

suchsgewächshäuser gelangt. Außerdem geht aus den Ergebnissen hervor, daß es sich bei allen homothallischen Stämmen, deren Anamorph der *Martiella*-Sektion angehört, und die pathogen an *Passiflora edulis* und/oder *Solanum*-Arten sind, um *N. ipomoeae* bzw. *F. striatum* handelt.

### Danksagung

Frau H. ANDERS, Frau E. DRESSLER und Frau R. SCHWARZ möchten wir für die zuverlässige Durchführung der technischen Arbeiten unseren Dank aussprechen.

### Literatur

EMECHIBE A. M., und J. MUKIIBI, 1976.: *Nectria* collar and root rot of passion fruit in Uganda. Plant Dis. Repr. **60**, 227–231.  
 GEORGOPOULOS, S. G., 1963: Genetic markers and linkage relationships from tetrad data in *Hypomyces solani* f. *cucurbitae*. Can. J. Bot. **41**, 649–659.

HALSTED, B. D., 1892: Fungous diseases of the egg-plant. New Jersey Agric. Coll. Exp. Stn. Bot. Dept. Rep. **12**, 277–283.  
 NIRENBERG, H. I., 1990: Recent advances in the taxonomy of *Fusarium*. Stud. Mycol. **32**, 91–101.  
 PLOETZ, R. C., 1991: Sudden wilt of passionfruit in southern Florida caused by *Nectria haematococca*. Plant Dis. **75**, 1071–1073.  
 SHERBAKOFF, C. D., 1915: Fusaria of potatoes. Mem. Cornell Univ. Agric. Exp. Stat. **6**, 87–270.  
 SNYDER, W. C., 1940: White perithecia and the taxonomy of *Hypomyces ipomoeae*. Mycologia **32**, 646–648.  
 TOUSSOUN, T. A., und W. C. SNYDER, 1961: The pathogenicity distribution, and control of two races of *Fusarium (Hypomyces) solani* f. *cucurbitae*. Phytopathology **51**, 17–22.  
 WOLLENWEBER, H. W., und O. A. REINKING, 1935: Die Fusarien, ihre Beschreibung, Schadwirkung und Bekämpfung. Paul Parey, Berlin, 335 pp.

Kontaktanschrift: Dr. Helgard I. Nirenberg, Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Mikrobiologie, Königin-Luise-Straße 19, D-14195 Berlin

Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd., **48** (12), S. 275–279, 1996, ISSN 0027-7479.  
 © Eugen Ulmer GmbH & Co., Stuttgart

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Braunschweig, <sup>1</sup>) Fachgruppe Biologische Mittelprüfung, <sup>2</sup>) Institut für Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland, <sup>3</sup>) Institut für Unkrautforschung

## Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln auf Nichtzielorganismen

Diskussionspapier zur Risikoabschätzung und Risikominimierung für terrestrische Nichtzielorganismen (Flora und Fauna)

Effects of plant protection products on non-target organisms – a contribution to the discussion of risk assessment and risk mitigation for terrestrial non-target organisms (flora and fauna)

Von Rolf Forster<sup>1</sup>), Udo Heimbach<sup>2</sup>), Christine Kula<sup>1</sup>) und Peter Zwerger<sup>3</sup>)

### Zusammenfassung

Bei der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln können auf bewirtschafteten Flächen selbst bei bestimmungsgemäßer und sachgerechter Anwendung Populationen von Nichtzielorganismen geschädigt werden. Zudem können Pflanzenschutzmittel durch Abtrieb auf Nichtzielflächen gelangen und auch hier Ursache für die Exposition von Organismen (Flora und Fauna) sein. Das vorliegende Papier zeigt Lösungsmöglichkeiten auf, wie die Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln auf Organismen insbesondere auf Nichtzielflächen abgeschätzt werden können und welcher Forschungs- und Handlungsbedarf zur Vermeidung unannehmbarer Auswirkungen auf den Naturhaushalt dazu besteht. Der folgende Bedarf wird festgestellt:

- Intensivierung der internationalen Zusammenarbeit und Harmonisierung im Bereich der Risikoabschätzung unter besonderer Berücksichtigung von Dosis-Wirkungs-Analysen,
- Identifizierung besonders gefährdeter Arten und Beschreibung besonders gefährdeter Biotope,

- Erarbeitung von Kenngrößen zur Beurteilung einer nachhaltigen Schädigung von Populationen,
- Erarbeitung von Risikominimierungsstrategien und ihre Umsetzung im Zulassungsverfahren für Pflanzenschutzmittel.

**Stichwörter:** Auswirkungen, Pflanzenschutzmittel, Nichtzielorganismen, Nichtzielflächen, Risikoabschätzung, Risikominimierung, Zulassungsverfahren

### Abstract

The use of plant protection products may have adverse effects on populations of non-target organisms, even if applied according to the principles of good agricultural practice. In addition plant protection products may cause exposure of non-target organisms (flora and fauna) in off-crop habitats via spray drift. This paper describes how a risk assessment for non-target organisms especially for off-crop habitats could be conducted. It identifies research and action needed to protect the environment from unacceptable effects. The following needs are identified:

- to intensify international cooperation and harmonization with regards to risk assessment (especially dose-response-analyses),
- to identify endangered species and habitats,
- to elaborate endpoints to identify unacceptable effects,
- to elaborate strategies for risk mitigation and to implement these strategies within authorization of plant protection products.

