

Nachrichtenblatt  
für den  
**Pflanzenschutz**  
in der DDR

ISSN 0323-3912

**8**  
**1985**

Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der Deutschen Demokratischen Republik





**Pflanzenschutzmittel und Umweltschutz**

**Pesticides and protection of environment**

**Пестициды и охрана окружающей среды**

Aufsätze	Seite
BEITZ, H.; RIEDEL, B.; GRÜN, G.: Internationale und nationale ökotoxikologische Anforderungen bei der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln . . . . .	157
GRÜBNER, P.: Schadgrenzen und analytische Überwachung von Herbizidrückständen im Boden . . . . .	161
GOEDICKE, H.-J.; BEITZ, H.; BINNER, R.: Rückstandstoxikologische Bewertung des Einsatzes von Carbendazim-Fungiziden in Getreide . . . . .	166
JANTZ, A.; WAGNER, H.; SCHRÖDER, K.-D.: Erfahrungen bei der Rückstandsüberwachung von Frühgemüsekulturen im Bezirk Schwerin . . . . .	170
LINK, V.; SIEBER, K.: Ein Beitrag zur rückstandstoxikologischen Charakterisierung des Kartoffelbeizmittels Falisolol . . . . .	173
<b>Ergebnisse der Forschung</b>	
DAEBELER, F.; AMELUNG, D.; SEIDEL, D.: Orientierungswerte zur Schadwirkung von <i>Phoma lingam</i> an Winterraps . . . . .	175
LÜTH, P.; DECKER, H.: Zur Schadwirkung des ektoparasitären Wurzelnematoden <i>Tylenchorhynchus dubius</i> (Bütschli, 1873) Filipjev, 1936, an Sommerweizen . . . . .	175
<b>Aus Fachzeitschriften der DDR . . . . .</b>	<b>176</b>

Original papers	Page
BEITZ, H.; RIEDEL, B.; GRÜN, G.: International and national ecotoxicological criteria for the use of pesticides . . . . .	157
GRÜBNER, P.: Injury thresholds and analytical monitoring of herbicidal residues in soil . . . . .	161
GOEDICKE, H.-J.; BEITZ, H.; BINNER, R.: Residue-toxicological assessment of the use of carbendazim fungicides in cereals . . . . .	166
JANTZ, A.; WAGNER, H.; SCHRÖDER, K.-D.: Monitoring of pesticidal residues in early vegetable crops in the county of Schwerin . . . . .	170
LINK, V.; SIEBER, K.: Contribution to the residue-toxicological characterisation of the seed potato disinfectant Falisolol . . . . .	173
<b>Research results . . . . .</b>	<b>175</b>
<b>New titles from periodicals of the GDR . . . . .</b>	<b>176</b>

Научные работы	Стр.
БАЙТЦ Х.; РИДЕЛЬ Б.; ГРЮН Г.: Международные и национальные экотоксикологические требования к применению пестицидов . . . . .	157
ГРЮБНЕР П.: Пороги вредоносности и аналитически контроль остаточных количеств гербицидов в почве . . . . .	161
ГЁДИКЕ Х.-Ю.; БАЙТЦ Х.; БИННЕР Р.: Токсикологическая оценка остаточных количеств карбендазима в зерновых культурах . . . . .	166
ЯНТЦ А.; ВАГНЕР Х.; ШРЁДЕР К.-Д.: Опыт контроля остаточных количеств пестицидов в посадках ранних овощей в Шверинском округе . . . . .	170
ЛИНК Ф.; ЗИБЕР К.: О характеристике протравителя картофеля фализолан под аспектом токсикологии остатков . . . . .	173
<b>Результаты научно-исследовательских работ . . . . .</b>	<b>175</b>
<b>По страницам специальных журналов ГДР . . . . .</b>	<b>176</b>

**3. Umschlagseite**

BEITZ, H.; SCHMIDT, D.: Toxikologischer Steckbrief  
Wirkstoff: MCPA

Herausgeber: Akademie der Landwirtschaften der Deutschen Demokratischen Republik.  
 Vorsitzender des Redaktionskollegiums: Dr. H.-G. BECKER; verantwortlicher Redakteur: Dr. G. MASURAT.  
 Anschrift der Redaktion: 1532 Kleinmachnow, Stahnsdorfer Damm 81, Tel.: 2 24 23.  
 Redaktionskollegium: Dr. W. BEER, Prof. Dr. H. BEITZ, Dr. M. BORN, Prof. Dr. R. FRITZSCHE, Dr. H. GÖRLITZ, Dr. E. HAHN, Dr. W. HAMANN, Prof. Dr. W. KRAMER, Dr. G. LEMBSCKE, Dr. G. LUTZE, Prof. Dr. H. J. MÜLLER, Dr. H.-J. PLUSCHKELL, Dr. H. ROGOLL, Dr. P. SCHWÄHN, Prof. Dr. D. SPAAR.  
 Verlag: VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, 1040 Berlin, Reinhardtstr. 14, Tel.: 2 89 30.  
 Veröffentlicht unter der Lizenz-Nr. ZLN 1120 des Presseamtes beim Vorsitzenden des Ministerrates der DDR.  
 Erscheint monatlich. Bezugspreis: monatlich 2,- M. Auslandspreis siehe Zeitschriftenkatalog des Außenhandelsbetriebes der DDR - BUCHEXPORT. Bestellungen über die Postämter. Bezug für BRD, Westberlin und übriges Ausland über den Buchhandel oder den BUCHEXPORT, VE Außenhandelsbetrieb der DDR, 7010 Leipzig, Leninstr. 16, PSF 160.  
 Anzeigenannahme: Für Bevölkerungsanzeigen alle Annahmestellen in der DDR, für Wirtschaftsanzeigen der VEB Verlag Technik, 1020 Berlin, Oranienburger Str. 13-14, PSF 293. Es gilt Preiskatalog 286/1.  
 Nachdruck, Vervielfältigungen und Übersetzung in fremde Sprachen des Inhalts dieser Zeitschrift - auch auszugsweise mit Quellenangaben - bedürfen der schriftlichen Genehmigung des Verlages. - Die Wiedergabe von Namen der Pflanzenschutzmittel in dieser Zeitschrift berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, daß solche Namen im Sinne der Warenzeichengesetzgebung als frei zu betrachten wären.  
 Gesamtherstellung: Druckerei „Märkische Volksstimme“, Potsdam, BT Druckerei „Wilhelm Bahms“, 1800 Brandenburg (Havel) I-4-2-51 3150  
 Artikel-Nr. (EDV) 18133 - Printed in GDR



## Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der Deutschen Demokratischen Republik

Institut für Pflanzenschutzforschung Kleinmachnow der Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR

Horst BEITZ, Bernd RIEDEL und Gerhard GRÜN

### Internationale und nationale ökotoxikologische Anforderungen bei der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln

#### 1. Pflanzenschutz und Umweltschutz

Zwischen Natur und Gesellschaft stellen sich in jeder Gesellschaftsordnung durch gesetzliche Bestimmungen geregelte Beziehungen ein, von deren Qualität der Grad des Schutzes unserer natürlichen Umwelt abhängt. Die in den letzten Jahren weltweit vordergründig diskutierten Probleme des Umweltschutzes (z. B. die Wasserqualität der Flüsse) sind das Ergebnis von Veränderungen, die sich in den Beziehungen zwischen Natur und Gesellschaft infolge des raschen Anstieges der industriellen und landwirtschaftlichen Produktion in zahlreichen Ländern vollzogen haben. In bestimmten Fällen ist dabei die Einführung von wissenschaftlich-technischem Fortschritt zu sehr von der produktionsfördernden Seite gesehen worden, ohne daß die möglichen Auswirkungen auf die natürliche Umwelt ausreichend beachtet wurden. Gerade auf die Notwendigkeit derartiger Untersuchungen weist ENGELS (1978) hin, wenn er fordert, „... uns über die mittelbaren, entfernteren gesellschaftlichen Wirkungen unserer produktiven Tätigkeit Klarheit zu verschaffen, und damit wird uns die Möglichkeit gegeben, auch diese Wirkungen zu beherrschen und zu regeln“. Somit geht es um eine bewußte Anwendung und Nutzung der gesellschaftlichen und der Naturgesetze in ihrer dialektischen Einheit. Dann können die volkswirtschaftlichen Zielstellungen erreicht werden, ohne daß sich die Natur an den Menschen rächt, wie es ENGELS (1978) formulierte.

Diese vorausschauende Betrachtungsweise und Bewertung von wissenschaftlich-technischem Fortschritt trifft auch für die Landwirtschaft und den für die Pflanzenproduktion als Intensivierungsfaktor geltenden Pflanzenschutz zu. Deshalb soll auf die von TITEL (1970) formulierten Beziehungen zwischen Natur und Gesellschaft verwiesen werden, von denen zwei für den Zusammenhang zwischen Pflanzenschutz und Umweltschutz vorrangig herangezogen werden müssen:

- Nutzung von Stoffen der belebten Natur, die durch die biologische Produktion entstehen, und Sicherung des biologischen Potentials durch sorgsame Pflege der Standortbedingungen. In diesem Sinne ist der integrierte Pflanzenschutz mit seinem Bestandteil, der Anwendung von chemischen Pflanzenschutzmitteln (PSM), ein wirksamer Faktor des Umweltschutzes in der Landwirtschaft. Er hat die Standortbedingungen zu verbessern, d. h. die Kulturen gesund zu erhalten, um das den Sorten innewohnende Ertragspotential auch ertragswirksam werden zu lassen.
- Schaffung von Umweltbedingungen, die die einwandfreie Reproduktion der menschlichen Arbeitskraft gewährleisten. Demzufolge muß der Einsatz von PSM so gestaltet sein, daß es zu keinen direkten oder indirekten Nebenwirkungen ge-

genüber den Menschen kommt. Das bedeutet u. a., daß die Landschaft mit ihrer natürlichen Umwelt als wichtiger Erholungsfaktor nicht beeinträchtigt wird.

Diese Zusammenhänge zwischen Pflanzenschutz und Umweltschutz erfordern eine umweltgerechte Anwendung von chemischen PSM und Mitteln zur Steuerung biologischer Prozesse (MBP).

Seit der durchgängigen Anwendung chemischer PSM sind zunächst nach der Beobachtung von ökotoxikologischen Wirkungen experimentelle Untersuchungen zu ihrer Aufklärung durchgeführt worden. Ihre Weiterführung und Ausdehnung auf alle neuen Wirkstoffe vermittelte uns auf dem Gebiet der akuten Intoxikationen zunehmend Erkenntnisse, die in Reglementierungen zum Schutz der natürlichen Umwelt bei der Anwendung von PSM umgesetzt werden konnten. Mit diesen wurden auch in der DDR gute Fortschritte erreicht, aber bei einigen PSM und MBP gelangen wir in den Grenzbereich ökotoxikologischer Wirkungen, wenn nicht alle Anwendungsparameter, -begrenzungen und grundsätzlichen gesetzlichen Regelungen eingehalten werden. Bei der Beurteilung dieser Situation müssen wir uns der Tatsache bewußt sein, daß wir es sowohl bei den Zielorganismen, d. h. den Schaderregern, als auch den ungewollt mitbehandelten Organismen mit biologischen Systemen zu tun haben, die in Abhängigkeit von verschiedenen Umweltfaktoren stehen und damit zu verschiedenen Zeitpunkten oder in verschiedenen Territorien eine unterschiedliche Toleranz gegenüber den PSM und MBP aufweisen. Deshalb sind in die Anwendungsbegrenzungen Sicherheitsfaktoren eingebaut, um die experimentell ermittelten Grenzwerte der akuten Toxizität gegenüber Bienen, Fischen u. a. Wasserorganismen nicht zu überschreiten. Das bedeutet, daß PSM und MBP aus ökotoxikologischer Sicht noch umfassender zu untersuchen sind, um auch Langzeitwirkungen oder potentielle Schäden in der Reproduktion rechtzeitig erkennen und entsprechende Maßnahmen zur Vermeidung dieser Nebenwirkungen einleiten zu können.

#### 2. Internationale und nationale ökotoxikologische Anforderungen

In den Jahren 1977 und 1982 wurden von der FAO Beratungen ihrer Mitgliedsländer zur Vereinheitlichung der Anforderungen für die Zulassung von PSM auf Regierungsebene durchgeführt. In den verabschiedeten Empfehlungen (o. V., 1977; 1982) an alle Länder sind auch die geforderten Dokumentationen zur Beurteilung der Gefährdung der Umwelt

durch PSM enthalten. Sie waren auf einer Expertenkonsultation präzisiert worden (o. V., 1979) und stellen einen stufenförmig aufgebauten Anforderungskatalog dar, der Untersuchungen zur Vorlage von Primärdaten enthält, die eine ökotoxikologische Bewertung ermöglichen. Dazu zählen

- physikalisch-chemische Eigenschaften des Wirkstoffs und des Präparates,
- Charakterisierung der biologischen Wirkung, einschließlich der Anwendungsparameter,
- Metabolismus und Rückstandsverhalten in Pflanzen, Boden und Wasser, einschließlich der Identifizierung der Hauptmetaboliten und Laborergebnisse zum leaching-Verhalten im Boden,
- Charakterisierung der Warmblüttoxizität durch Untersuchungen zur akuten, subchronischen und Reproduktionstoxizität sowie zu Metabolismus und Toxikokinetik und
- toxikologische Daten von anderen Spezies, die in Tabelle 1 enthalten sind und sich auf Untersuchungen zur akuten Toxizität beziehen.

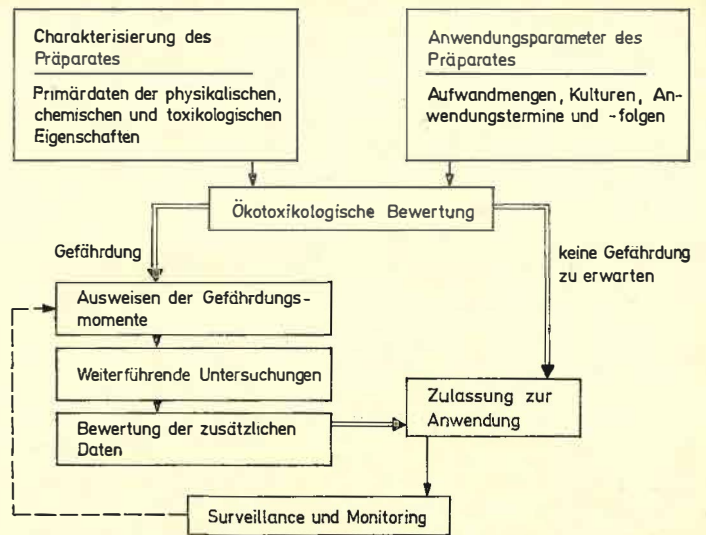


Abb. 1: Erzeugung und Einschätzung der Daten für die ökotoxikologische Bewertung von Pflanzenschutzmitteln

Sie sind entsprechend dem in Abbildung 1 dargestellten Schema vor der Zulassung eines PSM durch den Hersteller des Präparates zu erbringen. Bei der ökotoxikologischen Bewertung sind die vorgelegten Daten für die Extrapolation auf die landesspezifischen Umweltbedingungen zu nutzen. Das schließt Kenntnisse des Habitats der betreffenden Spezies ein und auf der Basis der Abbauraten sowie der Mobilität der PSM sind die Exposition und das Risiko für die Spezies einzuschätzen. Dabei hängen die vorherzusagenden Werte aus den Basisdaten von einer guten Konzeption zur Extrapolation der Daten von einer auf andere Spezies ab, denn einige Organismen tendieren zu einem größeren Risiko als andere. Sie sind in Beziehung zu Anwendungsbedingungen und -umfang zu stellen, die landesspezifisch zu beurteilen sind. Zeigt die ökotoxikologische Bewertung mögliche Gefahrenmomente auf, so sind entsprechend dem in Abbildung 1 dargestellten Schema zusätzliche Untersuchungen erforderlich. Diese sind von den Expertengremien eines jeden Landes festzulegen, wobei in dem FAO-Material (o. V., 1979) folgende Empfehlungen gegeben werden:

- Wasserorganismen  
In wäbrigem Medium persistente und über längere Zeit in größeren Konzentrationen vorhandene PSM sollten in Langzeituntersuchungen (bis zu 30 Tagen), Reproduktionstests oder anderen Tests, die die toxikologischen Eigenschaften erkennen lassen (z. B. Verhaltensstörungen), charakterisiert werden.
- Vögel  
Können PSM zu einer signifikanten Exposition für die Vögel führen oder zeigen sie eine hohe Vogeltoxizität, sollten Untersuchungen zur akuten Toxizität an weiteren Spezies und Langzeituntersuchungen durchgeführt werden, die erforderlichenfalls durch Reproduktionsuntersuchungen zu ergänzen sind.

Tabelle 1  
Vergleich der ökotoxikologischen Anforderungen der FAO und der DDR zur Vorlage von Primärdaten für die Zulassung

Tierart	FAO	DDR
Vogel	LC <sub>50</sub> p.o. - eine Spezies (5 Tage mit dem Futter)	LD <sub>50</sub> p.o.*) - Japanwachtel subchronische Toxizität, einschließlich Reproduktionsparameter Japanwachtel
Fische	LC <sub>50</sub> - eine Spezies (96 Stunden)	LC <sub>50</sub> - zwei Spezies (96 Stunden)
Fischnährtier	LC <sub>50</sub> - <i>Daphnia magna</i> (48 Stunden)	LC <sub>50</sub> - Daphnien oder Algen (48 Stunden)
Honigbiene	LD <sub>50</sub> p.o. Kontakttoxizität	LD <sub>50</sub> p.o. LC <sub>50</sub> p.o. Kontakttoxizität Freiland-Parzellenversuch Freiland-Großversuch für aviochemische Ausbringung

\*) wahlweise LC<sub>50</sub> p.o.

- Bodenorganismen  
Verfügen PSM über eine hohe Persistenz im Boden und kommen demzufolge über einen längeren Zeitraum mit höheren Rückständen vor, so sollten Untersuchungen an Bodenmikroorganismen erfolgen. Hierzu zählt die Testung der Bodenatmung, die bei signifikanter Veränderung durch weitere Studien zu ergänzen ist. Auch Untersuchungen an Regenwürmern werden als nützlich gewertet.

Die beschriebene Betrachtungsweise soll die ökotoxikologisch bedeutsamen PSM einer weiteren Untersuchung zuführen, um mögliche Gefährdungsmomente näher charakterisieren und durch entsprechende Maßnahmen ausschließen zu können.

In den Jahren 1974 bis 1976 wurden von einer Spezialisten-Gruppe der DDR und VRP die „Hygienisch-toxikologischen Anforderungen für die Zulassung von PSM und MBP in der DDR und VRP“ erarbeitet (o. V., 1976). Darin sind die zur ökotoxikologischen Bewertung notwendigen Ergebnisse experimenteller Untersuchungen ebenso festgelegt wie die für die Sicherung des Anwender- und Verbraucherschutzes erforderlichen hygienisch-toxikologischen Dokumentationen. Wie aus Tabelle 1 hervorgeht, entspricht dieser Untersuchungsumfang voll den von der FAO festgelegten Forderungen zur Vorlage der Primärdaten und geht in wesentlichen Positionen darüber hinaus. Dazu zählen vor allem die Untersuchungen zur Bienen- und Vogeltoxizität.

Ein Vergleich mit anderen Ländern zeigt, daß es zwischen diesen teilweise erhebliche Unterschiede gibt und wir noch weit davon entfernt sind, daß sich die Empfehlungen der FAO zur Harmonisierung der Anforderungen für die Registrierung, in der DDR staatliche Zulassung von PSM und MBP, in den Anforderungskatalogen der verschiedenen Länder widerspiegeln. Das soll am Beispiel der Untersuchungen zur Vogeltoxizität dargestellt werden.

### 3. Schutz der Vogelwelt

Die Avifauna nimmt in mehrfacher Hinsicht eine exponierte Stellung in der freilebenden Tierwelt ein. Neben dem ästhetischen Gesichtspunkt als wichtiger Faktor für den Erholungswert von Landschaften zur Reproduktion der menschlichen Arbeitskraft (TITEL, 1970), eignen sich Vögel aus einer Reihe von Gründen als Bioindikatoren zur Beurteilung des Zustandes der von ihnen bewohnten Ökosysteme (CLAUSING u. a., 1983). Das hat auch Rachel Carson erkannt, die mit ihrem Buch „Der stumme Frühling“ im Jahre 1958 u. a. auf die Auswirkungen einer ungenügend kontrollierten DDT-Anwendung in den USA auf die Vogelwelt aufmerksam machte. Dies zog zunehmend experimentell-toxikologische Untersuchungen nach sich, die letzten Endes zu den in Abschnitt 2 genannten Anforderungen führten.



Mit der Einführung der Japanwachtel als Modelltierart in Forschungseinrichtungen für Wildtoxikologie der USA u. a. Ländern wurden wichtige Erkenntnisse und Erfahrungen gewonnen. Das trifft auch auf die DDR zu, in der 1974 in der Ornithologischen Forschungsstelle Seebach des Instituts für Pflanzenschutzforschung Kleinmachnow mit Untersuchungen begonnen wurde. Ihr Umfang hängt entscheidend von der Art der Anwendung eines PSM oder MBP ab, d. h. von der Menge, die Vögel mit der Nahrung oder anstelle der Nahrung aufnehmen können. Abbildung 2 verdeutlicht das Herangehen an diese Untersuchungen in der DDR. Diese Verfahrensweise stimmt mit den in Abschnitt 2 beschriebenen FAO-Anforderungen überein und entspricht somit den internationalen Maßstäben. HILBIG u. a. (1984) analysierten die Anforderungen zur Vogeltoxizität in den USA, England, der DDR und der BRD, die in vereinfachter Form in Tabelle 2 wiedergegeben sind und diese Feststellung unterstreichen. Die derzeit gültigen „Hygienisch-toxikologischen Anforderungen“ werden gegenwärtig im Sinne des in Abbildung 2 wiedergegebenen Schemas für die DDR aktualisiert.

