	52,8	50,0	33,3	5,6	0,0
<i>S. media</i>	55,6	5,6	50,0	2,8	0,0	0,0	0,0
<i>A. myosuroides</i>	50,0	5,6	38,9	0,0	2,8	11,1	0,0
Ausfallgetreide	44,4	8,3	25,0	11,1	13,9	0,0	0,0
<i>A. spica venti</i>	30,6	5,6	22,2	0,0	0,0	2,8	0,0
<i>V. arvensis</i>	16,7	2,8	11,1	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Lamium spec.</i>	16,7	2,8	8,3	0,0	0,0	5,6	0,0
<i>C. maculatum</i>	13,9	11,1	8,3	2,8	0,0	0,0	0,0
<i>D. sophia</i>	8,3	2,8	2,8	0,0	2,8	0,0	0,0
<i>C. cyanus</i>	5,6	2,8	2,8	2,8	0,0	0,0	0,0
<i>C. bursa-pastoris</i>	5,6	0,0	5,6	0,0	0,0	0,0	0,0

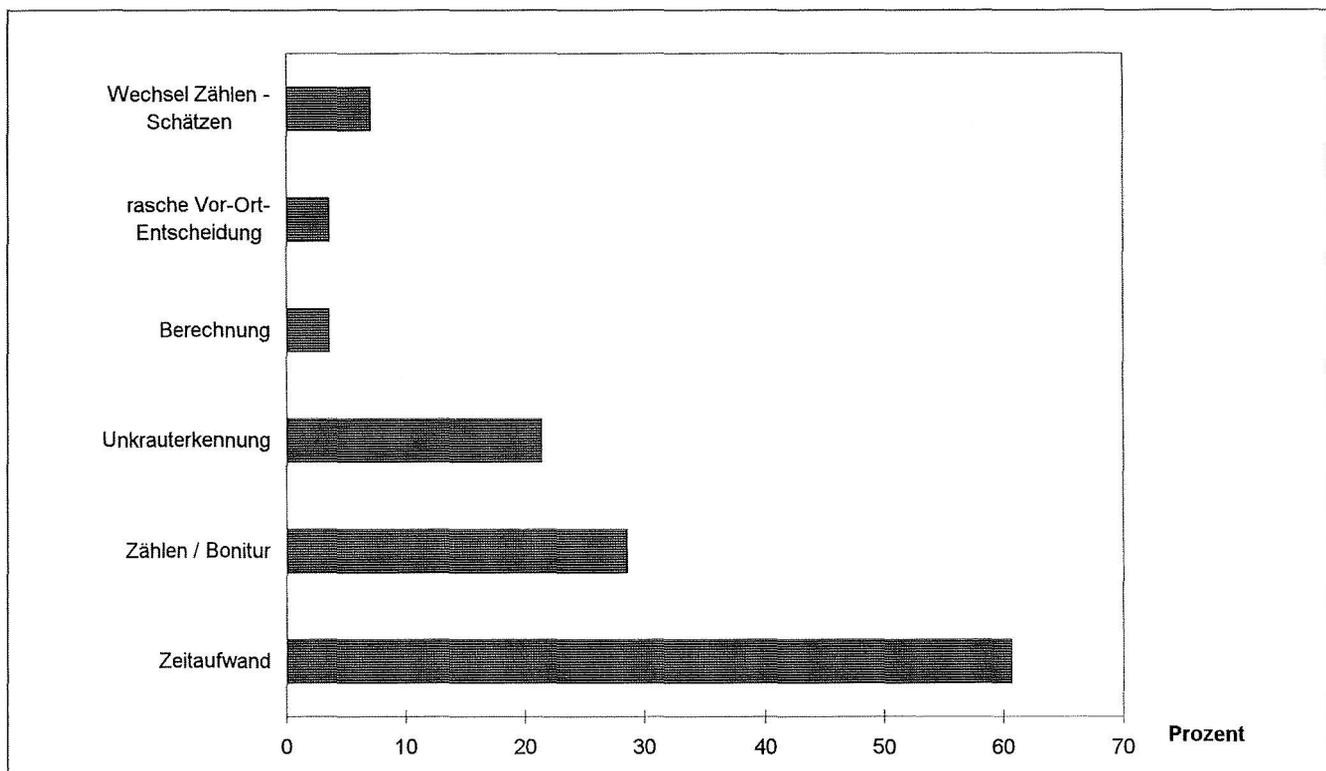
keine Erntebehinderungen auf, lediglich eine Restverunkrautung von 6,5 % Unkrautdeckungsgrad am Boden zur Ernte war zu verzeichnen. Diese Restverunkrautung war aber immer noch geringer als die Restverunkrautung in den aufgrund der Modellentscheidung behandelten Parzellen (Tab. 3). Die Qualität des Erntegutes, bezogen auf Kornfeuchte und Fremdbesatz, und der Ertrag wiesen in Abhängigkeit von den Herbizidmaßnahmen ebenfalls keine Unterschiede auf, das heißt, daß auf diesen Standorten ein Herbizideinsatz keinerlei Nutzen erbracht hätte.

Für die Akzeptanz des Schadensschwellenmodells in der Praxis ist der Zeitaufwand für die Unkrauterhebungen und für die Auswertungen mit dem Schadensschwellenmodell von großer Bedeutung. Aus diesem Grund wurde der Zeitbedarf für die Erfassung von 30 Stichproben in der Schadensschwellenvariante bestimmt. Im Durchschnitt der Angaben der Versuchsteilnehmer fand die zeitintensivste Unkrauterfassung mit 70,9 min im Keimblattstadium der Unkräuter statt. Mit fortschreitenden Boniturterminen nahm der Zeitaufwand für die Unkrauterhebung

ab. Zu den Terminen NAH2 (42,4 min) und NAF1 (43,1 min) lag die benötigte Zeit für die Unkrautbonituren deutlich geringer als zum Termin NAH1 (61,1 min). Zu berücksichtigen ist hierbei, daß ab dem Termin NAH2 mit der Ausnahme von *G. aparine* nicht mehr die Unkrautdichten, sondern nur noch Unkraut und Kulturdeckungsgrade erfaßt wurden.

