

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



**Brauchen wir den chemischen Pflanzenschutz?**

**Workshop anlässlich des 50-jährigen Bestehens  
der Außenstelle Kleinmachnow der Biologischen Bundesanstalt  
für Land- und Forstwirtschaft am 9. und 10. November 1999**

Herausgegeben von

**V. Gutsche**

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft  
Institut für Folgenabschätzung im Pflanzenschutz

**Heft 371**

Berlin 2000

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

Parey Buchverlag Berlin  
Kurfürstendamm 57, D-10707 Berlin

ISSN 0067-5849

ISBN 3-8263-3255-5

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

**Brauchen wir den chemischen Pflanzenschutz?** – Workshop Kleinmachnow, 9./10. November 1999. Hrsg. von der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Braunschweig und Berlin. V. Gutsche – Berlin, Parey, [in Komm.], 2000.

(Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem, H. 371)  
3-8263-3255-5

**Die Autoren sind verantwortlich für den Inhalt ihrer Manuskripte.**

© Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, 2000

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

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

## **INHALTSVERZEICHNIS**

<b>Workshop anlässlich des 50-jährigen Bestehens der Außenstelle Kleinmachnow der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft</b> R. Petzold	<b>5</b>
<b>Wo steht der Pflanzenschutz?</b> U. Burth und F. Klingauf	<b>7</b>
<b>Aktuelle Entwicklungen in der Agrarpolitik aus der Sicht des NABU</b> Ch. Weins	<b>20</b>
<b>Landwirtschaft ohne Chemie? - Eine ökonomische Betrachtung</b> P. M. Schmitz und T. C. Wronka	<b>25</b>
<b>Zur Anwendung von Pflanzenschutzmitteln im ökologischen Landbau</b> St. Kühne	<b>31</b>
<b>Chancen und Risiken von Pflanzenschutzmitteln – der Abwägungsprozeß für die Zulassungsentscheidung und Risikokommunikation</b> O. Böttcher und R. Gent	<b>36</b>
<b>Wieviel Risiko ist vertretbar? - Sichtweise des Umweltbundesamtes -</b> B. Stein	<b>46</b>
<b>Chemischer Pflanzenschutz als Produktionsfaktor in der modernen Pflanzenproduktion an der Schwelle zum 3. Jahrtausend</b> M. Reschke	<b>52</b>
<b>Bewertung von Pflanzenschutz - Strategien mittels Risikoindikatoren</b> V. Gutsche und D. Roßberg	<b>68</b>
<b>Ökologische Bewertung von Extensivierungsmaßnahmen</b> Barbara Jüttersonke	<b>84</b>
<b>Eine agrarökologische Gebietsgliederung für Deutschland als Entscheidungshilfe zur Ableitung von Schutz- und Nutzungszielen in der Landwirtschaft</b> D. Schulzke und G. Kaule	<b>93</b>
<b>Agrarraumstrukturierung und Naturschutz durch kleinflächige Ackerstilllegungen</b> G. Berger und H. Pfeffer	<b>106</b>
<b>Wie gefährdet sind Saumbiotop und wie nützlich Nützlinge?</b> B. Freier, St. Kühne und R. Forster	<b>117</b>
<b>Pflanzenstärkungsmittel</b> Marga Jahn	<b>122</b>



## **Workshop anlässlich des 50-jährigen Bestehens der Außenstelle Kleinmachnow der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft <sup>1)</sup>**

R. Petzold

Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Rochusstr. 1, 53123 Bonn

Der Workshop findet anlässlich des 50-jährigen Bestehens der Außenstelle der BBA statt. Auch seitens des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten freuen wir uns, dass Kleinmachnow dieses langjährige Bestehen feiern kann, stand doch trotz aller Systemunterschiede die Fachaufgabe, der Pflanzenschutz, im Mittelpunkt des Bemühens.

Zur Erinnerung:

Nach dem Ende des Zweiten Weltkrieges war auch die BBA, damals noch die Biologische Reichsanstalt, schwer geschädigt. Die Zentrale in Berlin versuchte, ihre Arbeit aufzunehmen. Die Kontakte zu den Außenstellen waren abgerissen.

Anlass und Motivation für die Verlagerung von Dahlem nach Kleinmachnow sind vergleichsweise weniger belegt. Der damalige Präsident schreibt in der Festschrift zum 50-jährigen Bestehen der BBA im Jahr 1948:

„Nach Schaffung der deutschen Verwaltung für Land- und Forstwirtschaft in der sowjetischen Besatzungszone wurde die nunmehrige Biologische Zentralanstalt für Land- und Forstwirtschaft von dieser übernommen und konnte damit ihre Verbindungen mit den in der sowjetischen Besatzungszone liegenden Zweigstellen und in der Ostzone liegenden Versuchsflächen wieder herstellen.“

Er schreibt auch: „Von der sowjetischen Besatzungsmacht verständnisvoll unterstützt und mit ausreichenden Haushaltsmitteln versehen, konnte allmählich die Fühlung mit den Pflanzenschutzämtern in der sowjetischen Zone wieder aufgenommen werden.“

Prof. Burth verweist in seinem Festvortrag 1992 in diesem Zusammenhang auf die wohl vorhandene Motivation Schlumbergers, die Belange des Pflanzenschutzes auch in der sowjetischen Zone zu sichern. Zu erinnern sei auch an die Zuspitzung Ende 1948, als die im Sowjetsektor tagende Berliner Stadtverordnetenversammlung gesprengt wurde und die meisten Abgeordneten in den Westen der Stadt umzogen.

Im Frühjahr 1949 wurden Teile der BZA von Berlin-Dahlem nach Berlin-Mitte und dann nach Kleinmachnow verlagert.

Nach mehr als 40 Jahren Trennung erfolgte die offizielle Zusammenführung am 1. Januar 1992. Bei diesem Anlass wurde die Chance genutzt, die Forschung der BBA auf bestimmte zukunftsorientierte Felder auszurichten.

Dies ist nun schon wieder mehr als sieben Jahre her und ich hoffe, dass bald die notwendige Planungssicherheit für die Kollegen hier in Kleinmachnow hergestellt werden kann.

Nochmals herzlichen Glückwunsch!

Meine Damen und Herren,

ich komme nun zur Einführung des Workshops.

Dass Pflanzenschutz nach wie vor erforderlich ist und in der Zukunft sein wird, steht außer Frage, ist jedoch häufig nicht bewusst oder wird verdrängt. Konrad Lorenz hat hierzu einmal Folgendes gesagt: „Es gibt unglaublich wenige Leute auf dieser Welt, die sich wirklich bewusst sind, dass sie nur das essen können, was die Photosynthese der grünen Pflanze erzeugt, dass man Essbares nicht „machen“ kann.“

---

<sup>1)</sup> Einführung zum Workshop „Brauchen wir den chemischen Pflanzenschutz?“ (09./10.11.1999) in Kleinmachnow

Legt man einen Nahrungsenergieverbrauch von 10 000 Kilojoule pro Tag und Mensch zugrunde, würden theoretisch 0,5 % der gesamten pflanzlichen Nettoproduktion der Erde für die Ernährung der Menschen ausreichen. Tatsächlich beträgt der Anteil jedoch etwa das 10-fache aufgrund von Verlusten, Veredlung, Nutzung pflanzlicher Biomasse für andere Zwecke. Diese 5 % sind wiederum bereits etwa ein Zehntel der Gesamtnahrung, da sich nur ein Teil der Pflanzenproduktion für den tierischen Konsum eignet.

Wenn somit, und davon ist auszugehen, die Weltbevölkerung weiter zunimmt, so muss entweder der Anteil des Verbrauches der Menschen an der Primärproduktion weiter steigen, dies würde eindeutig zu Lasten der Erhaltung von Tier- und Pflanzenarten gehen, die auch zu unseren natürlichen Lebensgrundlagen gehören, oder das Nahrungsangebot muss anders, intelligenter, erzeugt und gesichert werden unter Nutzung des verantwortbaren technischen Fortschritts. Weltweit hat man sich für den zweiten Weg entschieden. Stichworte: Agenda 21, Nachhaltigkeit, integrierter Pflanzenschutz als Teil des integrierten Pflanzenbaus, verantwortbare grüne Gentechnik.

Welche Rolle spielt nun der chemische Pflanzenschutz oder soll er in Zukunft spielen? Chemischer Pflanzenschutz ist wie jede wirksame Maßnahme ambivalent; es gibt die gewollte Wirkung und es gibt die damit verbundenen Wirkungen. Dazu einige Thesen:

1. Der chemische Pflanzenschutz muss weiterhin in die Basisstrategie der guten fachlichen Praxis eingebettet und Teil des Leitbildes integrierter Pflanzenschutz bleiben.
2. Der chemische Pflanzenschutz ist nach wie vor in bestimmten Situationen unverzichtbar.
3. Art und Umfang chemischer Pflanzenschutzmaßnahmen müssen an das jeweilige Produktionssystem angepasst sein, da die Produktionssysteme sich nicht an den integrierten Pflanzenschutz anpassen werden. Art und Varianz der Produktionssysteme werden zunehmen.
4. Der chemische Pflanzenschutz wird nach wie vor emotional abgelehnt, unabhängig davon, wie viele Auswirkungen er auf die Gesundheit und den Naturhaushalt hat.
5. Der chemische Pflanzenschutz benötigt ein vielfältiges Instrumentarium. Die Einschränkung der Wirkstoffpalette ist daher der falsche Weg. Notwendige Einschränkungen sind mit Bestimmungen zur Anwendung und über Auflagen zu treffen.
6. Da die innovativen Hersteller von Pflanzenschutzmitteln sich künftig nur noch auf die weltweit bedeutenden Kulturen konzentrieren werden (Weizen, Reis, Mais, Soja, Baumwolle), wird die Abhängigkeit zwischen erforderlichem Pflanzenschutz und Industrie steigen statt abnehmen. Ausreichender Pflanzenschutz wird für viele kleinere Kulturen eher die Ausnahme sein.
7. Das Ergebnis der nächsten WTO-Verhandlungsrunde wird zu nochmals abgesenkten Erzeugerpreisen führen. Dies führt zu verstärkter Integration von Produktion, Vermarktung und Handel. Der chemische Pflanzenschutz wird sich strikt nach den Vorgaben der Nachfrage orientieren.
8. Der ökologische Landbau wird, auch bei stärkerer Erweiterung, nur einen Teil der Produktion erwirtschaften können. Für den Rest wird Deutschland, sofern der Pflanzenschutz nicht gesichert ist, zum Nettoimporteur. Risikopotentiale werden also exportiert ohne gleichzeitige Gewähr für eine äquivalente nachhaltige Produktion.

Ziel des Workshops ist es, das Leitbild des integrierten Pflanzenschutzes für die nächste Zeit etwas genauer zu beschreiben. Die von mir genannten acht Thesen verdeutlichen mögliche Entwicklungspfade und Einschätzungen.

Als Ergebnis dieses Workshops wünsche ich mir einen Beitrag zu der Frage, wie der chemische Pflanzenschutz zu dem gemeinsamen Ziel einer nachhaltigen, also ökonomisch, sozial und ökologisch gleichermaßen vertretbaren Landwirtschaft beitragen kann. Hierzu brauchen wir mehr und nicht weniger naturwissenschaftliche, technische und ökonomische Kenntnisse über die Folgen der verschiedenen Handlungsalternativen. Daher freue ich mich, dass die BBA die Thematik aufgegriffen hat und wünsche dem Workshop viel Erfolg.

## Wo steht der Pflanzenschutz?

U. Burth\* und F. Klingauf\*\*

\*Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Integrierten Pflanzenschutz, Stahnsdorfer Damm 81, 14532 Kleinmachnow

\*\*Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Messeweg 11/12, 38104 Braunschweig

Die diesem Workshop voran gestellte Frage „Brauchen wir chemischen Pflanzenschutz?“ induziert die Vorstellung, dass möglicherweise vor 50 Jahren, als chemische Pflanzenschutzmittel eine zunehmend gewichtige Rolle in der pflanzlichen Produktion einzunehmen begannen, die Weiche falsch gestellt und die Entwicklung in die falsche Richtung gelaufen wäre. Tatsächlich ist diese Vorstellung unrealistisch. Es gab keine Alternative, mit der es möglich gewesen wäre, ohne Pflanzenschutzmittel den Mangel und die Instabilität der Nahrungsmittelversorgung für eine weitgehend in Dürftigkeit lebende Bevölkerung zu beheben. Nach Untersuchungen von OERKE et al. (1994) haben parallel mit den Ertragsteigerungen der letzten Jahrzehnte die Ertragsverluste auch weltweit trotz Intensivierung des Pflanzenschutzes meist zugenommen und ohne Pflanzenschutzmaßnahmen betragen die Verluste z. B. bei Weizen und Reis mehr als 50 % (Abb. 1).

### Weltweite Ertragsverluste

	Weizen		Reis	
	mit PS	ohne PS	mit PS	ohne PS
nach Cramer (1967)	23,9 %		46,4 %	
nach Oerke et al. (1994)	35,7 %	51,8 %	53,6 %	82,7 %

Abb. 1: Weltweite Ertragsverluste

Die Entwicklung hat zu einem beispiellosen Siegeszug des chemischen Pflanzenschutzes geführt und ist – wie wir alle wissen – in West und Ost in gleicher Weise verlaufen. Heute müssen wir uns im Ergebnis dieser Entwicklung mit Überschüssen auseinandersetzen und da stellt sich diese Frage – brauchen wir chemischen Pflanzenschutz – erst wirklich. Schon seit einer Reihe von Jahren geht es nicht mehr vorrangig um die Steigerung der Produktion, sondern zunehmend gleichgewichtig auch um die Sicherung des Anwender-, Verbraucher- und Umweltschutzes und um Nachhaltigkeit. Konsequenterweise geht die Entwicklung in zwei Richtungen, die beide für sich in Anspruch nehmen, umweltschonend und nachhaltig zu produzieren, die integrierte Pflanzenproduktion und der ökologische Landbau (Abb. 2).



Abb. 2: Umweltschonung und Nachhaltigkeit

### Pflanzenschutz im ökologischen Landbau

Der ökologische Landbau, der derzeit in Deutschland eine beeindruckende Entwicklung vollzieht (Abb. 3) und vielfältige Unterstützung erfährt, ist u. a. durch den Verzicht auf chemisch-synthetische Betriebsmittel deutlich von allen anderen Produktionsformen abgegrenzt. Damit sind die mit der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln verbundenen Probleme und Risiken entsprechend reduziert, wenngleich nicht völlig überwunden, wie die Schwierigkeiten beim Ersatz von Kupferpräparaten und aus Naturstoffen gewonnenen Insektiziden belegen. Dafür finden sich neue Probleme im Forschungsbedarf des ökologischen Landbaus, bei denen Fragen des Pflanzenschutzes und insbesondere der Unkrautregulierung ganz oben stehen (Abb. 4). Es ergeben sich daraus für den Pflanzenschutz im ökologischen Landbau drei Problembereiche:

- der Ersatz von Pflanzenschutzmitteln, die aus ökotoxikologischen Gründen mittelfristig nicht mehr zur Verfügung stehen,
- neue und effiziente Lösungen für die Unkrautkontrolle,
- das Schließen der Lücken, die im ökologischen Landbau infolge der Indikationszulassung nach dem novellierten Pflanzenschutzgesetz vom 14. Mai 1998 in besonderem Maße entstehen.

Die Frage, ob es bei der Zulassung von Pflanzenschutzmitteln gesonderte Regelungen für den ökologischen Landbau geben kann, ist bislang abschlägig beschieden worden. Letztlich ist dies ein Abwägungsprozess, bei dem die Vorteile bezüglich Umweltschonung und Nachhaltigkeit, die mit dem ökologischen Landbau verbunden sind, den Nachteilen gegenüber gestellt werden, die mit dem zeitweiligen Einsatz



einiger für die Umwelt weniger günstiger, aber für den ökologischen Landbau unverzichtbarer Pflanzenschutzmittel, wie z. B. Kupfer, verbunden sind.