Die Richtigkeit eines solchen Herangehens konnte in der Ornithologischen Forschungsstelle Seebach bewiesen werden, in der inzwischen

- ca. 100 Wirkstoffe und Präparate auf die akute Toxizität,
- 14 Wirkstoffe auf die subchronische Toxizität und
- 8 Wirkstoffe auf Reproduktionsbeeinflussungen

untersucht wurden, neben einer Reihe von Spezialuntersuchungen mit Chlorphazinon und phosphororganischen Insektiziden. Für die praktische Verwertung der toxikologischen Ergebnisse ist, wie bereits erwähnt, die Extrapolation der im Laborexperiment erhaltenen Daten auf die Bedingungen der freilebenden Vogelwelt von entscheidender Bedeutung. Nach TUCKER und CRABTREE (1970) läßt sich aus den Daten der akuten Toxizität mit den Wirkstoffaufwandmengen ein Quotient errechnen. Ist dieser kleiner als 3, kann man ein PSM-bedingtes Mortalitätsgeschehen nicht ausschließen (GRÜN u. a., 1982). Derartige Wirkstoffe erfordern eine intensive toxikologische Prüfung, d. h., es sind Untersuchungen zur subchronischen Toxizität durchzuführen. Ergeben sich hierbei Zeichen von Reproduktionsstörungen, so sollte man die Reproduktionsparameter in einem Multigenerationstest ermitteln und nach Möglichkeit Freilanduntersuchungen anschließen.

Derartige Untersuchungen wurden mit dem Wirkstoff Parathion-methyl und seiner Formulierung Wofatox-Konzentrat 50 durchgeführt. Wie aus Tabelle 3 hervorgeht, weisen die Daten zur akuten Toxizität und der daraus errechnete Quotient von 1,5 eine Gefährdung aus.

Die Untersuchung der Langzeitwirkung erfolgte in einem 90-tägigen Fütterungstest an Japanwachteln, in dem die Tiere 6; 12; 24 bzw. 48 mg Wirkstoff pro kg Futter erhielten. Auffälligste Veränderung war die signifikante Hemmung der Cholinesteraseaktivität bei den Hähnen bereits ab 6 mg/kg Futter (Tab. 3) und die damit im Zusammenhang stehenden apathischen und koordinationsgestörten Zustände, die dosisabhängig

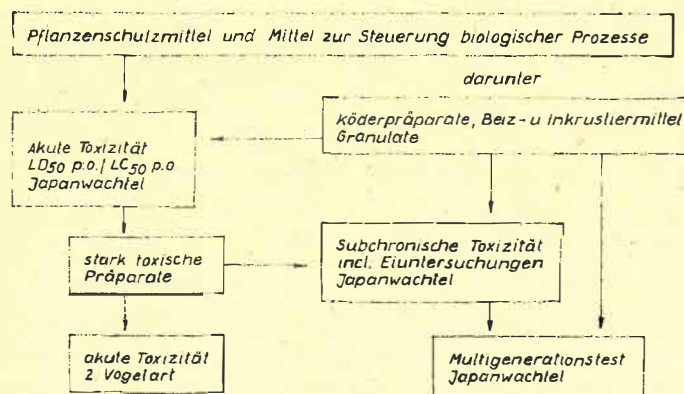


Abb. 2: Untersuchungsschema zur Vogeltoxizität von Pflanzenschutzmitteln

Tabelle 2

Anforderungen zur Untersuchung der Vogeltoxizität in ausgewählten Ländern (nach HILBIG u. a., 1984)

Land	USA	England	BRD	Holland*)
Tierart	Wasserwildvogel Landwildvögel	vorzugsweise Japanwachtel	Japanwachtel (Singvogelart)	vorzugsweise Japanwachtel
akute Toxizität LD <sub>50</sub> p.o.	eine Vogelart	eine Vogelart	eine Vogelart zwei Vogelarten**)	eine Vogelart
kumulative Toxizität LD <sub>50</sub> p.o.	zwei Vogelarten	bei LD <sub>50</sub> p.o. < 50 mg/kg KM oder Verdacht auf Kumulation	bei Verdacht auf Kumulation	eine Vogelart
subchronische Toxizität	—	—	—	eine Vogelart
Reproduktion	in begründeten Fällen, zwei Vogelarten	in begründeten Fällen Eiproduktion und Schlupfrate	in begründeten Fällen	—
Feldversuche	in begründeten Fällen	in begründeten Fällen	in Ausnahmefällen	—
Annahmeveruche	—	—	eine Vogelart**) als Grundlage für Feldversuche	—

\*) Ausschuß für Phytopharmazie, Wageningen

\*\*) Ködermittel, Saatgutbehandlungsmittel, Granulate

und turnusmäßig auftraten. Bei 48 mg/kg Futter war eine erhöhte Mortalität zu beobachten.

Bei der ermittelten Anzahl der gelegten Eier pro Henne und Tag war ab 24 mg/kg Futter eine auf 82 % und in der höchsten Dosisgruppe auf 35 % verringerte Legeleistung zu verzeichnen, wobei die durchschnittliche Eimasse gleichfalls reduziert ist (Tab. 3). Diese und andere untersuchte Parameter weisen aus, daß die unwirksame Dosis unterhalb von 6 mg/kg Futter liegt.

In einem gesonderten Versuch mit Japanwachteln wurde auf Grund ihrer Relevanz die Hemmung der Cholinesterase (ChE) in ihrem zeitlichen Verlauf in Blutplasma und Gehirn untersucht. Die ChE-Aktivität war 2 und 4 Stunden nach der oralen Verabreichung um ca. 50 % gehemmt, um über eine ChE-Hemmung von 12 bis 20 % nach 24 Stunden im Verlauf von 72 Stunden die Normalwerte zu erreichen. Der Einfluß des Alters und des Geschlechtes waren insgesamt zu vernachlässigen, wie auch die Dosierungen von 6 bzw. 12 mg Parathion-methyl pro kg Körpermasse den gleichen Hemmverlauf erkennen ließen. Zwischen der ChE-Aktivität im Blutplasma und im Gesamtgehirn besteht dagegen ein Zusammenhang. Daraufhin wurden Freilanduntersuchungen in mit Wofatox-Konzentrat 50 behandelten Kohlbeständen durchgeführt, zumal WHITE u. a. (1982) akute Vergiftungen durch Parathion-methyl beschreiben. Die Ermittlung der Abundanz von revieranzeigenden Feldlerchen

Tabelle 3

Ausgewählte Versuchsdaten zur Toxizität von Parathion-methyl gegenüber Japanwachteln

akute Toxizität	
Wirkstoff	LD <sub>50</sub> p.o. 24 mg/kg KM (♂) 45 mg/kg KM (♀) LC <sub>50</sub> p.o. 46 mg/kg KM (♂)
Wofatox-Konzentrat 50	LD <sub>50</sub> p.o. 18 mg/kg KM (♂)
Langzeitwirkung*)	
ChE-Hemmung ♂ ♀	ab 6 mg/kg Futter ab 12 mg/kg Futter
Reduzierung der Herzmasse	ab 48 mg/kg Futter
Reduzierung Legeleistung	ab 24 mg/kg Futter
Reduzierung der durchschnittlichen Eimasse	ab 12 mg/kg Futter
Reduzierung der Eibreite und -länge	ab 12 mg/kg Futter

\*) signifikant  $\alpha < 0,05$  zur Kontrolle

erbrachte keine Hinweise auf eine Beeinflussung der Zahl der Tiere und der Reviergrenzen. Das könnte mit den Ergebnissen von JACKSON und LEWIS (1979) zusammenhängen, die eine relativ hohe Flüchtigkeit des Wirkstoffes im Freiland beobachteten, wonach im Vergleich zum Applikationstermin einen bzw. drei Tage nach der Behandlung weniger als 50 % bzw. 10 % der Wirkstoffkonzentration in der Luft beobachtet wurden. Mit derartigen Ergebnissen wird die Voraussetzung geschaffen, unerwünschte Nebenwirkungen des Einsatzes von PSM und MBP auf die Avifauna zu beurteilen (Abb. 1) sowie das mögliche Risiko bereits im Stadium der Zulassung abzuschätzen und entsprechende Schlussfolgerungen zu ziehen, was an einem Beispiel bewiesen werden soll.

So wurde vor Jahren von der chemischen Industrie eine quecksilberfreie Beize für Getreidearten auf der Basis von Thiram, Carbendazim und Carboxin entwickelt. Die Testung dieser Wirkstoffe im Vergleich zu Phenylquecksilberacetat an Japanwachteln ergab, daß Thiram zu erheblichen Reproduktionsstörungen führt. Von den untersuchten Fungiziden schädigt Thiram die Reproduktion bereits bei 50 mg/kg Futter und somit bei einer Dosis, die weit unter der zu erwartenden Konzentration im gebeitzten Getreide liegt. Demgegenüber sind bei der Beizung von Getreide mit Carbendazim und Carboxin negative Wirkungen auf die Reproduktion kaum zu erwarten, da die entsprechende Dosis mit spezifischen Wirkungen relativ hoch ist. Auch das Phenylquecksilberacetat erwies sich weitaus weniger toxisch als das Thiram und ist den anderen beiden Wirkstoffen gleichzustellen. Somit hätte eine derartige Substitution zu einem ganz eindeutigen Nachteil für die körnerfressenden Vogelarten geführt.

Trotz der Unzulänglichkeiten einer Datenextrapolation von der Modelltierart Japanwachtel auf eine Vielzahl möglicher Zielpopulationen einer ganzen taxonomischen Klasse zeigen nach CLAUSING u. a. (1983) derartige Untersuchungen grundsätzliche phylogenetisch fixierte Unterschiede zwischen Vögeln und Säugern in der Reaktion auf toxische Einflüsse. So erweisen sich die phosphororganischen Insektizide als annähernd 10-fach toxischer für Vögel gegenüber Säugern.

Unter Beachtung

– der Kenntnisse über die Ökologie relevanter Vogelarten und  
– der Angaben zu Anwendungstechnologien, -termin und -kulturen der PSM und MBP

lassen sich Risikoabschätzungen hinsichtlich des Zusammenstehens potentiell vogelgefährdender Pflanzenschutzmaßnahmen mit bestandesbedrohten Vogelpopulationen führen. Auf der Grundlage dieser Risikoabschätzung können spezielle Anwendungsrichtlinien bzw. Einsatzbegrenzungen festgelegt werden. Letztlich sind das Maßnahmen, die der vollen Erhaltung unserer Vogelwelt und dem Grundanliegen dienen, eine Einheit zwischen Pflanzen- und Umweltschutz herzustellen.

#### 4. Zusammenfassung

Vor der Einführung von Maßnahmen des wissenschaftlich-technischen Fortschritts sind seine Auswirkungen auf die Umwelt abzuschätzen. Aus dieser Sicht erfolgt eine Betrachtung zum Pflanzenschutz der DDR.

Die national bestehenden ökotoxikologischen Anforderungen für die staatliche Zulassung von Pflanzenschutzmitteln und Mitteln zur Steuerung biologischer Prozesse werden mit den internationalen Empfehlungen verglichen. Dabei hat man zwischen der Vorlage von Primärdaten zu Vögeln, Fischen, Fischnährtieren und Honigbienen sowie vertiefenden Untersuchungen auf Grund von möglichen Risiken (einschließlich Bodenorganismen) zu unterscheiden.

Der Schutz der Vogelwelt wird einer eingehenden Betrachtung unterworfen. In diese werden die Empfehlungen anderer Länder einbezogen. Am Beispiel von Parathion-methyl wird der Weg zur Klärung möglicher Risiken aufgezeigt. Es erfolgt eine pauschale Bewertung von Wirkstoffen zur Saatgutbeizung.

#### Резюме

Международные и национальные экотоксикологические требования к применению пестицидов

До внедрения мер научно-технического прогресса необходимо определить их действие на окружающую среду. Под этим аспектом рассматривается защита растений в ГДР. Сопоставляют национальные экотоксикологические требования к регистрации пестицидов и средств управления биологическими процессами с международными рекомендациями. При этом различают как первичные данные о птицах, рыбах, кормовой фауне для рыб, медоносных пчелах и тщательные исследования о возможной опасности предложенных средств (включая и почвенных организмов). Подробно рассматривается защита птиц с учетом рекомендаций других стран. На примере паратион-метила указывается путь выявления возможного риска. Дается общая оценка действующих веществ для потравливания посевного материала.

#### Summary

International and national ecotoxicological criteria for the use of pesticides

The effects of techno-scientific progress on environment have to be rated with care before such measures are introduced into practice. Plant protection in the German Democratic Republic is considered from this angle.

The national ecotoxicological criteria for the registration of pesticides and bioregulators are compared with the respective international recommendations. A distinction has to be made between the presentation of primary data on birds, fish, fish food and honey bees, on the one hand, and more extensive studies as to potential risks (incl. soil microorganisms), on the other. Protection of the avifauna is discussed in greater detail, pointing out recommendations made abroad. Methyl-parathion is used as an example to illustrate the way of clarifying potential risks. Active agents used for seed dressing are assessed as a whole.

#### Literatur

- CLAUSING, P.; GRÜN, G.; RIEDEL, B.: Untersuchungen zur Vogeltoxizität von Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmitteln sowie Mitteln zur Steuerung biologischer Prozesse als Bestandteil der hygienisch-toxikologischen Anforderungen für ihre Zulassung. speziell psm 3 (1983) 1, S. 1-5  
ENGELS, F.: Anteil der Arbeit an der Menschwerdung des Affen. In: MARX-ENGELS: Ausgewählte Werke. 6. Aufl., Bd. 5, Berlin, Dietz-Verl., 1978, S. 387-389  
GRÜN, G.; SADEK, H.; CLAUSING, P.: Bewertung der akuten Toxizität von Pflanzenschutzmitteln für Vögel in Beziehung zu möglichen Nebenwirkungen im Freiland. Nachr.-Bl. Pflanzenschutz DDR 36 (1982), S. 127-130  
HILBIG, V.; MECHLER, U.; LUCAS, K.: Chemischer Pflanzenschutz und Vogelschutz. Bundesgesundh.-Bl. 27 (1984) 3, S. 67-76  
JACKSON, M. D.; LEWIS, R. G.: Vortalization of methyl-parathion from fields treated with microencapsulated emulsifiable formulation. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 21 (1979), S. 202-205  
TITTEL, W.: Aufgaben und Probleme der Landeskultur bei der Gestaltung des entwickelten Systems des Sozialismus in der DDR. Ber. Symposium sozial. Landeskultur und Pflanzenproduktion, Halle, 1970  
TUCKER, R. K.; CRABTREE, D. C.: Handbook of Toxicity of Pesticides to Wildlife. Denver Wildlife Res. Center Resource Publ. 84 (1970)  
WHITE, D. H.; MITCHEL, C. A.; WYNN, L. D.; FLICKINGER, F. L.; KOLBE, E. J.: Organophosphate insecticide poisoning of Canada geese in the Texas panhandle. J. Field Ornithol. 53 (1982), S. 22-27  
o. V.: Hygienisch-toxikologische Anforderungen für die Zulassung von Pflanzenschutzmitteln und Mitteln zur Steuerung biologischer Prozesse in der DDR und VRP. Kleinmachnow und Pszczyna, 1976  
o. V.: Report of AdHoc Government Consultation on International Standardization of Pesticide Registration Requirements, Rome, Oct. 1977. FAO, 1977  
o. V.: Report of the Expert Consultation on Environmental Criteria for Registration of Pesticides, Rome, June 1979. FAO, 1979  
o. V.: Report of Second Government Consultation on International Harmonization of Pesticide Registration Requirements, Rome, Oct. 1982. FAO, 1982

Anschrift der Verfasser:

Prof. Dr. sc. H. BEITZ

Dr. B. RIEDEL

Dr. G. GRÜN

Institut für Pflanzenschutzforschung Kleinmachnow der Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR  
DDR - 1532 Kleinmachnow  
Stahnsdorfer Damm 81



Peter GRÜBNER

## Schadgrenzen und analytische Überwachung von Herbizidrückständen im Boden

### 1. Einleitung

Im letzten Jahrzehnt sind international wie auch in der DDR die Bemühungen verstärkt worden, negative Nebenwirkungen, die beim Eintrag chemischer Verbindungen in den Boden auftreten können, zu untersuchen, Grenzwerte der Belastbarkeit für den Boden zu erarbeiten und deren Einhaltung in der landwirtschaftlichen Praxis analytisch zu überwachen. Für Pflanzenschutzmittelrückstände im Boden sind dabei im Gegensatz zu anderen Umweltmedien bzw. Nahrungs- und Futtermitteln erst Ansätze für ein einheitliches System der ökotoxikologischen Bewertung, Normierung und Überwachung vorhanden. Das mag seine Ursache zuerst in den besonderen Schwierigkeiten einer gültigen Bewertung umweltrelevanter Nebenwirkungen von Bodenrückständen haben. Der Boden ist ein mehrphasiges, sehr stark oberflächenaktives System, so daß eingebrachte Fremdstoffe nicht nur komplizierten Ab- und Umbauprozessen unterliegen, sondern auch an der großen „inneren“ Oberfläche adsorbiert und damit in ihrer Verfügbarkeit und biologischen Wirksamkeit eingeschränkt werden können. Außerdem ist der Boden ein offenes dynamisches System und steht mit anderen Komponenten des Ökosystems (Vegetation, Luft, Wasser) in ständigem Stoff- und Energieaustausch. Diese Prozesse betreffen natürlich auch die Rückstände von Pflanzenschutzmitteln (PSM), so daß die mit dem Übergang in die angrenzenden Medien verbundenen Probleme nur in einer interdisziplinären Zusammenarbeit bearbeitet und bewertet werden können. Einen beispielhaften Stand haben diese Arbeiten in der Sowjetunion erreicht. Untersuchungen zur ökotoxikologischen Bewertung und Normierung chemischer Stoffe wurden bereits 1953 begonnen. Gegenwärtig liegen zahlreiche, vom Ministerium für Gesundheitswesen der UdSSR bestätigte PDK-Werte – höchstzulässige Konzentrationen (mg/kg) – für Wirkstoffe von Pflanzenschutzmitteln im Boden vor (GONSCHARUK u. a., 1981).

Aus der Sicht des Pflanzenschutzes ist der Boden zuerst als Hauptproduktionsmittel der Landwirtschaft von Bedeutung. Das heißt, im Vordergrund der Betrachtung steht die von den Rückständen im Boden möglicherweise ausgehende Gefährdung der Kulturpflanzen, entweder durch direkte phytotoxische Wirkung oder durch Einflüsse auf die Bodenbiozönose und damit die Bodenfruchtbarkeit. Dabei verdienen Herbizide eine besondere Beachtung, weil einige ihrer Vertreter im Vergleich zu anderen PSM-Gruppen in relativ hohen Konzentrationen und über einen längeren Zeitraum im Boden verweilen können. Außerdem ist die Gefahr einer direkten phytotoxischen Rückstandswirkung bei wurzelaufnehmbaren Herbizidwirkstoffen besonders groß.

In diesem Beitrag sollen in Auswertung der Literatur und eigener Untersuchungen einige für den Pflanzenschutz wesentliche Ergebnisse und Probleme bei der Festlegung von Schadgrenzen und der analytischen Überwachung von Herbizidrückständen im Boden diskutiert werden. Vorangestellt sei eine kurze Betrachtung zu möglichen unerwünschten Nebenwirkungen der Rückstände.

### 2. Unerwünschte Nebenwirkungen von Herbizidrückständen im Boden

In Tabelle 1 werden einige mögliche Nebenwirkungen dargestellt. Übereinstimmend besteht die Auffassung, daß die

Tabelle 1

Mögliche unerwünschte Nebenwirkungen von Herbizidrückständen im Boden

Wirkung	Ergebnisse	
stimulierender bzw. depressiver Effekt auf Bodenbiozönose, insbes. auf Mikroorganismen	Humusschwund und Nährstoffauswaschung bzw. verringerte biologische Aktivität und Beeinflussung der phytoanitäre Regulierungsfunktion	Beeinträchtigung der Bodenfruchtbarkeit
Aufnahme über Wurzelsystem der Kulturpflanze	Phytotoxizität	
Einwaschung in Grundwasser	MZR-Überschreitung Überschreitung des Trinkwassergrenzwertes im Grundwasser	Beeinträchtigung der hygienisch-toxikologischen Qualität

Gefahr einer Beeinträchtigung der hygienisch-toxikologischen Qualität von pflanzlichen Produkten und Wasser durch eine vom Boden ausgehende sekundäre Kontamination mit Herbizidrückständen gering ist. Die dazu in der DDR auch mit einigen persistenten bzw. gut wasserlöslichen Wirkstoffen durchgeführten Untersuchungen (SCHMIDT und BEITZ, 1980) bestätigen, daß eine Kontamination zwar prinzipiell möglich, bei Einhaltung der zum Umgang mit PSM erlassenen Rechtsvorschriften aber nicht wahrscheinlich bzw. unterhalb der festgelegten Grenzwerte zu halten ist. Auch wenn neuere Erkenntnisse über die mögliche Aufnahme von Metaboliten oder von gebundenen Rückständen – bound residues – vorliegen (KHAN, 1982) und einer hygienisch-toxikologischen Bewertung bedürfen, wird sich nichts an der generellen Feststellung ändern, daß eine lebensmitteltoxikologisch relevante Kontamination von der Rückstandsbildung durch direkte Behandlung der Pflanzen und nicht vom Boden ausgeht. Erwähnt sei, daß sich erfolgreiche Ansätze abzeichnen, mit Hilfe mathematischer Modelle unter Berücksichtigung von Transpirationsrate, Feuchtigkeit, Wurzelentwicklung, Herbizidverteilung sowie Sorptionseigenschaften die aus dem Boden aufgenommenen Wirkstoffmengen prognostisch zu berechnen (ROBINSON und DUNHAM, 1982).