**Key words:** Side effects, plant protection products, pesticides, non-target organisms, off-crop habitats, risk assessment, risk mitigation, authorization procedure

## 1 Einleitung

Seit 1991 liegt die Richtlinie 91/414/EWG vor, die die Grundlage für die Zulassung von Pflanzenschutzmitteln in den Mitgliedstaaten der Europäischen Union darstellt. In den Gemeinsamen Grundsätzen, die 1994 verabschiedet wurden, sind die für das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln in den Mitgliedstaaten der Europäischen Union harmonisierten Zulassungskriterien festgelegt. Die Umsetzung dieser Richtlinie in nationales Recht steht bevor und ist Anlaß für eine kritische Überprüfung der derzeitigen Verfahren zur Risikoabschätzung. Das vorliegende Papier soll Lösungsmöglichkeiten aufzeigen, wie die Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln auf Nichtzielorganismen insbesondere auf Nichtzielflächen abgeschätzt werden können und welcher konkrete Forschungs- und Handlungsbedarf zur Vermeidung einer nachhaltigen Schädigung des Naturhaushaltes dazu besteht. Schließlich soll gezeigt werden, wie diese Strategien im Rahmen des Zulassungsverfahrens umgesetzt werden können. Da sich das Problem für die Bereiche Bodenmikroflora, Bodenfauna, Nichtzieltarthropoden und Nichtzielpflanzen gleichermaßen darstellt, soll ein gemeinsames Vorgehen für die unterschiedlichen Organismengruppen erreicht werden.

In § 15 des Pflanzenschutzgesetzes (PflSchG) vom 15. September 1986 werden die Voraussetzungen für die Erteilung der Zulassung von Pflanzenschutzmitteln auf nationaler Ebene formuliert. Dort wird unter anderem gefordert, daß ein Pflanzenschutzmittel bei bestimmungsgemäßer und sachgerechter Anwendung oder als Folge einer solchen Anwendung keine sonstigen Auswirkungen, insbesondere auf den Naturhaushalt, haben darf, die nach dem Stande der wissenschaftlichen Erkenntnisse nicht vertretbar sind. Die in Anhang VI der Richtlinie 91/414/EWG festgelegten „Gemeinsamen Grundsätze“ für das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln in den Mitgliedstaaten der Europäischen Union gehen darüber hinaus. Neu ist unter anderem, daß die Ausprägung der Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln auf Nichtzieltarthropoden und Bodenorganismen zusätzliche Zulassungskriterien sind. So ist für die genannten Bereiche zu belegen, daß, sofern die Ausprägung der negativen Effekte bestimmte Grenzen überschreitet, der Antragsteller durch eine geeignete Risikoabschätzung nachweisen muß, daß diese Effekte nicht unannehmbar sind. Gemäß den Anforderungen der Anhänge II und III der Richtlinie ist zudem über die Auswirkungen auf Nichtzielpflanzen zu berichten.

## 2 Problemstellung

Die Einhaltung der in § 6 PflSchG formulierten Anwendungsbeschränkung, der zufolge Pflanzenschutzmittel nicht angewendet werden dürfen, wenn der Anwender damit rechnen muß, daß ihre Anwendung sonstige erhebliche schädliche Auswirkungen, insbesondere auf den Naturhaushalt, hat, ist in der Praxis nur schwer durchführbar und kontrollierbar. Zwangsläufig werden auch Nichtzielarten exponiert sein. Zur Zeit wird die Last der Entscheidung, ob eine Anwendung im Sinne des § 6 PflSchG erlaubt ist oder nicht, einseitig dem Anwender und der amtlichen Pflanzenschutzberatung übertragen, ohne Möglichkeiten für eine Risikominimierung aufzuzeigen. Risikominimierungsstrategien könnten einerseits die Nutzung eines ökotoxikologisch problematischen Pflanzenschutzmit-

tels ermöglichen und andererseits die Schonung des Naturhaushaltes gewährleisten. Diese Schonung muß jedoch konsequenterweise auch Bereiche außerhalb der landwirtschaftlich, forstwirtschaftlich oder gärtnerisch genutzten Flächen (im folgenden auch als Nichtzielflächen bezeichnet) einbeziehen, wenn die im PflSchG gegebene Definition des Begriffes „Naturhaushalt“ zugrunde gelegt wird (vgl. hierzu auch NACHTIGALL, 1994).

### 2.1 Exposition

Pflanzenschutzmittel können in an Zielflächen angrenzende natürliche und seminaturliche Habitate wie Feldraine, Hecken und Gehölze insbesondere über die Abtrift gelangen und auch hier Ursache für die Exposition von Nichtzielorganismen sein (PÖLKLING, 1993). Die Untersuchungen zur Abtrift von Pflanzenschutzmitteln durch GANZELMEIER et al. (1995) belegen das Eintreten von Abtriftereignissen auch bei bestimmungsgemäßer und sachgerechter Anwendung (Tab. 1).