### Entwicklung des ökologischen Landbaus in Deutschland (AGÖL - Betriebe)

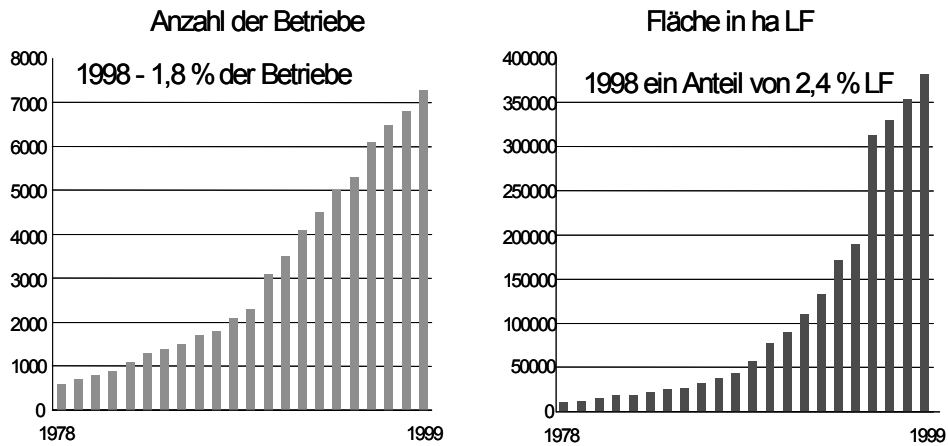


Abb. 3: Entwicklung des ökologischen Landbaus in Deutschland

### Ergebnisse einer Befragung von Beratern des ökologischen Landbaus über dringenden Forschungsbedarf (n = 53)

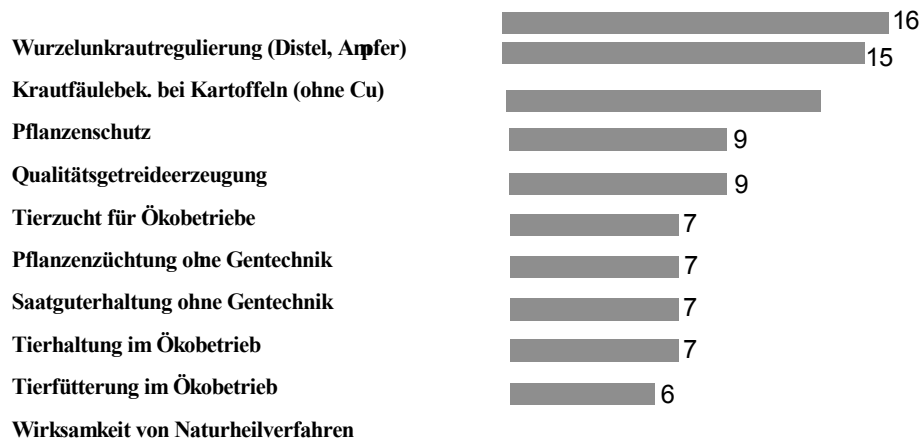


Abb. 4: Ergebnisse einer Befragung von Beratern des ökologischen Landbaus über dringenden Forschungsbedarf

### **Integrierter Pflanzenschutz als Leitbild**

Der Pflanzenschutz nach guter fachlicher Praxis hat durch die Veröffentlichung der Grundsätze für die Durchführung der guten fachlichen Praxis im Pflanzenschutz im Bundesanzeiger (BAnz. Nr. 220a vom 21. 11. 1998) einen Handlungsrahmen erhalten. Diese Grundsätze sind von jedem, der in der Landwirtschaft, im Gartenbau oder in der Forstwirtschaft erwerbsmäßig Pflanzen anbaut, mindestens einzuhalten. Es kann auch mehr getan werden für Umweltschonung und Nachhaltigkeit und das geht dann entweder in Richtung ökologischer Landbau, der vom Umfang und vom Inhalt her gut abgegrenzt und beschrieben ist, oder in Richtung integrierter Pflanzenschutz. Der integrierte Pflanzenschutz bezieht, wie die Bezeichnung bereits impliziert, alle Methoden und Verfahren ein, die Nachhaltigkeit, Umweltschonung und Effizienz versprechen, unabhängig davon, ob sie sich von biologischen, chemischen, physikalischen, pflanzenbaulichen oder biotechnischen Ansätzen ableiten. Dieser gegenüber der Wissenschaft und neuen Lösungen offene Ansatz führt zu großer Vielfalt und bereitet demzufolge in der Abgrenzung gegenüber anderen Produktionsformen größere Probleme, die sowohl die integrierte Pflanzenproduktion als auch den integrierten Pflanzenschutz betreffen.

Beginnend mit den fünfziger Jahren ist der integrierte Pflanzenschutz inzwischen zu einem umfassenden Konzept für alle Bereiche des Pflanzenschutzes entwickelt worden. Die Forschung hat über Jahrzehnte hier einen Schwerpunkt gesetzt und über Definitionen, Inhalte und die Entwicklung neuer Methoden und Verfahren gibt es eine Fülle von Literatur. In Deutschland erfolgt die Umsetzung des integrierten Pflanzenschutzes vor allem im Rahmen einer integrierten Produktion auf der Grundlage regionaler Richtlinien der Erzeugerverbände. Die kontrollierte integrierte Produktion ist in der Bilanz oft teurer als die konventionelle Produktion und garantiert keine höheren Erlöse auf dem Markt. Neben den erhöhten Aufwendungen für die Überwachung und die Bekämpfungsentscheidung sowie für kostenintensivere Maßnahmen des Pflanzenschutzes ist auch mit einem graduell erhöhten Risiko für Menge und Qualität der Produktion zu rechnen. Der Nutzen liegt in der Sicherheit und Stabilität der Vermarktung entsprechend gekennzeichnete integrierter erzeugter Produkte.

Die Erfahrungen der letzten Jahre zeigen, dass neben den Marktvorteilen in Dauerkulturen besonders günstige Bedingungen für die Etablierung und Nutzung natürlicher Regulationsmechanismen bestehen, die dem integrierten Pflanzenschutz einen zusätzlichen Schub verleihen. Dementsprechend wird in Deutschland im Obstbau seit 1992 auf etwa 80 % der Anbaufläche nach Richtlinien der kontrollierten integrierten Produktion gearbeitet, die den integrierten Pflanzenschutz einschließen. Dabei steht der Apfelanbau im Vordergrund. Im Weinbau werden regional ähnlich hohe Anteile erreicht. Im Gartenbau beträgt der Anteil der Betriebe, die Mindestanforderungen des integrierten Pflanzenschutzes in Gewächshäusern erfüllen, über 80 % und im Feldgemüsebau fast 60 %. Auch hier sind erhebliche regionale Unterschiede festzustellen. In den einjährigen Kulturen des Ackerbaus sind die Bedingungen deutlich ungünstiger und es steht auch nur ein begrenztes Instrumentarium des integrierten Pflanzenschutzes zur Verfügung. Weitgehend fehlen regionale Organisationen einer kontrollierten integrierten Produktion und damit auch ein Handlungsrahmen für Betriebe, die für sich in Anspruch nehmen, nach den Grundsätzen des integrierten Pflanzenschutzes zu produzieren. Deshalb steht im Ackerbau derzeit auch weniger die Umsetzung des Gesamtkonzeptes des integrierten Pflanzenschutzes als vielmehr die Einführung der praktikablen Elemente wie der Anbau wenig anfälliger Sorten oder die Nutzung von Schwellenwerten im Vordergrund.

### **Neue rechtliche Regelungen im Pflanzenschutz**

Die Entwicklung und Umsetzung des integrierten Pflanzenschutzes als Kernstück der Bemühungen, durch qualifiziertes, pflanzenbaulich orientiertes Handeln den Pflanzenschutz effizient, umweltschonend und nachhaltig zu gestalten, ist eine Seite einer Doppelstrategie, deren andere die Weiterentwicklung eines Rechtsrahmens ist, der dem Schutz der Gesundheit von Mensch und Tier und des Naturhaushaltes Priorität einräumt. Dabei stehen ein hohes Schutzniveau durch Optimierung der Pflanzenschutzmittelpalette, geprüfte Pflanzenschutzgeräte und sachkundige Anwender im Vordergrund. Die Entwicklungsstapen lassen sich an Hand der Pflanzenschutzgesetzgebung zurückverfolgen (Abb. 5).

## Chronik der Pflanzenschutzgesetzgebung in Deutschland

- 1914** O. Appel reicht den ersten Entwurf eines Pflanzenschutzgesetzes an das Reichsinnenministerium ein.
- 1919** Einrichtung einer Prüfstelle für Pflanzenschutzmittel bei der Biologischen Reichsanstalt in Berlin-Dahlem.
- 1937** Das erste deutsche Pflanzenschutzgesetz führt die freiwillige Prüfung von Pflanzenschutzmitteln auf Wirksamkeit ein.
- 1953** Das erste Pflanzenschutzgesetz der DDR führt die "Eignungsprüfung" der für den Pflanzenschutz bestimmten Mittel und Geräte ein.
- 1968** Das zweite deutsche Pflanzenschutzgesetz führt die obligatorische Prüfung und Zulassung von Pflanzenschutzmitteln ein. Die Prüfung umfasst die Wirksamkeit sowie den Anwender- und Verbraucherschutz.
- 1986** Das dritte deutsche Pflanzenschutzgesetz erweitert die Anforderungen für die Zulassung um den Schutz des Naturhaushaltes. Der Anwender wird zur Sachkunde verpflichtet.
- 1998** Das novellierte Pflanzenschutzgesetz setzt die harmonisierten Regelungen der EU auf dem Gebiet des Pflanzenschutzes in nationales Recht um.

**Abb. 5:** Chronik der Pflanzenschutzgesetzgebung in Deutschland

Mit der Richtlinie 91/414/EWG (Richtlinie des Rates vom 15. Juli 1991 über das In Verkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln) wurden die Grundlagen geschaffen, die Zulassung von Pflanzenschutzmitteln in der Europäischen Union anzugleichen. Dabei wurde das zuvor bereits hohe Niveau in den Bereichen des Umwelt- und Verbraucherschutzes in Deutschland europaweit ausgedehnt. Die Richtlinie verfolgt zwei gleichberechtigte Ziele: (1.) den Schutz der Gesundheit von Mensch und Tier, des Grundwassers und der Umwelt gleichermaßen in allen Ländern der Europäischen Union nach gleichen Grundsätzen und (2.) den Schutz der Pflanzen, insbesondere der Kulturpflanzen, vor Schadorganismen und nichtparasitären Beeinträchtigungen sowie die Gewährleistung des freien Warenverkehrs für Pflanzenschutzmittel.

Die Aufnahme eines Pflanzenschutzmittel-Wirkstoffes in Anhang I der Richtlinie 91/414/EWG erfolgt für höchstens 10 Jahre und kann danach erneuert werden.

In Artikel 6 der Richtlinie 91/414/EWG ist das Verfahren zur Aufnahme in Anhang I geregelt.

- Der Antrag auf Aufnahme ist bei einem Mitgliedstaat zu stellen.

- Der berichterstattende Mitgliedstaat prüft diesen Antrag und erstellt den Prüfungsbericht, die sogenannte Monographie.
- Über die Aufnahme entscheidet die Kommission nach Abstimmung im „Ständigen Ausschuss Pflanzenschutz“.

Da nicht alle bisher auf dem Markt befindlichen Wirkstoffe sofort diesem Verfahren nach Artikel 6 unterworfen werden können, hat die Richtlinie 91/414/EWG ein Verfahren für sogenannte alte Wirkstoffe in Artikel 8 Abs. 2 vorgesehen. Diese Regelung umfasst:

- eine 10-jährige Übergangsfrist für am Stichtag, das ist der 25. Juli 1993 (2 Jahre nach Inkrafttreten der Richtlinie 91/414/EWG, im Handel befindliche Pflanzenschutzmittel,
- ein Arbeitsprogramm zur schrittweisen Prüfung dieser alten Wirkstoffe hinsichtlich ihrer Aufnahme in Anhang I der Richtlinie 91/414/EWG, und
- einen Bericht über den Stand des Arbeitsprogramms an das Europäische Parlament und den Rat bis zum 25. Juli 2001.

Die Prüfung der „alten“ Wirkstoffe soll bis zum Juli 2003 abgeschlossen sein.

Die in der Richtlinie 91/414/EWG festgeschriebenen Schutzziele finden sich auch als Zweckbestimmung im novellierten deutschen Pflanzenschutzgesetz vom 14. Mai 1998, mit dem die Richtlinie in nationales Recht umgesetzt wurde. In § 15 des Gesetzes ist die Zulassung geregelt. Die Biologische Bundesanstalt kann ein Pflanzenschutzmittel nur zulassen, wenn die Prüfung u. a. ergibt, dass das Pflanzenschutzmittel keine schädlichen Auswirkungen auf die Gesundheit von Mensch und Tier und auf das Grundwasser und keine sonstigen nicht vertretbaren Auswirkungen, insbesondere auf den Naturhaushalt sowie auf den Hormonhaushalt von Mensch und Tier, hat (Tab. 1).

Bei der Prüfung des Pflanzenschutzmittels legt die Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft die sogenannten einheitlichen Grundsätze gem. Anhang VI der Richtlinie zu Grunde. Inhalt und Struktur der Prüfung sind damit für die Biologische Bundesanstalt im Wesentlichen vorgegeben. Die für einen Antrag auf Zulassung eines Pflanzenschutzmittels vorzulegenden Unterlagen sind ebenfalls vereinheitlicht und in Anhang III der Richtlinie niedergelegt. Damit soll die Gleichheit des Prüfverfahrens in allen Mitgliedstaaten gewährleistet werden.

Die Beteiligung weiterer Behörden bei der Prüfung des Pflanzenschutzmittels in Deutschland ist auch im novellierten Pflanzenschutzgesetz wiederum vorgesehen: Das Umweltbundesamt (UBA) ist Einvernehmensbehörde für den Naturhaushalt und das Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin (BgVV) ist Einvernehmensbehörde für den gesundheitlichen Bereich. Die Einbeziehung dieser beiden Einvernehmensbehörden vertieft und sichert die Entscheidung ab.

Im Bereich des Naturhaushaltes sind mit der EU-weiten Harmonisierung viele Prüfkriterien verschärft worden. So ist z. B. das Ausmaß der Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln auf Nichtzielorganismen für die Zulassung des Mittels mitentscheidend. Überschreiten die negativen Effekte eines Mittels im Labortest bestimmte Grenzwerte, muss der Antragsteller durch geeignete Risikoabschätzung nachweisen, dass für die Umwelt unter praxisnahen Bedingungen keine schädlichen Auswirkungen zu befürchten sind. Mögliche Auswirkungen werden auch auf naturnahe Biotope, wie angrenzende Hecken oder Gewässer geprüft. Bei unannehmbaren Effekten darf die Biologische Bundesanstalt keine Zulassung erteilen, es sei denn, sie kann durch Abstandsaufgaben oder andere Strategien der Risikominimierung für Abhilfe sorgen. Die Vorgehensweise bei der Bewertung der Umweltgefährlichkeit beruht im Wesentlichen auf Abschätzung der Konzentration eines Wirkstoffes in der Umwelt (Predicted Environmental Concentration, PEC) und Vergleich mit den voraussichtlich biologischen Wirkungen auf die empfindlichsten Organismen in den Ökosystemen (Predicted No-Effect Concentration, PNEC). Dabei wird spezifisch nach den Kompartimenten Wasser, Sediment, Boden und Luft vorgegangen. Die Strategien zur Minderung des Risikos umfassen Anwendungsbeschränkungen, Vorschriften zur Benutzung von

Recyclinggeräten und Antidriftdüsen sowie die Nichtzulassung und schließlich Verbote. Die Minimierungsstrategien müssen grundsätzlich auch Alternativen prüfen und eine Nutzen-Risiko-Analyse umfassen.