Zum Einfluß der PSM – einschließlich der Herbizidrückstände auf die Bodenfruchtbarkeit – erscheint eine abschließende Wertung als verfrüht. Der bisherige Erkenntnisstand läßt aber auch hier die Aussage zu, daß eine langfristige Beeinträchtigung der Bodenbiozönose mit negativen Auswirkungen auf die Bodenfruchtbarkeit nur in wenigen Fällen erwartet werden kann. Sie betreffen vor allem persistente Wirkstoffe, die wiederholt in hohen Aufwandmengen angewendet werden. Die dazu für Herbizide von DDR-Autoren veröffentlichten Berichte (MÜLLER, 1984; o. V., 1976) bestätigen dies. Sie verweisen auf die Notwendigkeit, bei der Erforschung der komplizierten Zusammenhänge die komplexe und langfristige Beeinflussung der Bodenfruchtbarkeit und der Biomasseproduktion zum Maßstab der Beurteilung zu machen.

Einer solchen realistischen Bewertung entspricht z. B. die Konzeption von DOMSCH u. a. (1983), in der natürlich wirkende Streßbedingungen auf die Bodenmikroorganismen und ihre Leistungen über einen längeren Zeitraum mit den durch die Anwendung von PSM verursachten Effekten verglichen und die ökotoxikologischen Konsequenzen mit verschiedenen Kategorien bewertet werden (vernachlässigbarer, tolerierbarer, kritischer Einfluß).

In der Auswertung der einschlägigen Literatur bis zum Beginn der 80er Jahre ermittelten diese Autoren, daß auf der Grundlage der von ihnen aufgestellten Kriterien nur 2 % aller beschriebenen Effekte durch PSM im kritischen Bereich liegen. Unter den dabei genannten Substanzen befinden sich vor allem Wirkstoffe von Bodendesinfektionsmitteln und Fungiziden, aber auch herbizide Wirkstoffe (z. B. Simazin und Atrazin). Auch aus neueren Arbeiten (MAAS u. a., 1983), die sich mit dem Einfluß von Herbizidkombinationen oder Spritzfolgen auf Bodenmikroorganismen beschäftigen, ergibt sich keine prinzipiell andere Einschätzung. International wird aus den bisher vorliegenden Ergebnissen die Forderung abgeleitet, die Nebenwirkungen im Boden weiter zu erforschen und die gewonnenen Erkenntnisse mit in die Reglementierung des Pflanzenschutzmitteleinsatzes einfließen zu lassen.

### 3. Bereiche phytotoxischer Schadgrenzen

Neben der beabsichtigten Vernichtung von Unkräutern kann es durch Herbizidrückstände im Boden auch zu direkten Schäden an Kulturpflanzen kommen: in der behandelten Kultur in Abhängigkeit von ihrer Konzentration (z. B. Überdosierung) und Lokalisierung (Einwaschung in die Wurzelzone) und in der Folgekultur, wenn wurzelaufnehmbare Rückstände zum Saat- bzw. Pflanztermin in zu hoher Konzentration vorliegen. Diese unerwünschte Nebenwirkung stellt den Ausnahmefall bei vorschriftsmäßigem Herbizideinsatz dar. Im Unterschied zu den oben genannten visuell nicht erkennbaren Effekten mit zumeist langfristiger Auswirkung reagiert die Kulturpflanze auf phytotoxische Rückstände mit entsprechenden Schadsymptomen. In der Pflanzenproduktion läuft also ein permanenter Biotest ab, und die Überwachung des Kulturzustandes ist ein vorzügliches Monitoringsystem auf phytotoxisch wirkende Rückstände im Boden. Für starke Schäden und gut überschaubare Zusammenhänge zwischen Schadursache und Wirkung reicht zur Aufklärung von Schadensfällen eine Symptomdiagnose unter Freilandbedingungen aus. Bei geringem Schädigungsgrad und geringer Symptombildung sowie bei komplizierten bzw. multiplen Schadsymptomen gilt die gleiche Forderung, wie sie BERGMANN (1983) im Hinblick auf eine Beeinflussung der Kulturpflanzen durch Ernährungsstörungen stellt: Die visuelle Diagnose ist erforderlichenfalls durch exakte, aus analytischen Untersuchungen gewonnenen Meßdaten von Böden und Pflanzen zu ergänzen. Über die diesbezüglichen Möglichkeiten und Grenzen der chemischen Rückstandsuntersuchungen wurde bereits berichtet (GRÜBNER und RODER, 1978).

Die Einflußfaktoren auf die Pflanzenverfügbarkeit und phytotoxische Wirkung von Herbizidrückständen im Boden sind sehr vielfältig und variabel, so daß die Frage nach der Interpretation und Bewertung chemisch-analytischer Ergebnisse zu beantworten ist. Wie für andere Fremdstoffe im Boden (z. B. Schwermetalle, zitiert bei BERGMANN, 1983) sollte auch hier mit orientierenden Wertebereichen gearbeitet werden, die mit fortschreitendem Erkenntnisstand zu präzisieren sind. In Tabelle 2 wurden für eine Reihe wurzelaufnehmbarer Herbizidwirkstoffe entsprechende Bereiche von Schadgrenzen in Auswertung der Literatur und eigener Beobachtungen angegeben. Besonders berücksichtigt wurden dabei persistente Wirkstoffe, weil von ihnen die größte Gefährdung ausgehen kann. Die Konzentrationsangaben beziehen sich auf das Jugendstadium der Pflanzen und wurden zumeist für Böden mit einem Humusgehalt zwischen 1,5 und 5 % ermittelt. Literaturangaben für extreme Böden (Sand, Moorböden) wurden nicht berücksichtigt. In Tabelle 2 sind Schadgrenzen bzw. ED<sub>50</sub>-Werte aufgenommen worden, die folgender Definition entsprechen:

– Schadgrenze  $\hat{=}$  Konzentration des herbiziden Wirkstoffes im Boden (mg/kg im Hauptwurzelbereich der Kulturpflanze), bei der Schadsymptome und sehr wahrscheinlich negative Auswirkungen auf Ertrag oder Qualität auftreten.

Tabelle 2

Bereiche phytotoxischer Schadgrenzen und ED<sub>50</sub>-Werte für Herbizidrückstände im Boden (mg/kg)

Schadgrenze	ED <sub>50</sub>	Pflanzenart
<b>Simazin, Atrazin, Propazin</b>		
0,05 ... 0,1		Zuckerrübe, Stoppelrübe
0,1 ... 0,2		Kresse, Salat, Radies, Gurke, Tomate, kleinsamige Leguminosen, Hafer
0,2 ... 0,3		Weizen, Roggen, Gerste
0,5 ... 1,0		großkörnige Leguminosen, Kartoffeln
1,0 ... 3,0		Edelnelken, Azaleen, Eriken (humose Substrate)
2,0 ... 4,0		Apfel, einjährig
<b>Prometryn</b>		
	0,2	Stoppelrübe
	0,6	Kresse
<b>Metribuzin</b>		
	0,05	Stoppelrübe
	0,1 ... 0,2	Kresse
	0,2 ... 0,6	Gurke
<b>Lenacil</b>		
0,1 ... 0,2		Gurke, Weidelgras
0,2 ... 0,3		Weizen
	0,25	Salat
	0,35	Futterrübe
	0,55	Weidelgras
<b>Amitrol</b>		
0,5 ... 1,0		Hafer
2,0 ... 4,0		Gurke (humoses Substrat)
<b>Diuron, Linuron, Monolinuron</b>		
0,2 ... 0,6		Zuckerrübe, Gurke, Bohne
	0,4 ... 0,75	Futterrübe, Salat, Weidelgras
	0,4 ... 0,9	Hafer
<b>Pendimethalin</b>		
0,15		Weizen
	0,35	Weizen
<b>Trifluralin</b>		
	1,3 ... 3,1	Hafer
<b>Triallat</b>		
	1,1	Hafer
<b>Dalapon</b>		
7,5 ... 17,5	16,0 ... 29,0	Weizen, Hafer
<b>TCA</b>		
	0,8 ... 1,1	Weizen, Roggen
	1,5 ... 2,0	Gerste, Hafer
	2,1	Mais
	27,0	Zuckerrübe
	über 70,0	Raps, Rübsen, Senf, Sonnenblume, Ölrettich, Möhren, Kohl, Erbsen, Kartoffeln
<b>Picloram</b>		
0,1		Sonnenblume
<b>Natriumchlorat</b>		
2,0 ... 4,0		Gerste, Roggen, Grünland-Ansaat

– ED<sub>50</sub>  $\hat{=}$  Konzentration des herbiziden Wirkstoffes im Boden (mg/kg im Hauptwurzelbereich der Kulturpflanze), bei der eine 50%ige Reduzierung eines bestimmten ertragsbeeinflussenden Parameters auftritt (z. B. Sproßgewicht, Wurzellänge).

Zur Ermittlung der Wertebereiche wurde allgemein der Biotest verwendet, zum Teil unterstützt durch die chemische Rückstandsuntersuchung. Dabei dominierte der Gefäßversuch mit Auswertung der Sproßgewichte. Unsere eigenen Ergebnisse wurden bei der Bearbeitung von Schadensfällen in der Praxis gewonnen.

Die komplizierten Zusammenhänge zwischen Konzentration und phytotoxischer Wirkung werden durch die in Tabelle 2 gewählte Form der Darstellung nur stark vereinfacht wiedergegeben. Die Angabe von Wirkstoff und Pflanzenart unter Berücksichtigung des Humusgehaltes läßt sich wie folgt begründen:

Von den Rückständen der Ausgangswirkstoffe geht die größte phytotoxische Wirkung aus, weil die beim Abbau entstehenden Metabolite bis auf wenige Ausnahmen geringer oder nicht phytotoxisch wirksam sind. So führt z. B. der mikrobielle Abbau der Chlor-S-Triazine im Boden u. a. zu stark (Deethylierung) bzw.



schwach phytotoxischen (Desalkylierung) Verbindungen, aber in weitaus geringerer Konzentration und Persistenz als die Ausgangsverbindungen (KAUFMAN und KEARNEY, 1970). Weiterhin sind unterschiedliche Sortenreaktionen bekannt, die aber im allgemeinen geringer sind als die Unterschiede zwischen den Pflanzenarten. Schließlich beeinflussen neben dem Humusgehalt eine Reihe weiterer Bodeneigenschaften die Phytotoxizität. Dieser ist aber für die Wirkung der meisten Herbizide von entscheidender Bedeutung.

In Auswertung der Tabelle 2 liegt für die Mehrzahl der besonders empfindlichen Pflanzenarten der kritische Konzentrationsbereich im Hinblick auf eine phytotoxische Rückstandswirkung zwischen 0,1 und 0,5 mg/kg. Eine Ausnahme bilden die halogenierten aliphatischen Carbonsäuren (TCA und Dalapon) sowie Natriumchlorat mit Schadgrenzen, die um eine Zehnerpotenz höher liegen. Es darf vermutet werden – ohne daß ein exakter Nachweis im einzelnen geführt werden kann –, daß Wirkstoffrückstände von Bodenherbiziden, die unterhalb der phytotoxischen Konzentrationsbereiche liegen, auch hinsichtlich anderer Nebenwirkungen (siehe Tab. 1) tolerierbar sind. Mit dieser Überlegung sollte für Wirkstoffe von Bodenherbiziden ein Ansatzpunkt zur Ableitung von maximal zulässigen Rückstandskonzentrationen (Grenzwerten) im Boden gegeben sein, der an anderer Stelle diskutiert werden soll.

#### 4. Probleme und Ergebnisse der analytischen Überwachung

Unter Praxisbedingungen, d. h. nach selektiver Anwendung von maximal 1,5 kg/ha Aktivsubstanz, liegen die Anfangsrückstände von Herbiziden im oberen Krümenbereich zwischen 0,2 und 2,0 mg/kg. Bis zum Anbau der Folgekultur erfolgt zum größten Teil ein Abbau dieser Rückstände bis auf Konzentrationen unterhalb der phytotoxischen Schadgrenze. Entsprechende Untersuchungen werden bei der Entwicklung und Prüfung der Herbizide als Voraussetzung für die staatliche Zulassung durchgeführt. Für persistente Wirkstoffe sind Wartezeiten bis zum Anbau der Folgekultur bzw. Hinweise zur Empfindlichkeit und damit Eignung verschiedener Pflanzenarten für den Nachbau zu beachten.

In jüngster Zeit wird versucht, eine Vorhersage der Rückstandsdynamik und des verbleibenden Rückstandspegels auf der Grundlage mathematischer Simulationsmodelle zu treffen. Von einer guten Übereinstimmung zwischen berechneten und gemessenen Simazin- und Atrazinrückständen an drei rumänischen Standorten berichten PESTEMER u. a. (1984). Dieses Verfahren ist aber sehr aufwendig und noch nicht genügend sicher.

WALKER (1983) gibt z. B. für entsprechende Simazin-Modelle nur eine 50%ige Übereinstimmung mit den ermittelten Analyseergebnissen an. Ausreichend sicher ist mit Hilfe mathematischer Überlegungen die obere Grenze der Wirkstoffakkumulation im Boden in Abhängigkeit von der Halbwertszeit prognostizierbar (HAMAKER, 1966). Danach werden für Wirkstoffe mit einer Halbwertszeit im Boden bis zu einem Monat bei jährlich einer Anwendung die Initialrückstände auch bei langjährigem Einsatz nicht überschritten. Bei sehr persistenten PSM mit Halbwertszeiten von etwa einem Jahr können die Rückstände im Laufe der Jahre theoretisch bis auf das Doppelte des Ausgangsrückstandes anwachsen.

Bei der praktischen Anwendung liegen weitaus komplexere Einflüsse vor, als im mathematischen Modell erfaßt oder in der Anwendungsforschung geprüft werden können, so daß unter besonderen Umständen höhere Rückstände und als Folge davon unerwünschte Nebenwirkungen möglich sind.

Aus diesem Grund gehört die analytische Überwachung von Herbizidrückständen in der Praxis mit zum Gesamtsystem der ökotoxikologischen Absicherung der Pflanzenschutzmittelanwendung, zumal mit den Herbiziden ein großer Anteil aller eingesetzten PSM in den Boden gelangt.

Eine analytische Überwachung kann folgende Ergebnisse liefern:

- Sie gestattet eine Einschätzung, ob die aus den Forschungsergebnissen hergeleitete Reglementierung in der Praxis den Erfordernissen entspricht.
- Sie kontrolliert die Einhaltung der Vorschriften durch die landwirtschaftliche Praxis im Sinne einer Qualitätsüberwachung.
- Ihre Einzelergebnisse können die Meßdaten (Bodenfruchtbarkeitskennziffern) komplettieren, die von jedem Schlag zur Erzielung von Höchstträgen benötigt werden.

Für eine analytische Überwachung in diesem weitgefaßten Sinne ist die chemische Rückstandsuntersuchung mit der möglichen Identifizierung des Wirkstoffes und der Erfassung des extrahierbaren Gesamtgehaltes im Boden besser geeignet als Bioteste. Diese werden speziell verwendet, um Nachbauempfehlungen zur Vermeidung von Schäden an der Folgekultur zu geben.

Eine analytische Überwachung des Bodens kann nach folgenden Prinzipien durchgeführt werden:

- a) Mittels Monitoring, d. h. einem System sich wiederholender Messungen mit Hilfe zu fällig ausgewählter Proben, die repräsentativ für das zu Beurteilende sind.

Derartige Untersuchungen werden mit sehr großen Probenzahlen besonders in den USA durchgeführt. Seit 1964 ist der Boden in diese gegenwärtig von der Environmental Protection Agency (EPA) organisierte Überwachung der Umwelt auf PSM-Rückstände einbezogen. Im Abstand von 4 Jahren werden Proben an mehreren tausend Stellen bis 7,5 cm Tiefe gezogen und seit Mitte der siebziger Jahre auch auf Herbizidwirkstoffe (Triazine, Phenoxyalkansäuren) untersucht. Die Auswertung der Ergebnisse (Kontaminationsgrad, Durchschnitts-, Maximal- und Minimalwerte) erfolgt so, daß Tendenzen über längere Zeiträume verfolgt und auch regionale Unterschiede im Rückstandsverhalten auf Grund verschiedener klimatischer Bedingungen und Bodenbedingungen abgelesen werden können (NIGG u. a., 1983; KUTZ, 1983).

- b) Durch Untersuchungen über mehrere Jahre oder einmalig an g e z i e l t ausgewählten Standorten, die eine besondere Gefährdung erwarten lassen.

Bei der Auswahl berücksichtigt man insbesondere die Wirkeigenschaften (z. B. Persistenz), den Umfang und die Art der Anwendung (z. B. langjährige Anwendung hoher Aufwandmengen in Dauerkulturen) und die Standortfaktoren. Eine derartige Überwachung wird in vielen Ländern durchgeführt. Aus den zahlreichen Literaturangaben geht hervor, daß auch nach langjähriger Anwendung persistenter Herbizide keine stetige Wirkstoffakkumulation im Boden zu beobachten ist.

Für die Organisation der durch die staatlichen Einrichtungen des Pflanzenschutzes der DDR Ende der siebziger Jahre begonnenen Überwachung wurden bereits Vorschläge gemacht (GRÜBNER, 1983). Nach folgenden Prinzipien sollte auch weiterhin verfahren werden:

- Problemstellungen, die praxisrelevante Aussagen erwarten lassen.
- Organisation der Probennahme durch die staatlichen Einrichtungen des Pflanzenschutzes.
- Zeitpunkt der Probenahme zum Saat- oder Pflanztermin (fertiges Saatbett), weil eine Bewertung der Ergebnisse im Vergleich zu phytotoxischen Schadgrenzen zu diesem Termin des „In Nutzung Nehmens“ der Böden am sinnvollsten ist. Bei Dauerkulturen sollte die Probenahme zum Vegetationsbeginn, vor der Frühjahrsbehandlung, erfolgen.
- Entnahmetiefe 0 bis 10 und 10 bis 20 cm; in Dauerkulturen 0 bis 10, 10 bis 20 und 20 bis 40 cm. Besondere Sorgfalt bei der Probenahme, denn der Probenahmefehler liegt erfahrungsgemäß viel höher als der Analysenfehler.
- Verwendung einfacher, zeitsparender Gruppenmethoden (multiple residue methods) sowie einheitliche Dokumentation.



Tabelle 3

Ergebnisse der Überwachung von Herbizidrückständen im Boden

Nr.	Wirkstoff	Standorte Entnahmetiefe	Probe- nahme	Proben	
				kon- taminiert*) (%)	im kriti- schen Bereich**) (%)
Jährlich gleiche Standorte					
1	Simazin Atrazin Prometryn	33, Ackerfläche verschiedene Kulturen besonders Fruchtfolgen mit 50 % Getreide D1 . . . 4, L63 . . . 5, V6 . . . 8 0 . . . 10 cm	1979/80 1981/82 1983/84	31	5
2	Simazin Atrazin	12, Apfelanlagen L63 . . . 4, D4 0 . . . 20 cm	1979/81 1982/83	90	4
Jährlich verschiedene Standorte					
3	Simazin Atrazin Prometryn	64, Wintergetreide nach Mais, Kartoffeln 0 . . . 10 cm	1976/82 1983	33	6
4	Simazin Atrazin	43, Zuckerrübe nach ver- schiedenen Vorfrüchten, in Fruchtfolgen mit hohem Anteil Getreide 0 . . . 10 cm	1979/81 1983	9	0
5	Lenacil	24, Winterweizen nach Zuckerrüben 0 . . . 10 cm	1983	21	0
6	Simazin Lenacil Chloroxuron	13, Erdbeeranlagen 0 . . . 20 cm	1980	38	0
7	Simazin	15, Wein 0 . . . 20 cm	1978	67	7
Nr. 1, 3, 4		in den Bezirken Dresden und Leipzig			
Nr. 2, 5, 6, 7		im Bezirk Dresden			

\*) Nachweisgrenzen: Triazine, Lenacil, Chloroxuron 0,05 mg/kg

\*\*) Ackerfläche: im phytotoxischen Bereich (siehe Tab. 2)  
Obstanlagen: über 0,5 mg/kg

In Tabelle 3 wurden einige Untersuchungsergebnisse des Pflanzenschutzamtes Dresden zusammengefaßt. Sie gestatten Aussagen zum Rückstandsverhalten vor allem von Simazin und Atrazin an Standorten, auf denen langjährig hohe Aufwandmengen eingesetzt werden oder sehr empfindliche Fruchtarten gefährdet erscheinen, sowie zum Einfluß besonderer Witterungsbedingungen auf die Herbizidkontamination des Bodens (z. B. Trockenjahre 1982/83). Obwohl die Probenzahl im Rahmen der Überwachung begrenzt ist, kann unter Berücksichtigung der von uns bearbeiteten Schadensfälle folgende Einschätzung gegeben werden:

– Die Trockenjahre 1982 und 1983 haben in der Praxis nicht in dem erwarteten Maße zu Problemen durch Herbizidanreicherungen geführt. Dies ist neben bereits diskutierten Gründen (GRÜBNER, 1983) sehr wahrscheinlich auf den Einfluß der Bodenbearbeitung zurückzuführen. Im Hinblick auf Nachfruchtschäden interessiert in der Praxis nicht die Persistenz des Wirkstoffes an sich, sondern die Kontamination im oberen Krumbereich. In Trockenjahren bleiben die Rückstände oberflächennah lokalisiert und werden durch das wendende Pflügen aus der Wurzelzone der jungen Pflanze entfernt.