**Tab. 1. Abgestimmte Abtriftewerte (Bodensedimente in Prozent der Aufwandmenge, 95 %-Perzentile der Einzelwerte) (verändert nach GANZELMEIER et al., 1995)**

Abstand [m]	Flächenkulturen	Obstbau <sup>1</sup>		Weinbau <sup>1</sup>		Hopfen	tragbare Spritzgeräte <sup>2</sup>
		früh	spät	früh	spät		
5	0,6	20,0	10,0	1,6	5,0	12,5	5,0
10	0,4	11,0	4,5	0,4	1,5	9,0	1,5
15	0,2	6,0	2,5	0,2	0,8	5,0	0,8

<sup>1</sup> Anwendung zu frühen bzw. späten Entwicklungsstadien

<sup>2</sup> Anwendung bei Pflanzen höher als 50 cm

Die Kenntnis über das Ausmaß der Abtrift macht eine ökotoxikologische Bewertung der Abtrift erforderlich, da an bewirtschaftete Flächen angrenzende Strukturelemente wie Feldraine wichtige Ressourcen für die Erhaltung der Biodiversität und damit der Stabilität von Agrarökosystemen darstellen (SOTHERTON, 1985; WRATTEN, 1988; WETZEL, 1993; WRATTEN et al., 1993; WELLING und KLINGAUF, 1993; WELLING et al., 1994). SHERRATT und JEPSON (1993) sowie MAURER und HOLT (1996) belegen die Gefahr des lokalen Aussterbens von Metapopulationen. Diese Gefährdung läßt sich aus dem Zusammenwirken verschiedener Einflußgrößen wie dem Umfang der behandelten Fläche, der Häufigkeit der Pflanzenschutzmittelanwendung, der Toxizität des Pflanzenschutzmittels, dem Dispersionsverhalten und dem Reproduktionsvermögen der jeweiligen Population ableiten und modellieren.

Neben der Abtrift kommt es auch nach der Applikation von Pflanzenschutzmitteln zu einem Austrag aus den behandelten Flächen (GLOTFELTY und SCHOMBURG, 1989; PESTEMER und KRASEL, 1992; SIEBERS et al., 1993). Angaben über den Umfang der Volatilisation (Verflüchtigung) von Pflanzenschutzmitteln reichen von weniger als 1 % bis zu 80 % der ausgebrachten Menge. Im Gegensatz zur Abtrift zieht sich das Verflüchtigen von Pflanzenschutzmitteln über einen sehr viel längeren Zeitraum nach der Applikation hin und kann zeitlich daher nicht genau eingegrenzt werden. Zudem werden Pflanzenschutzmittel via Volatilisation über weitaus größere Strecken verfrachtet. Die Kontamination von Nichtzielflächen mit verflüchtigten Pflanzenschutzmitteln kann durch Luftbewegung, Nebel und Niederschlag erfolgen. So haben OBERWALDER (1992) und SIEBERS et al. (1994) eine jährliche Deposition von maximal 0,7 g/ha Wirkstoff gefunden. Speziell die Volatilisation von Herbiziden kann an benachbarten empfindlichen Kulturen zu Schäden führen, wie die Untersuchungen von SANDMANN et al. (1991), BREEZE (1993) und DE JONG et al. (1995) zeigten. Dabei muß betont werden, daß sich die flächenhafte Deposition verflüchtigter Pflanzenschutzmittel gut bestimmen läßt, nicht jedoch deren biologische Wirkungen. Ein Ansatz für die Bewertung der in Luft und Niederschlägen auftretenden

Pflanzenschutzmittelwirkstoffe hinsichtlich ihrer möglichen Auswirkungen in verschiedenen Umweltkompartimenten wurde von KÖPP et al. (1992) aufgezeigt.

Die Abschätzung des Gefährdungspotentials auf Nichtzielflächen sollte auf die Abtrift beschränkt werden, da für diese bereits ausreichend validierte Modelle vorliegen. Für die Volatilisation sind zwar auch erste Modellansätze vorhanden, eine umfassende Validierung hat bisher aber noch nicht stattgefunden.

## 2.2 Auswirkungen

### 2.2.1 Nichtzielarthropoden

Bei der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln können auf bewirtschafteten Flächen auch bei bestimmungsgemäßer und sachgerechter Anwendung Populationen von Nichtzielarthropoden geschädigt werden (JEPSON und SHERRATT, 1991; WETZEL, 1993). WETZEL (1993) gibt den Anteil von Nichtzielarthropodenarten für eine großstrukturierte Agrarlandschaft mit 97 % an (35 % Nützlinge und 62 % Indifferente), denen 3 % Schädlinge gegenüberstehen.

Als Hinweis für die besondere Gefährdung kleiner Populationen in Saumbiotopen kann gewertet werden, daß sich die Besiedlung von Refugialhabitaten innerhalb einer intensiv bewirtschafteten Agrarlandschaft nur langsam vollzieht. Dies belegten GRUTKE und WILLECKE (1993) im Rahmen einer Langzeitstudie. Da MÜHLENBERG und HOVESTADT (1992) grundsätzlich feststellen, daß kleinere Populationen eher aussterben als große, muß die nachhaltige Gefährdung von Populationen auf Nichtzielflächen angenommen werden, wenn die Abtrift ökotoxikologisch relevanter Pflanzenschutzmittel in angrenzende Habitats nicht reduziert wird und eine räumliche und zeitliche Koinzidenz von Pflanzenschutzmittelapplikationen und sensitiven Stadien unterstellt werden kann.