**Tab. 1:** § 15 Abs. 1 Pflanzenschutzgesetz (PflSchG) - Zulassung

---

**(1) Die Biologische Bundesanstalt lässt ein Pflanzenschutzmittel zu, wenn**

---

1. der Antrag den auf Grund des § 12 Abs. 3 Satz 2 oder Abs. 4 oder nach Abs. 5 festgesetzten Anforderungen entspricht,
  2. die Wirkstoffe des Pflanzenschutzmittels in Anhang 1 der Richtlinie 91/414/EWG aufgeführt sind,
  3. die Prüfung des Pflanzenschutzmittels ergibt, dass das Pflanzenschutzmittel nach dem Stande der wissenschaftlichen Erkenntnisse und der Technik bei bestimmungsgemäßer und sachgerechter Anwendung oder als Folge einer solchen Anwendung,
    - a) hinreichend wirksam ist,
    - b) keine nicht vertretbaren Auswirkungen auf die zu schützenden Pflanzen und Pflanzenerzeugnisse hat,
    - c) bei Wirbeltieren, zu deren Bekämpfung das Pflanzenschutzmittel vorgesehen ist, keine vermeidbaren Leiden oder Schmerzen verursacht,
    - d) keine schädlichen Auswirkungen auf die Gesundheit von Mensch und Tier und auf das Grundwasser hat und
    - e) keine sonstigen nicht vertretbaren Auswirkungen, insbesondere auf den Naturhaushalt sowie auf den Hormonhaushalt von Mensch und Tier hat,
  4.
    - a) die Wirkstoffe und die für die Gesundheit oder den Naturhaushalt bedeutsamen Hilfsstoffe und Verunreinigungen des Pflanzenschutzmittels nach Art und Menge und
    - b) die bei bestimmungsgemäßer und sachgerechter Anwendung des Pflanzenschutzmittels entstehenden, für die Gesundheit von Mensch und Tier und für den Naturhaushalt bedeutsamen Rückstände mit vertretbarem Aufwand zuverlässig bestimmt werden können und
  5. das Pflanzenschutzmittel hinreichend lagerfähig ist.
- 

### **Ergebnisse der Entwicklungen im Pflanzenschutz**

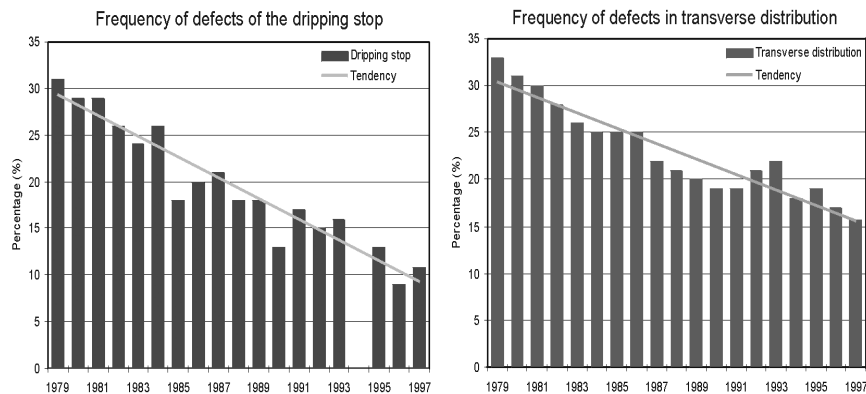
Die Ergebnisse der deutschen Doppelstrategie – Weiterentwicklung des Handelns nach guter fachlicher Praxis in Richtung integrierter Pflanzenschutz und des rechtlichen Rahmens zum Schutz von Gesundheit und Naturhaushalt – sind beachtlich .

So zeigen die in den Jahren 1996 und 1997 dem Umweltbundesamt gemeldeten Befunde von Pflanzenschutzmitteln im Grundwasser eine erfreulich positive Tendenz. Die prozentual, bezogen auf die Anzahl der Messstellen , am häufigsten gefundenen Wirkstoffe und Metaboliten wie z. B. Atrazin, Desethylatrazin und Bromacil sind inzwischen verboten. Die in der öffentlichen Diskussion bezüglich der Grundwasserbelastung immer wieder genannten Wirkstoffe Terbutylazin, Simazin, Bentazon, Chlortoluron, Mecoprop und Dichlorprop sind teilweise nicht mehr zugelassen und wurden z. B. 1997 lediglich bei 0,1 bis 0,5 % der Messstellen in Konzentrationen über 0,1µg/l gefunden. Die Anzahl der erfassten Messstellen betrug je nach Wirkstoff zwischen 2500 und über 5000. Die Situation für 1996 ist ähnlich erfreulich. Zumindest ein Teil der festgestellten Befunde ist auch auf den unsachgemäßen Umgang mit den Mitteln zurückzuführen. wie z. B. für Bentazon und Isoproturon nachgewiesen wurde. Beim gleichfalls häufig diskutierten Diuron ist die Lage geringfügig ungünstiger. Hier wurden 1997 bei ungefähr 3300 Messstellen in 26 Fällen (= 0,8 %) Konzentrationen über 0,1µg/l festgestellt. Ein großer Anteil dieser Befunde dürfte hier jedoch auf die inzwischen verbotene Anwendung auf Gleisanlagen zu rückzuführen sein. Den

Beiträgen auf dem DVGW/LAWA -Kolloquium „Pestizide im Grundwasser“ am 30 Juni 1999 in Kassel ist zu entnehmen, dass auch das Trinkwasser nahezu unbelastet mit Pflanzenschutzmitteln über  $0,1\mu\text{g/l}$  ist. Darüber hinaus lassen sich zahlreiche weitere positive Entwicklungen anführen:

Seit 1987 haben mehr als 100.000 Personen, die mit Pflanzenschutzmitteln befasst sind, den Sachkundennachweis abgelegt. Die pflichtgemäßen und freiwilligen Überprüfungen der Pflanzenschutztechnik haben die Mängelquote deutlich reduziert (Abb. 6).

### Tendency in the occurrence of defects in field spraying equipment



**Abb. 6:** Tendency in the occurrence of defects in field spraying equipment

Die strengen Zulassungsbedingungen haben dazu geführt, dass Pflanzenschutzmittel mit unakzeptablem Risiko für die Gesundheit von Mensch und Tier und für den Naturhaushalt ausgesondert wurden.

Es stehen in vielen wichtigen Kulturen Hochleistungssorten mit nur geringer oder mittlerer Anfälligkeit gegenüber wichtigen Krankheiten zur Verfügung.

Im Rahmen der guten fachlichen Praxis werden Pflanzenschutzmittel bedarfsgerecht und situationsbezogen angewendet.

Insbesondere für den Gartenbau stehen zunehmend auch nichtchemische Pflanzenschutzmaßnahmen zur Verfügung.

#### Zu aktuellen Problemen im Pflanzenschutz

Die Bundesrepublik Deutschland verfügt über eine relativ umfangreiche Palette zugelassener Pflanzenschutzmittel auf Basis moderner Wirkstoffe, die geeignet sind, in den Hauptkulturen die am häufigsten auftretenden Schaderreger zu kontrollieren. Probleme bestehen jedoch bei der Absicherung des Pflanzenschutzes in kleinen Kulturen und bei der Bekämpfung von gelegentlich auftretenden Schadorganismen. Trotz erheblicher Anstrengungen zur Schließung von Lücken bestehen weiterhin für rund 700 Indikationen keine praktikablen Lösungsmöglichkeiten. Die kleinen Kulturen, wie Gemüse, Zierpflanzen, Heil- und Gewürzkräuter sowie Sonderkulturen stellen jedoch eine wertvolle Bereicherung der Fruchtfolge dar. Von der Lösung der Probleme mit Pflanzenschutzmitteln hängt die Fortführung der Kulturen entscheidend ab. Ein Vergleich der Anzahl der Wirkstoffe, die in zugelassenen Pflanzenschutzmitteln in den Mitgliedstaaten der EU enthalten sind (Tab. 2), zeigt, dass Deutschland zwar einen mittleren Rang einnimmt, dass jedoch einige Nachbarstaaten und Haupterzeugerländer wie Belgien, Frankreich und das Vereinigte Königreich eine wesentlich höhere Anzahl Wirkstoffe in zugelassenen

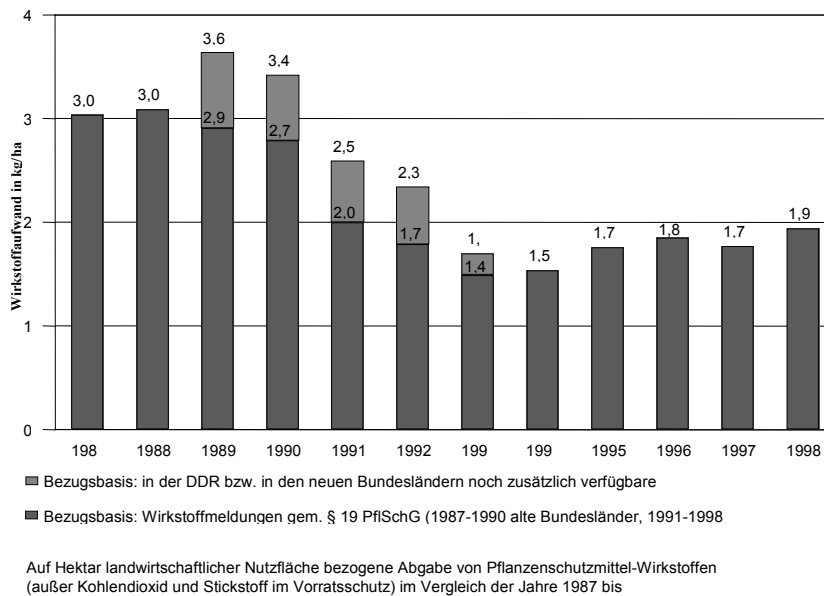
Pflanzenschutzmitteln aufweisen und damit auch über eine bessere Flexibilität bei deren Einsatz verfügen. Dies hängt ursächlich damit zusammen, dass in anderen EU-Mitgliedstaaten relativ breit anwendbare preiswerte Wirkstoffe, wie Herbizide auf der Basis von Atrazin, Bromacil und Lencil, sowie Insektizide bzw. Akarizide, wie Dicofol, Lindan und Endosulfan in Deutschland verboten sind. Entsprechendes gilt auch für die insbesondere im Obstbau in Betracht kommenden Wachstumsregler Carbaryl, das auch als Insektizid wirksam ist, und Daminozid. Zwar können die in Hauptkulturen durch Anwendungsverbote bzw. nicht mehr erneuerte Zulassung entstehenden Lücken in der Regel durch neue Wirkstoffe ausgeglichen werden, doch sind diese Substitutionen meist teurer als die älteren Wirkstoffe und führen daher zu ökonomischen Nachteilen für die deutsche Landwirtschaft. Bei Lückenindikationen, beispielsweise durch den Wegfall des Herbizids Lenacil im deutschen Spinatanbau, entsteht für den deutschen Anbauern eine offensichtliche Benachteiligung gegenüber den benachbarten Anbaugebieten in den Niederlanden, in Belgien, Frankreich und Luxemburg, wo dieser Wirkstoff weiterhin zur Verfügung steht.

**Tab. 2:** Anzahl Wirkstoffe in zugelassenen Pflanzenschutzmitteln in EU-Mitgliedstaaten (Auswahl; nur Staaten, von denen aktuelle Pflanzenschutzmittel Verzeichnisse bzw. vollständige Listen zugelassener Pflanzenschutzmittel vorliegen)

Staat	Jahr	Anzahl Wirkstoffe
Belgien	1998	353
Dänemark	1998	134
Deutschland	1999	273
Finnland	1999	169
Frankreich*	1998	184 (1995:523)
Luxemburg	1999	229
Niederlande	1999	266
Österreich	1999	300
Portugal	1999	273
Schweden	1998	158
Vereinigtes Königreich	1999	355

Erklärung: \* Die französische Liste der zugelassenen Pflanzenschutzmittel enthält nur Mittel und Wirkstoffe, die im Jahre 1998 zugelassen wurden. Hinzu kommen noch Mittel aus den Zulassungen der Vorjahre. Eine genaue Ermittlung der Gesamtzahl der Wirkstoffe ist nicht möglich, da hierfür keine aktuellen Unterlagen vorliegen. Gemäss EU Dok. 3010/VI/91-Rev. 12.Sept.95 gab es in Frankreich 1995 noch 523 Wirkstoffe in zugelassenen

Pflanzenschutzmittel werden in der Öffentlichkeit weithin als mit der modernen Landwirtschaft verbundenes „notwendiges Übel“ betrachtet. Kritisch werden die nicht unerheblichen Mengen ausgebrachter Pflanzenschutzmittel verfolgt und sowohl retrospektiv über die Jahre hinweg im eigenen Land als auch mit der Verfahrensweise in benachbarten Ländern verglichen. Dabei ist in den letzten Jahren eine durchaus positive Entwicklung zu erkennen. Während bis Ende der 80er Jahre in beiden deutschen Staaten eine kontinuierliche Erhöhung der auf einem Hektar ausgebrachten Wirkstoffmenge zu beobachten war, die schließlich die 3 kg-Grenze überschritt, liegen die Werte seit 1992 im Bereich unter 2 kg/ha (Abb. 7). Damit hat die Bundesrepublik Deutschland auch im internationalen Rahmen unter vergleichbaren Ländern einen sehr guten Stand erreicht, der etwa dem in Dänemark entspricht und weit unter dem Niveau der Pflanzenschutzmittelanwendung von Holland liegt. In diesen beiden Ländern wird die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln mit Hilfe staatlicher Programme eingeschränkt. Es ist nicht erkennbar, dass auf diesem Weg bessere Ergebnisse als in Deutschland erreicht werden können.



**Abb. 7:** Wirkstoffaufwand in kg/ha

Die Bewertung des mit der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln verbundenen Risikos an Hand der aufgewendeten Menge muss sehr kritisch gesehen werden. Es ist leicht einzusehen, dass es im Hinblick auf die Gefährdung von Anwendern, Verbrauchern und den Naturhaushalt krasse Unterschiede zwischen den einzelnen Pflanzenschutzmitteln gibt und auf diesem Gebiet hat sich - weitgehend unbemerkt von der Öffentlichkeit und sehr befördert durch die sicherheitsorientierte Gesetzgebung in der Bundesrepublik – die eigentliche, überaus erfolgreiche Entwicklung im deutschen Pflanzenschutz vollzogen, über die im Beitrag von GUTSCHE und ROSSBERG noch berichtet wird.

### Entwicklungen und Trends

Auf einem Workshop zum Thema „Brauchen wir chemischen Pflanzenschutz?“ ergeben sich fast zwangsläufig zwei Fragen:

- Sind alle Anwendungsgebiete von Pflanzenschutzmitteln unverzichtbar?
- Stehen für die unverzichtbaren Anwendungsgebiete Alternativen zur Verfügung?

Ohne Zweifel gibt es Anwendungsgebiete von Pflanzenschutzmitteln, auf die verzichtet werden kann, wenn man gewillt ist, Abstriche beim Niveau der Produktion und erhöhtes Risiko hinzunehmen. Der ökologische Landbau demonstriert dies seit Jahren und vor allem im Getreide lassen sich durch pflanzenbauliche Maßnahmen die Infektionsbedingungen so gestalten, dass sich Fungizidmaßnahmen weitgehend erübrigen. Ein völliger Verzicht auf Pflanzenschutzmittel ist allerdings auch im ökologischen Landbau trotz großer Anstrengungen nicht gelungen. Diese Szenarien beschreibt ein kürzlich erschiener Bericht aus Dänemark (BICHEL COMMITTEE Report 1999), der u. a. auch als ein Appell verstanden werden kann, den Weg des integrierten Pflanzenschutzes fortzusetzen und dabei auch Maßnahmen zu prüfen, die bislang wenig Beachtung und Akzeptanz gefunden haben, wie z. B. 10 bis 12 m breite Schutzstreifen zu Gewässern bei vollem Ausgleich für die Landwirte, die Beizung nur hoher Vermehrungsstufen, die Begrenzung der Behandlungsfrequenz etc.. Die dänischen Kollegen, die bereits ein Reduktionsprogramm hinter sich haben und im Niveau der Pflanzenschutzmittelanwendung wohl grob



mit uns verglichen werden können, sind der Auffassung, dass die Behandlungshäufigkeit – die sich auf eine Standardaufwandmenge bezieht - noch um etwa 25 % gesenkt werden kann, ohne dass eine tiefgreifende Veränderung der Fruchtfolge notwendig wäre. Allein durch Anwendung aller derzeit verfügbaren Informationen, Mittel und Methoden, wie z. B. resistente Sorten, Schwellenwerte, reduzierte Dosen, mechanische Unkrautbekämpfung usw. (Tab. 3 ).