Für den Zeitaufwand bei der Auswertung der Erhebungsbögen zeichneten sich keine Unterschiede zwischen den verschiedenen Terminen ab. Auffällig ist sowohl für die Unkrauterhebung als auch für die Auswertung, daß der jeweils geringste und höchste Zeitaufwand an allen Terminen erheblich voneinander abwich. Die Annahme, daß mit steigenden Unkrautdichten der Zeitaufwand für die Unkrauterhebung ebenfalls steigt, konnte nicht be-

Abb. 3. Arbeitstechnische Probleme bei der Handhabung des Schadensschwellenmodells.



stättigt werden. Offensichtlich sind individuelle Fähigkeiten des Bonitierenden, wie herbologische Kenntnisse und Übung, von größerer Bedeutung für den Zeitaufwand bei der Unkrauterhebung als die absolute Unkrautdichte.

Die begleitende Befragung der Versuchsteilnehmer wurde sowohl zu allgemeinen als auch zu speziellen Aspekten der gezielten Unkrautbekämpfung im Winterraps durchgeführt. Nach Auffassung der Versuchsteilnehmer kann auf 21,5 % der Herbizidmaßnahmen im Raps verzichtet werden. Dabei schwankten die Schätzungen zwischen 0 % und 50 %. Dieser Verzicht auf Herbizidmaßnahmen kann sowohl von ökonomischem als auch von ökologischem Nutzen sein. Beiden Faktoren wurde ein eher mittlerer Nutzen zugeordnet.

Eine frühzeitige, gezielte Unkrautbekämpfung mit dem Schadensschwellenmodell setzt im Zeitraum zwischen dem Keimblattstadium der Unkräuter und dem 4.-6. Laubblattstadium des Rapses eine Verlustprognose anhand der Dichten verschiedener

Unkrautarten voraus. Dabei erwarteten die Versuchsteilnehmer teilweise erhebliche Probleme bei der frühzeitigen Unkrauterkenntnis. Im Keimblattstadium der Unkräuter scheint allgemein die Unterscheidung der verschiedenen Kamillearten die größten Probleme zu bereiten. Aber auch die Gräser *Alopecurus myosuroides* und *Apera spica-venti* sowie *Capsella bursa-pastoris* und *Thlaspi arvense* konnten im Keimblattstadium nur mit einer Sicherheit von ca. 50 % bestimmt werden. *G. aparine* und *Stellaria media* bereiten dagegen nur geringe Probleme. Nach dem Erscheinen der ersten Laubblätter, im Jugendstadium der Pflanzen, hielten die Versuchsteilnehmer die Erkennung der wichtigsten Rapsunkräuter für problemlos möglich. Nur die beiden Kamillearten *Tripleurospermum perforatum* und *Chamomilla recutita* scheinen auch im Jugendstadium noch schwierig zu unterscheiden zu sein.

Die Bekämpfungswürdigkeit der verschiedenen Unkrautarten und ihre spezielle Schädwirkung wurden in Tabelle 5 dargestellt.

Abb. 4. Gesamtkonzept der gezielten Unkrautbekämpfung im Winterraps.

Gesamtkonzept der gezielten Unkrautbekämpfung im Winterraps

Keimblattstadium der Unkräuter bis 6. Laubblattstadium des Rapses:

- Die Anzahl Unkrautpflanzen/m² wird bestimmt und in den Auswertungsbogen eingetragen.
- Liegt der prognostizierte Gesamtverlust im Keimblattstadium der Unkräuter über 80,- DM/ha oder im 4.- 6. Laubblattstadium des Rapses über 120,- DM/ha, ist eine Unkrautbekämpfung sinnvoll.

Unkrautart	mittlere Dichte/m ²	x Schadfaktor	x Faktor			progn. Verluste DM/ha
			A	B	C	
Klettenlabkraut		60				
Vogelmiere		0,12				
sonstige Dikotyle		0,04				
Gräser		0,08				
Ausfallgetreide		0,15				
prognostizierte Gesamtverluste (DM/ha)						

Faktor A: Kulturzustand

sehr gut: 0,5
 gut: 1,0
 mittel: 1,5
 schlecht: 2,0

Faktor B: Ertragsersparung

dt/ha:100

Faktor C: Produktpreis

DM/dt

Ab 6. Laubblattstadium des Rapses bis zum Spätherbst:

- Unkrautdeckungsgrad und Kulturdeckungsgrad werden mit dem Göttinger Zähl- und Schätzrahmen bestimmt, und es wird der relative Unkrautdeckungsgrad berechnet.
- Liegt der relative Unkrautdeckungsgrad über 20 % ist eine Unkrautbekämpfung notwendig.

$$\text{relativer Unkrautdeckungsgrad} = \frac{\text{Unkrautdeckungsgrad}}{\text{Unkrautdeckungsgrad} + \text{Kulturdeckungsgrad}} \times 100$$

Klettenlabkraut:

- Klettenlabkrautpflanzen werden ab dem Keimblattstadium der Unkräuter bis zum Vegetationsbeginn im Frühjahr gezählt.
- Liegt die Anzahl/m² über den vom Kulturzustand abhängigen Schwellenwerten, ist ihre Bekämpfung notwendig.