Verschiedene Autoren weisen auf die Gefährdung von Nichtzielarthropoden in den Randbereichen landwirtschaftlich genutzter Flächen, insbesondere Lepidopteren, Syrphiden und Honigbienen hin (DAVIS und WILLIAMS, 1990; DAVIS et al., 1993; JEPSON et al., 1994; CILGI und JEPSON, 1994). So demonstrierten DE JONG und VAN DER NAGEL (pers. Mitteilung) für Pieriden, daß Effekte bei 0,55 % der üblichen Aufwandmenge von Diflubenzuron nachweisbar sind. CILGI und JEPSON (1994) belegen eine vergleichbar hohe Wirksamkeit für Deltamethrin. DAVIS et al. (1993) ermitteln in Freilanduntersuchungen eine akute Schädigung von Lepidopterenlarven durch verdriftete Pflanzenschutzmittel (Cypermethrin, Triazophos). Sie zeigen auch, daß die Einhaltung von Sicherheitsabständen zu den entsprechenden Habitats eine hinreichende Reduzierung der Mortalität ermöglicht. Dieser Sachverhalt wird von CILGI (1993) und CILGI und JEPSON (1994) sowie durch Untersuchungen der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA) bestätigt.

Zur Zeit sind die von der IOBC (International Organization for Biological and Integrated Control of Noxious Animals and Plants) und der BBA zum Teil bereits Mitte der 70er Jahre entwickelten Richtlinien Grundlage für die Prüfung der Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln auf Nichtzielarthropoden. Diese wurden mit dem Ziel entwickelt, die Selektivität von Pflanzenschutzmitteln im Hinblick auf Nützlinge für bestimmte für den Integrierten Pflanzenschutz relevante Anwendungsgebiete unter Verwendung der höchsten vorgesehenen Aufwandmenge zu prüfen. Diese beschränken sich deshalb auf Einzeldosistests. So beziehen sich die Kennzeichnungen der Pflanzenschutzmittel hinsichtlich der Auswirkungen auf Nutzarthropoden zur Zeit auf das jeweils ungünstigste Anwendungsgebiet – eine Strategie, die die Einsatzmöglichkeiten eines Pflanzenschutzmittels im Integrierten Pflanzenschutz nicht umfassend berücksichtigt und darüber hinaus die Aufnahme insbesondere von insektiziden Wirkstoffen in Anhang I und die Zulassungsfähigkeit für einen großen Anteil von Pflanzenschutzmitteln in Frage stellt. Gemäß Anhang VI der Richtlinie 91/414/EWG wären die Zulassungsvoraussetzungen für etwa ein Viertel der von der BBA zu-

gelassenen und gekennzeichneten Pflanzenschutzmittel nicht gegeben, da die Annehmbarkeit der nachgewiesenen Schädigungen nicht nachgewiesen wurde (FORSTER, 1995). Im Rahmen der Notifizierung der Pflanzenschutzmittelwirkstoffe führt dies zu einer Ablehnung oder zu einer Aufschiebung der Aufnahme in die Positivliste der Wirkstoffe (Anhang I der Richtlinie 91/414/EWG).

Die Ergebnisse aus Einzeldosistests sind lediglich für eine sehr eingeschränkte Anzahl von Expositionsszenarien auf landwirtschaftlich genutzten Flächen verwertbar. Die Extrapolation auf andere relevante Szenarien ist eingeschränkt. Sie erlauben beispielsweise weder eine Risikoabschätzung für verschiedene Anwendungsgebiete und Aufwandmengen, noch für unterschiedliche Bedeckungsgrade durch die Kulturpflanzen oder für Bereiche außerhalb der landwirtschaftlich genutzten Flächen.

Ferner werden lediglich für den Integrierten Pflanzenschutz „nützliche“ Arten geprüft, während andere gefährdete oder Rote-Liste-Arten bislang keine Berücksichtigung finden. Da jedoch ohnehin nicht jede Art geprüft werden kann, muß dieses Problem durch die Verwendung von Indikatorarten oder auch durch Einbeziehung von Sicherheitsfaktoren in der Prüfung bewältigt werden.

Die Berücksichtigung weiterer Expositionsszenarien und anderer Nichtzielarten erfordert eine Umstellung der Tests zur Erarbeitung toxikologischer Kenngrößen. Für beide Aspekte besteht erheblicher Forschungsbedarf.

Ziel der Zulassungsprüfung kann zukünftig nicht nur die Bewertung von Pflanzenschutzmitteln für den Integrierten Pflanzenschutz sein, sondern muß primär der Nachweis sein, daß die Zulassungsvoraussetzungen erfüllt sind und unannehmbare Effekte auf den Naturhaushalt ausgeschlossen werden können. Dieses Ziel verfolgen die von der EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization) ausgearbeiteten Risk Assessment Schemes (EPPO, 1993; 1994) und das zur Zeit neu überarbeitete Schema für den Bereich „Terrestrische Nichtzielarthropoden“. Dieses Schema sieht eine Anleitung für die Risikoabschätzung, die Kennzeichnung von Pflanzenschutzmitteln und eine Regelung zur Minimierung des Risikos für Nichtzielarthropoden vor. Der Vorschlag berücksichtigt die Forderungen der Anhänge II, III und VI der Richtlinie 91/414/EWG sowie des relevanten SETAC-Guidance Documents (BARRETT et al., 1994) weitgehend. Die Einführung von Mehrdosistests zur Berechnung von Dosis-Wirkungs-Beziehungen in die erste Stufe der Risikoabschätzung, wie dies im neuen EPPO Schema vorgesehen ist, erhöht das Kosten-Nutzen-Verhältnis der einzelnen Prüfung erheblich.