**Tab. 3:** Aimed figures for treatment frequency index in different crops based on the area used in 1994

Crop	Herbicides	Fungicides	Insecticides	Growth regulators	Aimed figures in 2002 BI=2,0
Winter wheat	1,20	0,70	0,25	0,15	2,30
rye	0,80	0,30	0,10	0,30	1,50
winter barley	1,00	0,50	0,00	0,00	1,50
spring barley	0,70	0,30	0,30	0,00	1,30
winter rape	0,80	0,15	0,40	0,00	1,35
spring rape	0,50	0,05	0,90	0,00	1,45
other seed production	0,90	0,10	0,10	0,10	1,20
peas	1,80	0,20	0,80	0,00	2,80
oat	0,60	0,25	0,25	0,00	1,10
potatoes for seed	2,00	3,50	0,00	0,00	5,50
potatoes for starch	1,20	6,50	0,50	0,00	8,20
potatoes for food	1,50	5,00	0,50	0,00	7,00
beets	1,80	0,15	1,30	0,00	3,25
Maize	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00
Grass	0,03	0,00	0,10	0,00	0,13
vegetables	2,50	2,50	1,50	0,00	6,50
couch grass	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00
<b>Total</b>	<b>1,18</b>	<b>0,44</b>	<b>0,33</b>	<b>0,05</b>	<b>2,00</b>

(nach L.N. Jørgensen, 1999)

Darüber hinaus enthält der BICHEL-Bericht interessante Anregungen. So ist z. B. die Bekämpfungsentcheidung auf der Grundlage von Schwellenwerten eine tragende Säule im Konzept des integrierten Pflanzenschutzes. Obwohl für sehr viele wichtige Schadorganismen mit großem Aufwand Schadens- und Bekämpfungsschwellen erarbeitet wurden, werden sie vor allem im Ackerbau kaum angewendet. Es wird ein Risiko vermutet, der Aufwand für die Ermittlung der Daten wird gescheut und man geht auf eine Befallseinschätzung nach guter fachlicher Praxis zurück, die sich in Verbindung mit Erfahrungswerten

ten als hinreichend sicher erwiesen hat. Denkbar wäre es, die Befallseinschätzung nach guter fachlicher Praxis mit der maximalen Behandlungsfrequenz für einzelne Anwendungsgebiete, mit der die dänischen Kollegen gute Erfahrungen gesammelt haben, zu verbinden, um so einen neuen Ansatz zu entwickeln.

Die Frage, ob für die unverzichtbaren Anwendungsgebiete von Pflanzenschutzmitteln Alternativen zur Verfügung stehen, erübrigt sich derzeit zumindest im Ackerbau, denn praktikable Alternativen sind eher die Ausnahme. In Deutschland sind derzeit nur vier biologische Agenzien als Wirkstoffe in Pflanzenschutzmitteln registriert: das Apfelwicklergranulosevirus, der Pilz *Metarhizium anisopliae* gegen Bodenschädlinge, *Coniothyrium minitans* zur Anwendung unter Glas gegen *Sclerotinia sclerotiorum* und schließlich seit längerem verschiedene Pathotypen von *Bacillus thuringiensis*. Die Diskussion im Rahmen der Grundsätze für die Durchführung der guten fachlichen Praxis im Pflanzenschutz hat in diesem Zusammenhang auf ein Problem aufmerksam gemacht. Grundsätzlich müssen alle Pflanzenschutzmaßnahmen nach gleichen Kriterien und Maßstäben hinsichtlich ihrer beabsichtigten Wirkungen auf die Schadorganismen und ihrer unbeabsichtigten Auswirkungen auf die Gesundheit von Mensch und Tier sowie auf den Naturhaushalt bewertet werden. Es ist aus wissenschaftlicher Sicht nicht zulässig, Pflanzenschutzmaßnahmen alleine danach zu bewerten, ob sich das Instrumentarium aus chemischen, physikalischen, biologischen, biotechnischen oder pflanzenbaulichen Mitteln und Methoden zusammensetzt. Wünschenswert wäre vielmehr, wenn es gelänge, zukünftig die Ressourceneffizienz als zusätzliches Auswahlkriterium mit heranzuziehen. Wenn dennoch im Rahmen der guten fachlichen Praxis wirksame und umweltverträgliche nichtchemische Abwehr- und Bekämpfungsmaßnahmen bevorzugt behandelt werden, so ist dies vor dem Hintergrund einer über Jahrzehnte andauernden und nahezu ausschließlichen Betonung des chemischen Pflanzenschutzes zu sehen, durch die andere Maßnahmen oft verdrängt worden sind.

Tatsächlich schreitet die Zulassung biologischer Präparate nur sehr langsam voran. Dies hat seine Ursache zum einen in den biologischen Grenzen, zum anderen aber auch in hohen Auflagen, wie sie in den Anhängen II b und III b der Europäischen Richtlinie 91/414/EWG niedergelegt sind. Die Sicherheitsanforderungen sind außerordentlich hoch gesteckt und schrecken mögliche Antragsteller aus den meist für biologische Mittel in Betracht kommenden kleineren Firmen ab. Ein Beispiel ist die Anwendung umweltfreundlicher Pheromone in der Verwirrtechnik. Die Ausbringung von Pheromondepots soll für eine ständige hohe Konzentration an weiblichen Sexuallockstoffen sorgen. Die dabei eingesetzten Pheromone sind, damit sie so gut wie natürliche Pheromone wirken, exakt den natürlichen Pheromonen nachgebaut. Bei der Zulassung werden aber auch Daten für die mögliche Auswirkung auf Wasserorganismen gefordert, was eine erhebliche Erschwerung für die Zulassung von solchen Wirkstoffen darstellt. Es wäre zu wünschen, dass bei solchen und ähnlichen Naturprodukten mehr Augenmaß bei der Bewertung möglich wäre. Sehr viel günstiger ist dagegen die Situation bei Makroorganismen für den biologischen Pflanzenschutz. Hier besteht keine Zulassung in der Europäischen Union, so dass sich dieser Markt in den letzten Jahrzehnten außerordentlich im Aufschwung befindet.

Ein kritischer Punkt für die weitere Umsetzung von Methoden und Verfahren des integrierten Pflanzenschutzes vor allem im Ackerbau ist die Beratung. Der integrierte Pflanzenschutz als wissensbasiertes Konzept kann nur durch neue Lösungen und die Umsetzung des aktuellen Wissenstandes weiterentwickelt werden. Das setzt nicht nur gut ausgebildete Landwirte, sondern auch gut ausgebaute Informationswege voraus, die ihm aufbereitetes und für seine jeweilige Situation zutreffendes Expertenwissen bereit stellen. Aber auch dies ersetzt nicht die Vor-Ort-Beratung am Feldrand, die über aktuelles Spezialwissen verfügt und den Landwirt zu systemorientiertem Handeln befähigt. Der Ausbau sowohl eines geeigneten Informationssystems als auch der Vor-Ort-Beratung sind unverzichtbare Voraussetzungen für weitere Schritte in Richtung des integrierten Pflanzenschutzes. Leider ist derzeit eher eine gegenläufige Entwicklung zu beobachten und man kann darüber spekulieren, ob das wieder eine zunehmende Anwendung von Pflanzenschutzmitteln zur Folge haben wird. Fördermaßnahmen sollten deshalb zukünftig hier einen Schwerpunkt setzen.

Die Pflanzenschutzdienste der Bundesländer haben die Überwachung der Pflanzenbestände auf das Auftreten von Schadorganismen weiter ausgebaut mit dem Ziel, die Betriebe situationsgerecht über die

jeweils geeignetsten Maßnahmen des Pflanzenschutzes zu informieren, im Bedarfsfall zu beraten und dabei den integrierten Pflanzenschutz schrittweise umzusetzen. In diesem Zusammenhang ist in den letzten Jahren, vor allem in den süddeutschen Bundesländern, ein enges Netz von Wetter- und Klimastationen entstanden, das sowohl der Überwachung des Schaderregerauftretens im Ackerbau (Getreide, Kartoffeln) als auch als Entscheidungshilfe bei Abwehr- und Bekämpfungsmaßnahmen vor allem im Obst- und Hopfenbau dient. Die Forschungs- und Versuchseinrichtungen der Bundesländer sind vorrangig auf die Entwicklung integrierter Pflanzenbausysteme ausgerichtet worden, in denen der integrierte Pflanzenschutz eine zentrale Stellung einnimmt. Dabei sind der Aufbau eines Monitorings für Krankheiten und Schädlinge im Ackerbau (Bayern, Sachsen) sowie eines Bewertungsmodells für umweltgerechte Landwirtschaft (Thüringen) besonders wichtige Entwicklungen. Schließlich wird die integrierte Produktion und damit der integrierte Pflanzenschutz durch eine Reihe von Bundesländern auch finanziell gefördert. In den unterschiedlich ausgestalteten Förderprogrammen sind im Rahmen der integrierten Produktion über die gute fachliche Praxis im Pflanzenschutz hinausgehende Auflagen und Beschränkungen insbesondere bei der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln festgeschrieben, aber auch moderne Pflanzenschutztechnik, Hilfsmittel für die Schaderregerprognose und Überwachung sowie alternative bzw. biologische Maßnahmen des Pflanzenschutzes gehören zu den Förderschwerpunkten.

Nach allen bisherigen Erfahrungen wird sich der integrierte Pflanzenschutz im Ackerbau nicht im Selbstlauf durchsetzen. Viele der im System des integrierten Pflanzenschutzes besonders favorisierten Maßnahmen werden vom Landwirt nicht akzeptiert, weil sie in der Kosten-Nutzen-Bilanz entweder unwirtschaftlich sind oder ein zu hohes Erfolgsrisiko tragen. Hinzu kommt, dass der Landwirt in der Regel mit der Effizienz üblicher, vor allem chemischer Pflanzenschutzmaßnahmen zufrieden ist und deshalb wenig Anreiz sieht, sein Konzept zu ändern. Dies wird auch durch die zunehmende Sicherheit und Umweltverträglichkeit moderner Pflanzenschutzmittel gestützt. Deshalb sind Fördermaßnahmen und Ausgleichszahlungen für den integrierten Pflanzenschutz unerlässlich und es wäre eine anspruchsvolle Aufgabe für die Zukunft, die integrierte Produktion und damit den integrierten Pflanzenschutz so auszugestalten, dass sie als umweltgerechtes und den natürlichen Lebensraum schützendes landwirtschaftliches Produktionsverfahren Anerkennung findet. Ein erster Schritt in diese Richtung wird die Erarbeitung von Grundsätzen für den integrierten Pflanzenschutz sein, mit denen ein Handlungsrahmen gegeben wird, den es dann regional und standortbezogen auszufüllen gilt.

Zusammenfassend möchten wir davor warnen, die Landwirtschaft mit unrealen Forderungen zu überfrachten. Dies gilt sowohl für den ökologischen als auch für den integrierten Anbau. Beide Wirtschaftsformen können auf einen praktikablen Pflanzenschutz nicht verzichten. Ein kritischer Punkt für den ökologischen Landbau ist die Verfügbarkeit angepasster Pflanzenschutzmittel, wie z. B. Kupferspritzmittel. Die ökologische Problematik dieser Mittel ist bekannt und muss mit Augenmaß bewertet werden. Ebenso muss die Fortentwicklung der integrierten Produktion durch Bereitstellung der erforderlichen Pflanzenschutzmittel gesichert werden. Die Entwicklung des integrierten Pflanzenschutzes ist im Obst- und Weinbau, im Anbau unter Glas und im Hopfenbau weit fortgeschritten. Im Ackerbau mangelt es dagegen noch an praktikablen Verfahren. Dennoch werden die Grundprinzipien des integrierten Pflanzenschutzes beachtet. Dazu gehören die gezielte Anwendung chemischer Pflanzenschutzmittel nach Befallseinschätzungen, die Berücksichtigung von Warndiensthinweisen, der amtlichen Beratung und die adäquate Wahl der Pflanzenschutzmittel. Damit sind die wichtigsten frühen Forderungen des integrierten Pflanzenschutzes erfüllt. Die weitere Entwicklung der integrierten Produktion unter ökologischen, ökonomischen und sozialen Gesichtspunkten wird nur gelingen, wenn künftige Innovationen nicht durch Überregulierung erstickt werden.

#### Literatur

OERKE, E.-C.; DEHNE, H.-W.; SCHÖNBECK, F.; WEBER, A. (1994): Crop Protection. Elsevier Science B. V., Amsterdam, 808 S.

CRAMER, H. H., 1967: Pflanzenschutz und Weltenernte. Pflanzenschutznachrichten „Bayer“ 20(1) 523 pp.

BICHEL, S., 1999: The Bichel Committee. Report from the main committee.

## **Aktuelle Entwicklungen in der Agrarpolitik aus der Sicht des NABU**

Ch. Weins

Naturschutzbund Deutschland e.V., Herbert-Rabius-Str. 26, D – 53225 Bonn

### **100 Jahre NABU – 100 Jahre Umwelt- und Naturschutz**

Umweltschutz ist zu einem wichtigen gesellschaftlichen Anliegen geworden. Die Menschen erwarten von der Wissenschaft, der Wirtschaft und der Politik, dass sie die Belange von Natur und Umwelt bei ihrem Handeln berücksichtigen.

Dies ist auch das Ergebnis unserer Arbeit, die des NABU und der anderen Umweltverbände. Zur Zeit gehören alleine dem NABU mehr als 260.000 Bürgerinnen und Bürger als Mitglied an. Sie engagieren sich auf Bundes-, Landes- und kommunaler Ebene für eine zukunftsfähige Politik, die die Ressourcen schon und zum Erhalt der biologischen Vielfalt beiträgt. Überschlägt man die ehrenamtlich geleistete Arbeit unserer Mitglieder in den mehr als 1500 Orts- und Kreisgruppen, so kommen fast 20 Millionen Arbeitsstunden zusammen.

Der NABU feierte im letzten Jahr die Gründung des Verbandes durch die Industriellen-Gattin Lina Hähnle als Bund für Vogelschutz vor 100 Jahren. Als Mitglied von BirdLife International, einem weltweiten Netzwerk von Naturschutzorganisationen, und des Europäischen Umweltbüros beschränken sich unsere Aktivitäten nicht allein auf Deutschland. Die europäische und internationale Ebene wird für eine erfolgreiche Naturschutzarbeit immer wichtiger.

### **Naturschutz und Agrarpolitik**

Während die Landwirtschaft über Jahrhunderte zur biologischen Vielfalt beigetragen hat, indem sie Kulturlandschaften genutzt und geprägt hat, gehört sie heute zu den Hauptverursachern des Artenrückgangs von Pflanzen und Tieren. Die Ursachen hierfür sind sehr komplex und lassen sich nicht allein auf den Einsatz umweltbelastender Betriebsmittel, wie bsp. Dünge- und Pflanzenschutzmittel zurückführen. Daß die konventionelle Landwirtschaft in weiten Teilen nicht umweltverträglich ist, zeigen die Sondergutachten des Rates der Sachverständigen für Umweltfragen (SRU 1996, 1998), der Bericht der Enquete-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“ (Deutscher Bundestag 1994) und die Studie des UBA (1997) „Nachhaltiges Deutschland“.