Kulturzustand	sehr gut	gut	mittel	schlecht
Klettenlabkrautpflanzen/m ²	2	1	0,7	0,5

Als bekämpfungsrelevante Unkrautarten im Raps wurden von allen Befragten *G. aparine* und die Kamillearten angesehen. Die Schädigung dieser beiden zeigte ein breites Spektrum. Am häufigsten genannt wurden die Erntehinderung, der Ertragsausfall, die Kornfeuchteerhöhung und die Fremdbesatzerhöhung. Weitere Unkrautarten von größerer Bedeutung sind *S. media*, *A. myosuroides*, *A. spica-venti* und Ausfallgetreide. Die Schädigung beschränkte sich hierbei im wesentlichen auf konkurrenzbedingte Ertragsausfälle. Zumindestens von regionaler Bedeutung scheint die Zunahme von *Conium maculatum* und *Descurainia sophia* zu sein. Hinzuweisen ist noch auf die von 5,6 % der Teilnehmer genannte Schädigung von *Lamium spec.* in Form des Blühzeitpunktes. Durch den frühen Blühzeitpunkt dieser Artengruppe seien die Möglichkeiten des Insektizideinsatzes im Frühjahr eingeschränkt.

In Verbindung mit den speziellen Fragen zur Anwendung des Schadensschwellenmodells hält der größte Teil der Versuchsteilnehmer, 92,9 %, eine erste Unkrautbonitur im Keimblattstadium der Unkräuter für notwendig. Hauptgrund (89,3 %) ist die Möglichkeit, zu diesem Zeitpunkt mit reduzierten Herbizidaufwendungen zu arbeiten. Weitere Gründe für diese Einschätzung waren, daß der Raps bei einer frühen Herbizidanwendung nur einem geringen Herbizidstreß ausgesetzt wird, daß spätere Herbizidmaßnahmen zu teuer und zu unsicher sind, daß z. B. *C. bursa-pastoris* nur zu diesem Zeitpunkt bekämpft werden und daß eine frühe Unkrautkonkurrenz verhindert werden kann.

Arbeitstechnische Probleme bei der Anwendung des Schadensschwellenmodells sahen über 60 % der Versuchsteilnehmer insbesondere in dem benötigten Zeitaufwand (Abb. 3). Aber auch die Bonituren und das damit verbundene Zählen allgemein und speziell die Unkrauterkenntnis wurden häufig als Problemquelle genannt. Jeweils unter 10 % der Versuchsteilnehmer sahen zudem Schwierigkeiten bei den notwendigen Berechnungen im Modell, in dem Wechsel zwischen Zählen und Schätzen und darin, daß eine rasche Vor-Ort-Entscheidung nicht möglich sei.

Unabhängig von den arbeitstechnischen Problemen wurde nach weiteren Schwachpunkten des Modells gefragt. In diesem Bereich lag die Kritik deutlich geringer als in der vorhergehenden Frage. 21,4 % der Versuchsteilnehmer bemängelten, daß eine frühe Nachauflaufanwendung bei Berücksichtigung des Schadensschwellenmodells zu spät erfolge und dadurch erhöhte Aufwandmengen benötigt würden. 17,8 % der Teilnehmer befanden, daß die Palette der angebotenen Herbizide für eine gezielte Nachauflaufbekämpfung der Unkräuter nicht ausreiche. 14,3 % hielten die NAK-Entscheidung des Modells für zu unsicher, und ebenfalls 14,3 % hielten das Schadensschwellenmodell allgemein für zu umfangreich. Dagegen forderten einzelne Versuchsteilnehmer, daß weitere Faktoren, wie z. B. Erntehinderung, Kornfeuchteerhöhung und Fremdbesatz durch andere Unkrautarten, der Witterungseinfluß und die Folgeverunkrautung im Modell zu berücksichtigen seien. Wiederum gegenläufig zu diesen Forderungen äußerten 10,7 % der Versuchsteilnehmer als Verbesserungsvorschlag zum Modell, nur die wichtigsten Unkrautarten zu zählen und weitere schwache zusammenzufassen. Ebenfalls 10,7 % schlugen vor, niedrige feste Schwellenwerte für die Bekämpfung der wichtigsten Unkrautarten einzuführen.

Bei dieser Betrachtung wurde der Widerspruch zwischen der Forderung nach weiteren Differenzierungen im Modell zur Erhöhung der Prognosegenauigkeit und der Forderung nach Vereinfachungen des Modells in bezug auf seine Handhabung und praktische Anwendbarkeit offensichtlich. Allerdings votierte dabei die Mehrzahl der Befragten dafür, das Modell so zu gestalten, daß der Arbeitsaufwand für den Anwender möglichst gering wird.

In der Bemühung, diesen verschiedenen Forderungen gerecht zu werden, wurde das Schadensschwellenmodell weiter verein-

facht (Abb. 4). Zielsetzung war dabei die Anpassung des Schadensschwellenmodells an praktische Belange, ohne daß wesentliche Abstriche bei der Verlustprognose zu machen waren. Die wichtigsten Veränderungen gegenüber dem Ausgangsmodell nach MUNZEL (1992) sind die Zusammenfassung einzelner Unkrautarten zu Artengruppen, die Änderung der Berechnung der Kornfeuchteerhöhung durch *G. aparine*, keine Einbeziehung des Auflaufzeitpunktes der Unkräuter in die Verlustprognose und die Erstellung einer ersten Verlustprognose bereits im Keimblattstadium der Unkräuter.