In welchem unterschiedlichem Maße die Rückstandswirkung durch die Bodenbearbeitung beeinflusst werden kann, wird bei der pfluglosen Grundbodenbearbeitung zu Wintergetreide nach Hackfrüchten und Mais deutlich. Hier erfolgt nur ein Vermengen der oberen Schicht durch Scheiben- oder Grubberwerkzeuge bis zu einer Bearbeitungstiefe von 10 bis 15 cm, so daß die Rückstände in der Keimzone verbleiben. In Trockenjahren ist deshalb der Einsatz der Bodenherbizide auf der Basis von Simazin, Atrazin, Lenacil oder Natriumchlorat in der Vorkultur bei der Wahl des Bearbeitungsver-

fahrens zu berücksichtigen (OTTO u. a., 1984). Dies konnte bei der Bearbeitung von Schadensfällen bestätigt werden. Erhöhte Lenacil-Rückstände als Ursache von Schäden an Winterweizen im Nachbau von Zuckerrüben wurden von uns vor allem in den Trockenjahren 1982/83 in Proben von pfluglos bestellten Flächen nachgewiesen. Die 1984 auch nach Vor- und Nachauflaufenwendung von Lenacil-Herbiziden in Zuckerrüben beobachteten und beprobten Weizenflächen zeigten dagegen keine Schäden bzw. Rückstände im phytotoxischen Bereich.

– Der höchste Kontaminationsgrad persistenter Wirkstoffe (Simazin, Atrazin) wurde erwartungsgemäß in Obstanlagen gefunden, ohne daß dabei Anzeichen einer stetigen Akkumulation zu erkennen waren. Die vor der neuen Behandlung noch nachweisbaren Konzentrationen liegen im Bereich bis zu 0,5 mg/kg. Eine direkte phytotoxische Wirkung ist dadurch zwar nur für Folgekulturen nach der Rodung zu erwarten, im Hinblick auf langfristige Nebenwirkungen sind diese Ergebnisse aber zu beachten.

– Untersuchungen auf Ackerflächen mit Kulturen, die durch Herbizidrückstände aus der Vorfrucht besonders gefährdet erscheinen, brachten günstige Ergebnisse. Der Kontaminationsgrad der Proben ist zwar auch auf Ackerfläche relativ hoch (Tab. 3, Nr. 1 und 3), weil besonders kritische Standorte bzw. Fruchtfolgen ausgewählt wurden. Der Anteil Proben in einem Bereich, in dem stärkere negative Nebenwirkungen erwartet werden müssen, ist aber gering. Auf Rübenschlügen in Fruchtfolgen mit hohem Anteil an Getreide und regelmäßiger Anwendung von Triazin-Herbiziden sowie in Winterweizen im Nachbau von Zuckerrüben, die mit Lenacil-Herbiziden behandelt wurden, traten an den ausgewählten Standorten keine Rückstände im phytotoxischen Bereich auf. In relativ geringem Umfang wurden kritische Konzentrationen von Simazin oder Atrazin in Wintergetreide im Nachbau von Mais oder Kartoffeln erreicht. Dabei resultieren die in Tabelle 3, Nr. 3 angegebenen 6 % im kritischen Bereich vor allem aus Untersuchungen in der Folge Mais-Wintergetreide in den Jahren 1976, 1982 und 1983.

Derartige Untersuchungen sollen unter Einbeziehung weiterer Wirkstoffe und Kulturen und unter Berücksichtigung der Standort- und Witterungsbedingungen in den nächsten Jahren fortgesetzt werden. Sehr zu begrüßen ist, daß zunehmend Anregungen zur Untersuchung spezieller Probleme von Kollegen aus der Praxis gegeben werden, die exakte Auskünfte über die Rückstandsbelastung ihrer Schläge haben wollen. Sie sind Ausdruck eines gewachsenen Umwelt- und Verantwortungsbewußtseins bei der PSM-Anwendung.

## 5. Zusammenfassung

Es werden unerwünschte Nebenwirkungen von Herbizidrückständen im Boden im Hinblick auf eine Beeinträchtigung der Bodenfruchtbarkeit und der hygienisch-toxikologischen Qualität von Pflanze und Wasser diskutiert. Zu ihrer Minimierung ist im Gesamtsystem der ökotoxikologischen Absicherung des Pflanzenschutzmitteleinsatzes auch eine analytische Überwachung des Bodens in der Praxis erforderlich. Aus der Sicht des Pflanzenschutzes sind zur Bewertung der analytischen Ergebnisse Bereiche phytotoxischer Schädgrenzen vorteilhaft. Derartige Bereiche werden in Auswertung der Literatur angegeben. Ergebnisse der analytischen Überwachung, insbesondere von Triazin-Rückständen auf Ackerfläche und in Obstanlagen des Bezirkes Dresden, werden mitgeteilt. Sie bestätigen die allgemein vertretene Meinung, daß bei einer guten landwirtschaftlichen Praxis das Risiko kritischer Nebenwirkungen durch Herbizidrückstände im Boden gering ist.



## Резюме

### Пороги вредоносности и аналитический контроль остаточных количеств гербицидов в почве

Рассматриваются нежелательные побочные действия остаточных количеств гербицидов в почве с особым учетом снижения плодородия почвы и токсиколого-гигиенического качества растений и воды. В интересах их минимизации вобщей системе экотоксикологической безопасности применения пестицидов на практике требуется тоже аналитический контроль почвы. С точки зрения защиты растений целесообразно определение пределов вредоносности для оценки аналитических результатов. Такие пределы приводятся в таблице. Сообщаются результаты аналитического контроля, в особенности остатков триазина на пашне и в плодовых насаждениях Дрезденского округа. Они утверждают общепринятое мнение о том, что при хорошей организации сельского хозяйства риск появления критических побочных действий в связи с остаточными количествами гербицидов в почве незначительный.

## Summary

### Injury thresholds and analytical monitoring of herbicidal residues in soil

Adverse side-effects of herbicidal residues in the soil are discussed with regard to the impairment of soil fertility and the sanitary-toxicological quality of plants and water. To minimize such side-effects, analytical soil monitoring has to be included in the overall system of environmental safety of pesticides use in practice. From the angle of plant protection, certain ranges of phytotoxic injury threshold concentrations are suitable for rating the analytical data obtained. Some of these threshold ranges are listed in a table. Results of analytical monitoring are submitted, particularly for triazine residues in arable land and fruit plantations in the county of Dresden. They prove the common view that under sound agricultural practice there would be only little risk of critical side-effects coming from herbicidal residues in the soil.



Aus  
Fachzeitschriften  
sozialistischer  
Länder

**OCHRONA  
ROŚLIN**

Warschau

Nr. 11/12/1984

LIPA, J. J.: Warum ist die Integrierung der Pflanzenschutzmethoden notwendig? (S. 3-5)

SUSKI, Z. W.: Rolle der synthetischen chemischen Mittel bei integriertem Pflanzenschutz (S. 5-8)

LIPA, J. J.: Rolle der biologischen Methode bei integrierten Pflanzenschutzprogrammen (S. 9-11)

KAGAN, F.: Rolle der agrotechnischen Methode bei integrierten Pflanzenschutzprogrammen (S. 11-13)

PIEKARCZYK, K.: Prognostizierung und Signalisierung des Auftretens der Schädlinge und Krankheiten als Grundlage integrierter Pflanzenschutzprogramme (S. 13-15)

NIEMCZYK, E.: Integrierte Methoden des Schutzes der Apfelobstgärten (S. 15-18)

OLSZAK, R.; MACIESIAK, A.: Möglichkeit einer integrierten Bekämpfung von *Stigmella malella* (S. 18-21)

KORNOBIS, S.: Integrierte Bekämpfungsmethoden des Kartoffelnematoden (S. 23-24)

BERBEĆ, E.: Integrierte Schutzmethoden der Rübe (S. 24-26)

CZERNIAKOWSKI, Z.: Integrierte Bekämpfungsmethode der Raps-Schädlinge (S. 26-29)

NAWROCKA, B.: Integrierte Schutzmethode des Kopfkohls, Blumenkohls und des Brokkolis (S. 29-31)

## Literatur

BERGMANN, W.: Ernährungsstörungen bei Kulturpflanzen. Jena, Gustav Fischer Verl., 1983, 614 S.

DOMSCH, K. H.; JAGNOW, G.; ANDERSSON, T. H.: An ecological concept for the assessment of side-effects of agrochemicals on soil microorganisms. Res. rev. 86 (1983), S. 66-105

GONSCHARUK, E. I.; PROKOPOVITCH, A. S.; SCHOŠTAK, L. B.: Hygienische Normierung chemischer Stoffe im Boden als Mittel zur Vermeidung von Verunreinigungen des Ökosystems. Chemie in der Landwirtschaft (Moskau) 10 (1981), S. 19-21 (russ.)

GRÜBNER, P.; RODER, W.: Möglichkeiten der chemischen Rückstandsuntersuchungen bei der Aufklärung bzw. Verhütung von Herbizidschäden an Kulturpflanzen. Nachr.-Bl. Pflanzenschutz DDR 32 (1978), S. 97-101

GRÜBNER, P.: Ergebnisse zum Vorkommen persistenter Herbizide in Böden aus der Praxis und ihre Bedeutung. Nachr.-Bl. Pflanzenschutz DDR 37 (1983), S. 145-149

HAMAKER, J. W.: Mathematical prediction of cumulative levels of pesticides in soil. Advances in chem. ser. (1966) 60, S. 122-131

KAUFMAN, D. D.; KEARNEY, P. C.: Microbial degradation of s-triazine herbicides. Res. rev. 32 (1970), S. 235-265

KHAN, S. U.: Bound residues in soil and plants. Res. rev. 84 (1982), S. 1-25

KUTZ, F. W.: Chemical exposure monitoring. Res. rev. 85 (1983), S. 277-292

MAAS, G.; MALKOMES, H. P.; PESTEMER, W.: Einfluß von Herbiziden allein und von Pflanzenschutzmittel-Spritzfolgen auf bodenbiologische Aktivitäten. Gesunde Pflanzen 35 (1983), S. 329-336

MULLER, G.: Erkenntnisse zum Einfluß von Herbiziden auf die Bodenatmung. Nachr.-Bl. Pflanzenschutz DDR 38 (1984), S. 139-142

NIGG, H. N.; HENRY, J. A.; STAMPER, J. H.: Regional behaviour of pesticides residues in the united states. Res. rev. 85 (1983), S. 257-276

OTTO, R.; MIEGEL, E.; HOFMANN, B.; LANDMANN, R.: Ergebnisse zur pfluglosen Grundbodenbearbeitung von Winterweizen nach Zuckerrüben auf Lößstandorten. Feldwirtschaft 25 (1984), S. 357-359

PESTEMER, W.; RADULESCU, V.; WALKER, A.; GHINEA, L.: Residualwirkung von Chlorotriazin-Herbiziden im Boden an drei rumänischen Standorten. I. Prognose der Persistenz von Simazin und Atrazin im Boden. Weed res. 24 (1984), S. 359-369

ROBINSON, R. C.; DUNHAM, R. J.: The uptake of soil-applied chloro-triazines by seedlings and its prediction. Weed res. 22 (1982), S. 223-236

SCHMIDT, H.; BEITZ, H.: Erkenntnisse zum Eindringen von Pflanzenschutzmitteln in das Grundwasser und daraus abzuleitende Schutzmaßnahmen. Nachr.-Bl. Pflanzenschutz DDR 34 (1980), S. 146-150

WALKER, A.: EWRS herbicide-soil working group: collaborative experiment in simazine persistence in soil. Weed res. 23 (1983), S. 373-383

o. V.: Tagungsbericht des Symposiums „Ökologie und Pflanzenschutz“ der biologischen Gesellschaft der DDR. Kühlungsborn, 1976

### Anschrift des Verfassers:

Dr. P. GRÜBNER  
Pflanzenschutzamt beim Rat des Bezirkes Dresden  
DDR - 8019 Dresden  
Stübelallee 2



## Rückstandstoxikologische Bewertung des Einsatzes von Carbendazim-Fungiziden in Getreide

### 1. Zielstellung

In den letzten Jahren führte die Diskussion zur toxikologischen Bewertung von Benomyl und Carbendazim (zugleich Umwandlungsprodukt aus Benomyl in den Pflanzen) zu Unsicherheiten hinsichtlich des weiteren Einsatzes ihrer Präparate und in einigen Ländern (z. B. VR Polen, BRD, skandinavische Länder) kam es zu Einsatzbegrenzungen. Ursache dafür waren einzelne Untersuchungsbefunde zur Teratogenität und Kanzerogenität (o. V., 1981), die beispielsweise die skandinavischen Länder veranlaßten, den national festgelegten ADI-Wert für beide Wirkstoffe von 0,08 auf 0,008 mg · kg<sup>-1</sup> · d<sup>-1</sup> herabzusetzen. Der von ihnen beim Codex Committee on Pesticide Residues der FAO eingebrachte Antrag, die maximal zulässigen Rückstandsmengen für den internationalen Handel von Lebensmitteln herabzusetzen, trug zu diesen Unsicherheiten mit bei. Deshalb war das Rückstandsverhalten von Carbendazim unter Einbeziehung des entstehenden Hauptmetaboliten 2-Aminobenzimidazol nochmals in Getreide zu untersuchen, zumal ENGST und SCHNAAK (1979) seine Bildung als rückstandsrelevant herausfanden. Vor allem galt es, die Rückstandsdynamik zu verfolgen, die einen Aufschluß auf die Persistenz beider Verbindungen in den Getreidepflanzen gibt.

Die Anwendungszeiträume von Carbendazim- und Benomyl-Präparaten zur Bekämpfung von Getreidemehltau und parasitärem Halmbruch in den Getreidearten liegen in der DDR entsprechend der staatlichen Zulassung zwischen Bestockung und Abschluß des Ährenschiebens. Daraus resultiert auch die Möglichkeit einer zweimaligen Anwendung.

Die eigenen Untersuchungen zur Rückstandsdynamik von Carbendazim in Getreide erfolgten bis auf eine Ausnahme nach einmaliger Applikation, wobei unterschiedliche Formulierungen zur Anwendung kamen (LENGIES u. a., 1977). Die nach zweimaliger Behandlung erhaltenen Ergebnisse sind nicht aussagefähig, da die Initialrückstände nur bei ca. 0,1 mg/kg lagen. Ziel der Untersuchung war die Aufklärung der Rückstandsdynamik von Carbendazim in Getreide nach ein- und zweimaliger Behandlung unter Erfassung des Hauptmetaboliten 2-Aminobenzimidazol (2-AB). Zugleich sollten die Endrückstände in den Ernteprodukten bestimmt werden, um eine rückstandstoxikologische Bewertung vornehmen zu können.

### 2. Versuchsanlage

Die Anlage der Versuche zur Ermittlung des Rückstandsverhaltens von Carbendazim wurde an Winterweizen auf dem Versuchsfeld Güterfelde des Instituts für Pflanzenschutzforschung Kleinmachnow gemäß den Richtlinien der Anlage 9 der „Hygienisch-toxikologischen Anforderungen für die Zulassung

von PSM und MBP in der DDR und VRP“ (o. V., 1976) durchgeführt. Für die Applikation wurden die aus biologischer Sicht möglichen Entwicklungsstadien des Getreides Feekes 6 und Feekes 15 sowie die zweifache Behandlung zu Feekes 6 und 15 gewählt. Hierbei wurde der Winterweizen mit dem Präparat bercema-Bitosen und einer Rückenspritze sowie einer Brüheaufwandmenge von 600 l · ha<sup>-1</sup> behandelt. Die Versuchsparameter sind in Tabelle 1 zusammenfassend dargestellt.

Die Probenahme erfolgte über einen Zeitraum von 3 Stunden bis 56 Tagen nach der Applikation sowie zur Ernte. Von den Ernteproben wurden Körner und Stroh getrennt auf Rückstände untersucht.

Parallel zu diesen Untersuchungen wurden im Rahmen von Praxisversuchen zum kombinierten Einsatz von Carbendazim-Präparaten mit Herbiziden bzw. Halmstabilisatoren in Getreide durch unsere Kooperationspartner Proben aus mehreren Bezirken der DDR zum Erntetermin entnommen und die Endrückstände in den Körnern von uns bestimmt.

### 3. Analysenmethode

Die vorliegende Analysenmethode ermöglicht die gleichzeitige Bestimmung von Carbendazim und seinem Metaboliten 2-AB unter Erfassung vorliegender Konjugate. Dazu wurden 20 g zerkleinertes Pflanzenmaterial mit 150 ml dest. Methanol im Tiefkühlschrank auf -23 °C abgekühlt, mit konz. Schwefelsäure angesäuert und mit einem Ultra-Turrax homogenisiert. Die Reinigung erfolgt nach Zugabe von 100 ml Wasser durch flüssig-flüssig-Verteilung mit Chloroform und Essigsäureethylester, anschließender Neutralisation und Extraktion des Wirkstoffes. Als weiterer Schritt schließt sich eine adsorptive Säulenreinigung mit alkalischem Aluminiumoxid der Aktivitätsstufe IV an.

Die Bestimmung von Carbendazim und 2-AB erfolgte durch Hochleistungsflüssigchromatographie mit dem Gerät Hewlett Packard 1084 A auf Silasorb C<sub>18</sub> mit einer mobilen Phase aus Triethylamin /H<sub>2</sub>O/H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>-Acetonitril in Gradiententechnik und UV-Detektion bei 278 nm. Für Carbendazim und 2-AB betragen die geringsten detektierbaren Wirkstoffmengen 18,6 ng bzw. 23,4 ng sowie die Wiedergewinnungsraten bei einem Wirkstoffzusatz von 1 mg · kg<sup>-1</sup> für Grünmasse, Stroh und Korn zwischen 50 und 70 %. Die Nachweisgrenzen bei Grünmasse, Korn und Stroh liegen für Carbendazim bei 0,1 mg · kg<sup>-1</sup> und für 2-AB bei 0,5 mg · kg<sup>-1</sup>.

### 4. Ergebnisse

Die Ergebnisse der Untersuchungen zum Rückstandsverhalten von Carbendazim nach ein- bzw. zweimaliger Anwendung von bercema-Bitosen mit einer Aufwandmenge von 1,5; 2,0 bzw. 1,5 und 2,0 l · ha<sup>-1</sup> sind in den Abbildungen 1 und 2 dargestellt. Der Einsatz von bercema-Bitosen im Entwicklungsstadium des Winterweizens Feekes 6 bewirkt Carbendazim-Initialrückstände von 16,3 mg · kg<sup>-1</sup>, die in der ersten Phase eine Halbwertszeit von 1,82 Tagen aufweisen. Bei der einmaligen Anwendung im Stadium Feekes 15 treten Initialrückstände von 11 mg · kg<sup>-1</sup> auf, die anfangs mit einer Halbwertszeit von 2,2 Tagen und nach 5 Tagen mit einer Halbwertszeit von 10,8 Tagen abnehmen.