Vögel sind für die Qualität unserer Umwelt ein seit langem anerkannter Indikator. Ihre Bestandsentwicklung in typischen Agrarlandschaften ist alarmierend und eine wesentliche Begründung für unsere agrarpolitische Arbeit. Von insgesamt 273 Brutvogelarten, die in Deutschland vorkommen, befinden sich 166 (61%) auf der ersten gesamtdeutschen Roten Liste (DDA und DS/IRV 1991). Etwa 25-30% aller Rote-Liste-Vögel sind Arten, die man als Feldvögel im weitesten Sinne charakterisieren könnte. Sie bevorzugen landwirtschaftlich geprägte und genutzte Lebensräume oder sind sogar hierauf angewiesen. Hierzu gehören auch die drei in Deutschland vom Aussterben bedrohten Arten Großtrappe, Wachtelkönig und Seggenrohrsänger, die gleichzeitig aus globaler Sicht als in höchstem Maße gefährdet gelten.

Aus europäischer Sicht stellt sich die Situation folgendermaßen dar: Von 205 Vogelarten, die regelmäßig auf landwirtschaftlich genutzten Flächen zu beobachten sind, sind 102 Arten, also etwa 50% für den Naturschutz von besonderer Bedeutung, weil ihre Populationen entweder nur in wenigen Regionen Europas konzentriert sind, die Arten generell selten vorkommen oder aber ihre Bestände rückgängig sind (TUCKER und HEATH 1994).

Vor diesem Hintergrund hat die EG-Kommission 1979 die sogenannte Vogelschutzrichtlinie (RL 79/409/EWG) erlassen. Sie ist eine der ersten echten Naturschutzinstrumente der EG überhaupt und sieht vor, dass Mitgliedstaaten diejenigen Gebiete der Kommission benennen, die ihrer Ansicht nach einen besonderen Schutz aufgrund ihrer Bedeutung für Vögel verlangen. Selbstverständlich sind diese „Besonderen Schutzgebiete“ (Special Protected Area's = SPA's) Teil des NATURA 2000- Netzwerkes,

welche aufgrund der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (RL 92/43/EWG) von 1992 zu erhalten und zu schützen sind.

### **NABU-Aktivitäten für eine naturverträgliche Landwirtschaft**

Unsere Überzeugung, dass wir die biologische Vielfalt sowie unsere sonstigen natürlichen Ressourcen nicht durch Schutzgebiete erhalten können, hat dazu geführt, dass wir uns in den letzten Jahren zunehmend mit der Art und Weise der Landnutzung, vor allem der Land- und Forstwirtschaft, auseinandergesetzt haben. Ein Ergebnis im NABU ist das „Agrarpolitische Grundsatzprogramm“, das wir 1998 verabschiedet haben.

Im Mittelpunkt steht die Darstellung eines neuen Leitbildes: der Naturwirtschaft. Naturwirtschaft ist nach unserer Auffassung eine Form des Wirtschaftens, die unter Berücksichtigung der Kostenwahrheit generationenverträglich, sozial ausgleichend, umweltverträglich und der biologischen und kulturellen Vielfalt förderlich ist. Der Begriff "Naturwirtschaft" steht für die notwendige Synthese von „Natur“-Schutz und Markt-„Wirtschaft“, die eine der großen politischen Herausforderungen der Zukunft darstellt.

Vor ca. zwei Jahren haben wir damit begonnen, gezielt die Verbraucherinnen und Verbraucher über den engen Zusammenhang der Art und Weise unserer Landwirtschaft und der Qualität unserer Umwelt sowie unserer Lebensmittel zu informieren. Ein wesentliches Ziel der Kampagne „Landschaft schmeckt“ ist u.a. die Erhöhung des Anteils ökologischer Produktion auf ca. 10 % im Jahre 2003. Statt zu kritisieren, wollen wir mit dem Motto „Naturschutz mit dem Einkaufskorb“ einmal die Handlungsmöglichkeiten jedes Einzelnen konkret aufzeigen.

Um auf die Bedeutung einer natur- und umweltverträglichen Landwirtschaft sowie einer reich strukturierten Landschaft für unsere heimischen Vögel aufmerksam zu machen, hat der NABU für das Jahr 2000 mit dem Rotmilan zum dritten mal in Folge einen Vogel des Jahres gekürt, der in engem Zusammenhang mit landwirtschaftlich genutzten Lebensräumen steht und der - allgemein gesprochen - durch eine zu intensive Landwirtschaft gefährdet ist. 1998 waren das die Feldlerche und 1999 die Graumammer. Nur am Rande sei erwähnt, dass wir im kommenden Jahr die Wahl zum Vogel des Jahres zum dreißigstenmal durchführen.

### **Agenda 2000**

Die Chance, Umweltaspekte europaweit verbindlich in die Agrarpolitik zu integrieren, indem die zukünftige Förderung von der Einhaltung ökologischer Mindeststandards abhängig gemacht wird, wurde bei der Agenda 2000 nicht genutzt. Eben so wenig die Möglichkeit, durch Umschichtung des Agrarhaushaltes naturverträgliche Produktionsverfahren substantiell besser zu fördern und die nachhaltige ländliche Entwicklung in den Mittelpunkt der EU-Agrarpolitik zu rücken. Die Agenda 2000 war leider nur ein sehr kleiner Schritt in die richtige Richtung. Wesentliche Probleme bleiben nach wie vor ungelöst. Die Herausforderungen durch die WTO-Verhandlungen sowie die anstehende Osterweiterung werden schon bald neue Reformen notwendig machen. Bis dahin sind Bund und Länder gefordert, die verbliebenen Chancen der Agenda 2000 zur Förderung einer umweltverträglicheren Landwirtschaft zu nutzen.

Eine davon ist die sogenannte „Horizontale Verordnung“ (VO (EG) Nr. 1259/99). Sie bietet den Mitgliedstaaten erstmals die Möglichkeit, Direktzahlungen von der Einhaltung ökologischer Mindeststandards und ggf. von weiteren Kriterien, wie der Einkommenshöhe oder des Arbeitskräftebesatzes, abhängig zu machen. Finanzmittel, die durch eine entsprechende Anwendung der Verordnung eingespart werden, können u.a. zur Honorierung ökologischer Leistungen im Rahmen der Agrarumweltmaßnahmen eingesetzt werden. Zu den ökologischen Mindeststandards gehört nach Auffassung des NABU u.a.

- der Nachweis von wenigstens 5% Strukturelementen,
- die Flächenbindung der Tierhaltung entsprechend 2 GVE/ha,
- die Dokumentation aller Düngungs- und Pflanzenschutzmaßnahmen,
- das Verbot des Grünlandumbruchs in ökologisch sensiblen Gebieten,

- die Begrenzung der Stickstoffbilanz-Verluste auf max. 50 kg N/ha,
- der Verzicht auf den Einsatz von gentechnisch veränderten Pflanzen und Tieren.

Zum jetzigen Zeitpunkt lehnen es Bund und Länder allerdings ab, die VO (EG) 1259/99 konstruktiv umzusetzen.

Die so genannte EAGFL-Verordnung (VO (EG) Nr. 1257/99) mit der die Förderung der ländlichen Entwicklung gestärkt werden soll, bietet einen Ansatzpunkt zur Integration von Umwelt- und Naturschutz in die landwirtschaftliche Nutzung. So besteht die Möglichkeit die Agrarumweltprogramme finanziell besser auszustatten und im Hinblick auf ihre Effizienz für den Umwelt- und Naturschutz weiterzuentwickeln. Sie ermöglicht Ausgleichszahlungen aus dem Agrarhaushalt für EU-rechtlich bedingte Umwelt- und Naturschutzaufgaben. Schließlich können die Voraussetzungen für eine naturverträgliche Bewirtschaftung etwa durch begleitende Berufsausbildungsmaßnahmen, Investitionsbeihilfen für entsprechende Produktionsverfahren und die Verbesserung der regionalen Verarbeitung und Vermarktung verbessert werden.

Nachdem sich Bund und Länder Ende letzten Jahres auf einen Rahmenplan zur Gemeinschaftsaufgabe zur Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes geeinigt haben, mit dem zumindest ein Teil dieser Möglichkeiten genutzt wird, sind nun die Bundesländer am Zug. Im Zusammenhang mit der Umsetzung der Programme zur ländlichen Entwicklung sollten die Agrarumweltmaßnahmen zu einem Förderschwerpunkt erhoben und die Ausgleichszulage für benachteiligte Gebiete auch für FFH-Gebiete gewährt werden.

## **WTO**

Im Rahmen der WTO-Verhandlungen, die trotz des Scheiterns der Gespräche in Seattle für den Agrarbereich weitergeführt werden, stellt sich die spannende Frage, inwieweit es der EU gelingt, die Handelspartner von dem Konzept des „Europäischen Agrarmodells“ zu überzeugen. Es stützt sich auf die Multifunktionalität der Landwirtschaft, zu der sich der NABU explizit bekennt. Es geht dabei um den Erhalt europäischer Kulturlandschaften sowie der dort vorkommenden Vielfalt an Lebensräumen, Pflanzen und Tieren. Es geht um die bewusste Integration des Verbraucher-, Tier- und Umweltschutzes in die Gemeinsame Agrarpolitik. Und es geht auch um den Erhalt von Arbeitsplätzen im ländlichen Raum. Das Europäische Agrarmodell darf jedoch keinesfalls als Nebelkerze missbraucht werden, um weitere Reformen im Bereich der EU-Agrarpolitik zu verhindern.

Notwendig ist z.B. eine baldige Verknüpfung der Direktzahlungen, insbesondere der Subventionen für Getreide, Fleisch etc., mit transparenten öko-sozialen Kriterien. Mittelfristig sind die so genannten Blue-Box-Maßnahmen zugunsten der Green-Box-Maßnahmen abzubauen. Zukunft haben nach unserer Überzeugung vor allem die Agrarumweltmaßnahmen im Rahmen der ländlichen Entwicklung. Mit ihnen werden ökologische Leistungen der Landwirtschaft, die über den Markt nicht entgolten werden, finanziell honoriert. Derzeit liegt ihr Anteil an den Agrarausgaben der EU bei lediglich ca. 4%.

## **Gute fachliche Praxis**

Unabhängig von der Agenda 2000 und den WTO-Verhandlungen ist eine Konkretisierung und Weiterentwicklung der guten fachlichen Praxis im Sinne einer naturverträglichen Landwirtschaft längst überfällig. Das BNatSchG nimmt zwar Bezug auf die gute fachliche Praxis, schafft aber leider selber keine Klarheit, was hierunter zu verstehen ist.

Der NABU fordert eine zusammenfassende Darstellung der guten fachlichen Praxis in einer juristisch verbindlichen Form statt einer Vielzahl einzelner Gesetze, Verordnungen und diverser Veröffentlichungen im Bundesanzeiger. Letztere – und dies gilt auch für die im November 1998 veröffentlichten Grundsätze der guten fachlichen Praxis im Zusammenhang mit der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln - haben den Nachteil, dass sie den Landwirten kaum bekannt sind und mehr empfehlenden als verpflichtenden Charakter haben.

In Bezug auf den Pflanzenschutz halten wir z.B. eine Dokumentation aller Maßnahmen für unerlässlich. Nach unserer Auffassung gehört zur guten fachlichen Praxis ferner

- das Verbot der Ausbringung von PSM ab einer Windgeschwindigkeit von 4m/s und einer Temperatur von 25 Grad Celsius;
- die Anwendung von PSM nach dem Stand der Technik (z.B. Anti-Drift-Düsen);
- die Einhaltung eines Mindestabstandes von 10 m zu gefährdeten Lebensräumen und Oberflächengewässern;
- die Anwendung international anerkannter Grundsätze des integrierten Pflanzenschutzes, insbesondere von nicht-chemischen Maßnahmen zur Vorbeugung und Minderung eines Befalls durch Schadorganismen;
- ein Verbot der flächenhaften Anwendung von PSM im Grünland.

Neben dem Ordnungsrecht müssen wir vor allem mit einer entsprechenden Beratung sowie der Agrar- und Steuerpolitik Anreize für die Landwirte schaffen, auf den Einsatz von chemisch-synthetischen PSM zu verzichten.

### **Brauchen wir chemischen Pflanzenschutz?**

Der ökologische Landbau belegt, dass bei entsprechenden Voraussetzungen durchaus auf den Einsatz chemisch-synthetischer Pflanzenschutzmittel verzichtet werden kann. Der geringere Ertrag von i.d.R. 20-40% wird durch höhere Erzeugerpreise kompensiert. In Verbindung mit den deutlich geringeren Aufwendungen für Betriebsmittel führt dies teilweise sogar zu höheren Gewinnen je Betrieb als bei konventioneller Wirtschaftsweise.

Die Art und Weise der Landbewirtschaftung übt einen enormen Einfluss auf die biologische Vielfalt aus. Die Auswertung von 18 in Mitteleuropa auf über 1800 Äckern durchgeführten Vegetationskartierungen verdeutlicht, dass die Artenzahl auf biologisch bewirtschafteten Äckern um 30-350% höher ist als auf konventionellen Vergleichsflächen (FRIEBEN & KÖPKE 1994). Werden speziell die im Feldinneren gelegenen Flächen verglichen, sind die Unterschiede noch krasser.

Neben den phytophagen Insekten, die durch den Einsatz von Herbiziden leiden, reagiert offensichtlich auch der mittlerweile als Rote-Liste-Art geführte Feldhase auf das reduzierte Angebot an Gräsern und Kräutern in der Feldflur. SPÄTH (1990) zählte auf biologisch bewirtschafteten Getreidefeldern in der Oberrheinebene drei- bis fünfmal so viele Hasen wie auf konventionell bewirtschafteten Flächen.

Dass die Art und Weise der Bewirtschaftung schließlich auf die Vogelwelt wirkt, belegen Studien aus Großbritannien, Dänemark und Kanada. Demnach erfreuten sich durchweg die ökologisch bewirtschafteten Flächen einer größeren Beliebtheit als die konventionell bewirtschafteten. Der Verzicht auf chemisch-synthetische Pestizide und Düngemittel führte signifikant zu einer erfolgreicherer Brut, höheren Bestandesdichte und einer größeren Artenvielfalt (BRAAE et al. 1988, ROGERS & FREEMARK 1991).

Angesichts dieser Ergebnisse und der Erkenntnis, dass der ökologische Landbau auch bzgl. des Gewässer-, Klima- und Bodenschutzes deutlich positiver abschneidet als der konventionelle, darf es nicht wundern, dass der NABU und andere Umweltverbände im ökologischen Landbau ein Leitbild einer nachhaltigen Landbewirtschaftung sehen. Der NABU setzt sich jedenfalls dafür ein, dass bis zum Jahre 2003 wenigstens 10% der landwirtschaftlichen Nutzfläche in Deutschland ökologisch und damit ohne chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel bewirtschaftet werden.

## Literatur

- BRAAE, L., H. NÖHR, B. S. PETERSEN & ORNIS CONSULT (1988): Fuglefaunaen pa konventionelle og økologiske landbrug. Sammenlignende undersøgelser af fuglefaunaen, herunder virkningen af bekaempelsesmidler. Miljøprojekt Nr. 102, Miljøstyrelsen. København.
- DDA und DS/IRV (1991): Rote Liste der in Deutschland gefährdeten Brutvogelarten. Berichte der Deutschen Sektion des Internationalen Rates für Vogelschutz Nr. 30. Eigenverlag Bonn.
- DEUTSCHER BUNDESTAG - ENQUETE-KOMMISSION „Schutz der Erdatmosphäre“ (1994): Schutz der grünen Erde durch umweltgerechte Landwirtschaft und Erhalt der Wälder. Bonn, Economica Verlag.
- FRIEBEN, B. UND U. KÖPKE (1994): Bedeutung des Organischen Landbaus für den Arten- und Biotopschutz in der Agrarlandschaft. In: Integrative Extensivierungs- und Naturschutzstrategien. Forschungsberichte, Lehr- u. Forschungsschwerpunkt "Umwelt- und Standortgerechte Landwirtschaft" Universität Bonn, Heft 15: 77-88.
- NABU (1998): Agrarpolitisches Grundsatzprogramm. Bonn.
- ROGERS, C. A. UND K. E. FREEMARK (1991): A feasibility study comparing birds from organic and conventional (chemical) farms in Canada. Can. Wildl. Serv. Tech. Rep. Ser. 137. Ottawa.
- SPÄTH, V. (1990): Biotopverbesserung in der Landwirtschaft am Beispiel des Feldhasen. Beih. Naturschutzforum 1: 1-59.
- SRU (1996): Konzepte einer dauerhaft-umweltgerechten Nutzung ländlicher Räume. Bundestags-Drucksache 13/4109.
- SRU (1998): Flächendeckend wirksamer Grundwasserschutz. Bundestags-Drucksache 13/10196.
- TUCKER, G.M. und M.F. HEATH (1994): Birds in Europe: their conservation status. Cambridge, UK.: BirdLife International.
- UBA (1997): Nachhaltiges Deutschland – Wege zu einer dauerhaft umweltgerechten Entwicklung. Erich-Schmidt-Verlag. Berlin.