### 2.2.2 Bodenorganismen

Für Bodenorganismen liegt die Exposition in der Regel auf einem niedrigeren Niveau als für die Organismen auf oberirdischen Pflanzenteilen und Pflanzen selbst. Zu beachten ist jedoch, daß aus der Vielfalt der Bodenorganismen lediglich die Auswirkungen auf Regenwürmer im Zulassungsverfahren geprüft werden. Dies führt hinsichtlich der Risikoabschätzung auch auf Zielflächen zu Problemen. So ist bekannt, daß z. B. Häutungshemmer keine Wirkung auf Regenwürmer haben, jedoch verschiedene Collembolenarten beeinträchtigt sein können (FORSTER et al., 1993). Auch unter dem Aspekt der Beeinträchtigung von Nichtzielorganismen auf Nichtzielflächen muß diese Problematik beachtet werden. Hier besteht noch Forschungsbedarf. Eventuell ist mit Hilfe bereits geprüfter Organismengruppen eine Aussage über nicht untersuchte Bodenorganismengruppen möglich.

Grundlage für die Prüfung der Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln auf Bodenorganismen ist ein Akuttest am Kompostwurm *Eisenia fetida* (OECD, 1984). Dieser Standardversuch beinhaltet die Ermittlung einer Dosis-Wirkungskurve und ist daher auch geeignet, andere Expositionsszenarien in die Risikoabschätzung einzubeziehen. Durch Einbeziehung von Informationen über mögliche Empfindlichkeitsunterschiede zwischen den häufigsten Regen-

wurmarten der Kulturflächen wird versucht, mit diesem Test eine Aussage über die mögliche Gefährdung verschiedener Regenwurmarten zu treffen. Von Nachteil ist, daß dieser Akutttest nur in sehr eingeschränktem Umfang über subletale Auswirkungen Auskunft geben kann. In der zweiten Prüfstufe (KULA, 1994; ISO Entwurf 11268-2, in Vorbereitung) ist die Ermittlung der Reproduktion das Versuchsziel. Dieser Versuch mit zwei bis drei Dosierungen ist daher besser geeignet, auch subletale Schäden abschätzen zu können.

Die Richtlinie 91/414/EWG fordert für wenige definierte Fälle, insbesondere bei hoher Persistenz eines Wirkstoffs, für Bodenorganismen einen zusätzlichen Test zum Abbau organischer Substanz im Boden. Hiermit würde die Möglichkeit bestehen, über eine eventuelle Beeinflussung funktioneller Parameter Auskunft zu erhalten. Einige Methoden (z. B. Streubeutelttest, Köderstreifentest oder Minicontainerstest) sind insbesondere für Flächen geeignet, auf denen keine anthropogene Beeinflussung des natürlichen Bodengefüges vorliegt wie z. B. Waldflächen. Eine Aussage über den Zustand relevanter Bodenfunktionen auf Nichtzielflächen ist daher mit diesem Versuchsansatz möglich. Da hierfür noch kein international abgestimmter Versuchsansatz vorliegt (KULA und RÖMBKE, im Druck), sollte im Rahmen der Erarbeitung einer solchen Richtlinie darauf geachtet werden, daß die Ergebnisse auch für Expositionsszenarien außerhalb der Zielfläche verwendbar sind.

Die Auswirkungen auf die Bodenmikroflora werden im Rahmen des Zulassungsverfahrens ebenfalls untersucht. Da in diesem Prüfbereich mit den verfügbaren Methoden bisher kaum nicht vertretbare Auswirkungen beobachtet wurden und in diesen funktionellen Tests nur eine Aussage über einen Teil der Bodenorganismen angestrebt ist, wird aufgrund der geringeren Exposition auf Nichtzielflächen dieser Bereich als weniger relevant angesehen als ein umfassender Test zum Abbau organischer Substanz. Auch hier sollte jedoch Forschung gezielt ansetzen, um exemplarisch auf repräsentativen Nichtzielflächen Aussagen über die Empfindlichkeit und Zusammensetzung der Bodenmikroflora machen zu können.

### 2.2.3 Nichtzielpflanzen

Pflanzen werden auf Nichtzielflächen von verfrachteten und verflüchtigten Pflanzenschutzmitteln, in aller Regel nur Herbizide, geschädigt. Dies zeigen die Berichte über Abtriftschäden an empfindlichen Kulturen, wenn in unmittelbarer Nähe die entsprechenden Herbizide ausgebracht wurden und die Meldungen über Schäden an empfindlichen Kulturen durch die Volatilisation von Herbiziden (SANDMANN et al., 1991, BREEZE, 1993, DE JONG et al., 1995). Dabei beschränken sich die Untersuchungen auf Kulturpflanzen; Unkrautarten oder Wildpflanzen werden in der Regel nicht erwähnt. Eine Abschätzung über die Wirkungen von Herbizid-Expositionen wird teilweise im Rahmen von ökotoxikologischen Wirkungsanalysen durchgeführt (MATHES, 1992), wobei hier in aller Regel das Auffinden von geeigneten Bioindikatoren oder Fragen einer Langzeitexposition im Vordergrund stehen (NEEMANN et al., 1992; SCHRÖDER et al., 1992).