Tabelle 1

Versuchsparameter für die Ermittlung des Rückstandsverhaltens von Carbendazim an Winterweizen, Versuchsfeld Güterfelde

Präparat	Aufwandmenge in l · ha <sup>-1</sup>	Termin der Behandlung	Entwicklungs- stadium der Pflanze
bercema-Bitosen	1,5	23. 5. 1984	Feekes 6
bercema-Bitosen	2,0	12. 6. 1984	Feekes 15
bercema-Bitosen	1,5	23. 5. 1984	Feekes 6 und
bercema-Bitosen	2,0	12. 6. 1984	Feekes 15



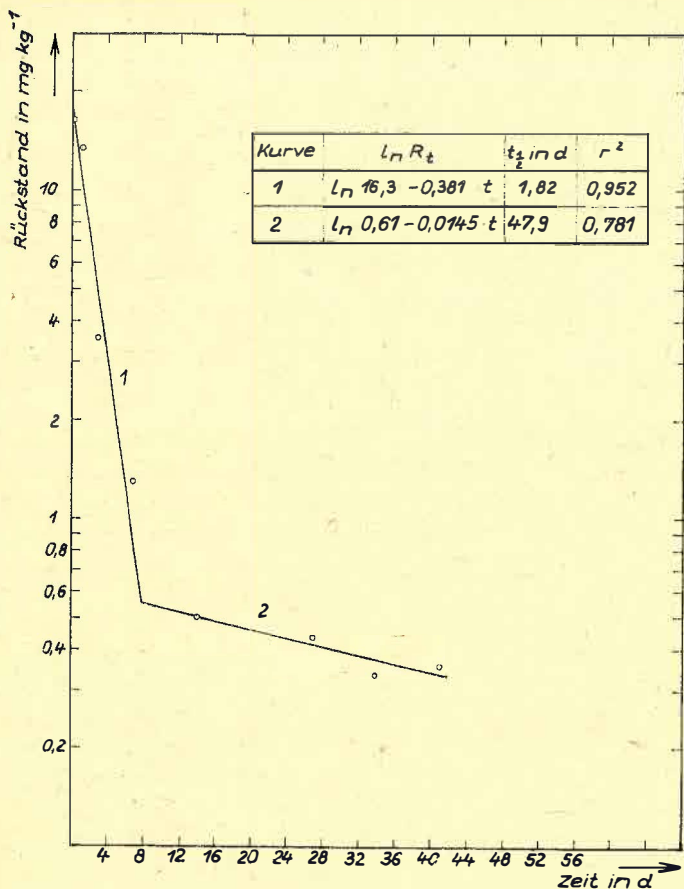


Abb. 1: Rückstandsverhalten von Carbenfendazim in Winterweizen nach Anwendung von 1,5 l bercema-Bitosen · ha<sup>-1</sup>

Parallel zu diesen Versuchen erfolgte die Ermittlung des Rückstandsverhaltens von Carbenfendazim als zweite Behandlung 20 Tage nach der ersten. Vor der erneuten Applikation waren in der Grünmasse noch Carbenfendazim-Rückstände von 0,22 mg · kg<sup>-1</sup> vorhanden. Die Initialrückstände betragen in diesem Fall 8,7 mg · kg<sup>-1</sup>. Sie nehmen mit Halbwertszeiten von 9,46 bzw. 18,3 Tagen wesentlich langsamer ab als bei der parallelen einmaligen Anwendung von bercema-Bitosen. Die unterschiedlichen Halbwertszeiten des Wirkstoffes könnten als ein Hinweis gedeutet werden, daß sich die biochemischen Abbaumöglichkeiten für den Wirkstoff verringern. Da die Applikation und die Probenahmen zu gleichen Terminen erfolgten, können meteorologische Einflußparameter, die für den Versuchszeitraum in Abbildung 3 dargestellt sind, nicht die Ursache sein. Diese werden insbesondere bei der Abnahme von Rückständen auf Pflanzenoberflächen in der ersten Phase wirksam und sehr wesentlich durch die relativ hohen Niederschlagsmengen beeinflusst. Beispielsweise können Regenmengen von 30 mm die Carbenfendazim-Rückstände auf Apfelblättern auf 37 % sowie den biologischen Wirkungsgrad auf 57 % des Ausgangswertes verringern.

Aus rückstandstoxikologischer Sicht ist die Bildung von 2-Aminobenzimidazol in Pflanzen als Hydrolyseabbauprodukt des Carbenfendazim von Interesse. Die 2-AB-Rückstände treten bereits einen Tag nach der Behandlung mit 0,52 mg · kg<sup>-1</sup> auf und erreichen am 7. Tag mit 1,5 mg · kg<sup>-1</sup> den höchsten Wert. Ihr Abbau erfolgt durch Hydrolyse zum Benzimidazol relativ schnell, so daß sie bereits nach 14 Tagen kleiner als 0,1 mg · kg<sup>-1</sup> sind.

Die halblogarithmische Darstellung der Rückstandsdynamik zeigt für die drei Applikationsvarianten ähnliche Abnahmephasen, die sich nur durch ihre Geschwindigkeit unterscheiden. Zwei unterschiedliche Phasen der Abnahme der Rückstände an Getreide im Bestand ermittelten auch BANASIAK u. a. (1976) für Chlormequat und Ethephon, LENGIES u. a. (1977) für Benomyl und Carbenfendazim sowie BANASIAK u. a.

(1983) für Dichlorprop. Da dieser Kurvenverlauf bei mehreren Wirkstoffen an Getreide beobachtet wird, scheint er für diese Kulturpflanzenart spezifisch zu sein.

Darüber hinaus ist in Abbildung 2 zu erkennen, daß die Carbenfendazim-Rückstände einen Tag nach der Applikation größer sind als die Initialrückstände. Dieses kurzzeitige Ansteigen der Rückstände ist auch bei Rückstandsuntersuchungen an Gurken und Tomaten nach Spritzen und Heißnebeln von Benomyl-Präparaten beobachtet worden (GOEDICKE u. a., 1976). In ergänzenden Untersuchungen konnte gezeigt werden, daß dieser Anstieg der Benomyl- und Carbenfendazim-Rückstände nach der Applikation hauptsächlich auf einen Transport der Wirkstoffe aus dem Boden, der in geringem Maße mitbehandelt wird, in andere Pflanzenteile zurückzuführen ist, was den Ergebnissen von SÜSS und PRITZLE (1977) entspricht. Der Anstieg der Rückstände in der letzten Phase der Kurve ist auf eine Abnahme der Wachstumsintensität und der Biomasse durch Verringerung des Wassergehaltes; die etwa 15 bis 30 Tage nach der Blüte einsetzen (DAMISCH u. a., 1984), zurückzuführen. Zum Zeitpunkt der Ernte, d. h. 91 bzw. 71 Tage nach der Behandlung, konnten in den Körnern keine Rückstände (kleiner als 0,1 mg · kg<sup>-1</sup>) nachgewiesen werden, während im Stroh in Abhängigkeit vom Applikationstermin bis zu 1,3 mg · kg<sup>-1</sup> auftreten (Tab. 2).

In früheren Untersuchungen konnten bei einer Aufwandmenge von 2 l ha<sup>-1</sup> (300 g Carbenfendazim · ha<sup>-1</sup>) Initialrückstände von maximal 26 mg · kg<sup>-1</sup> festgestellt werden, die zur Milchreife auf 0,1 bis 5 mg · kg<sup>-1</sup> abgesunken sind. Zum Zeitpunkt der Ernte, d. h. 66, 95 bzw. 64 Tage nach der Behandlung, lagen in Sommer- und Wintergerste sowie in Winterweizen die Rückstände unter der Nachweisgrenze von 0,02 mg · kg<sup>-1</sup> für Körner und 0,04 mg · kg<sup>-1</sup> für Stroh (BEITZ u. a., 1981), HANSEN und VOLDUM-CLAUSEN (1977) ermittelten 53 Tage nach der Anwendung von 500 g Benomyl · ha<sup>-1</sup> Rückstände im Stroh von 1,04 mg · kg<sup>-1</sup> und in Körnern unter 0,1 mg · kg<sup>-1</sup>.

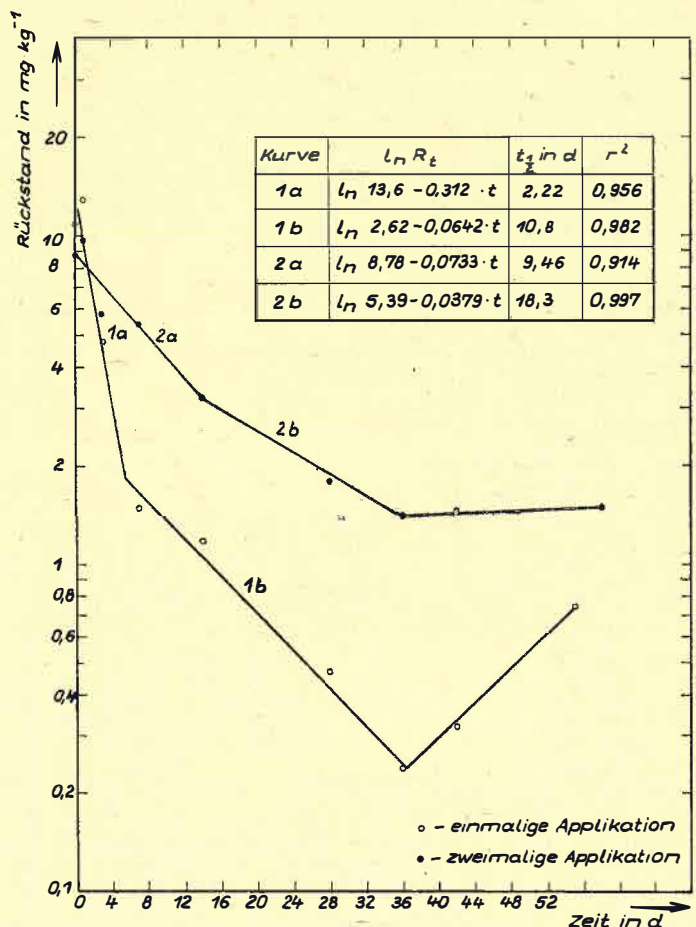


Abb. 2: Rückstandsverhalten von Carbenfendazim in Winterweizen nach ein- und zweimaliger Anwendung von 2,0 bzw. 1,5 und 2,0 l bercema-Bitosen · ha<sup>-1</sup>



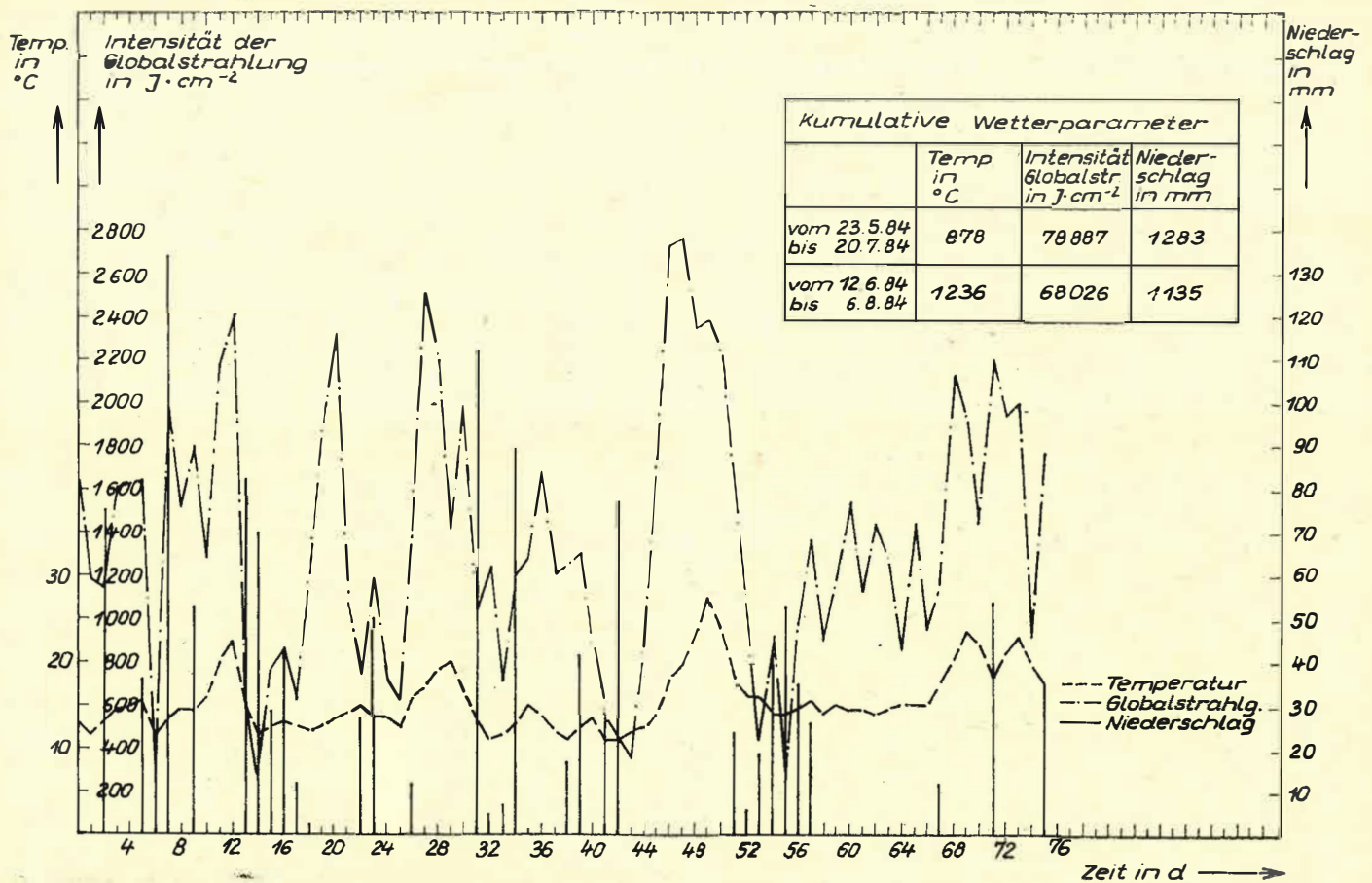


Abb. 3: Verlauf von Temperatur, Intensität der Globalstrahlung und Niederschlagsmenge im Versuchszeitraum vom 23. 5. bis 6. 8. 1984

Für eine lebensmittelhygienisch-toxikologische Bewertung der Ernteprodukte sind primär die Carbendazim-Rückstände in den Körnern von Interesse. Die Untersuchungsergebnisse der Kornproben mehrerer Getreidearten aus verschiedenen Bezirken der DDR sind in Tabelle 3 dargestellt. Daraus ist ersichtlich, daß die Carbendazim-Rückstände zum Erntetermin im Korn unter  $0,1 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  liegen. Dies steht in Übereinstimmung mit früheren Untersuchungen von LENGIES u. a. (1977) zum Rückstandsverhalten von Benomyl und Carbendazim nach Anwendung von jeweils  $300 \text{ g Wirkstoff ha}^{-1}$  in Form unterschiedlicher Formulierungen, bei denen zum Erntetermin, d. h. 64 bis 95 Tage nach der Behandlung, keine Rückstände bei einer Nachweisgrenze von  $0,02 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  gefunden wurden. HANSEN und VOLDUM-CLAUSEN (1977) ermittelten bei der Anwendung von  $0,5 \text{ kg Benomyl ha}^{-1}$  nach 53 Tagen in Gerstenkörnern keine Rückstände über  $0,1 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ . Zu der gleichen Aussage gelangt KAJFOSZ (1977) zum Erntetermin 99 Tage nach der Anwendung von  $250 \text{ g Carbendazim ha}^{-1}$ . Ebenso günstig wird durch KNAPEK u. a. (1984) die Rückstandssituation nach Anwendung von Carbendazim-Kombinationspräparaten mit Schwefel bzw. Mancozeb eingeschätzt. Nach ein- bzw. zweimaliger Applikation von 170 bis  $300 \text{ g Carbendazim ha}^{-1}$  ermittelten sie nach 34 bis 90 Tagen in Weizen- und Gerstenkörnern zum Erntetermin keine Carbendazim-Rückstände über der Nachweisgrenze von  $0,02 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ .

Tabelle 2  
Rückstände von Carbendazim, Parzellenversuche

Termin der Behandlung	Termin der Ernte	Rückstände in $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$	
		Korn	Stroh
23. 5. 1984	22. 8. 1984	< 0,1	0,14
12. 6. 1984	22. 8. 1984	< 0,1	1,3
23. 5. 1984 und 12. 6. 1984	22. 8. 1984	< 0,1	1,2

Als einzige Ausnahme fand FRASELLE (1978) nach einmaliger Behandlung von Wintergerste mit  $150$  bis  $240 \text{ g Carbendazim ha}^{-1}$  zum frühesten Erntetermin, 42 Tage nach der Applikation,  $0,11 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  in den Körnern.

Die in Getreidekörnern erzielte geringe Wiederfindungsrate (unter  $50\%$ ) für 2-AB bei Wiedergewinnungsversuchen mit  $0,5$  und  $0,1 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  reichte nicht aus, um den Nachweis dieses Metaboliten antreten zu können. Sein Auftreten ist in den Ernteprodukten mit einiger Sicherheit auszuschließen, da er laufend aus Carbendazim nachgebildet werden muß, zumal seine Zerfallsgeschwindigkeit relativ hoch ist.

## 5. Rückstandstoxikologische Bewertung

Die eingangs genannten Unsicherheiten bei der toxikologischen Bewertung von Benomyl und Carbendazim auf Grund des Bekanntwerdens von einzelnen Untersuchungsbefunden (z. B. o. V., 1981) konnten erst durch die Ergebnisse des im Dezember 1983 von der WHO und FAO durchgeführten „Joint Meeting on Pesticide Residues“ (o. V., 1984) geklärt werden. Danach kommen Präparate auf der Basis von Benomyl in 22 und von Carbendazim in 29 Ländern zur Anwendung. Für ihren weiteren Einsatz sind die festgelegten ADI-Werte von  $0,02 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$  für Benomyl und von  $0,01 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$  für Carbendazim von entscheidender Bedeutung. Diese ADI-Werte gründen sich auf eine komplexe Beurteilung, der zahlreiche Untersuchungsergebnisse aus aller Welt zugrunde lagen. Die wichtigsten von ihnen sind mit dem ermittelten „no observed effect level (NOEL)“ in Tabelle 4 enthalten.

Benomyl wird im Warmblüter (Nager und Nichtnager) schnell zu Carbendazim metabolisiert und alle verfügbaren Informationen demonstrieren die Gleichheit des weiteren Metabolismus. Danach entsteht als wichtigster Metabolit durch Ringhydroxylierung das 5-Hydroxycarbendazim (5-HBC), das über Urin (41 bis  $76\%$ ) und Faeces (21 bis  $46\%$ ) frei und als



Tabelle 3

Rückstände von Carbendazim in Korn zur Ernte (Praxisversuche)

Getreideart	Ort	Präparat	Aufwandmenge	Termin der Behandlung	Ernte	Rückstände in mg · kg <sup>-1</sup> Korn
Winterweizen	Halle	bercema-Bitosen	2,0 l · ha <sup>-1</sup>	4. 5. 1984	29. 8. 1984	< 0,1
Winterweizen	Sternberg	Thicoper	0,4 kg · ha <sup>-1</sup>	3. 5. 1984	25. 8. 1984	< 0,1
Winterweizen	Hohenneuendorf	Funaben 50	0,4 kg · ha <sup>-1</sup>	2. 5. 1984	25. 8. 1984	< 0,1
Winterroggen	Teterow	bercema-Bitosen	1,5 l · ha <sup>-1</sup>	20. 4. 1984	August 1984	< 0,1
Winterroggen	Usedom	Thicoper	0,4 kg · ha <sup>-1</sup>		25. 8. 1984	< 0,1
Winterroggen	Wolgast	Funaben	0,4 kg · ha <sup>-1</sup>		30. 8. 1984	< 0,1
Wintergerste	Woldegk	bercema-Bitosen	1,5 l · ha <sup>-1</sup>	2. 5. 1984	August 1984	< 0,1
Wintergerste	Demmin	bercema-Bitosen	2,0 l · ha <sup>-1</sup>	18. 4. 1984	August 1984	< 0,1

Konjugat ausgeschieden wird. Eine Speicherung in Fett oder Muskelgewebe ist nicht beobachtet worden. Im Serum tritt in den ersten 6 Stunden die Muttersubstanz in vergleichbaren Konzentrationen wie das 5-HBC auf, aber nach 18 Stunden ist nur noch das letztgenannte nachweisbar. Enzyminduktionsstudien demonstrieren die bessere Metabolisierung und Ausscheidung in Ratten gegenüber Mäusen. Dieses günstige toxi-kokinetische Verhalten ist sehr entscheidend für die relativ geringe toxische Wirkung des Wirkstoffes bzw. Hauptmetaboliten Carbendazim. Das demonstrieren die Untersuchungen zur subchronischen und chronischen Toxizität an Ratten mit NOEL von 15 bis 25 mg · kg<sup>-1</sup> KM (umgerechnet aus den Werten in mg · kg<sup>-1</sup> Futter). Empfindlicher reagierten die Hunde mit einem NOEL von 2,5 mg · kg<sup>-1</sup> KM, wobei sich bei beiden Tierarten die Leber als wichtiges Zielorgan erwies.

Kanzerogenitätsuntersuchungen führten bei zwei Mäusestämmen zu einer dosisabhängigen hepatokanzerogenen Wirkung bei 1 500 bzw. 5 000 mg · kg<sup>-1</sup> Futter. Dahingegen ergaben die Versuche an HOE-NMR-Mäusen, die sich durch eine niedrige background-Inzidenz für Lebertumoren auszeichnen, keine kanzerogenen Effekte bis zu 5 000 mg · kg<sup>-1</sup> Futter, was auch für die in Tabelle 4 genannten Ratte-Versuche zutrifft. Die vorliegenden Mutagenitäts-Studien weisen sowohl positive als auch negative Ergebnisse aus.

Zur Beurteilung der embryotoxischen und teratogenen Wirkung wurden von dem Experten-Meeting die Versuche mit Benomyl mit herangezogen und daraus ein NOEL von 30 mg · kg<sup>-1</sup> KM abgeleitet.

Für die Festlegung des ADI-Wertes für Carbendazim von 0,01 mg · kg<sup>-1</sup> · d<sup>-1</sup> wurde in Anbetracht der Unterschiede zwischen den Tierarten ein Sicherheitsfaktor von 200 herangezogen, wobei als empfindlichste Tierart und Untersuchungsform der NOEL des Langzeittestes mit Hunden zur Anwendung kam.