Die Überprüfung des vereinfachten Schadensschwellenmodells anhand der Ergebnisse aus dem bundesweiten Gemeinschaftsversuch mittels linearer Regressionen in Tabelle 6 zeigte, daß mit diesem Modell sinnvolle Bekämpfungsentscheidungen getroffen werden können. Es ergab sich eine gute Übereinstimmung der Verlustprognosen nach MUNZEL (1992) und der Verlustprognosen mit dem vereinfachten Modell.

Tab. 6. Vergleich der nach MUNZEL, 1992 (X) und der mit dem veränderten Schadensschwellenmodell (Y) prognostizierten Ertragsverluste (DM/ha) im bundesweiten Gemeinschaftsversuch zu den Terminen NAK und NAH1

Termin	n	Regressionsparameter			r ²	
		b	a			
NAK	48	1,13	7,34	0,92		***
NAH1	53	1,18	6,31	0,92		***

Zu beiden Terminen, NAK und NAH1, wurde mit dem vereinfachten Modell ein etwas höherer Ertragsverlust prognostiziert. Dieser Fall trat bei einem deutlich späteren Auflaufen der Unkräuter im Vergleich zur Kultur ein. Durch das Weglassen der Bewertung des relativen Auflaufzeitpunktes der Unkräuter kam es dann zu einer gewissen Überschätzung des Ertragsverlustes. Dieses spielt aber nur eine untergeordnete Rolle, da einerseits die Mehrzahl der Unkräuter, ausgenommen *G. aparine*, für welches aber keine Ertragsverlustprognose erstellt wird, gleichzeitig mit dem Raps aufläuft und andererseits der in der Praxis bevorzugte Bekämpfungstermin im frühen Nachauflauf nach der ersten Keimwelle der Unkräuter liegt. Das heißt, daß die später auflaufenden, ohnehin nicht mehr konkurrenzkräftigen Unkräuter bei dieser ersten Erhebung häufig nicht miterfaßt werden.

Da neben den Gräsern und sonstigen Dikotylen nur noch die drei Unkrautarten *G. aparine*, *S. media* und Ausfallgetreide separat erfaßt werden müssen, um eine Verlustprognose zu erstellen und bereits ab dem 4. bis 6. Laubblattstadium des Rapses der relative Unkrautdeckungsgrad zur Bekämpfungsentscheidung herangezogen werden kann, bedeuten die insgesamt vorgenommenen Vereinfachungen gleichzeitig eine erhebliche Reduzierung des Erhebungs- und Auswertungsaufwandes.

Diskussion

Die in den Jahren 1993/94 und 1994/95 durchgeführten Gemeinschaftsversuche zur gezielten Unkrautbekämpfung im Winterraps waren Teil eines Projektes, das durch die Einführung des Göttinger Schadensschwellenmodells in die landwirtschaftliche Praxis zu einer erheblichen Reduzierung des Herbizideinsatzes im Winterraps beitragen sollte.

WERNER und HEITEFUSS (1996) konnten anhand von 3jährigen Versuchen auf 72 Standorten in Südniedersachsen belegen, daß unter Anwendung des Schadensschwellenmodells ein kompletter Verzicht auf Herbizideinsätze auf 20,8 % der Standorte und ein weiterer Verzicht auf die Bekämpfung von dikotylen Unkrautarten auf 6,9 % der Standorte zu keiner Erhöhung der Rest-

verunkrautung, zu keiner unkrautbedingten Erntebehinderung oder negativen Effekten auf die Kornqualität, hierbei insbesondere Kornfeuchte und Fremdbesatz, führte. Diese in Südniedersachsen erzielten Ergebnisse wurden bei der überregionalen Überprüfung des Modells im bundesweiten Gemeinschaftsversuch bestätigt. In den Gemeinschaftsversuchen blieben 7 von 53 Standorten, das entspricht 13,2 %, unter Anwendung des Schadensschwellenmodells herbizidfrei, ohne daß es zu negativen Einflüssen auf die Beerntbarkeit, die Qualität und den Ertrag des Rapses kam. Daß die Gemeinschaftsversuche mit 13,2 % unbehandelter Flächen deutlich unter dem Niveau der Versuche in Südniedersachsen liegen, ist eher versuchstechnisch bedingt. Häufig wurde die Überprüfung des Schadensschwellenmodells im Gemeinschaftsversuch direkt mit Herbizidversuchen der entsprechenden Ämter kombiniert oder aus arbeitstechnischen Gründen zumindest auf den gleichen Standorten in der Nähe von solchen Herbizidversuchen angelegt. Logischerweise wurden diese Standorte nicht willkürlich, sondern oft aufgrund einer spezifischen Verunkrautung, die für die Überprüfung der entsprechenden Herbizide geeignet war, ausgesucht. Trotzdem konnte auch anhand dieser Versuche belegt werden, daß die Schadensprognose mit dem Modell von hoher Qualität ist, da die notwendigen Bekämpfungsentscheidungen sicher erkannt wurden. Berücksichtigt man Aussagen von KEES und LUTZ (1992), MUNZEL et al. (1992) sowie BROSCHEWITZ und GOLTERMANN (1994), die dem Modell ebenfalls eine hohe Prognosegenauigkeit bestätigen, kann davon ausgegangen werden, daß das Modell für den überregionalen Einsatz geeignet ist.