Von der gesamten Flora Deutschlands können zwischen 250 und 300 Pflanzenarten wildwachsend auf Äckern, in Gärten sowie in Weinbergen auftreten, was einem Anteil von etwa 10 % aller Arten entspricht (EGGERS, 1994). Die mittlere Artenzahl auf Ackerflächen liegt heute zwischen 30 und 60 Arten (HURLE, 1994). Die Flora von bewirtschafteten Flächen, von angrenzenden Randstrukturen und von naturnahen und natürlichen Habitaten unterscheidet sich in aller Regel sehr deutlich. Die Artenzusammensetzung und Dominanzstruktur einer Fläche sind letztendlich das Ergebnis aus dem Wechselspiel zwischen den vorherrschenden Standortbedingungen, den Standortansprüchen der Arten sowie ihrer Adaptationsstrategien. Dabei ist zu berücksichtigen, daß die Pflanzen auf einer Fläche in aller Regel ständig präsent sind, sei es als Fortpflanzungseinheit im Boden oder als Pflanze, und aufgrund dieser Präsenz auch ständig

den (anthropogenen) Einwirkungen von außen ausgesetzt sind (ZWERGER, 1995).

Sofern es um die Abschätzung der Einwirkung von Pflanzenschutzmitteln auf Nichtzielpflanzen geht, wird in den bisher erarbeiteten Richtlinien die Verwendung von Kulturpflanzen und Unkrautpflanzen vorgeschlagen (EPPO, in Vorbereitung). Danach soll die Einordnung eines Pflanzenschutzmittels in eine Risikogruppe nach einem stufenweisen Vorgehen erfolgen, wobei die Anzahl der geprüften Pflanzenarten beim Übergang zur nächsten Stufe deutlich eingeschränkt wird, die Prüfmethode aber aufwendiger wird. An erster Stelle steht ein Screening-Test mit vielen Arten, aber nur wenigen Konzentrationen. Zeigen sich hier Schäden, wird für eine reduzierte Anzahl Arten eine Dosis-Wirkungskurve erstellt. Die Einstufung erfolgt schließlich aufgrund des Vergleichs der ermittelten Empfindlichkeit mit einer theoretisch errechneten Exposition.

Das beschriebene Vorgehen hat den Vorteil, daß Pflanzenarten verwendet werden, die ein reproduzierbares Ergebnis erwarten lassen. Zudem wird ein Screening-Test im Rahmen der Entwicklung eines Pflanzenschutzmittels ohnehin durchgeführt, so daß sich die zusätzlichen Aufwendungen in Grenzen halten lassen.

## 3 Schlußfolgerungen und Lösungsansätze

Maßnahmen zur Reduzierung der Exposition von Nichtzielorganismen insbesondere auf Nichtzielflächen sind zur Vermeidung unvertretbarer Effekte für den Naturhaushalt erforderlich. Deshalb müssen im Rahmen des Zulassungsverfahrens gemäß Richtlinie 91/414/EWG sowohl geeignete Verfahren zur Risikoabschätzung als auch zur Risikominimierung entwickelt und implementiert werden. Im terrestrischen Bereich werden für diese Ziele geeignete Verfahren und Instrumente zur Zeit geprüft. In Großbritannien wurden 1996 ökotoxikologisch begründete Abstandsregelungen für Insektizidanwendungen in Getreide eingeführt (CAMPBELL, 1995). Damit wurde auf die zahlreichen wissenschaftlichen Belege zu den Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln auf Nichtzieltarthropoden reagiert.

### 3.1 Verfahren zur Risikoabschätzung

Die Risikoabschätzung zur Ermittlung der Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln auf terrestrische Organismen erfordert die Analyse von Dosis-Wirkungsbeziehungen. Zur Konkretisierung der Risikoabschätzung sind folgende Punkte auf nationaler und internationaler Ebene vordringlich zu klären:

- Identifizierung besonders gefährdeter Arten auf Zielflächen und Nichtzielflächen und Beschreibung besonders gefährdeter Biotope,
- Möglichkeiten der Extrapolation von geprüften Organismen auf andere relevante Arten,
- Erarbeitung von Kenngrößen zur Beurteilung einer nachhaltigen Schädigung von Populationen,
- Erarbeitung eines Schemas zur Risikoabschätzung auf Grundlage von Dosis-Wirkungs-Beziehungen für Nichtzieltarthropoden,
- Erarbeitung einer Richtlinie für Bodenorganismen zur Prüfung der Beeinflussung funktioneller Parameter (z. B. Streubeutelttest, Köderstreifentest oder Minicontainerstest), die auch zur Überprüfung von Expositionsszenarien außerhalb der Zielfläche geeignet ist,
- Überprüfung der Eignung eines Testsystems für Nichtzielpflanzen für die verschiedenen Pflanzenarten und Pflanzenschutzmittelgruppen.