Tabelle 4

Zusammenstellung der NOEL von toxikologischen Untersuchungen mit Carbendazim (o. V., 1984)

Untersuchungsart	Tierart	NOEL (mg · kg <sup>-1</sup> Futter)	toxische Effekte (mg · kg <sup>-1</sup> Futter)
subchronisch	Ratte	500	2 500
	Hund	300 bzw.	1 000
	(Beagle)	500	
chronisch	Ratte	300 bzw. 500	keine Angaben
	Hund	100	keine Angaben
Kanzerogenität	Maus (CD-1)	500	1 500
	(Swiss)	300	5 000
	(HOE-NMR)	5 000	keine
	Ratte	2 500 bzw. 10 000	keine
Reproduktion	Ratte	500	keine Angaben
Teratogenität	Ratte	keine Angaben 10 000	6 000 keine Angaben
	Kaninchen	6 000	keine Angaben

Dahingegen wurde für Benomyl bei gleichem Sicherheitsfaktor und bezugnehmend auf NOELs, die sich nur für die Ratte (125 mg · kg<sup>-1</sup> KM) von denen des Carbendazims unterscheiden, ein ADI-Wert von 0,02 mg · kg<sup>-1</sup> · d<sup>-1</sup> festgelegt. Ohne nochmals auf die Details einzugehen, ist das Carbendazim für die lebensmittelhygienisch-toxikologische Bewertung von Benomyl ausschlaggebend, denn in Pflanze und Tier wird es schnell durch Abspaltung der N-Butylcarbamoyl-Gruppe gebildet. Der Abbau von Benomyl erfolgt wesentlich schneller als der entstehende Metabolit Carbendazim (CHIBA und VERES, 1981). In der Nahrung kommt es demzufolge in Form von Carbendazim oder weiterer Abbauprodukte vor. Somit erscheint ein höherer ADI-Wert für das Benomyl gegenüber dem Carbendazim nicht gerechtfertigt.

Aus dem ADI-Wert des Carbendazims von 0,01 mg · kg<sup>-1</sup> · d<sup>-1</sup> lassen sich die in der DDR festgelegten maximal zulässigen Rückstandsmengen (MZR) von 0,2 mg · kg<sup>-1</sup> in den Getreidearten für beide Wirkstoffe begründen. Wie die Untersuchungsergebnisse beweisen, kann man die MZR durchaus auf 0,1 mg · kg<sup>-1</sup> herabsetzen, denn in keinem Fall wurden Rückstände oberhalb der Nachweisgrenze von 0,1 mg · kg<sup>-1</sup> gefunden. Die MZR würde dann der in der Arbeit erreichten als auch international häufig genannten Nachweisgrenze (o. V., 1984) entsprechen.

Insgesamt kann man feststellen, daß die Anwendung von Benomyl- und Carbendazim-Präparaten in der Getreideproduktion mit den an die staatliche Zulassung in der DDR geknüpften Bedingungen zu keinen rückstandstoxikologischen Problemen führt.

## 6. Zusammenfassung

Es werden die Ergebnisse von Untersuchungen zum Rückstandsverhalten von Carbendazim nach ein- und zweimaliger Anwendung beschrieben. Die Bestimmungsmethode ermöglicht den Nachweis von Carbendazim und 2-AB in Grünmasse sowie von Carbendazim in Korn und Stroh.

Im Korn wurden bei einer Nachweisgrenze von 0,1 mg · kg<sup>-1</sup> keine Rückstände und in Stroh bis zu 1,3 mg · kg<sup>-1</sup> gefunden. Die einzelnen Phasen der Rückstandsdynamik werden durch Halbwertszeiten charakterisiert. Sie betragen in Abhängigkeit vom Anwendungstermin und der Zahl der Behandlungen 1,8 bis 9,5 Tage für die erste Phase und 10,8 bis 18,3 Tage für die zweite Phase. Die 2-AB-Rückstände betragen maximal 1,5 mg · kg<sup>-1</sup> am 7. Tag nach der Behandlung. Die toxikologischen Daten und die von der WHO festgelegten ADI-Werte für Carbendazim und Benomyl von 0,01 bzw. 0,02 mg · kg<sup>-1</sup> · d<sup>-1</sup> werden diskutiert. Aus rückstandstoxikologischer Sicht bestehen keine Bedenken gegen die ein- und zweimalige Anwendung von Carbendazim-Präparaten in der DDR.

Unser Dank gilt unseren Partnern für die Bereitstellung der Praxisproben

Токсикологическая оценка остаточных количеств карбендазима в зерновых культурах

Сообщается о результатах исследований по динамике остатков карбендазима после одно- и двукратного применения. Метод определения позволяет выявление остатков препаратов карбендазим и 2-AB в зеленой массе, а также карбендазима в соломе и зернах. При пределах чувствительности 0,1 мг на кг в зернах совсем не были обнаружены остатки, а в соломе до 1,3 мг на кг. Отдельные фазы динамики остатков характеризуются временами полураспада. В зависимости от срока применения и кратности обработок они составляют от 1,8 до 9,5 дней для первой фазы и 10,8—18,3 дней для второй фазы. Остатки препарата 2-AB составили максимально 1,5 мг на кг 7-й день после обработки. Обсуждаются токсикологические данные и установленные WHO нормы ADI для карбендазима и беномила, составляющие 0,01 и 0,02 мг на кг за день соответственно. Со стороны токсикологии остатков в ГДР одно- и двукратное применение карбендазима не представляют опасность.

### Summary

Residue-toxicological assessment of the use of carbendazim fungicides in cereals

Test results are submitted concerning the residue behaviour of carbendazim after one and two applications. The method of determination used in these studies allows to detect carbendazim and 2-AB in fresh matter, and carbendazim in grain and straw. At 0.1 mg·kg<sup>-1</sup> detection limit, no residues were found in grain and up to 1.3 mg·kg<sup>-1</sup> were traced in straw. The stages of residue dynamics are characterised by half-life periods. Depending on the time of application and the number of treatments, these half-life periods are between 1.8 and 9.5 days for stage I and between 10.8 and 18.3 days for stage II. 2-AB residue concentrations were 1.5 mg·kg<sup>-1</sup> as a maximum on the 7th day application. The toxicological data and the WHO's ADI values for carbendazim (0.01 mg·kg<sup>-1</sup>·d<sup>-1</sup>) and benomyl (0.02 mg·kg<sup>-1</sup>·d<sup>-1</sup>) are discussed in the paper. Regarding residue toxicology, there are no objections to one or two treatments with carbendazim preparations in the German Democratic Republic.

- BANASIAK, U.; BEITZ, H.; BERGNER, U.; WEIDENMÜLLER, S.: Karenzzeiten für die Halmstabilisatoren Chlormequat und Ethephon nach aviochemischem Einsatz. Nachr.-Bl. Pflanzenschutz DDR 30 (1976), S. 95-99  
 BANASIAK, U.; BINNER, R.; GOEDICKE, H.-J.; GRÜNDEL, D.: Neue Ergebnisse zum Rückstandsverhalten von Dichlorprop in Getreide. Nachr.-Bl. Pflanzenschutz DDR 37 (1983), S. 134-136  
 BEITZ, H.; GOEDICKE, H.-J.; DUNSING, M.: Rückstandstoxikologische Bewertung des Einsatzes von Fungiziden in der DDR. Nachr.-Bl. Pflanzenschutz DDR 35 (1981), S. 129-134  
 CHIBA, M.; VERES, D. F.: Fate of Benomyl and its Degradation Compound Methyl-2-Benzimidazolcarbamate on Apple Foliage. J. Agric. Food Chem. 29 (1981), S. 588 bis 590  
 DAMISCH, W.; MÜLLER, G.; WIBERG, A.: Einfluß von Umweltfaktoren auf Entwicklungsgeschwindigkeit und Ertragsbildung bei Winterweizen. Arch. Acker- u. Pflanzenbau u. Bodenk. 28 (1984), S. 305-312  
 ENGST, R.; SCHNAAK, W.: Zur Rückstandsbestimmung des Fungizides Benzimidazolcarbamidsäuremethylester und seiner Metabolite 2-Aminobenzimidazol und Benzimidazol. Die Nahrung 23 (1979), S. 701-706  
 FRASELLE, J.: Comparaison entre diverses modalités de traitements fongicides en escourgeon. Parasitica 34 (1978), S. 20-34  
 GOEDICKE, H.-J.; RIEBEL, A.; GRÜBNER, P.; MENDE, G.: Untersuchungen zum Rückstandsverhalten von Akariziden und Fungiziden in Gemüse unter Berücksichtigung neuer Applikationsverfahren. Nachr.-Bl. Pflanzenschutz DDR 30 (1976), S. 250-253  
 HANSEN, K. E.; VOLDUM-CLAUSEN, K.: Undersøgelser for restindhold af pesticider i landbrugs- og specialgroder 1970-1975. Saertryk af Tidsskrift for Planteavl 81 (1977), S. 1-24  
 KAJFOSZ, K.: Bestimmung von Carbendazim-Rückständen in pflanzlichem Material und im Boden. Nachr.-Bl. Pflanzenschutz DDR 31 (1977), S. 95-98  
 KNAPEK, R.; UTRACKI, T.; KAJFOSZ, K.: Ergebnisse zum Rückstandsverhalten von Carbendazim. Nachr.-Bl. Pflanzenschutz DDR 38 (1984), S. 142-144  
 LENGIES, E.; GOEDICKE, H.-J.; RIEBEL, A.: Zur Rückstandsdynamik von Benomyl und Carbendazim in Getreide und Gemüse. Nachr.-Bl. Pflanzenschutz DDR 31 (1977), S. 93-95  
 SÜSS, A.; PRITZLE, E.: Verhalten von Carbendazim beim Apfelanbau. Gesunde Pflanze 29 (1977), S. 148-151  
 o. V.: Hygienisch-toxikologische Anforderungen für die Zulassung von PSM und MBP in der DDR und VRP. Kleinmachnow u. Pszczyna, 1976  
 o. V.: The toxicity of benomyl: A Report by the Finnish National Board of health. Toxicology Expert Group, Helsinki, 1981  
 o. V.: Pesticide Residues in Food - 1983. Rep. Joint Meeting Pest. Res., Geneva 5-14 Dec. 1983, S. 12-14, S. 17-20, FAO Plant Production and Protection Paper, 1984

Anschrift der Verfasser:

Dr. H.-J. GOEDICKE  
 Prof. Dr. sc. H. BEITZ  
 Dr. R. BINNER

Institut für Pflanzenschutzforschung Kleinmachnow der Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR DDR-1532 Kleinmachnow Stahnsdorfer Damm 81

Bezirks-Hygieneinspektion und -institut Schwerin und Pflanzenschutzamt beim Rat des Bezirkes Schwerin

Alfred JANTZ, Heide WAGNER und Klaus-Dieter SCHRÖDER

## Erfahrungen bei der Rückstandsüberwachung von Frühgemüsekulturen im Bezirk Schwerin

### 1. Einführung

Die weltweite Intensivierung der Nahrungsmittelproduktion erfordert auch in der DDR die Anwendung chemischer Pflanzenschutzmittel (PSM). Bekanntlich ist auf Grund der Besonderheiten unter Gewächshausbedingungen der Einsatz von Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmitteln besonders notwendig. Dieser kann jedoch bei nicht sachgerechter Anwendung zu Gesundheitsgefährdungen für den Menschen führen, da das Frischgemüse größtenteils ohne Hitzebehandlung zum Verzehr gelangt. Das sozialistische Lebensmittelrecht als spezieller Teil der Gesundheitsprophylaxe geht daher folgerichtig von der generellen Verantwortung jedes Lebensmittelproduzenten aus, daß die Produkte gesundheitlich unbedenklich sein müssen. Dieses Rechtsprinzip ist im Lebensmittelgesetz 1962;

seinen Durchführungsbestimmungen, spezifisch in den einschlägigen Rückstandsmengen-Anordnungen (1971, 1973, 1980), der Neuregelung des Giftverkehrs seit 1977, mit der „Verordnung über die Staatliche Hygieneinspektion“ (1975), der „Pflanzenschutzverordnung“ (1978) sowie dem „Gesetz über den Schutz der Kultur- und Nutzpflanzen“ (1966) und seinen Durchführungsbestimmungen bereits sehr umfassend ausgestaltet worden. Die Wahrnehmung der Eigenverantwortung der Produzenten zur Kontrolle der Kontamination (z. B. Nitrat, Schwermetalle, PSM) in ihren Erzeugnissen kann z. Z. noch nicht voll realisiert werden. Sie erfordert entsprechende hochspezialisierte analytische Laborkapazitäten, die gegenwärtig in der Landwirtschaft noch nicht vorhanden sind. Aus diesem Grunde wurde in unserem Bezirk geprüft, wie durch regelmäßige Zusammenarbeit mit dem Ratsbereich Land-, Forst- und



Nahrungsgüterwirtschaft, Pflanzenschutzinspektion, Pflanzenschutzamt und Bezirks-Hygieneinspektion eine volkswirtschaftlich und gesundheitlich effektive Anleitung der Produzenten geleistet werden kann. Parallel dazu wurde angestrebt, ein sinnvolles Stichprobensystem zwecks Laborkontrolle einzuführen und damit auch gesundheitsrelevante Aussagen hinsichtlich eventueller Überschreitungen der maximal zulässigen Rückstandsmenge (MZR) machen zu können. Es soll im weiteren über unsere 10jährigen Erfahrungen berichtet werden, weil unseres Erachtens diese enge kooperative Arbeit auch für andere Bezirke erfolgreich übernommen werden könnte.

**2. Anleitungs-, Beratungs-, Kontroll- und Öffentlichkeitsarbeit**  
 Jährlich wird die Bezirks-Hygieneinspektion über die wesentlichsten Frühgemüseproduzenten (LPG, VEG, GPG) hinsichtlich Kulturart, Fläche und voraussichtlichem PSM-Einsatz informiert, gemeinsame Betriebsüberprüfungen (ca. 10 pro Jahr) auch unter Mitwirkung der Kreis-Hygieneinspektionen und der Kreis-pflanzenschutzstellen werden abgestimmt. Solche Betriebe werden als Kontrollobjekte ausgewählt, die auf Grund der objektiven Bedingungen (materielle Voraussetzungen, Produktionsumfang) sowie eventueller Hinweise aus unseren Stichproben besondere Unterstützung benötigen. Die Kreis-Hygieneinspektionen entnehmen nach den Hinweisen eines speziellen Merkblattes (Zeitpunkt, Menge, Verpackung, Transportbedingungen; angewendete PSM, Düngung) sachgerechte Durchschnittsproben, die konkrete Rückschlüsse auf eventuelle Fehler zulassen. Folgende Kulturen werden schwerpunktmäßig zum Erntezeitpunkt besonders im Zeitraum März bis Juli geprüft:

Gewächshauskulturen:

Tomaten, Gurken, Salat, Radies, Kohlrabi, Blumenkohl

Freiland:

Blumenkohl, Kopfkohl, Radies, Möhren, Salat, Kohlrabi, Lauchzwiebeln.

Die für eine sinnvolle Untersuchung erforderlichen Angaben zu den durchgeführten Pflanzenschutzmaßnahmen waren in den ersten Jahren unserer gemeinsamen Tätigkeit häufig nicht exakt nachweisbar – persönliche Notizbücher der Werk tätigen, Karteikarten und Hinweise auf Giftkarteikarten und Schlagkarteien waren keine brauchbaren Arbeitsdokumente. Ein gemeinsam entwickeltes „Datenblatt“ in Form einer Karteikarte A 4 (Abb. 1) wurde 1980 eingeführt und liegt nun in den meisten Betrieben einheitlich vor.

Durch diese gemeinsamen Überprüfungseinsätze in den Betrieben sowie mit Hilfe der analytischen Ergebnisse wurde über Jahre eine praxisnahe Anleitung gegeben und mit den meisten Betrieben ein Vertrauensverhältnis aufgebaut. Andererseits lernten Inspektions- und Fachorgane die fachlichen Probleme der Produktion konkreter zu beurteilen.

### 3. Ergebnisse und Diskussionen

Auf Grund unserer intensiven, gezielten laboranalytischen Untersuchungen (ca. 1 200 Proben) kann für unser Territorium eingeschätzt werden, daß MZR-Überschreitungen nur sehr selten auftraten und in keinem Fall gesundheitlich kritische Werte erreichten. Solche Fälle wurden von uns als „hygienewidrig“ im Sinne des Lebensmittelgesetzes eingestuft. Durch Festlegung von zusätzlichen Wartefristen konnten meistens die MZR-Werte erreicht werden. Jede MZR-Überschreitung zog jedoch staatliche Reaktionen nach sich, insbesondere

- Aufforderung zur schriftlichen Stellungnahme mit detaillierter Ursachenanalyse zur Festlegung konkreter interner Absicherungsmaßnahmen,
- Abstimmung der Erziehungsmaßnahmen nach Arbeitsgesetzbuch bzw. Ordnungswidrigkeitengesetz zwischen der Pflanzenschutzinspektion und den Organen der Staatlichen Hygieneinspektion je nach konkreter Sachlage.

Ursachen für MZR-Überschreitungen waren überwiegend

- Nichteinhaltung der Karenzzeiten,
- Überdosierung (selten zu hohe Konzentration, meist zu hohe Brüheaufwandmengen pro Flächeneinheit),
- Abdrift (das unbeabsichtigte Mitbehandeln von Nachbarkulturen),
- nicht genügende Qualifikation und Fertigkeiten der mit dem Pflanzenschutz beauftragten Personen,
- nicht ausreichende Qualität und Wartung der Technik.

Folgende Wirkstoffe fielen bei MZR-Überschreitungen vorrangig auf:

Quintozen, Thiram, Benomyl, Dichlorvos, Dimethoat und Prometryn.

Jährlich werden die Ergebnisse der komplexen Überprüfungen und der Rückstandsanalysen sowie eventuelle MZR-Überschreitungen in Schulungen für Gärtner, Betriebspflanzenschutzagronomen, Mitarbeiter der Kreis-pflanzenschutzstellen sowie Kreis-Hygieneinspektionen ausgewertet und praktische Schlußfolgerungen für die weitere Arbeit gezogen. In den Diskussionen fällt auf, daß in der Praxis mit den PSM, die keiner Giftabteilung unterliegen, großzügiger umgegangen wird, als aus hygienischer Sicht vertretbar ist. Daher wird unsererseits auf diese Probleme besonders eingegangen. Auch wird dargestellt, wie durch eine regelmäßige exakte Bestandesüberwachung und rechtzeitige Herdbekämpfung der PSM-Einsatz reduziert werden kann und welche Möglichkeiten der biologischen Schädlingsbekämpfung bestehen. Besondere Aufmerksamkeit wird den Maßnahmen der Pflanzenhygiene (Standort- und Sortenwahl, Bodenkultur usw.) beigemessen. Dabei wird gleichzeitig durch Beratung der Betriebe auf die Verbesserung der Hygiene der Werk tätigen (Ausgestaltung der Pausenräume, Schaffung geeigneter Sanitäreinrichtungen, gefahrlose Speiseneinnahme, Verbesserung des Arbeitsschutzes entsprechend der ABAO 108) Einfluß genommen.

Nachweiskarte über durchgeführte Pflanzenschutzmaßnahmen im Obst- und Gemüsebau						
Kultur (Obst, Gemüse):						
Pflanzenschutzmaßnahmen	Datum der Ausbringung	Präparat	Aufwandmenge fest: g/m <sup>2</sup> bzw. g/100 böse; Konzentration in % /m <sup>2</sup> bzw. ml/m <sup>2</sup>	Karenzzeit in Tagen	frühester Erntetermin	Bemerkungen

Abb. 1: „Datenblatt“ in Form einer Karteikarte A 4

#### 4. Schlußfolgerungen und Ausblick

Unsere Erfahrungen belegen, daß durch eine häufige, qualifizierte Anleitung, Beratung und Kontrolle der Betriebe ein sachgerechter Pflanzenschutz erfolgreich unterstützt wird sowie hohe Erträge erzielt werden, ohne daß gesundheitliche Risiken auftreten. Dabei sei ausdrücklich betont, daß der Schwerpunkt nicht in der Stichprobenuntersuchung im Labor und in der staatlichen Kontrolle gesehen wird, sondern durch das sachgerechte Handeln der Werk tätigen die Laborkontrolle weitgehend eingeschränkt werden kann. Der weiteren Qualifizierung der Pflanzenschutzkader und der exakten, einheitlichen Dokumentation ist noch größere Aufmerksamkeit zu widmen. Unseres Erachtens sollte auch in den Landwirtschaftsbetrieben, wie in der Lebensmittelindustrie erfolgreich praktiziert, ein „Selbstprüfersystem“ aufgebaut werden sowie „Hygienebeauftragte“ als geeignete Fachkader zur leitungsmäßigen Wahrnehmung der Eigenkontrolltätigkeit eingesetzt werden. Diese Funktion könnte erfolgreich durch die Betriebspflanzenschutzagronomen wahrgenommen werden. Die jährliche Schulung der für den Pflanzenschutz verantwortlichen Kader sollte auch als Rechtspflicht formuliert und analog wie die bewährten Hygieneschulungen für Kader der Lebensmittelindustrie und des Handels in die neu zu fassende Rechtsbestimmung eingearbeitet werden (o. V., 1966).

Er erscheint notwendig, daß auch die Landwirtschaft schrittweise ein adäquates internes Qualitätssicherungssystem aufbaut, das Gesundheitswesen stärker von Routinelaborkontrollen entlastet wird und sich neuen Aufgaben zuwenden kann, die heute schon aktuell sind. Es sei hier kurz auf gesundheitsrelevante Probleme verwiesen, wie beispielsweise die Beurteilung der ADI-Wertausschöpfung (ADI = acceptable daily intake, d. h. die täglich duldbare Aufnahme eines Schadstoffes) für ausgewählte Verbrauchergruppen.