## **Landwirtschaft ohne Chemie? - Eine ökonomische Betrachtung**

P. M. Schmitz und T. C. Wronka

### **Problemstellung**

In der Öffentlichkeit und der Politik scheint sich immer mehr der Irrglaube festzusetzen, daß eine umweltgerechte Landwirtschaft nur durch einen Verzicht bzw. deutliche Reduzierung des Einsatzes moderner Betriebsmittel zu erreichen ist. Mineraldünger und chemischer Pflanzenschutz gelten als umweltbelastend schlechthin. Technische Fortschritte und Innovationen beim Einsatz bzw. bei der Herstellung dieser Betriebsmittel werden nicht wahrgenommen. Forderungen nach Ökosteuern, Einsatzverboten und flächendeckenden Reduzierungsprogrammen haben wieder Hochkonjunktur. Der ökologische Landbau wird als Alternative angepriesen. Vor diesem Hintergrund ist auch die Aufmerksamkeit gegenüber der WAIBEL-Studie (vgl. WAIBEL und FLEISCHER, 1998) zu sehen, die auf scheinbar wissenschaftlicher Basis kosten-nutzen-analytisch die Begründung für eine Pflanzenschutzmittel-Abgabe herleitet.

Will man hier gegensteuern und zur Versachlichung der Diskussion beitragen, ist eine Doppelstrategie zu fahren. Zum einen sind die kosten-nutzen-theoretischen Grundlagen korrekt aufzuarbeiten sowie empirisch mit Blick auf die internationale Literatur zu erfassen. Zum anderen wäre eine Diskussion über die Vorzüglichkeit unterschiedlicher Eingriffe (Information, Beratung, Förderung von Kooperationen, Ökosteuern, Verbote, Zertifikate, Förderung des ökologischen Landbaues) zu führen. Insbesondere eine solche Diskussion würde einen nachhaltigen Beitrag zur effizienteren Politikgestaltung leisten und im Falle einer verschärften Umweltpolitik schlimmeres verhüten können.

In Anknüpfung an die umfangreiche Simulationsstudie von SCHMITZ und HARTMANN (1993), in der die ökonomischen Auswirkungen einer Reduzierung des Einsatzes von Mineraldüngern und Pflanzenschutzmitteln interdisziplinär analysiert wurden, fand in Leipzig am 8. und 9. September der internationale Workshop "Cost-Benefit-Analysis of Crop Protection" statt. Möglichkeiten und Grenzen einer Kosten-Nutzen-Analyse von Pflanzenschutzmitteln diskutierten ca. 50 internationale Wissenschaftler und Experten in Leipzig. Ziel des Workshops war es, den aktuellen Forschungsstand auf dem Gebiet zusammenzutragen.

In den folgenden Kapiteln dieses Beitrages werden die wichtigsten Erkenntnisse dieses Workshops vorgestellt. Im zweiten Kapitel werden die Ergebnisse neuerer Kosten-Nutzen-Analysen aus Amerika und Dänemark auf dem Gebiet der Pflanzenschutzmittel vorgestellt. Daran anschließend wird im dritten und vierten Kapitel auf die wichtige Thematik der Beeinflussung von Wasserressourcen und Artenvielfalt durch Pflanzenschutzmittel eingegangen. Gesundheitliche Aspekte und Fragen der Lebensmittelqualität stehen im Mittelpunkt des fünften Kapitels. Der Beitrag endet mit einer kurzen Zusammenfassung und einem Ausblick auf zukünftige Forschungsfragen.

### **Kosten-Nutzen-Analysen für Pflanzenschutzmittel**

Kosten-Nutzen-Analysen des Pflanzenschutzes können politischen Entscheidern auf regionaler, nationaler und internationaler Ebene eine einheitliche Plattform zur Beurteilung des Einsatzes chemischer Pflanzenschutzmittel bieten. Die methodischen Ansätze zur Erstellung solcher Analysen müssen jedoch optimiert werden. Hierzu bedarf es weiterer interdisziplinärer Studien, einer intensiveren Kommunikation und Zusammenarbeit von Natur- und Wirtschaftswissenschaftlern sowie der Entwicklung einheitlicher Standards zur Datenerhebung und -evaluierung (HUETH, 2000).

KNUTSON (2000) stellte im Rahmen des Workshops Ergebnisse seiner für den US-amerikanischen Raum durchgeführten Untersuchungen über die Auswirkungen eines Verzichtes von Pflanzenschutzmitteln vor. Auf volkswirtschaftlicher Ebene müssten seinen Berechnungen zufolge die Verbraucher für pflanzliche Produkte zweimal so viel zahlen wie die produzierenden Landwirte an Nettoeinkommen gewinnen. Der Rückgang des amerikanischen Bruttoinlandsproduktes würde das Dreifache des wirtschaftlichen Gewinns im Agrarsektor ausmachen. Für den Bereich Gesundheit prognostizierte KNUTSON aufgrund stei-

gender Preise eine deutlich schlechtere Versorgung mit Obst und Gemüse mit den daraus resultierenden Folgekosten. Global betrachtet würden sich die negativen Auswirkungen eines Verzichts auf Pflanzenschutzmittel besonders deutlich in den Entwicklungsländern zeigen. Um so wichtiger ist es, möglichst viele Länder in Kosten-Nutzen-Analysen einzubeziehen, wobei die Studien zentral koordiniert werden sollten.

Eine dänische Studie zeigt, dass ein totaler Verzicht auf chemische Pflanzenschutzmittel drastische Folgen für die dänische Volkswirtschaft hätte. Die Erträge der Landwirtschaft würden um 21 bis 51 Prozent je nach Betriebstyp, das Bruttosozialprodukt des Landes um 0,8 Prozent sinken. Eine Reduzierung des Verbrauchs an Pflanzenschutzmitteln um 40 bis 50 Prozent und eine Halbierung der Zahl der Anwendungen könnte nach Ergebnissen der Studie ohne schwerwiegende Ertragsrückgänge und Einkommenseinbußen erfolgen. Voraussetzung einer so gravierenden Einsparung chemischen Pflanzenschutzes wäre jedoch eine intensive Informationskampagne bei den dänischen Landwirten zum optimalen Einsatz chemischer Pflanzenschutzmittel. Inwieweit sich bei einer Reduktion die Produktivität weiter steigern ließe, wurde nicht untersucht (JØRGENSEN, JENSEN and ØRUM, 2000).

Qualität und Quantität sowie deren Optimierung spielen in der landwirtschaftlichen Pflanzenproduktion eine wichtige Rolle. Welche Bedeutung dem Pflanzenschutz - auch vor dem Hintergrund einer kontinuierlich wachsenden Weltbevölkerung - zukommt, wurde durch die Arbeit von DEHNE (2000) deutlich. Seinen Ausführungen zufolge macht chemischer Pflanzenschutz besonders in Gebieten mit hoher Produktivität Sinn, da sich hier deutlichere Ertragssteigerungen erzielen lassen als in Gebieten mit niedrigem Ertragspotential. So ließe sich z.B. in der EU der Weizenantrag durch eine Optimierung des Pflanzenschutzes um 25 Prozent steigern, auf dem Gebiet der ehemaligen UdSSR sogar um 42 Prozent.

Eine Optimierung des Pflanzenschutzes - auch unter Hinzuziehen mechanischer und biologischer Möglichkeiten - kommt daher eine besondere Rolle zu. Einsparmöglichkeiten für chemischen Pflanzenschutz werden vor allem gesehen in

- verbessertem Saatgut (und damit einer gesteigerten Krankheitsresistenz der Pflanzen),
- neuen Pflanzenschutzmitteln, die effektiver in den Krankheitsverlauf eingreifen,
- Innovationen im Bereich der Ausbringungstechnik sowie
- zuverlässigeren Prognosesystemen für Intensität und Ausmaß des Krankheitsbefalls.

#### **Wasserressourcen und Pflanzenschutzmittel**

Der Zustand von Oberflächen- und Grundwasser ist ein zentrales Thema für die Bewertung von Pflanzenschutzmitteln. Neuere Befragungsergebnisse zeigen, dass der Bevölkerung eine gute Trinkwasserqualität von größter Wichtigkeit ist (MÜLLER und SCHMITZ, 1999). Entscheidend für die Sicherung der Wasserqualität und die Vermeidung hoher Folgekosten ist die optimierte Anwendung chemischer Pflanzenschutzmittel, die die jeweiligen Standortbedingungen berücksichtigt. Um das Auftreten chemischer Pflanzenschutzmittel sowohl in Oberflächengewässern als auch im Grundwasser zu vermeiden, sind vor allem Schulung und Beratung der Landwirte von großer Bedeutung.

Beim Eintrag chemischer Pflanzenschutzmittel in Oberflächengewässer wie Flüsse oder Seen spielen sogenannte Punktquellen, wie z.B. Hofabläufe eine entscheidende Rolle. Bis zu 93 Prozent der Pflanzenschutzmittel-Mengen, die in Oberflächengewässer eingetragen werden, sind auf Punktquellen zurückzuführen. Durch Information und Beratung der Landwirte können gerade solche Einträge aber deutlich gesenkt werden, wie entsprechende Modellprojekte belegen. Untersuchungen zeigen, dass bei den diffusen Quellen vor allem Abschwemmungen von behandelten Äckern die Oberflächengewässer belasten. Verwehungen von Sprühnebeln (Abdrift) sind nur in seltenen Fällen in Wein- und Obstanbaugebieten als Ursache für Pflanzenschutzmittel-Funde in Bächen und Flüssen relevant (BACH, HUBER and FREDE, 2000).

Schwierigkeiten bereitet die Bewertung von Rückständen chemischer Pflanzenschutzmittel im Grundwasser. Die zu messenden Rückstände sind im Grundwasser deutlich geringer als im Oberflächenwasser. Durch eine sachgerechte Anwendung unter Berücksichtigung der Standortfaktoren können Belastungen des Grundwassers durch Pflanzenschutzmittel, aus dem in Deutschland rund 70 Prozent des Trinkwassers gewonnen wird, weitgehend vermieden werden. Um die Belastungssituation besser bewerten zu können, sollte eine EU-weite Vereinheitlichung von Untersuchungs-, Bewertungs- und Prognosemodellen sowie ein besserer Datenaustausch erfolgen (ISENBECK-SCHRÖTER, 2000).

### **Artenvielfalt und Pflanzenschutzmittel**

Die Artenvielfalt ist einer Fülle von Faktoren, darunter vor allem landbaulichen Maßnahmen wie Entwässerung, Verdichtung des Bodens, Düngung sowie die Ausräumung von Landschaften im Zuge von Flurbereinigungen, ausgesetzt. Einen weiteren Einfluss haben chemische Pflanzenschutzmittel, deren Auswirkungen im Rahmen des Workshops beleuchtet wurden.

Prinzipiell gibt es einen Zielkonflikt zwischen der Erhaltung einer hohen Artenvielfalt und der Realisierung hoher Erträge auf landwirtschaftlich genutzten Flächen. Eine Möglichkeit, diesen Zielkonflikt zu entschärfen, liegt in dem seit 1985 laufenden "Acker-Randstreifen-Programm", bei dem die Landwirte die Randstreifen nicht düngen und spritzen und für Ertragseinbußen entschädigt werden. Dieses Programm zeigt vielversprechende Ergebnisse und sollte verstärkt eingesetzt und erforscht werden (NEZADAL, 2000).

Als weitere wichtige Komponente der Artenvielfalt wurden auch die Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln auf Wasserorganismen, vor allem Insekten, untersucht. Dabei konnten bisher keine bleibenden, statistisch signifikanten Veränderungen nach dem Einsatz der Mittel beobachtet werden. Anderen Faktoren, wie Wasserqualität oder Wassertiefe sowie klimatische Verhältnisse (auch jahreszeitlich bedingt), beeinflussen die Vielfalt und Zusammensetzung der Arten in weitaus stärkerem Maße (SCHÄFERS, 2000).

Wie stark chemische Pflanzenschutzmittel den Artenreichtum und die Artenzusammensetzung beeinflussen, hängt langfristig vom Umfang der Eingriffe sowie von der Regenerationsfähigkeit der betroffenen Populationen ab. Bei Pflanzen gibt es häufig noch ein weit gestreutes Samenreservoir im Boden, aus dem sich ein neuer Bestand entwickeln kann. Bei Tieren ist dagegen nur ab einer bestimmten minimalen Individuenzahl eine Population auf Dauer überlebensfähig. Eine Faustregel besagt, dass von einer Pflanzenart das Überleben von zehn Tierarten abhängt und veranschaulicht die Interdependenzen komplexer Ökosysteme.

### **Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln auf Gesundheit und Lebensmittelqualität**

Die in Europa und den USA zugelassenen Pflanzenschutzmittel sind durch die strengen Zulassungsverfahren für den Verbraucher als gesundheitlich sicher einzustufen. Chronische gesundheitliche Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln auf die menschliche Gesundheit konnten bislang nur in Einzelfällen festgestellt werden, die verantwortlichen Komponenten sind jedoch Pestiziden älterer Generationen zuzuordnen (GOLDSMITH, 2000; MARONI, FAIT and IVERSEN, 2000).

Akute Vergiftungen durch Pflanzenschutzmittel spielen vor allem in Entwicklungsländern eine Rolle. Schätzungen zufolge treten sie dort 13 mal häufiger auf als in den Industrieländern, in denen 85 Prozent der Weltproduktion von Pflanzenschutzmitteln eingesetzt werden. Grund ist oftmals die falsche Anwendung sowie ein Nichtbeachten von Sicherheitsanforderungen und Schutzmaßnahmen - ausgelöst durch unzureichende Bildungs- und Informationsstandards. Vor diesem Hintergrund sieht GOLDSMITH unter anderem in intensiverer Aufklärung, verbesserten Gesundheitskontrollen und dem Einsatz von Schutzausrüstungen Möglichkeiten, präventiv tätig zu werden (GOLDSMITH, 2000).

Eine realistische Bewertung der durch den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln verursachten Kosten bedarf einer genauen Bestimmung verschiedener Parameter wie zum Beispiel der Häufigkeit verschiedener Erkrankungen, ihrer Zuordnung zu bestimmten Personengruppen, einer genauen Identifizierung der

Krankheitsauslöser, einer Kalkulation der Behandlungskosten sowie der Kosten für Arbeitsausfälle. Hierfür sind verlässliche Daten erforderlich. Nur diese erlauben eine wissenschaftlich fundierte Quantifizierung der Kosten und einen Vergleich mit der Belastung durch andere Krankheitsauslöser. Deshalb ist es wichtig, spezielle Datenerfassungssysteme und Programme zur epidemiologischen Überwachung zu entwickeln und auf internationaler Ebene einzuführen. Darüber hinaus müssen in eine Kosten-Nutzen-Analyse auch die Kosten der für die Zulassung von Pflanzenschutzmitteln erforderlichen Studien und Unbedenklichkeitsnachweise mit einbezogen werden (MARONI, FAIT and IVERSEN, 2000).