### 3.2 Verfahren zur Risikominimierung

Weiterer dringender Handlungsbedarf besteht in der Erarbeitung von Risikominimierungsstrategien und ihrer Implementierung im Zulas-

sungsverfahren. Beispiele für Risikominimierungsstrategien für ökotoxikologisch bedenkliche Pflanzenschutzmittel sind:

- Einschränkung des Anwendungszeitpunktes,
- Reduzierung der maximalen Anzahl der Anwendungen,
- Anwendung nur mit abtriftmindernder Anwendungstechnik,
- Einschränkung auf Teilflächenbehandlungen,
- Abstandsregelungen zu schützenswerten Habitaten.

#### 4 Literatur

BARRETT, K., N. GRANDY, E. G. HARRISON, S. HASSAN und P. OOMEN, 1994: Guidance document on regulatory testing procedures for pesticides with non-target arthropods. – SETAC, 51 Seiten.

BREEZE, V. G., 1993: Phytotoxicity of herbicide vapor. – Reviews of Environmental Contamination and Toxicology **132**, 29–53.

CAMPBELL, P., 1995: Position Document: Labelling and risk management strategies for pesticides and terrestrial non-target arthropods: A UK Proposal. From: Third UK Forum on Non-target Arthropods, Chesterford Park, 29–30 March 1995, 10 Seiten.

CILGI, T., 1993: Measurement of pesticide drift into field boundaries. – A.N.P.P. – B.C.P.C. – Second international symposium on pesticides application techniques, Strasbourg – 22nd to 24th September 1993, 417–424.

CILGI, T. und P. C. JEPSON, 1995: The risks posed by deltamethrin drift to hedgerow butterflies. – Environmental Pollution **87**, 1–9.

DAVIS, B. N. K. und C. T. WILLIAMS, 1990: Buffer zone widths for honeybees from ground and areal spraying of insecticides. – Environmental Pollution **63**, 247–259.

DAVIS, B. N. K., K. H. LAKHANI, T. J. YATES, A. J. FROST und R. A. PLANT, 1993: Insecticide drift from ground-based, hydraulic spraying of peas and brussels sprouts: bioassays for determining buffer zones. – Agriculture, Ecosystems and Environment **43**, 93–108.

DE JONG, F. M. W., E. VAN DER VOET und K. J. CANTERS, 1995: Possible side effects of airborne pesticides on fungi and vascular plants in The Netherlands. – Ecotoxicol. Environ. Saf. **30** (1), 77–84.

EGGERS, Th., 1994: Gefährdete Ackerwildpflanzen in Deutschland. – Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. **46**, 109–115.

EPPO, 1993: Decision-making scheme for the environmental risk assessment of plant protection products. – EPPO-Bulletin **23** (1), 165 Seiten.

EPPO, 1994: Decision-making scheme for the environmental risk assessment of plant protection products. – EPPO-Bulletin, **24** (1), 1–87.

FORSTER, R., 1995: Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln auf Nutzorganismen – Kennzeichnung im Rahmen des Zulassungsverfahrens. – Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. **47** (9), 233–236.

FORSTER, R., T. KAMPFANN und C. KULA, 1993: Gefährdungsabschätzung für eine Schwammspinnerbekämpfung mit chemischen und biologischen Pflanzenschutzmitteln in den Prüfbereichen Bodenfauna, Honigbiene und Nutzorganismen. – In: Schwammspinnerkalamität im Forst. Mitt. Biol. Bundesanst. Land- und Forstwirtschaft. Berlin-Dahlem, H. **293**, 203–216.

GLOTFELTY, D. E. und C. J. SCHOMBURG, 1989: Volatilization of pesticides from soil. – SSSA Spec. Publ. **22** (React. Mov. Org. Che), 181–207.

GANZELMEIER, H., D. RAUTMANN, R. SPANGENBERG, M. STRELOKE, M. HERRMANN, H.-J. WENZELBURGER und H.-F. WALTER, 1995: Untersuchungen zur Abtrift von Pflanzenschutzmitteln: Ergebnisse eines bundesweiten Versuchsprogrammes. – Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtschaft. Berlin-Dahlem; H. **304**, 111 Seiten.

GRUTTIKE, H. und S. WILLECKE, 1993: Tierökologische Langzeitstudie zur Besiedlung neu angelegter Gehölzpflanzungen in der intensiv bewirtschafteten Agrarlandschaft – ein E+E-Vorhaben. – Natur und Landschaft **68** (7/8), 367–376.

HURLE, K., 1994: Unkraut und Unkrautbekämpfung – veränderte Perspektiven. – Z. PflKrankh. PflSchutz, Sonderheft XIV, 17–22.

JEPSON, P. C. und T. N. SHERRATT, 1991: Predicting the long-term impact of pesticides on predatory invertebrates. – In: Proceedings of the B.C.P.C. Conference, 911–919. B.C.P.C. Publications, Thornton Heath, Surrey, 911–919.

JEPSON, P. C., T. CILGI und P. S. CUTHBERTSON, 1994: Pesticide spray drift into field boundaries and hedgerows: direct measurements of drift deposition. – Env. Poll. (submitted).

KÖPP, H., R. FORSTER und C. KULA, 1992: Bewertung der in Luft und Niederschlägen auftretenden Pflanzenschutzmittelwirkstoffe hinsichtlich ihrer möglichen Auswirkungen in verschiedenen Umweltkompartimenten – Teil 2:

Versuch einer Risikoabschätzung. – Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtschaft. Berlin-Dahlem; H. **283**, S. 126.