Abschließend sei besonders für die Praktiker gesagt, daß die exakte Dokumentation durchgeführter Pflanzenschutzmaßnahmen sowie die konsequente Einhaltung der vorgeschriebenen Karenzzeiten und Aufwandmengen Grundvoraussetzungen für die Erzeugung gesundheitlich unbedenklicher Lebensmittel sind. Ziel des neuen Perspektivplanzeitraumes muß es sein, Fragen der Eigenverantwortung und den staatlichen Kontrollumfang im Interesse der Volkswirtschaft wie auch eines umfassenden Verbraucherschutzes konkret abzustimmen.

#### 5. Zusammenfassung

Es wird über 10jährige Erfahrungen der Rückstandsüberwachung von Frühgemüsekulturen berichtet. Das Pflanzenschutzamt beim Rat des Bezirkes, die Bezirkspflanzenschutzinspektion, das Kombinat Obst-Gemüse-Speisekartoffeln sowie die Bezirks-Hygieneinspektion stimmen jährlich die vorgesehenen Wirkstoffe, die Hauptproduzenten, die Anleitungs- und Kontrollmaßnahmen sowie ein gezieltes Stichprobensystem zur analytischen Rückstandsbestimmung ab.

Die gemeinsamen Erfahrungen sowie die vereinzelt festgestellten Überschreitungen von maximal zulässigen Rückstandsmengen werden in regelmäßigen Schulungen der für Pflanzenschutz verantwortlichen Kader praxisnah umgesetzt. Auf die Notwendigkeit, künftig die Eigenverantwortung der landwirtschaftlichen Betriebe planmäßig auszubauen, wird besonders hingewiesen.

#### Резюме

Опыт контроля остаточных количеств пестицидов в посадках ранних овощей в Шверинском округе

Сообщается о 10-летнем опыте контроля остаточных количеств пестицидов в посадках ранних овощей. В каждом году представители службы защиты растений при окружном Совете, окружной инспекции защиты растений, комбината овощей, плодов и столового картофеля, а также окружной санитарной инспекции определяют основные предприятия-производители, мероприятия по руководству и контролю, а также систему целенаправленного взятия проб для анализа остаточных количеств. В регулярных курсах для повышения квалификации отвечающих за защиту растений кадров обсуждают накопленный опыт и частичные отклонения от максимально допустимых остаточных количеств и сделают соответствующие заключения для практической работы. В особенности указывают на необходимость в будущем повысить собственную ответственность сельскохозяйственных предприятий.

#### Summary

Monitoring of pesticidal residues in early vegetable crops in the county of Schwerin

An outline is given of ten-year results and experience from the monitoring of pesticidal residues in early vegetable crops. The plant protection office with the county council, the county's plant protection inspectorate, the trading company for fruit, vegetables and ware potatoes, and the county's hygiene inspectorate each year determine the active agents to be used, the main growers of early vegetables, instructive and control measures, and a specific random sampling technique for analytical determination of pesticidal residues. The common experience and the occasional breaking of maximum acceptable residue concentrations are analysed during the regular in-service training of those responsible for plant protection work in practice. The full responsibility of farms has to be systematically extended.

#### Literatur

o. V.: Gemeinsame Anweisung vom 1. August 1966 über die Qualifizierung der Beschäftigten im Lebensmittelverkehr auf dem Gebiet der Hygiene und über den Erwerb eines Befähigungsnachweises. Verfg. u. Mitt. des MfG, 1966, Nr. 16/17, S. 130; Ber.-Nr. 23, S. 174

#### Аншрифт дер Verfasser :

Dr. A. JANTZ  
Dipl.-Lebensm.-Chem. H. WAGNER  
Bezirks-Hygieneinspektion und -institut Schwerin  
Inspektion Lebensmittel- und Ernährungshygiene  
DDR - 2756 Schwerin  
Bornhövedstraße 78

Dr. K.-D. SCHRÖDER  
Pflanzenschutzamt beim Rat des Bezirkes Schwerin  
DDR - 2711 Schwerin  
Wickendorfer Straße 4



## Ein Beitrag zur rückstandstoxikologischen Charakterisierung des Kartoffelbeizmittels Falisolan

### 1. Einleitung

Mit der Entwicklung des Falisolans steht der Landwirtschaft ein Mittel zur industriemäßigen Pflanzkartoffelbeizung zur Verfügung.

Im Falisolan ist die fungizide Wirkkomponente Carbendazim (Methyl-2-benzimidazolcarbamät) mit dem Bakterizid Bronopol (2-Brom-2-nitropropan-1,3-diol) kombiniert. Die staatlich zugelassene Aufwandmenge beträgt bei Anwendung im Schlammbeizverfahren 0,2 kg/t Pflanzkartoffeln + 3 l Wasser. Über die Anwendung und die Wirkung von Falisolan als Beizmittel gegen Lagerfäulen und Auflaufkrankheiten wurde von STACHEWICZ u. a. (1984) bereits berichtet.

### 2. Rückstandsverhalten der Wirkstoffe während der Lagerung auf den gebeizten Pflanzkartoffeln

Mit einem Anteil von 60 Gew. % enthält das Falisolan den fungiziden Wirkstoff Carbendazim. Damit liegen die Aufwandmengen für diesen Wirkstoff bei den Präparaten Falisolan und bercema-Demex mit 0,11 kg bzw. 0,12 kg/t Pflanzkartoffeln in der gleichen Größenordnung. Da die Anwendungsspezifik beider Präparate einander entspricht, kann nach der Anwendung des Beizmittels Falisolan auch für das Carbendazim eine Rückstandsbildung in ähnlicher Höhe auf den Kartoffeln erwartet werden. Es konnten somit zur rückstandstoxikologischen Bewertung des Einsatzes von Falisolan als Beizmittel für Pflanzkartoffeln bezüglich des Carbendazims die von DUNSING (1976) sowie BEITZ u. a. (1976) mit bercema-Präparaten ermittelten Rückstandswerte herangezogen werden.

Für die bakterizide Wirkkomponente, das mit 6 Gew. % im Falisolan enthaltene Bronopol, lagen keine entsprechenden Untersuchungsergebnisse vor. Zur vollständigen rückstandstoxikologischen Charakterisierung des neuen Beizmittels waren Kenntnisse zur Rückstandsbildung und zum Rückstandsverhalten dieser Wirkkomponente auf den Kartoffeln während der Lagerung sowie in den nach der Pflanzung geernteten Speisekartoffeln erforderlich.

#### 2.1. Rückstandsdynamik von Bronopol

Die Untersuchungen zur Ermittlung der Rückstände von Bronopol an Kartoffeln nach Beizung mit Falisolan sowie zu deren Dynamik während der Lagerung wurden unter Verwendung von radioaktiv-markiertem  $^{14}\text{C}$ -Bronopol durchgeführt. Die Modellversuche erfolgten unter Laborbedingungen in Analogie zu der von STACHEWICZ u. a. (1984) beschriebenen Weise.

In Tabelle 1 sind die Ergebnisse dieser Laborversuche zusammengestellt. Nach labormäßiger Schlammbeizung mit Falisolan wurden auf den Kartoffeln Bronopolrückstände in Höhe von

maximal  $9,3 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  nachgewiesen. Im Gegensatz zu dem vom Chloramphenicol bekannten Rückstandsverhalten (BEITZ u. a., 1974) war beim Bronopol eine stetige Abnahme der Rückstände während der Lagerung der Kartoffeln zu beobachten. Etwa 6 Monate nach der Beizung waren die Bronopolrückstände auf  $0,5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  abgesunken.

#### 2.2. Wirkstoffrückstände bei Kartoffeln aus Praxisbeizversuchen

Zur Bestätigung der nach Modelluntersuchungen ermittelten Abnahme der Bronopolrückstände auf den gebeizten Kartoffeln während der Lagerung wurden entsprechende Rückstandsbestimmungen an Pflanzkartoffeln durchgeführt, die unter Praxisbedingungen mit dem ungarischen Gerät „Gumotox 50“ in der Aufbereitungs-, Lagerungs- und Vermarktungsanlage (ALV) Hohenwulsch/Bismark gebeizt und anschließend über einen Zeitraum von 6 Monaten gelagert worden waren.

Zur Erfassung der Bronopolrückstände in Kartoffeln wurde ein dünnschichtchromatographisches Analysenverfahren erarbeitet. Hierbei erfolgt die Wirkstoffdetektion mit einem  $\text{H}_3\text{PO}_4$ -KJ-Stärke-Reagenz auf Kieselgel-Schichten. Die Nachweisgrenze beträgt  $0,1 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ . Im Falle des Carbendazims erfolgten die für Vergleichszwecke durchgeführten Rückstandsbestimmungen nach dem in TGL 27796, Blatt 21, beschriebenen dünnschichtchromatographischen Verfahren. Die Nachweisgrenze beträgt hierbei  $0,02 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ .

In Tabelle 2 sind die Rückstandsergebnisse der in den Jahren 1980 bis 1982 durchgeführten Praxisversuche zusammengestellt. Sie bestätigen die Ergebnisse der Dynamikuntersuchungen. Unmittelbar nach der Beizung wurden auf den Kartoffeln Initialrückstände von durchschnittlich  $10 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  Bronopol ermittelt, die nach der Lagerung von 6 Monaten bis unter die Nachweisgrenze der Analysenmethode (unter  $0,1 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) abgesunken waren.

Beim Carbendazim wurde keine Abnahme der Initialrückstände ( $85 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) während der Lagerung der Kartoffeln erwartet (DUNSING; 1976). Die geringfügigen Unterschiede der Rückstandswerte zu den Terminen der Ein- bzw. Auslagerung sind bei den hier vorgestellten Versuchen in erster Linie auf Abriebsverluste während des Transports der ausgelagerten Kartoffelproben zurückzuführen, weil zur Bestimmung der Initialrückstände die Kartoffeln unmittelbar nach der Schlammbeizung am Einlagerungsort analytisch aufbereitet wurden.

Mit den mit dem Handelspräparat sowie mit dem radioaktiven Bronopol-Präparat gebeizten Kartoffeln wurden zur Auslagerung Nachanbauversuche angelegt. In allen nachangebauten Kartoffeln (Tochterknollen) waren zum Zeitpunkt der Ernte keine Bronopolrückstände enthalten (Nachweisgrenze der radiometrischen Methode =  $0,004 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ). Carbendazimrückstände wurden in diesen Proben ebenfalls nicht nachgewiesen (unter  $0,02 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ).

Tabelle 1

Rückstandsdynamik von  $^{14}\text{C}$ -Bronopol nach Modellbeizung von Kartoffeln

Lagerungsdauer (d)	Rückstände* (mg · kg <sup>-1</sup> )
0**)	7,5 . . . 9,3
38	5,0
58	1,6 . . . 2,0
90	1,3 . . . 1,8
174	0,5

\*) 2 Versuche mit der Sorte 'Adretta'      \*\*) Initialwert

Tabelle 2

Wirkstoffrückstände in Pflanzkartoffeln zum Zeitpunkt der Auslagerung (Praxisversuche), Sorte 'Astilla' E  
Beizgerät: „Gumotox 50“      Ort: ALV-Anlage Hohenwulsch/Bismark

Versuchsjahr	Lagerungsdauer (d)	Rückstände* zur Auslagerung (mg · kg <sup>-1</sup> )	
		Bronopol	Carbendazim
1980/81	146	< 0,1	65
1981/82	180	< 0,1	70

\*) Einlagerung =  $10 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  Bronopol,  $85 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  Carbendazim

### 3. Verminderung der Rückstandsbelastung durch Waschen und Dämpfen der Kartoffeln

In Sonderfällen werden gebeizte Pflanzkartoffeln bzw. ausgesonderte Anteile davon zur Tierfütterung verwendet. Hierfür sind die Beizmittelrückstände auf den Kartoffeln zu hoch und müssen vermindert werden. Als günstigste Maßnahme zeigte sich die Behandlung der Kartoffeln durch Waschen und Dämpfen. Eine Maßnahme, die auch nach Behandlung mit anderen Beizmitteln angewandt wurde (BEITZ u. a., 1976).

Zur Beantwortung der Frage nach dem Einfluß dieser Behandlungsverfahren auf die Verminderung der Beizmittelrückstände wurden entsprechende Modelluntersuchungen an mit Falisolan gebeizten Kartoffeln durchgeführt. Dabei erfolgte das Waschen der Kartoffeln durch mehrmaliges Tauchen in ein Wasserbad. Das anschließende Dämpfen bis zur Gare wurde in einem Dampfpfopf Typ L 120 vom VEB Medizinische Gerätefabrik Berlin durchgeführt. Tabelle 3 gibt die Ergebnisse eines charakteristischen Versuchs wieder.

An Hand der ermittelten Werte ergibt sich nach dem Waschen der Kartoffeln bereits eine Abnahme von 90 % der Bronopolrückstände. Nach dem Dämpfen wurde kein Bronopol mehr nachgewiesen. Bei den aus verschiedenen Praxisversuchen stammenden Pflanzkartoffeln zeigte sich ein ähnliches Ergebnis. Auf diesen Kartoffeln war bereits nach dem Waschen kein Bronopol mehr erfassbar. Bei den parallel dazu auf Carbendazimrückstände untersuchten Kartoffeln betrug die Rückstandsabnahme nach dem Waschen 90 % und nach anschließendem Dämpfen 95 %, was Rückstandswerten von 8 bzw. 4 mg · kg<sup>-1</sup> entsprach. Die Höhe dieser Rückstandsvermindierungen entspricht somit der für Carbendazim-haltige Präparate bestimmten Größenordnungen.

Rückstandsuntersuchungen an geschälten Kartoffeln zeigten, daß beide Wirkstoffe auf der Schale lokalisiert sind und während der Lagerung kaum in das Knolleninnere eindringen.

### 4. Abbauverhalten von Bronopol

Die vorgestellten Ergebnisse der Rückstandsuntersuchungen verdeutlichen, daß sich die Rückstände des im Falisolan enthaltenen Bronopols auf den Kartoffeln während der Lagerung verringern. In Auswertung der Arbeiten von BRYCE u. a. (1978), SCHMELTZ und WENGER (1979) sowie unter Berücksichtigung der physikalischen Eigenschaften des Bronopols ist diese Rückstandsabnahme weniger durch Verdampfungsverluste verursacht, als vielmehr auf eine chemische Zersetzung und einen biochemischen Abbau des Wirkstoffes (MOORE u. a., 1976) zurückzuführen. Eigene Untersuchungen unter Verwendung von <sup>14</sup>C-markiertem Bronopol (1,3 - <sup>14</sup>C), bei denen der Abbau des radioaktiven Wirkstoffes nach Injektion in die Kartoffelknolle, auf der Kartoffeloberfläche sowie im Kartoffelpreßsaft verfolgt wurde, bestätigten diese Annahme. Der zeitliche Verlauf der Wirkstoffabnahme und die aufgefundenen radioaktiven Abbauprodukte führen zu der Schlußfolgerung, daß sich chemischer und biochemischer Abbau in der Kartoffelknolle und im Kartoffelpreßsaft überlagern, während Bronopol, auf die Kartoffeloberfläche appliziert, vor allem einem chemischen Abbau unterliegt. Beim biochemischen Abbau des Wirkstoffes wurde als Metabolit das 2-Nitropropan-1,3-diol ermittelt.

Tabelle 3

Einfluß von Waschen und Dämpfen auf die Abnahme der Bronopolrückstände  
Sorten: 'Astilla' und 'Astilla' E

Behandlung	Rückstände (mg · kg <sup>-1</sup> )
nach Beizung	6,5
gewaschen	0,65
gewaschen und gedämpft	≤ 0,1

### 5. Zusammenfassung

Das Kartoffelbeizmittel Falisolan enthält als Wirkkomponenten Carbendazim und Bronopol. Nach durchgeführten Untersuchungen mit dem Handelspräparat bzw. mit <sup>14</sup>C-markiertem Bronopol enthaltendem Präparat enthielten die Kartoffeln vor der Aussaat Bronopolrückstände in Höhe von 0,5 mg · kg<sup>-1</sup> nach Modellversuch und weniger als 0,1 mg · kg<sup>-1</sup> nach Praxisversuch. Die Gehalte an Carbendazim lagen bei 70 mg · kg<sup>-1</sup>. Durch Waschen und Dämpfen konnte nur noch Carbendazim mit etwa 4 mg · kg<sup>-1</sup> bestimmt werden. Die aus dem Nachanbau untersuchten Kartoffeln (Tochterknollen) waren frei vom angewandten Beizmittel. Beim biochemischen Abbau des Bronopols wurde als Metabolit das 2-Nitropropan-1,3-diol ermittelt.

#### Резюме

О характеристике протравителя посадочного картофеля Фализолан под аспектом токсикологии остатков

Компонентами протравителя картофеля Фализолан являются карбендазим и бронепоп. При исследованиях, проведенных с помощью торгового препарата или препарата, содержащего меченый <sup>14</sup>C бронепоп, установлено, что до посадки картофеля остатки бронепопа в нем составили 0,5 ppm в модельных опытах и менее 0,1 ppm в полевых опытах. Содержание карбендазима составило около 70 ppm. После мойки и запаривания картофеля обнаружено всего лишь 4 ppm карбендазима. В потомстве изученного картофеля не нашли остатков использованного протравителя. После биохимического разложения бронепопа выявили 2-нитропропана-1,3-диол в качестве метаболита.

#### Summary

Contribution to the residue-toxicological characterisation of the seed potato disinfectant Falisolan

Falisolan contains the active agents carbendazim and bronopol. In experiments with the pure commercial product and with product containing <sup>14</sup>C bronopol, seed potatoes contained 0.5 ppm bronopol residues prior to planting in model trial and less than 0.1 ppm in practice trial. Carbendazim concentrations were about 70 ppm. After washing and steaming, carbendazim (4 ppm) was the only residue found. Tubers from the subsequent crop (daughter tubers) did not contain any residues from the disinfectant. The metabolite 2-nitropropane-1,3-diol was detected on the biochemical degradation of bronopol.

#### Literatur

- BEITZ, H.; DUNSING, M.; SEEFELD, F.: Rückstandstoxikologische Probleme bei der Beizung von Pflanzkartoffeln. Nachr.-Bl. Pflanzenschutz DDR 28 (1974), S. 203 bis 206  
BEITZ, H.; DUNSING, M.; WINDSCHILD, J.; RIEBEL, A.: Zum Rückstandsverhalten von Pflanzenschutzmitteln und Mitteln zur Steuerung biologischer Prozesse auf Erntegütern während der Vorratshaltung. Nachr.-Bl. Pflanzenschutz DDR 30 (1976), S. 101-105  
BRYCE, D. M.; CROSHAW, B.; HALL, J. E.; HOLLAND, V. R.: The activity and safety of the antimicrobial agent Bronopol (2-bromo-2-nitropropane-1,3-diol). J. Soc. Cosmet. Chem. 29 (1978), S. 3-24  
DUNSING, M.: Rückstandstoxikologische Untersuchungen von Mitteln zur Nacherntebehandlung von Pflanzkartoffeln. Berlin, Akad. Landwirtsch.-Wiss. DDR, Diss. A 1976  
MOORE, D. H.; CHASSEAUD, C. F.; LEWIS, J. D.; RISDALL, P. C.; CRAMPTON, E. L.: The metabolism of the antibacterial agent Bronopol (2-bromo-2-nitropropane-1,3-diol) given orally to rats and dogs. Fd. Cosmet. Toxicol. 14 (1976), S. 186 ff.  
SCHMELTZ, I.; WENGER, D.: 2-bromo-2-nitropropane-1,3-diol as a nitrosating agent for diethanolamine. A model study. Fd. Cosmet. Toxicol. 17 (1979), S. 105-109  
STACHEWICZ, H.; ALBRECHT, U.; LEHMANN, H.: Falisolan - ein neues Kartoffelbeizmittel. Nachr.-Bl. Pflanzenschutz DDR 38 (1984), S. 42-44

Anschrift der Verfasser:

Dr. V. LINK

Dr. K. SIEBER

VEB Fahlberg-List Magdeburg - Kombinat Agrochemie

DDR - 3013 Magdeburg

Alt Salbke 60-63





## Ergebnisse der Forschung

### Orientierungswerte zur Schadwirkung von *Phoma lingam* an Winterraps

Die durch *Phoma lingam* (Tode ex Fr.) Desm. (Hauptfruchtform: *Leptosphaeria maculans* [Desm.] Ces. & de Not.) verursachte *Phoma*-Krankheit oder Halsnekrose ist gegenwärtig in der DDR die wirtschaftlich wichtigste Krankheit des Winterrapses (SEIDEL u. a., 1984). Auf Grund mehrjähriger Untersuchungen erscheint es deshalb sinnvoll, erste Orientierungswerte zur Verlustschätzung mitzuteilen.