Für die Umsetzung in der Praxis ist aber neben einer genauen Verlustprognose auch eine einfache Handhabung des Modells für den Anwender vonnöten. Dieses zeigte die Befragung der Versuchsteilnehmer zu verschiedenen Aspekten der Anwendung des Schadensschwellenmodells. Das Hauptproblem sahen die Anwender in der Unkrauterkenntnis und dem Zeitaufwand für die notwendigen Bonituren. Der Zeitaufwand lag für 30 Stichproben à 0,1 m², das ist vergleichbar mit dem notwendigen Aufwand für die Bonitur eines Schläges von ca. 5 ha Größe (BARTELS et al. 1983), bei 40 bis 70 Minuten in Abhängigkeit vom Boniturermin, wenn jede Unkrautdicke exakt bestimmt wurde. Die Bestimmung der Unkrautdichten war dabei aufwendiger als die Bestimmung von Kultur- und Unkrautdeckungsgraden. Gleichzeitig hing der Zeitbedarf stark von den individuellen Kenntnissen des Bonitierenden ab. Es ist davon auszugehen, daß sich der Aufwand mit einem höheren Übungsgrad erheblich verringert.

Auch HEITEFUSS und WAHMHOF (1985) sowie BROSCHEWITZ und GOLTERMANN (1994) gehen für eine Unkrauterhebung dieses Umfanges von einem Zeitbedarf von maximal einer Stunde aus. Letztendlich entscheidet dabei die Intensität der Beobachtung über den Zeitaufwand. Für die Belange der landwirtschaftlichen Praxis hält NIEMANN (1981) allgemein bei der Unkrautdickeermittlung ein übertriebenes Maß an Genauigkeit nicht für erforderlich, da andere Einflußfaktoren für die Entscheidungsfindung eine wichtige Rolle spielen und einbezogen werden müssen. Insbesondere bei Schlägen mit einer sehr starken Verunkrautung erscheint es nicht sinnvoll, intensive Erhebungen durchzuführen, da auf diesen Schlägen ein Verzicht auf eine Bekämpfungsmaßnahme von vornherein auszuschließen ist. Wichtig bleibt die Unkrauterfassung auf Schlägen mit einer mittleren oder geringen Verunkrautung, da nur solche Schläge für eine an Schadensschwellen orientierte Unkrautbekämpfung in Frage kommen.

Neben der Unkrautdicke spielt auch das Artenspektrum auf dem Schlag eine Rolle für den Erhebungsaufwand. Bezogen auf die Unkrautdicke zeigen Versuche von WAHMHOF (1983) in Wintergerste, von SCHÄFER (1995) in Winterweizen sowie von MUNZEL (1992) und die eigenen Versuche in Winterraps, daß von

den drei häufigsten Unkrautarten auf einem Standort zwischen 75 % und 85 % der Verunkrautung und von den fünf häufigsten Unkrautarten sogar über 90 % der Verunkrautung gebildet werden. Die Dichtebestimmung dieser wenigen für die Schadensprognose wichtigen Unkrautarten dürfte mit einem geringeren Zeitaufwand verbunden sein als die versuchsmäßige Bestimmung aller Unkrautarten mit ihren Dichten. Gleichzeitig kann daraus gefolgert werden, daß eine gezielte Bekämpfung weniger Unkrautarten bereits ausreichen kann, um auch hohe Unkrautdichten auf ein tolerierbares Maß zu reduzieren (WAHMHOF, 1983).

Verbesserungsvorschläge der Versuchsteilnehmer zur Modellanwendung beinhalteten sowohl die Forderung nach weiteren Vereinfachungen des Modells in bezug auf seine Handhabung, aber auch die Forderung nach einer weiteren Differenzierung der unterschiedlichen Schädwirkungen einzelner Unkrautarten, um die Prognosegenauigkeit des Modells weiter zu erhöhen. Diese in sich widersprüchlichen Forderungen konnten im veränderten Schadensschwellenmodell nicht vereint werden. Um dem einzelnen Anwender ein möglichst arbeitsexensives Berechnungsschema an die Hand geben zu können, wurde das Modell, wie im Ergebnisteil beschrieben, weiter vereinfacht, ohne daß wesentliche Beeinträchtigungen der Verlustprognose zu erwarten sind. Somit steht dem Landwirt ein einfaches Entscheidungsmodell zur Verfügung, mit dem er frühzeitig und sicher den Schritt einer gezielten Unkrautbekämpfung im Winterraps im Sinne einer integrierten Pflanzenproduktion gehen kann.

Die weitere Einbeziehung der Faktoren Erntebehinderung, Kornfeuchte- und Fremdbesatzerhöhung für verschiedene Unkrautarten erwies sich in den Unkrautdichtebereichen unterhalb der Schadensschwellen als nicht notwendig. Sehr wohl ist dieses Vorgehen notwendig, wenn über eine einfache Verlustprognose hinausgehend eine Kosten-Nutzen-Analyse für die Anwendung verschiedener Bekämpfungsmaßnahmen gemacht werden soll, um die Wirtschaftlichkeit einzelner Herbizidmaßnahmen überprüfen zu können. In diesem Fall müssen alle möglichen Schädwirkungen der einzelnen Unkrautarten quantifiziert und in die Schadensprognose einbezogen werden. Einen Ansatz zur Lösung dieses Problems bietet das von BODENDÖRFER et al. (1994) entwickelte Computermodell RAPUS. Da es neben einer differenzierten Verlustprognose ein Auswahlprogramm für mechanische und chemische Bekämpfungsverfahren beinhaltet, scheint es insbesondere für die Anwendung in der landwirtschaftlichen Beratung von hohem Informationswert zu sein. Verbesserungen dieses Programms sind insbesondere aus anwenderspezifischer Sicht notwendig (WERNER et al., 1994; LANDESANSTALT FÜR PFLANZENSCHUTZ, 1995 und 1996). Aus diesem Grund wird das Programm zur Zeit überarbeitet und auf eine benutzerfreundliche Oberfläche unter Windows gebracht. Unabhängig von diesen Entwicklungen wird das Göttinger Schadensschwellenmodell als einfaches von Hand zu rechnendes Entscheidungsmodell seine Berechtigung behalten, da es schnelle Vor-Ort-Entscheidungen ermöglicht, die für den Einsatz in der Praxis häufig notwendig sind.