KULA, C., 1994: Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln auf die Reproduktion und das Wachstum von *Eisenia fetida/Eisenia andrei*. – Biologische Bundesanstalt, Richtlinien für die Prüfung von Pflanzenschutzmitteln Teil VI, 2–2, Januar 1994.

MATHES, K., 1992: Ökotoxikologie organischer Chemikalien in terrestrischen Systemen: Wirkungen auf Organismengemeinschaften. – Angew. Bot. **66**, 165–168.

MAURER, B. A. und R. D. HOLT, 1996: Effects of chronic pesticide stress on wildlife populations in complex landscapes: Processes at multiple scales. – Environmental Toxicology and Chemistry **15** (4), 420–426.

MÜHLENBERG, M. und T. HOVESTADT, 1992: Das Zielartenkonzept. – NNA-Berichte **5/1**, 36–41.

NACHTIGALL, G., 1994: Einbindung landschaftsökologischer und naturschützerischer Erfordernisse in die landwirtschaftliche Produktion: Stand und Perspektiven. – Mitt. Biol. Bundesanst. für Land- und Forstwirtschaft. Berlin-Dahlem, H. **294**, 98 Seiten.

NEEMANN, G., W. STICKAN und M. RUNGE, 1992: Kausalitätsanalyse chemikalieninduzierter Änderungen im Artengefüge einer Goldhaferwiese. – Angew. Bot. **66**, 169–173.

OBERWALDER, CHR., 1992: Über das Vorkommen von Pflanzenschutzmitteln im Niederschlagswasser und deren ökotoxikologische Bedeutung. – Dissertation Universität Hohenheim.

OECD, 1984: Guideline for testing of chemicals No. 207. Earthworm, acute toxicity tests. Adopted 4 April 1984.

PESTEMER, W. und G. KRASEL, 1992: Loss of pesticides from plant and soil by volatilization. – Brighton Crop Prot. Conf.-Pests Dis. (2), 459–468.

PÖLCKING, A., 1993: Pflanzenschutzmittel-Verluste in und neben der Applikationsfläche und die Exposition indifferenten Arten. – Interner Bericht der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, 70 Seiten.

SANDMANN, E. R. I. C., P. R. DE BEER und L. P. VAN DYK, 1991: Atmospheric pollution by auxin-type herbicides in Tala Valley, Natal. – Chemosphere **22**, 137–145.

SCHRÖDER, P., S. PFLUGMACHER und H. RENNEBERG, 1992: Biomarker für organische Schadstoffe in Fichten (*Picea abies* L.): Dynamik des Entgiftungsenzyms Glutathion S-Transferase. – Angew. Bot. **66**, 174–179.

SHERRATT, T. N. und P. C. JEPSON, 1993: A metapopulation approach to modelling the long-term impact of pesticides on invertebrates. – Journal of applied Ecology **30**, 696–705.

SIEBERS, J., H.-D. HAENEL und D. GOTTSCHILD, 1993: Untersuchungen zur Verflüchtigung von Lindan unter Freilandbedingungen – Bestimmung aus Konzentrationsmessungen in Luft und aus Rückstandsmessungen. – Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. **45** (10), 240–246.

SIEBERS, J., D. GOTTSCHILD und H.-G. NOLTING, 1994: Pesticides in Precipitation in Northern Germany. – Chemosphere, Vol. **28**, No. 8, 1559–1570.

SOTHERTON, N. W., 1985: The distribution of abundance of predatory Coleoptera overwintering in field boundaries. – Ann. Appl. Biol. **106**, 17–21.

WELLING, M. und F. KLINGAUF, 1993: Landschaftsgestaltung – Bindeglied zwischen Ökonomie und Ökologie. – Forschungsreport **8**, 3–6.

WELLING, M., H. BATHON, G.-A. LANGENBRUCH und F. KLINGAUF, 1994: Auswirkungen von Feldrainen und Ackerschonstreifen auf Laufkäfer (Carabidae) und Bodenspinnen (Araneae). – In: Integrierte Pflanzenproduktion II. Forschungsbericht der DFG, 93–108.

WETZEL, Th., 1993: Genug Nützlinge auch auf Großflächen? – Pflanzenschutz-Praxis, Heft 4, 16–19.

WRATTEN, S. D., 1988: The role of field boundaries as reservoirs of beneficial insects. – In: Environmental Management in Agriculture: European perspectives. ECC/Pinter Publishers Ltd, London.

WRATTEN, S. D., H. F. VAN EMDEN und M. B. THOMAS, 1993: Within-field and border refugia for the enhancement of natural enemies. – In: Enhancing natural control of arthropod pests through habitat manipulation (Ed. by R. Bugg and C. H. Pickett). AG Access/Wiley, New York.

ZWERGER, P., 1995: Unkraut oder Wildkraut – Ein Diskussionsbeitrag zum Begriff und Wesen des Unkrauts. – Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. **47** (12), 321–325.

Kontaktanschrift: Dipl.-Ing. agr. Rolf Forster, Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Fachgruppe Biologische Mittelprüfung, Messeweg 11/12, D-38104 Braunschweig