Basierend auf folgendem Boniturschema

Bonitur- note	befallener Stengelumfang %
9	0
7	≤ 25
5	26 ... 50
3	51 ... 75
1	> 75

Stengel noch nicht vermorscht  
beginnende Vermorschung  
stärkere Vermorschung  
Stengel vermorscht bzw.  
Pflanze abgestorben

### Zur Schadwirkung des ektoparasitären Wurzelnematoden *Tylenchorhynchus dubius* (Bütschli, 1873) Filipjev, 1936, an Sommerweizen

#### 1. Einleitung

Vielfach wird angenommen, daß die Vertreter der Familie Tylenchorhynchidae (Eliava, 1964) Golden, 1971, als Schädlinge im Getreidebau von sehr geringer Bedeutung sind (SEIDEL u. a., 1983). Es gibt jedoch Hinweise in der Literatur, die eine Überprüfung dieser Annahme notwendig erscheinen ließen. So brachte OOSTENBRINK (1961) das schlechte Wachstum von Hafer mit einer hohen Populationsdichte von *T. dubius* in Zusammenhang, und *T. brevidens* Allen, 1955, wurde für das Zurückgehen der Weizenenerträge in Oklahoma verantwortlich gemacht (SCHLEHUBER u. a., 1965). Versuche von UPADHYAY und SWARUP (1981) ergaben, daß 1 000 Nematoden der Art *T. vulgaris* Upadhyay,

ergaben sich bei Bonituren zur Zeit der Schwadrebbe im Mittel der Versuche nachstehende Verluste

Bonitur- note	Schoten/Pflanze	Verluste in %	
		TKM	Korn- masse
9 ... 7	0	0	0
5	15	23	20
3	19	27	40
1	45	40	60

Auf der Grundlage dieser Ergebnisse kann zur Verlustschätzung zur Zeit der Schwadrebbe des Winterrapses folgende Formel Verwendung finden:

$$\text{Verlust an Korn-  
masse in \%} = \frac{(n_1 \times 20) + (n_2 \times 40) + (n_3 \times 60)}{100}$$

$n_1$  bedeutet dabei die Anzahl der Pflanzen mit der Boniturnote 5,  $n_2$  die der Boniturnote 3 und  $n_3$  die der Boniturnote 1.

#### Literatur

SEIDEL, D.; DAEBELER, F.; AMELUNG, D.; ENGEL, K. H.; LÜCKE, W.: Auftreten, Schadwirkung und Bekämpfung von *Phoma lingam* an Winterraps. Nachr.-Bl. Pflanzenschutz DDR 38 (1984), S. 120-123

Dr. habil. Franz DAEBELER

Dr. Dietrich AMELUNG

Prof. Dr. sc. Dieter SEIDEL

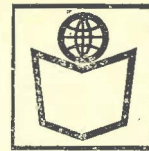
Sektion Meliorationswesen und Pflanzenproduktion der Wilhelm-Pieck-Universität Rostock, Wissenschaftsbereich Phytopathologie und Pflanzenschutz  
DDR - 2500 Rostock  
Satower StraÙe 48

Swarup und Sethi, 1972, bzw. 1 000 der Art *T. brevidens* in 1 000 cm<sup>3</sup> Boden zu einer signifikanten Minderung des Mais- bzw. Weizenenertrages führten. JONES (1979) registrierte einen 25%igen Ertragsrückgang bei Winterweizen durch 5 000 Exemplare von *T. dubius* in 1 000 cm<sup>3</sup> Boden.

Die Vertreter der Gattung *Tylenchorhynchus* werden auch in der DDR in Bodenproben von Flächen mit einem hohen Getreideanteil immer wieder gefunden. Die Art *T. dubius* ist besonders in leichten Böden sehr stark vertreten. Zur Untersuchung des Einflusses dieser Art auf den Sommerweizen wurde in der Vegetationsperiode 1984 ein Topfversuch durchgeführt.

#### 2. Material und Methoden

Zur Gewährleistung einer hohen Ausgangsverseuchung wurden die Nematoden in der vegetationsfreien Zeit 1983/1984 im Gewächshaus an Blumenkohl in



## Aus Fachzeitschriften sozialistischer Länder

### NÖVÉNYVÉDELEM

Budapest

Nr. 5/1985

SZARKA, J.; LUKÁCS, J.: Phytopathologische und technologische Ursachen der Zwiebelmäule (S. 193-195)

DUDÁS, P.; GALAMBOSI, B.; BUJÁKI, G.: Untersuchung der an angebauten Umbelliferen schädigenden Blattläuse (S. 196-198)

HARGITAI, F.: 30 Jahre ungarischer Pflanzenschutz (S. 209-212)

BOGNÁR, S.: Zusammenhänge zwischen Milben, Nährpflanzen und Pflanzenschutzmitteln (S. 212-213)

BALÁZS, K.: Veränderungen in der Zusammensetzung der Microlepidopteren-Fauna der Apfel-Ökosysteme (S. 214 bis 215)

HERTELENDY, L.; PINTÉR, A.: Mikrowellen-Methode gegen Vorratsschädlinge (S. 215)

BOGNÁR, S.; JÁRFÁS, J.; VIOLA, M.: Eine wassergesteuerte, fraktionierende Pheromonfalle: Typ ATV-3 (S. 217)

TAKÁCS, A.: Ätiologische Untersuchungen zur kurzfristigen Prognose der an der Sonnenblume schädigenden *Lygus*-Arten (S. 217-218)

lehmigem Sand vorvermehrt. Der Boden war, bevor ihm die Nematoden zugegeben wurden, gedämpft worden, so daß gesichert war, daß die Art *T. dubius* unbeeinflusst durch andere Arten zur Vermehrung kam. Im April konnten 1 600 Nematoden in 100 cm<sup>3</sup> ermittelt werden, was gleichzeitig die Ausgangsverseuchung für den Getreideversuch war. Der Versuch wurde in Tontöpfen mit einem Fassungsvermögen von jeweils 5 dm<sup>3</sup> in fünf Wiederholungen durchgeführt. Zur Vermeidung großer Temperatur- und Feuchtigkeitsschwankungen wurden die Töpfe bis zur Oberkante in den Erdboden eingegraben. Die Einsaat des Sommerweizens (Sorte 'Hatri') erfolgte am 2. 4. 1984, am 2. 5. 1984 wurden die jungen Pflanzen auf zehn je Topf reduziert und mit 3,5 g Wopil je Topf gedüngt (Wopil enthält 15% N, 15% P<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, 24% K<sub>2</sub>O und als Mikronährstoffe Fe, Mg, Zn, B und Mo). Gegossen wurde nach Bedarf. Eine dreimalige Calixin-Spritzung verhinderte den Mehlaube-fall der Pflanzen.

### 3. Ergebnisse und Diskussion

Die Ergebnisse des Versuches sind in Tabelle 1 zusammengefaßt. Sie machen deutlich, daß *T. dubius* in der Lage ist, den Sommerweizenenertrag negativ zu beeinflussen. Der durch den Nematoden verursachte Ertragsverlust betrug 24,4%. Dieses Resultat ist in erster Linie auf eine schlechtere Bestockung in der mit *T. dubius* verseuchten Variante zurückzuführen. Außerdem ist die Tausendkornmasse (TKM) um 5,2% niedriger als die der Kontrolle. Die Kornanzahl pro Ähre als dritter ertragsbildender Faktor wurde nicht negativ beeinflusst.

Der Ertragsausfall wird durch das stark durch die Saugtätigkeit der Nematoden geschädigte Wurzelsystem (Tab. 1, Abb. 1), bedingt. Dies führte auch zu einer Verringerung des Strohertrages um 26%. Zum Zeitpunkt der Ernte konnte eine hohe Populationsdichte von *T. dubius* (3 300 Nematoden in 100 cm<sup>3</sup> Boden) nachgewiesen werden. Dieses Ergebnis macht deutlich, daß der Sommerweizen nicht nur eine empfindlich rea-

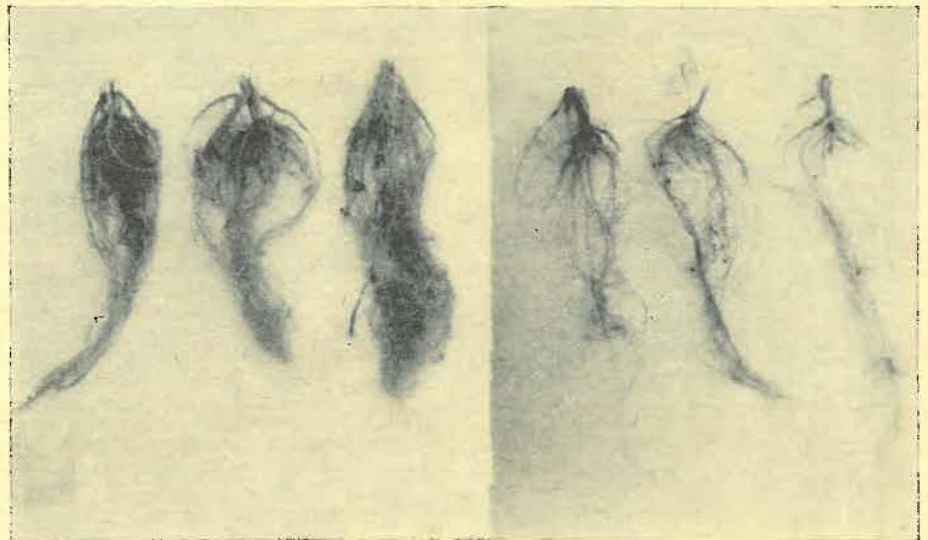


Abb. 1: Wurzelentwicklung des Sommerweizens  
links: aus unverseuchtem Boden; rechts: aus mit *Tylenchorhynchus dubius* verseuchtem Boden

gierende Wirtspflanze für *T. dubius* ist, sondern über ihre hohe populationsfördernde Wirkung auch die Voraussetzungen für Schäden an einer nachfolgenden anderen empfindlichen Pflanzenart, z. B. Winterweizen, schaffen kann.

Die Hauptursache dafür, daß dem Nematoden, der alle Getreidearten befallen kann, bis heute nur relativ wenig Aufmerksamkeit geschenkt wurde, ist vor allem darin zu sehen, daß er als Ektoparasit im Boden lebt und keine charakteristischen Symptome verursacht. Die durch seine Parasitierung hervorgerufene Reduktion des Wurzelsystems wird ursächlich nicht erkannt, führt aber, wie im Versuch deutlich gemacht wurde, zu beachtlichen Ertragsausfällen.

#### Literatur

- JONES, R. K.: Migratory plant parasitic nematodes as a pest of cereals. *Ann. appl. Biol.* 92 (1979), S. 257-262  
 OOSTENBRINK, M.: Nematodes in relation to plant growth, III. *Pratylenchus penetrans* (Cobb.) in tree crops, potatoes and red clover. *Neth. J. agric. Sci.* 9 (1961), S. 188-209  
 SCHLEHUBER, A. M.; PASS, H.; YOUNG, H. C.: Wheat grain losses caused by nematodes. *Pl. Dis. Repr.* 49 (1965), S. 806-809  
 SEIDEL, D.; WETZEL, Th.; BOCHOW, H.: Pflanzenschutz in der Pflanzenproduktion. Berlin, VEB Dt. Landwirtschafts-Verl., 1983, 304 S.  
 UPADHYAY, K. D.; SWARUP, G.: Growth of wheat in the presence of *Merlinius brevidens* single and in combination with *Tylenchorhynchus vulgaris*. *Indian J. Nematol.* 11 (1981), S. 42-46

Dipl.-Agr.-Ing. Peter LÜTH  
 Prof. Dr. sc. Heinz DECKER

Sektion Meliorationswesen und Pflanzenproduktion der Wilhelm-Pieck-Universität Rostock  
 Wissenschaftsbereich Phytopathologie und Pflanzenschutz  
 DDR - 2500 Rostock  
 Satower Straße 48

Tabelle 1

Einfluß von *Tylenchorhynchus dubius* auf den Kornertrag, die Anzahl der ährentragenden Halme, die Tausendkornmasse (TKM), die Kornanzahl/Ähre, die Strohmasse und die Trockenmasse der Wurzeln bei Sommerweizen als Durchschnittswerte von fünf Wiederholungen

	mit <i>Tylenchorhynchus dubius</i> verseuchte Variante	Kontrolle
Kornertrag in g*)	29,74	39,32
Anzahl der ährentragenden Halme	17,80	23,0
TKM	45,71	48,23
Kornanzahl pro Ähre	36,50	34,64
Strohmasse in g	30,80	41,70
Trockenmasse der Wurzeln in g*)	8,20	25,90

\*) Die Unterschiede waren mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 1% signifikant



Aus  
 Fachzeitschriften  
 der DDR

agrar-technik, Berlin 35 (1985) 5

DÜNNEBEIL, H.: Wissenschaftlich-technische Tagung zur Chemisierung der Pflanzenproduktion (S. 203)

LEISTE, H.: Rationalisierungsmittel für die agrochemischen Zentren (S. 204-205)

JANY, H.: Abwasserreinigung in ACZ durch Adsorption der Inhaltsstoffe an Industrieasche (S. 205-207)

BÖHL, K.; BÄTZ, U.: Einsatz von Flugmodellen für agrochemische Arbeiten in der Landwirtschaft (S. 215-217)

o. V.: Neu: Landwirtschaftsflugzeug Z 37 T Agro Turbo aus der ČSSR (S. 217-219)

JESKE, A.; RÜMP, A.: Pflanzenschutztechnik für Gartenfreunde und Kleinproduzenten (S. 219-222)

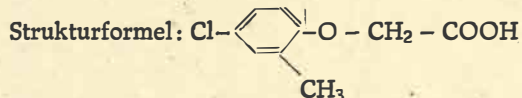


## Toxikologischer Steckbrief

**Wirkstoff: MCPA Präparate:** SYS 67 Makasal (K, 400 g/l)  
SYS 67 ME (ISa, 80 ‰)  
SYS 67 ME-Amin (K, 550 g/l)  
SYS 67 ME flüssig (K, 300 g/l)  
zusammen mit anderen herbiziden  
Wirkstoffen in Banvel M,  
SYS 67 Bucril A,  
SYS 67 Dambe,  
SYS 67 MEB, SYS 67 Omnidel-Kombi,  
SYS 67 PROP PLUS und  
SYS 67 Ramex

### 1. Charakterisierung des Wirkstoffes

Chemische Bezeichnung: 4-Chlor-2-methylphenoxyessigsäure



### Chemisch-physikalische Eigenschaften

Wasserlöslichkeit: Säure 1 500 mg/l, 270 g/l als Natriumsalz  
Dampfdruck: gering für die Säure und ihre Salze

### Toxikologische Eigenschaften

LD<sub>50</sub> p.o. 517 ... 607 mg/kg KM Ratte (als Säure)  
1 000 mg/kg KM Ratte (als Natriumsalz)  
1 140 ... 1 410 mg/kg KM Ratte (als Dimethylaininsalz)  
no observed effect level (subchronische Toxizität):  
2,5 mg/kg KM Ratte/Tag

### Spätschadenswirkungen

keine mutagene und kanzerogene Wirkung, keine teratogenen und embryotoxischen Effekte bis zu 500 mg im kg Futter bei Ratten

### Verhalten im Säugerorganismus

Hydrolysierung am Phenylring, Abspaltung der Alkansäure, Konjugatbildung, Ausscheidung über die Nieren innerhalb von 4 Tagen

## 2. Verbraucherschutz

Maximal zulässige Rückstandsmenge: Getreide 0,05 mg/kg  
Kartoffeln 0,05 mg/kg  
alle anderen Kulturen 0,02 mg/kg

Toxizitätsgruppe II

Rückstandsverhalten in Getreide (in mg/kg):

	Korn	Stroh
nach 64 Tagen	< 0,02	0,06 ... 0,12
nach 89 Tagen	< 0,01	< 0,04
Abbau im Boden:	vollständiger Abbau in durchschnittlich 4 Wochen, maximal in 10 bis 12 Wochen	
Karennzeiten in Tagen:	SYS 67 Makasal, SYS 67 ME, SYS 67 ME-Amin und SYS 67 ME flüssig: Getreide 42, Kartoffeln 35, Obst 28 Futterpflanzen: für laktierende Tiere 10, für Masttiere 7 abdriftkontaminierte Kulturen: Lebensmittel 21, Futtermittel 7	
ADI:	0,025 mg/kg KM (national BRD)	

## 3. Anwenderschutz

Giftabteilung: SYS 67 Makasal, SYS 67 ME, SYS 67 ME-Amin und SYS 67 ME flüssig:  
keine Gifte gemäß Giftgesetz vom 7. 4. 1977

LD<sub>50</sub> p.o.: SYS 67 Makasal 2 550 ... 2 750 mg/kg KM Ratte  
SYS 67 ME 1 550 ... 1 610 mg/kg KM Ratte  
SYS 67 ME-Amin 2 270 mg/kg KM Ratte  
SYS 67 ME flüssig 4 000 mg/kg KM Ratte

Gefährdung über die Haut: leicht hautreizend, mäßig augenreizend

Vergiftungssymptome: Kopfschmerzen, Appetitlosigkeit, Übelkeit und Durchfälle bei oraler Aufnahme geringerer Mengen, bei großen Mengen Erbrechen, anhaltende Bewußtlosigkeit, Kreislaufkollaps und Atemlähmung

Erste-Hilfe-Maßnahmen: bei oraler Aufnahme Erbrechen herbeiführen, keine Fette, Eiweiße bzw. Alkohol verabreichen

Spezifische Therapie: Herz- und Kreislaufkontrolle, Leberschutztherapie

Spezifische Arbeitsschutzmaßnahmen: Einwirkung auf Haut, Augen und Atmungsorgane vermeiden, längere Aufnahme auch kleiner Mengen vermeiden, Zuckerkrankte sollen nicht mit Wachstoffs herbiziden arbeiten

Maximale Arbeitsplatzkonzentration: keine Festlegung

## 4. Umweltschutz

Einsatz in Trinkwasserschutzzone II: SYS 67 Makasal und SYS 67 ME gestattet in Getreide und etabliertem Grasland auf bindigen Böden, SYS 67 PROP PLUS nur in Getreide auf bindigen Böden

Einstufung als Wasserschadstoff: Kategorie II

Fischtoxizität: SYS 67 ME-Amin - stark fischgiftig  
SYS 67 ME - mäßig fischgiftig  
SYS 67 ME flüssig - fischungiftig  
SYS 67 Makasal - nicht klassifiziert

Bientoxizität: SYS 67 ME, SYS 67 ME-Amin und SYS 67 ME flüssig sind bienenungefährlich,  
SYS 67 Makasal ist nicht klassifiziert

Vogeltoxizität: LD<sub>50</sub> p.o. für MCPA: 797 ... 1 110 mg/kg KM Japanwachtel  
SYS 67 Makasal: 1 548 ... 2 381 mg/kg KM Japanwachtel

Prof. Dr. sc. H. BEITZ  
Dr. D. SCHMIDT  
Institut für Pflanzenschutzforschung  
Kleinmachnow der AdL der DDR

13133 8  
PFLANZ  
1533 7012 0984

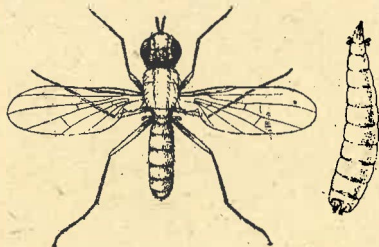
151 959 846  
DSF 58

## 2 Hochschullehrbücher für den Pflanzenproduzenten

### Grundlagen der Phytopathologie und des Pflanzenschutzes

Prof. Dr. sc. D. Seidel,  
Prof. Dr. sc. T. Wetzel,  
Prof. Dr. sc. K. Schumann

2. Auflage, 223 Seiten mit 96 Abb. und 27 Tab.,  
Brolin, 19,50 M  
Bestellangaben: 558 823 1 / Seidel Phytopathologie

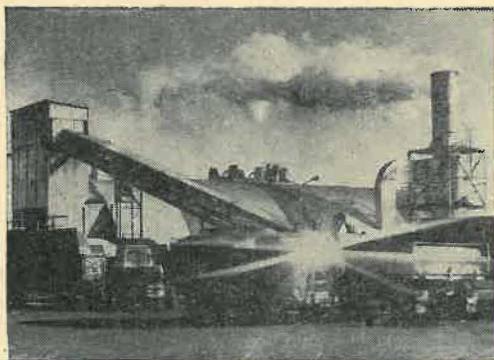


Nach drei grundsätzlichen Kapiteln über die Bedeutung und Entwicklung des Pflanzenschutzes sowie über Begriffsabgrenzungen folgen vier sachbezogene Kapitel über Schaderreger (tierische, pilzliche, bakterielle, virose und mykoplasmatische) Pflanzenpathologie, Populationsdynamik und den eigentlichen Pflanzenschutz. Es werden alle Pflanzenschutzmaßnahmen erläutert und die Entscheidungshilfe im Pflanzenschutz aufgeführt.

### Technologische Grundlagen für die industriemäßige Pflanzenproduktion

Prof. Dr. agr. habil. M. Müller

1. Auflage, 115 Seiten mit 39 Abb. und 18 Tab.,  
Brolin, 9,75 M  
Bestellangaben: 558 988 3 / Mueller Technolog. Grundl.



Ausgehend von den gesellschaftlichen Anforderungen und der historischen Entwicklung werden Begriffe und Einordnung der Technologie im System der Wissenschaften dargestellt. Es folgen Ausführungen über die Aufgaben der Technologie sowie die Analyse und Synthese technologischer Prozesse. Die Überführung von Forschungsergebnissen und die Abhandlung technologischer Projekt-Ist-Vergleiche bilden den Abschluß.

Bestellungen bitte nur an den örtlichen Buchhandel richten!  
Ab Verlag ist kein Bezug möglich.

VEB DEUTSCHER LANDWIRTSCHAFTSVERLAG



BERLIN