Geht man davon aus, daß mit dem Göttinger Schadensschwellenmodell ein Instrumentarium zur Verfügung steht, das einfach und sicher zu handhaben ist und mit dem man bei einem relativ geringen Zeitaufwand für die Unkrauterhebung und Auswertung zu sicheren Entscheidungen über die Notwendigkeit einer Unkrautbekämpfung kommen kann, so stehen seiner breiten Anwendung in der Praxis trotzdem noch Vorbehalte bei den Landwirten entgegen, die eher psychologischer Natur sind. Grundsätzlich sind Landwirte bezüglich Pflanzenschutzmaßnahmen risikoavers eingestellt (ZEDDIES, 1986). Dieses ist keine Folge einer generellen Risikoaversion landwirtschaftlicher Un-

ternehmer, sondern Ausdruck der vermeintlichen Unsicherheit von Schadensschwellen sowie der Sorge um hohe potentielle Verluste im Falle von nichtreversiblen Fehlentscheidungen, wie z. B. das Verpassen eines bestimmten Behandlungstermines. Nach HEITEFUSS und WAHMHOF (1985) spielen hierbei auch die Furcht vor einer Restverunkrautung und möglichen Nachwirkungen auf die Folgekultur eine große Rolle. Und auch das Ideal eines „makellos sauberen Bestandes“ verhindert häufig einen Verzicht auf prophylaktische Herbizidmaßnahmen (DINGEBAUER, 1991). Diese psychologischen Vorbehalte gilt es mit weiterer Aufklärungsarbeit auszuräumen. In einer Zeit, in der die aktuellen Tendenzen eher entgegengesetzt zu einer stärkeren Berücksichtigung ökologischer Aspekte der Landwirtschaft verlaufen, ist insbesondere die Beratung im amtlichen Pflanzenschutzdienst gefordert, Möglichkeiten und Nutzen des Integrierten Pflanzenschutzes als gute fachliche Praxis zu vermitteln. Ansonsten besteht die Gefahr, daß dem Landwirt weitere Umweltrestriktionen auferlegt werden, die einerseits kaum kontrollierbar sind, aber andererseits den einzelnen Landwirt immer weiter entmündigen. Auf Seiten der Politik und der Gesetzgebung können flankierende Maßnahmen, die besonders umweltverträgliche, aus ökologischen Gründen erwünschte Anbauverfahren fördern, für die Umsetzung des Integrierten Pflanzenschutzes von großem Nutzen sein (HEITEFUSS, 1995). Ein gutes Beispiel dafür ist in Bayern ein Programm zur Förderung der umweltschonenden Landbewirtschaftung, das u. a. die Unkrautregulierung nach Schadensschwellen beinhaltet und an dem sich inzwischen rund 80 % der Betriebe beteiligen (GEHRING, 1997).

Speziell im Winterraps sollten für den einzelnen Landwirt die Einsparungsmöglichkeiten beim Herbizideinsatz Anreiz genug sein, dort eine gezielte Unkrautbekämpfung nach Schadensschwellen durchzuführen. Mit 20,8 % unbehandelter Standorte in Südniedersachsen lagen die Ergebnisse von WERNER und HEITEFUSS (1996) aufgrund ungünstiger Aussaat- und Witterungsbedingungen in einzelnen Versuchsjahren noch an der unteren Grenze des Möglichen. Verschiedene Untersuchungen zeigen, daß gerade die anbautechnischen Maßnahmen wie die Art der Grundbodenbearbeitung (VOSSHENRICH, 1990; AMANN, 1991), die Qualität der Saatbettbereitung (WAHMHOF, 1991; WERNER und HEITEFUSS, 1996) oder der Aussaattermin (JENKINS und LEITCH, 1986; LUTMAN und DIXON, 1986; BOWERMAN, 1989; SCHULZ, 1995) eine große Rolle für die Schadenswahrscheinlichkeit von Unkräutern und die Konkurrenzkraft des Rapses spielen. Bei einer Optimierung der anbautechnischen Maßnahmen in Verbindung mit einer an Schadensschwellen orientierten Unkrautbekämpfung ist eine weitere deutliche Reduzierung des Herbizideinsatzes im Winterraps denkbar. Diese Erkenntnisse bestätigen die große Bedeutung einer ganzheitlichen Sicht der Pflanzenproduktion wie sie BAEUMER (1994) für eine entscheidungsorientierte Pflanzenbaulehre fordert.

Dank

Allen Teilnehmern des bundesweiten Versuchsprogramms und den Mitgleidern der „Projektgruppe Raps“ des Arbeitskreises Integrierter Pflanzenschutz der Deutschen Phytomedizinischen Gesellschaft danken wir für die gute Zusammenarbeit und wertvollen Versuchsergebnisse.

Die Arbeit wurde von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt gefördert, der wir für ihre Unterstützung danken.

Literatur

AMANN, A., 1991: Einfluß von Saattermin und Grundbodenbearbeitung auf die Verunkrautung in verschiedenen Kulturen. Dissertation Univ. Hohenheim.