Aufgrund der oben angesprochenen Probleme und einer geringen Fallzahl konnte eine Quantifizierung der gesellschaftlichen Folgekosten trotz einer großen Anzahl an Studien noch nicht umfassend erfolgen. Dennoch deutet der empirische Befund laut MARONI, FAIT und IVERSEN (2000) darauf hin, dass das Risiko für den Verbraucher durch chemische Pflanzenschutzmittel minimal und viel niedriger ist, als von den Medien und in der Öffentlichkeit oft dargestellt.

Hinzu kommt, dass die gestiegenen Ansprüche der Konsumenten an landwirtschaftliche Produkte einen Einsatz von Pflanzenschutzmitteln notwendig werden lassen. Krankheits- und schädlingfreie Produkte für die gesamte Bevölkerung zu erschwinglichen Preisen ist nur durch den gezielten Einsatz moderner Betriebsmittel möglich.

Chemischer Pflanzenschutz spielt dabei eine wichtige Rolle, um bei hohen Erträgen qualitativ hochwertige und damit gut vermarktbar Lebensmittel produzieren zu können. Dies gilt sowohl für Pflanzen, die für den direkten Konsum bestimmt sind, wie Obst und Gemüse, als auch für Pflanzen, die zur Weiterverarbeitung verwendet werden, wie Getreide oder Ölsamen. Ein direkter positiver Effekt von Pflanzenschutzmitteln lässt sich zum Beispiel bei Pflanzen wie Salat erkennen, die frei von Insektenlarven besser zu vermarkten sind. Bei Pflanzen, die gelagert oder weiterverarbeitet werden, dient der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln unter anderem der Verbesserung der Lagerfähigkeit oder der schnelleren und damit kostengünstigeren Weiterverarbeitung. Rückstände dürfen gar nicht oder nur innerhalb der vom Gesetzgeber festgelegten Grenzwerte messbar sein (LINDHAUER, 2000).

### **Zusammenfassung und Ausblick**

Der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln ermöglicht es heute, in der Landwirtschaft hohe Erträge zu erzielen und damit die Versorgung mit hochwertigen und erschwinglichen landwirtschaftlichen Produkten auch für eine wachsende Bevölkerung sicherzustellen. Darüber hinaus sind beim Einsatz von Pflanzenschutzmitteln jedoch auch mögliche Auswirkungen auf die Wasser- und Lebensmittelqualität, Artenvielfalt und die menschlichen Gesundheit zu berücksichtigen. Diese Folgenutzen und –kosten qualitativ und quantitativ zu bewerten, stellt eine der großen Herausforderungen der aktuellen wissenschaftlichen Forschung dar. Den bisher vorliegenden Kosten-Nutzen-Analysen gelingt es aufgrund der komplexen Materie und der zahlreichen, aber häufig nicht vergleichbaren Studienergebnisse nur sehr unzureichend, die verschiedenen Parameter befriedigend zu identifizieren und zu quantifizieren.

Im Rahmen dieser Arbeit wurden wichtige Bausteine zusammengetragen, um die Diskussion über den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln auf eine rationale Grundlage zu stellen. In zwei länderspezifischen Studien konnte für die USA und Dänemark gezeigt werden, dass ein totaler Verzicht auf Pflanzenschutzmitteln mit erheblichen volkswirtschaftlichen Kosten verbunden ist. Diese Ergebnisse liegen im Einklang mit der Studie von SCHMITZ und HARTMANN (1993), wonach bei einem totalen Verzicht auf Pflanzenschutzmittel auftretende Nutzengewinne durch eine überproportionale Kostenentwicklung überkompensiert werden.

Die im Rahmen der Arbeit vorgestellten Ergebnisse verdeutlichen aber auch, dass in vielen Bereichen der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln optimiert und dadurch erhebliche Einsparungen erreicht werden könnten. Diese Optimierung unter Beibehaltung der Ertragshöhe erfordert intensive Informations- und Aufklärungsarbeit bei den Anwendern. Damit könnten Risiken für die Anwender durch den unsachgemäßen Umgang mit Pflanzenschutzmitteln weiter verringert werden. Außerdem könnte ein Großteil des Pflanzenschutzmittel-Eintrages in Oberflächengewässer durch die Beseitigung von Punktquellen ver-

mieden werden. Verunreinigung des Grundwassers könnten ebenfalls durch optimierte Pflanzenschutzanwendungen weitgehend ausgeschlossen werden. Die Verminderung des Eintrags von Pflanzenschutzmitteln ohne Kompromittierung der Lebensmittelqualität ist ebenfalls aus Vorsorgegründen trotz fehlenden Befundes von Gesundheitsgefährdungen wünschenswert. Der Zielkonflikt zwischen Artenvielfalt und hohen landwirtschaftlichen Erträgen erfordert einen gesellschaftlichen Kompromiss zwischen der Notwendigkeit der Ertragssicherung und ökologischen Zielen. Eine Möglichkeit hierzu bietet das Acker-Randstreifen-Programm.

Trotz der oben angesprochenen wichtigen Erkenntnisfortschritte in Teilbereichen der Kosten-Nutzen-Analyse von Pflanzenschutzmitteln verbleiben viele ungelöste Fragen für eine umfassende Beurteilung. Die fehlende Koordination der auf nationaler und internationaler Ebene laufenden Forschungsvorhaben ist zu bemängeln. Interdisziplinäre Studien, eine intensivere Kommunikation und Zusammenarbeit von Natur- und Wirtschaftswissenschaftlern sowie die Entwicklung einheitlicher Standards zur Daten-Erhebung und -Evaluierung sind wesentliche Schritte hin zu einem Instrument, das politischen Entscheidern die Beurteilung des Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln erlaubt.

## Literatur

- BACH, M., A. HUBER and H.-G. FREDE: Modeling Non-Point Source Inputs of Pesticides into Surface Waters in Germany. In: KUHLM., P. M. SCHMITZ and S. WIEGAND (eds.): Cost-Benefit-Analysis of Crop Protection. Proceedings of a workshop from the 8<sup>th</sup> – 9<sup>th</sup> September 1999 in Leipzig, forthcoming.
- DEHNE, H.-W.: Crop Protection and Yield Effects. In: Kuhl, M., P. M. Schmitz and S. Wiegand (eds.): Cost-Benefit-Analysis of Crop Protection. Proceedings of a workshop from the 8<sup>th</sup> – 9<sup>th</sup> September 1999 in Leipzig, forthcoming.
- GOLDSMITH, D. F.: Disease Risks Related to Pesticide Exposure or Crop Protection Activities. In: Kuhl, M., P. M. Schmitz and S. Wiegand (eds.): Cost-Benefit-Analysis of Crop Protection. Proceedings of a workshop from the 8<sup>th</sup> – 9<sup>th</sup> September 1999 in Leipzig, forthcoming.
- HUETH, B.: Pesticide Use and Regulation: Theoretical and Institutional Considerations. In: Kuhl, M., P. M. Schmitz and S. Wiegand (eds.): Cost-Benefit-Analysis of Crop Protection. Proceedings of a workshop from the 8<sup>th</sup> – 9<sup>th</sup> September 1999 in Leipzig, forthcoming.
- ISENBECK-SCHRÖTER, M.: Occurrence of Pesticide Residues in Water. In: Kuhl, M., P. M. Schmitz and S. Wiegand (eds.): Cost-Benefit-Analysis of Crop Protection. Proceedings of a workshop from the 8<sup>th</sup> – 9<sup>th</sup> September 1999 in Leipzig, forthcoming.
- JØRGENSEN, L. N., P. K. JENSEN AND J. E.: Ørum, Consequences to Danish Agriculture if Partly or Total Phasing Out of Pesticides. In: Kuhl, M., P. M. Schmitz and S. Wiegand (eds.): Cost-Benefit-Analysis of Crop Protection. Proceedings of a workshop from the 8<sup>th</sup> – 9<sup>th</sup> September 1999 in Leipzig, forthcoming.
- KNUTSON, R. D.: Economic Impacts of Reduced Pesticide Use in the United States: Measurement of Costs and Benefits. In: Kuhl, M., P. M. Schmitz and S. Wiegand (eds.): Cost-Benefit-Analysis of Crop Protection. Proceedings of a workshop from the 8<sup>th</sup> – 9<sup>th</sup> September 1999 in Leipzig, forthcoming.
- KUHL, M., P. M. SCHMITZ and S. WIEGAND (eds.): Cost-Benefit-Analysis of Crop Protection. Proceedings of a workshop from the 8<sup>th</sup> – 9<sup>th</sup> September 1999 in Leipzig, forthcoming.
- LINDHAUER, M. G.: Crop Protection and Food Quality. In: Kuhl, M., P. M. Schmitz and S. Wiegand (eds.): Cost-Benefit-Analysis of Crop Protection. Proceedings of a workshop from the 8<sup>th</sup> – 9<sup>th</sup> September 1999 in Leipzig, forthcoming.
- MARONI, M., A. FAIT and B. IVERSEN: Health Effects of Pesticides in Man: State of Art. In: Kuhl, M., P. M. Schmitz and S. Wiegand (eds.): Cost-Benefit-Analysis of Crop Protection. Proceedings of a workshop from the 8<sup>th</sup> – 9<sup>th</sup> September 1999 in Leipzig, forthcoming.
- MÜLLER, M. und P. M. SCHMITZ (1999): Der Preis für Umwelt: Präferenzen und Zahlungsbereitschaften für ausgewählte Landschaftsfunktionen auf der Grundlage der Conjoint-Analyse. Zeitschrift für Kulturtechnik und Landentwicklung, Jg.48, Heft 5/6, S. 213-219.

- NEZADAL, W.,: Crop Protection and Biodiversity.  
In: Kuhl, M., P. M. Schmitz and S. Wiegand  
(eds.): Cost-Benefit-Analysis of Crop Protection. Proceedings of a workshop from the 8<sup>th</sup> – 9<sup>th</sup> September 1999 in Leipzig, forthcoming.
- SCHÄPFERS, C.:The Impact of Plant Protection Products on Aquatic Species. In: Kuhl, M., P. M. Schmitz and S. Wiegand (eds.): Cost-Benefit-Analysis of Crop Protection. Proceedings of a workshop from the 8<sup>th</sup> – 9<sup>th</sup> September 1999 in Leipzig, forthcoming.
- SCHMITZ, P. M. und M. HARTMANN (eds.):  
Landwirtschaft und Chemie: Simulationsstudie zu den Auswirkungen einer Reduzierung des Einsatzes von Mineraldüngern und Pflanzenschutzmitteln aus ökonomischer Sicht. Kiel, Wissenschaftsverlag Vauk, 1993.
- WAIBEL, H. und G. FLEISCHER: Kosten und Nutzen des chemischen Pflanzenschutzes in der deutschen Landwirtschaft aus gesamtwirtschaftlicher Sicht. Kiel : Wissenschaftsverlag-Verlag Vauk, 1998.

## Zur Anwendung von Pflanzenschutzmitteln im ökologischen Landbau

St. Kühne

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für integrierten Pflanzenschutz, Stahnsdorfer Damm 81, 14532 Kleinmachnow

Neben dem nach guter fachlicher Praxis durchgeführten konventionellen Pflanzenschutz und dem integrierten Pflanzenschutz ist der Pflanzenschutz im ökologischen Landbau als ein eigenes Pflanzenschutzkonzept zu verstehen (Abb. 1).

<p><b>Gute fachliche Praxis im Pflanzenschutz</b> (konventioneller, ordnungsgemäßer Pflanzenschutz)</p> <hr/> <ul style="list-style-type: none"><li>• Gezielter Einsatz von PSM</li><li>• Abwehrmaßnahmen nach Befallseinschätzung</li><li>• keine besondere Einbeziehung natürlicher Regelmechanismen oder ökologischer Forderungen</li></ul>	<p><b>Integrierter Pflanzenschutz</b></p> <hr/> <ul style="list-style-type: none"><li>• Anwendung aller Maßnahmen zur Schadensabwehr</li><li>• Abwehrmaßnahmen nach Befallsermittlung und situationsbezogene Dosierung</li><li>• Einbeziehung natürlicher Regelmechanismen und ökologischer Forderungen</li></ul>	<p><b>Pflanzenschutz im ökologischen Landbau</b></p> <hr/> <ul style="list-style-type: none"><li>• Verzicht auf chemisch-synthetische PSM</li><li>• Nutzung natürlicher Regelmechanismen</li><li>• Nützlingseinsatz</li><li>• Pflanzenstärkungsmittel</li></ul>
--	---	---

**Abb. 1:** Die in der landwirtschaftlichen Praxis sich unterscheidenden drei Pflanzenschutzkonzepte

Wichtigstes Grundprinzip ist die Vermeidung von Krankheiten und Schädlingen durch vorbeugende Maßnahmen. Diese sind insbesondere pflanzengerechte Standortwahl, Fruchtfolge, Sortenwahl, Bodenbearbeitung, organische Düngung und die Habitatgestaltung mit qualitativ hochwertigen Saumbiotopen wie z. B. Hecken und Feldrainen, die zur Nützlingsförderung beitragen. Hierbei zeigen sich Parallelen zum integrierten Pflanzenschutz, der in seinem Konzept ebenfalls die Nutzung natürlicher Regelmechanismen einschließt. Im Gegensatz dazu verzichtet der ökologische Landbau fast vollständig auf den Einsatz chemisch-synthetischer Pflanzenschutzmittel. Eine Ausnahme stellen z. B. Metaldehyd (Molluskizid) und Pyrethroide dar, deren Anwendung nur in Fallen erlaubt ist. Der Unkrautbesatz wird mechanisch oder thermisch reguliert. Herbizide Wirkstoffe werden nicht verwendet. Zur Kontrolle von Schädlingen oder Krankheiten können die Landwirte nur auf eine eng begrenzte Auswahl von chemischen Pflanzenschutzmitteln zurückgreifen, die im ökologischen Landbau traditionell eingesetzt werden. Diese Mittel dürfen nur bei erwiesenem Bedarf verwendet werden und nur, wenn mit den vorbeugenden Maßnahmen der Schadorganismenbefall nicht unter Kontrolle gehalten werden kann. Die Grundlage dafür bildet die Verordnung (EWG) Nr. 2092/91, Anhang II Teil B (Pflanzenschutzmittel) des Rates vom 24. Juni 1991 über den ökologischen Landbau. Es handelt sich hier um eine Positivliste, die für alle EU-Staaten einheitlich und unmittelbar gilt und in der alle Substanzen aufgeführt sind, die in den angewandten Pflanzenschutzmitteln enthalten sein dürfen. Stoffe, die nicht aufgeführt sind, dürfen nicht

eingesetzt werden. In der Bundesrepublik Deutschland dürfen die in den Positivlisten enthaltenen Stoffe aber nur dann angewendet werden, wenn

- sie in zugelassenen Pflanzenschutzmitteln enthalten sind;
- sie in der Liste der Stoffe und Zubereitungen gemäß § 6a Abs. 4 Satz 1 Nr. 3 Buchstabe b Pflanzenschutzgesetz (PflSchG) aufgeführt sind und damit im eigenen landwirtschaftlichen, gärtnerischen oder forstlichen Betrieb selbst hergestellt und als Pflanzenschutzmittel angewendet werden dürfen.

Im folgenden soll die Problematik der Pflanzenschutzmittelanwendung verdeutlicht werden. Nicotin und Rotenon sind beide als insektizide Wirkstoffe in der EU-Verordnung Nr. 2092/91, Anhang II Teil B aufgeführt. Nicotin kann man durch eine wässrige Extraktion aus Tabak und Rotenon aus den Wurzeln von bestimmten, in tropischen Regionen heimischen Leguminosen-Pflanzen (*Derris* spp., *Lonchocarpus* spp., *Terphrosia* spp.) gewinnen. Wegen der hohen humantoxischen Wirkung des Nicotin (T+), mit einer LD<sub>50</sub> (oral Ratte) von 50 mg/kg, und seinen starken Auswirkungen auf Nichtzielorganismen bei im Vergleich hierzu relativ geringem Nutzen, wird es für diesen Wirkstoff, der bis zu Beginn der achtziger Jahre noch Bestandteil in Deutschland zugelassener Pflanzenschutzmittel war, keine erneute Verwendung zum Einsatz in hier zuzulassenden Pflanzenschutzmitteln geben. Bei dem Wirkstoff Rotenon ist die Bienen- und Fischgiftigkeit kritisch einzuschätzen. Da es in Deutschland kein zugelassenes Pflanzenschutzmittel mit Nicotin oder Rotenon gibt, dürfen derartige Mittel weder eingeführt noch in Verkehr gebracht werden. Eine Selbstherstellung zur Anwendung im eigenen Betrieb scheidet aus, weil sie nicht in der Liste der Stoffe und Zubereitungen gemäß § 6a Abs. 4 Satz 1 Nr. 3 Buchstabe b Pflanzenschutzgesetz (PflSchG) aufgeführt sind.