- BAEUMER, K., 1994: Gedanken zu einer entscheidungsorientierten Pflanzenbaulehre. Ber. Ldw. **72**, 493–511.
- BARTELS, J., W. WAHMHOF, R. HEITEFUSS, 1983: So kann der Praktiker Schadensschwellen feststellen. DLG-Mitteilungen **98**, 270–274.
- BODENDÖRFER, H., B. WERNER, R. HEITEFUSS, 1994: RAPUS – eine computergestützte Entscheidungshilfe zur gezielten Unkrautbekämpfung in Winterraps. Z. PflKrankh. PflSchutz, Sonderh. XIV, 167–176.
- BOWERMAN, P., 1989: Weed control in winter oilseed rape – review of ADAS trials 1985–87. Aspects of Appl. Biol. **23**, 219–226.
- BROSCHEWITZ, B., S. GOLTERMANN, 1994: Unkrautbekämpfung im Winterraps. Raps **3**, 92–96.
- DINGEBAUER, G., 1990: Untersuchungen zur tolerierbaren Verunkrautung in Winterrapskulturen. Z. PflKrankh. PflSch., Sonderh. XII, 315–328.
- DINGEBAUER, G., 1991: Untersuchungen zur Reduzierung der Herbizidmaßnahmen in Winterrapskulturen. Dissertation Univ. Kiel.
- GEHRING, K., 1997: Unkraut- und Ungrasbekämpfung im Frühjahr. Getreide Magazin **1**, 4–10.
- GRÄPEL, H., 1994: Mehrjährige Versuchsergebnisse zur Ermittlung praxisgerechter Schadensschwellen für die gezielte Ungras- und Unkrautbekämpfung in Winterraps. Rapssymposium zu Fragen der Phytopathologie und des Pflanzenschutzes, Rostock, Oktober 1994, 171–174.
- HEITEFUSS, R., 1995: Integrierter Pflanzenschutz, Probleme und Perspektiven. Mitt. Biol. Bundesanstalt, Berlin-Dahlem **311**, 16–25.
- HEITEFUSS, R., W. WAHMHOF, 1985: Grundsätzliche Überlegungen zum Konzept der wirtschaftlichen Schadensschwellen bei der Unkrautbekämpfung. Gesunde Pfl. **3**, 81–85.
- JENKINS, P. D., M. H. LEITCH, 1986: Effects of sowing date on the growth and yield of winter oil-seed rape (*Brassica napus*). J. agric. Sci. Camb. **105**, 405–420.
- KEES, H., A. LUTZ, 1992: Unkrautregulierung im Raps. Raps **3**, 122–129.
- KEMMER, A., 1984: Wenn nur wenige Unkräuter im Winterraps vorhanden sind – Hände weg von der Spritze. Land u. Forstw. Z., **35**, 13–14.
- KLOSTERMYER, J., 1989: Competition by *Stellaria media* (L.) Vill. and *Matricaria inodora* L. in oilseed winter rape (*Brassica napus* L. var. *napus*) and development of an empirical decision-model for postemergence weed control. Dissertation Univ. Göttingen.
- KÜST, G., 1989: Erarbeitung vorläufiger Schadensschwellen und eines Entscheidungsmodells zur Unkrautbekämpfung im Winterraps (*BRASSICA NAPUS* L. var. *NAPUS*) unter Berücksichtigung der artspezifischen Konkurrenz von Unkräutern und Ausfallgerste. Dissertation Univ. Göttingen.
- LANDESANSTALT FÜR PFLANZENSCHUTZ, 1995: Landesversuche Pflanzenschutz, Versuchsergebnisse 1995 – Ackerbau – Hrsg.: Landesanstalt für Pflanzenschutz, Stuttgart.
- LANDESANSTALT FÜR PFLANZENSCHUTZ, 1996: Landesversuche Pflanzenschutz, Versuchsergebnisse 1996 – Ackerbau – Hrsg.: Landesanstalt für Pflanzenschutz, Stuttgart.
- LUTMAN, P. J. W., F. L. DIXON, 1986: The effect of drilling date on competition between volunteer barley and oilseed rape. Proceedings EWRS Symposium: Economic Weed Control, 145–152.
- MUNZEL, L., 1992: Überprüfung und Weiterentwicklung eines Schadensschwellenmodells zur gezielten Unkrautbekämpfung im Winterraps (*Brassica napus* L. var. *napus*). Dissertation Univ. Göttingen.
- MUNZEL, L., W. WAHMHOF, R. HEITEFUSS, 1992: Überprüfung und Weiterentwicklung eines Schadensschwellenmodells zur gezielten Unkrautbekämpfung im Winterraps. Z. PflKrankh. PflSchutz, Sonderh. XIII, 205–214.
- NIEMANN, P., 1981: Schadschwellen bei der Unkrautbekämpfung. Schriftenreihe des Bundesministers für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Reihe A: Angewandte Wissenschaft, Heft 257, Landwirtschaftsverlag Münster-Hiltrup.
- RADEMACHER, B., 1950: Über die Lichtverhältnisse in Kulturpflanzenbeständen, insbesondere in Hinblick auf den Unkrautwuchs. Z. f. Acker- u. Pflanzenbau **92**, 128–165.
- SCHÄFER, B. C., 1995: Überwinterung von Unkräutern und deren Auswirkungen auf Bekämpfungsentscheidungen in Winterweizen nach Schadensschwellen im frühen Nachauflauf. Dissertation Univ. Göttingen.
- SCHULZ, R.-R., 1995: Plant development and yield of oilseed rape as influenced by time of sowing, variety and seed rate. 9th International Rapeseed Congress, Cambridge, 256–258.
- VOSSHENRICH, H.-H., 1990: Rapsbestellung mit und ohne Pflug. Raps **3**, 160–161.
- WAHMHOF, W., 1983: Versuche zur praktischen Anwendung von Schadensschwellen für Unkräuter in Wintergerste. Dissertation Univ. Göttingen.
- WAHMHOF, W., 1990: Unkrautbekämpfung im Winterraps – Auswertung von Herbizidversuchen aus den Jahren 1971–1988. Z. PflKrankh. PflSchutz, Sonderh. XII, 329–338.

WAHMHOF, W., 1991: Strategie für eine integrierte Unkrautbekämpfung im Winterraps. *Raps* 3, 1991.
 WAHMHOF, W., 1992: Wieviel Pflanzenschutz braucht der Raps jetzt noch? *Pflanzenschutz-Praxis* 3, 10–13.
 WAHMHOF, W., R. HEITEFUSS, 1985: Überlegungen zur gezielten Unkrautbekämpfung im Raps. *Raps* 3, 115–118.
 WERNER, B., 1996: Das Göttinger Schadensschwellenmodell zur gezielten Unkrautbekämpfung im Winterraps; Überprüfung, Weiterentwicklung und Einführung in die landwirtschaftliche Praxis. Dissertation Univ. Göttingen.
 WERNER, B., H. BODENDÖRFER, R. HEITEFUSS, 1994: Gezielte Unkrautbekämpfung im Winterraps nach dem Computermodell RAPUS. *Raps* 3, 98–101.

WERNER, B., R. HEITEFUSS, 1996: Einsatz eines Schadensschwellenmodells zur gezielten Unkrautbekämpfung im Winterraps unter praktischen Bedingungen in Südniedersachsen. *Z. PflKrankh. PflSchutz, Sonderh.* XV, 149–158.
 ZEDDIES, J., 1986: Wirtschaftliche Bedeutung der Unkrautbekämpfung unter zukünftigen Rahmenbedingungen. *Proceedings EWRS Symposium: Economic weed control*, 39–45.

Kontaktanschrift: Dr. Bernhard Werner, Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland, Messeweg 11/12, D-38104 Braunschweig

Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzbd., 49 (8), S. 200–202, 1997, ISSN 0027-7479.
 © Eugen Ulmer GmbH & Co., Stuttgart

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Pflanzenschutz im Gartenbau¹), Institut für Pflanzenschutz im Forst²), Institut für Unkrautforschung³), Institut für Pflanzenschutz im Ackerbau⁴), Braunschweig

Anwendungsgebiete in Zierpflanzen für das Zulassungsverfahren von Pflanzenschutzmitteln

Uses of plant protection products in ornamentals for the authorization procedure

Von Uwe Meier¹), Karl-Heinz Berendes²), Gerd Heidler³), Elke Idczak¹) und Hans-Theo Laermann⁴)

Zusammenfassung

Es werden die Probleme bei der Festlegung der Anwendungsgebiete für die Prüfung und Zulassung von Pflanzenschutzmitteln im Zierpflanzenbau beschrieben. Beispiele verdeutlichen das Vorgehen der Zulassungsbehörde, um einen praxisgerechten chemischen Pflanzenschutz im Zierpflanzenbau zu ermöglichen.

Stichwörter: Zierpflanzen, Pflanzenschutzmittel, Zulassung, Anwendungsgebiete

Abstract

Problems regarding the definition of uses for testing and authorization of plant protection products in ornamentals are described. Examples demonstrate the approach of the authorization office to enable chemical plant protection measures in ornamentals under practical conditions.

Key words: Ornamentals, plant protection products, authorization, uses

Problematik der Anwendungsgebiete

Die Zierpflanzen einschließlich der Ziergehölze sind geprägt durch eine außerordentlich große Vielfalt an Gattungen, Arten und Sorten unterschiedlichster Entwicklungsstadien und Wuchsformen. Dementsprechend unterschiedlich sind auch die Anbaubedingungen und -verfahren einschließlich der Verwendung und Nutzung durch den Verbraucher. In Beziehung zu dieser Vielfalt stehen die zahlreichen Schadorganismen mit ihren unterschied-

lichen biologischen Zyklen, differenzierten Lebensweisen und epidemiologischen Gefahren.

Bei der Zulassung von Pflanzenschutzmitteln mit Anwendungsgebieten im Zierpflanzenbau muß für die Festlegung der Anwendungsgebiete (Kulturpflanze und Schaderreger) auf der Grundlage der Antragstellung nicht nur den komplexen biologischen Zusammenhängen Rechnung getragen werden, sondern auch den Anforderungen anderer Prüfbereiche (z. B.: Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln) im Zulassungsverfahren sowie den Anforderungen der Praxis. Doch nicht nur diese direkten Abhängigkeiten sind zu beachten, sondern auch die damit eng verbundenen und oft sehr unterschiedlichen Anwendungsbedingungen eines Pflanzenschutzmittels, die ein wesentlicher Bestandteil der Zulassung sind. Diese Anwendungsbedingungen von Pflanzenschutzmitteln sind nicht nur entscheidend für die vom Gesetzgeber geforderte hinreichende Wirksamkeit und ausreichend gegebene Kulturpflanzenverträglichkeit nach dem Pflanzenschutzgesetz von 1986, sondern vor allem auch zur Bestimmung und Beurteilung des human- und ökotoxikologischen Gefährdungspotentials. So werden in bestimmten Fällen Anwendungsgebiete mit ihren spezifischen Anwendungsbedingungen gemeinsam mit anderen Prüfbereichen so festgelegt, daß eine Zulassung überhaupt oder mit möglichst wenig Auflagen möglich wird.

Aus Sicht der gärtnerischen Praxis und Beratung wird oft eine breite Gestaltung der Anwendungsgebiete gefordert, um möglichst viele Schaderreger in einem möglichst breiten Kulturpflanzenpektrum durch die Zulassung abzudecken. Diese verständliche Forderung wird jedoch begrenzt durch die Bestimmungen des Pflanzenschutzgesetzes. Die Anwendungsgebiete