Anders verhält es sich mit dem Wirkstoff Metaldehyd, der zur Schneckenbekämpfung in einer Reihe von zugelassenen Pflanzenschutzmitteln in Deutschland zur Verfügung steht und der auch nach der EU-Verordnung Nr. 2092/91, Anhang II Teil B im ökologischen Landbau in Fallen eingesetzt werden darf. Da dieser chemisch-synthetische Wirkstoff jedoch von den in der Arbeitsgemeinschaft für ökologischen Landbau (AGÖL) zusammengeschlossenen Anbauverbänden nicht akzeptiert wird, steht den meisten Landwirten kein Schneckenbekämpfungsmittel zur Verfügung.

Andere Naturstoffe wie z. B. Quassia, das aus dem Holz des tropischen Bitterbaumes (*Quassia amara*) gewonnen wird und das einzige wirksame Mittel zur Bekämpfung der Sägewespen im ökologischen Obstbau darstellt, sind aufgrund der vergleichsweise geringen Wirkung nicht als Pflanzenschutzmittel verfügbar, denn der gemäß Pflanzenschutzgesetz als eine Zulassungsvoraussetzung erforderliche Nachweis der hinreichenden Wirksamkeit kann nicht erbracht werden. Das Interesse von Firmen, speziell für diesen nur sehr kleinen Marktbereich für den ökologischen Landbau akzeptable Mittel zu entwickeln und zu produzieren, ist aufgrund der hohen Entwicklungskosten und der geringen Gewinnchancen entsprechend klein. Um eine Verwendung solcher toxikologisch weitgehend unbedenklichen Substanzen als Pflanzenschutzmittel trotzdem zu ermöglichen, hat der Gesetzgeber mit dem novellierten Pflanzenschutzgesetz (PflSchG vom 14. Mai 1998) den Zukauf von Stoffen und Zubereitungen zur Selbstherstellung und Anwendung einiger Pflanzenschutzmittel geregelt. Nach § 6a Abs. 4 Satz 1 Nr. 3 Buchstabe b Pflanzenschutzgesetz (PflSchG) ist durch die Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA) eine Liste zu führen, die Stoffe und Zubereitungen enthält, die zu gewerblichen Zwecken oder im Rahmen sonstiger wirtschaftlicher Unternehmungen in den Verkehr gebracht oder eingeführt worden sind und zur Herstellung von Pflanzenschutzmitteln zur Anwendung im eigenen Betrieb erworben und verwendet werden dürfen. Die Bekanntmachung dieser Liste erfolgte erstmals im Bundesanzeiger Nr. 214 vom 13. November 1998 auf Seite 16128 (Tab. 1).

Diese Liste ist zwar für den ökologischen Landbau von besonderer Bedeutung, gilt jedoch nicht nur für diesen Bereich. Entsprechend dem Willen des Gesetzgebers bleibt aber die Selbstherstellung von Pflanzenschutzmitteln für den Haus- und Kleingartenbereich ausgenommen. Hier dürfen nur zugelassene Pflanzenschutzmittel angewandt werden, nach § 6a Absatz 1 S 2 PflSchG in Verbindung mit § 45 Absatz



2 PflSchG nach Auslaufen der Übergangsfrist am 01. Juli 2001 sogar nur dann, wenn sie mit der Angabe „Anwendung im Haus- und Kleingartenbereich zulässig“ gekennzeichnet sind.

Tab. 1: Liste über Stoffe und Zubereitungen, die in Pflanzenschutzmitteln enthalten sein dürfen, die nach § 6a Abs. 4 Satz 1 Nr. 3 Buchstabe b des Pflanzenschutzgesetzes für landwirtschaftliche, forstwirtschaftliche oder gärtnerische Zwecke zur Anwendung im eigenen Betrieb hergestellt werden dürfen (Bundesanzeiger Nr. 214 vom 13. November 1998 auf Seite 16128)

Bezeichnung	Beschreibung, Verwendungsvorschriften, besondere Hinweise
Azadirachtin aus <i>Azadirachta indica</i> (Neembaum)	Insektizid, anwendbar nur: auf Mutterpflanzen für die Erzeugung von Saatgut und auf Elternpflanzen für die Erzeugung von anderem Vermehrungsmaterial; bei Zierpflanzen
Bienenwachs	Anwendung beim Baumschnitt
Gelatine	Insektizid
Lecithin	Fungizid
Ätherische pflanzliche Öle (z. B. Minzöl, Kienöl, Kümmelöl) und andere pflanzliche Lebensmittelöle (z. B. Rapsöl)	Insektizid, Akarizid, Fungizid und Keimhemmstoff
Quassia aus <i>Quassia amara</i>	Insektizid, Repellent
Mikroorganismen:	(Nur Aufbereitungen, keine genetisch veränderten Organismen im Sinne der Richtlinie 90/220/EWG des Rates)
Baculoviren (Granuloseviren, Kernpolyederviren)	Insektizid
<i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. <i>tenebrionis</i> (B.t.t.)	Insektizid (gegen Blattkäfer, z. B. Erlenblattkäfer, Weidenblattkäfer usw.)
<i>Beauveria bassiana</i>	Insektizid (gegen Borkenkäfer)
<i>Beauveria brongniartii</i> (= <i>B. tenella</i> )	Insektizid (gegen Maikäfer)
<i>Metarhizium anisopliae</i>	Insektizid (gegen Rüsselkäfer und Borkenkäfer)
<i>Peniophora gigantea</i>	Fungizid (gegen Rotfäule)
<i>Chondostereum purpureum</i>	Herbizid (gegen amerikanische Traubenkirsche)
Ethylen	Nachreifung von Bananen
Kalialaun	Verzögerung der Reifung von Bananen
Kalksulfat (Calciumpolysulfid)	Fungizid, Insektizid, Akarizid Nur für die Winterspritzung von Obstbäumen und Reben
Paraffinöl	Insektizid, Akarizid
Kaliumpermanganat	Fungizid, Bakterizid Nur bei Obstbäumen und Reben
Quarzsand	Repellent

Grundsätzlich können durch die BBA nur solche Stoffe und Zubereitungen in die Liste aufgenommen werden, wenn:

1. sie als Pflanzenschutzmittel im ökologischen Landbau entsprechend dem Anhang II Teil B der Verordnung (EWG) Nr. 2092/91 verwendet werden dürfen und
2. bei sachgerechter Anwendung oder als Folge einer solchen Anwendung keine schädlichen Auswirkungen, insbesondere auf die Gesundheit von Mensch und Tier, das Grundwasser und den Naturhaushalt zu erwarten sind (§ 6a Absatz 4 S 2 PflSchG).

Die BBA prüft deshalb, ob es zu verantworten ist, sowohl die Herstellung als auch die Beachtung der vorsorgenden Maßnahmen bei der Anwendung der Pflanzenschutzmittel dem Selbsthersteller und Anwender selbst zu überlassen. Bei der Entscheidung, ob die Selbstherstellung von Pflanzenschutzmitteln, auch aus vermeintlich „harmlosen“ Stoffen und Zubereitungen, möglich sein soll, muss die BBA eine besondere Sorgfaltspflicht zugrunde legen, weil sie weder die gewählte Dosierung, den Anwendungszeitpunkt noch die Reinheit der Stoffe aufgrund einer Prüfung festlegen kann.

Für die Landwirtschaft in Deutschland nicht relevante Stoffe, z. B. hydrolisiertes Eiweiß und Diammoniumphosphat, sind in der Liste der BBA nicht enthalten. Weiterhin sind solche Stoffe in der Regel nicht aufgenommen worden, die im Handel als zugelassene Pflanzenschutzmittel erhältlich und mit gesundheitsbezogenen Auflagen versehen sind (Kupfer- und Schwefelpräparate, Kaliseife, Pyrethrine, Metaldehyd). Es ist davon auszugehen, dass die zugelassenen Mittel hinsichtlich ihrer Formulierung ein Optimum darstellen, das vom Selbsthersteller in der Regel nicht gewährleistet werden kann. Die Präparate sind im Zulassungsverfahren geprüft und aufgrund ihrer toxikologischen oder ökotoxikologischen Eigenschaften mit Anwendungsbestimmungen und Auflagen versehen, so dass bei bestimmungsgemäßer und sachgerechter Anwendung eine Gefährdung von Mensch, Tier, Grundwasser und Naturhaushalt ausgeschlossen werden kann.

Mikroorganismen sind als Grundlage für die Selbstherstellung von Pflanzenschutzmitteln nicht als unbedenklich einzustufen, so dass sie nicht generell zur Selbstherstellung und Anwendung im eigenen Betrieb geeignet sind. In die zweite Liste wurden überwiegend nur solche Mikroorganismen aufgenommen, die zur Bekämpfung forstlicher Schädlinge geeignet sind. Der Pflanzenschutz im Forst wird durch amtliche Stellen (z. B. Forstliche Forschungs- und Versuchsanstalten) mit speziell dafür qualifiziertem Personal durchgeführt. Bei diesem Personenkreis ist mit hinreichender Sicherheit anzunehmen, dass Produktion und Anwendung mikrobieller Pflanzenschutzmittel mit der notwendigen Sachkenntnis und Sorgfalt durchgeführt werden.

Pflanzen oder auch andere Grundstoffe (anorganische Stoffe) können im eigenen Betrieb oder aus der Umgebung gesammelt und für die Selbstherstellung von Pflanzenschutzmitteln genutzt werden (z. B. Brennesselbrühe). Eine Listenregelung nach § 6a Abs. 4 Satz 1 Nr. 3 Buchstabe b Pflanzenschutzgesetz (PflSchG) ist nicht erforderlich, weil die Stoffe nicht zugekauft werden. Dennoch gilt auch bei den gesammelten Stoffen, dass sie nur im eigenen Betrieb zu landwirtschaftlichen, forstwirtschaftlichen oder gärtnerischen Zwecken genutzt werden dürfen, d. h. keine Selbstherstellung zur Anwendung im Haus- und Kleingartenbereich.

Mit dem seit 1. Juli 1998 in Kraft getretenen novellierten deutschen Pflanzenschutzgesetz gilt grundsätzlich die Indikationszulassung. Das bedeutet, dass neben dem Inverkehrbringen und Einführen des Pflanzenschutzmittels auch die Anwendung in einer Pflanzenkultur durch die Zulassung geregelt wird. Unter Voraussetzungen, die in § 45 Absatz 1 und Absatz 9 PflSchG näher bezeichnet werden, bestehen bis zum 30. Juni 2001 Ausnahmen bezüglich der Indikationszulassung. Trotz dieser Übergangsregelungen werden neben den heute schon bestehenden Bekämpfungslücken zahlreiche weitere Lücken entstehen. Mit Unterstützung des Arbeitskreises Lückenindikationen wird derzeit versucht, zahlreiche Lücken über das Genehmigungsverfahren gemäß §§18, 18 a PflSchG zu schließen.

Abschließend soll auf die Verwendung von Kupfer als Pflanzenschutzmittel kurz eingegangen werden. Aufgrund seiner ökotoxikologischen Eigenschaften ist die Anwendung zukünftig nicht mehr bzw. nur

noch sehr stark eingeschränkt möglich. Sowohl auf der nationalen Zulassungsebene als auch in der EU-Verordnung Nr. 2092/91 ist demnächst mit weitreichenden Einschränkungen zu rechnen. Es wird eingeschätzt, dass ein Übergangszeitraum von etwa 10 Jahren notwendig sein wird, um wirksame Alternativen zur Kupferanwendung zu finden. Besonders der ökologische Wein-, Hopfen-, Obst-, Gemüse- und Kartoffelbau werden bei einem ersatzlosen Wegfall kupferhaltiger Pflanzenschutzmittel betroffen sein. Forschungen auf diesem Gebiet müssen intensiviert werden.

#### Danksagung

Herrn Dr. E. Bode von der Fachgruppe Biologische Mittelprüfung und Frau Dr. W. Pallutt Institut für integrierten Pflanzenschutz der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft seien für die Durchsicht des Manuskriptes und die freundschaftlichen Hinweise gedankt.

## **Chancen und Risiken von Pflanzenschutzmitteln – der Abwägungsprozeß für die Zulassungsentscheidung und Risikokommunikation**

O. Böttcher und R. Gent

Industrieverband Agrar e.V., Karlstraße 21, 60329 Frankfurt am Main

### **Nachhaltige Intensivierung für eine nachhaltige Landwirtschaft**

Die ursprüngliche Aufgabe der Landwirtschaft, eine ausreichende Produktion von preiswerter Nahrung in hoher gesundheitlicher Qualität zu gewährleisten, ist in den Industrieländern heute erfüllt. Die zunehmende Erschließung der genetisch vorgegebenen Leistungspotentiale der Kulturpflanzen und die damit erzielte Produktionssteigerung der Landwirtschaft hat den heutigen Ernährungsstandard der westlichen Welt erst ermöglicht. Dies bedeutet angesichts der zwischen 1950 und 1985 verdoppelten Weltbevölkerung einen enormen ökologischen Beitrag der Landwirtschaft. Zitat aus dem Positionspapier des Beirates der Fördergemeinschaft Integrierter Pflanzenbau (1999): „Hätte sich das 1950 verfügbare Leistungsniveau nicht weiter entwickelt, dann hätte bereits 1985 die gesamte potentielle Agrarfläche der Welt von ca. 2,8 Mrd. ha einschließlich der Steppen und Wälder landwirtschaftlich genutzt werden müssen. Damit wäre kein Raum für den Erhalt natürlicher oder naturnaher Biotope mehr verfügbar gewesen.“

Wenn es den Industrienationen gelungen ist, die Nahrungsmittelproduktion ständig quantitativ und qualitativ anzuheben, so ist dies im wesentlichen auf verbesserte Anbaumethoden, verbesserte Sorten, verbesserte Pflanzenernährung und Pflanzenschutzmassnahmen zurückzuführen.

Das alles beherrschende Thema der nächsten 25 Jahre wird die Entwicklung der Weltbevölkerung und ihre Ernährungssicherung sein. Denn die Weltbevölkerung wird bis zum Jahre 2020 um 2,1 bis 2,4 auf mehr als 8 Milliarden Menschen anwachsen. Um alle ausreichend mit Nahrungsmitteln zu versorgen, muss es gelingen, innerhalb der nächsten 25 Jahre die Produktion der wichtigsten Nahrungspflanzen auf den weltweit nur begrenzt vorhandenen Flächen um mindestens 50 % zu steigern. Zum einen müssen die Ernteerträge jährlich um zwei bis drei Prozent steigen – zum anderen muss der Schutz der Biosphäre gewährleistet werden. Die Natur soll nicht geschädigt oder gar zerstört werden.

Um diese Aufgabe zu bewältigen, gibt es nur eine Chance: Die Produktivität auf heute bereits landwirtschaftlich genutzten Flächen zu erhöhen – d.h. wir brauchen eine nachhaltige Intensivierung.

### **Worin liegt der Nutzen-Beitrag des Pflanzenschutzes?**

Der Nutzen von Pflanzenschutzmitteln (Tab. 1) liegt u.a. in seinem Beitrag zur Erschließung des genetisch vorgegebenen Leistungspotentials der Kulturpflanzen. Es ist unvermeidlich, dass Kulturpflanzen von Krankheiten und Schädlingen befallen werden und dass Unkräuter mit den Kulturpflanzen um Wasser und Nährstoffe konkurrieren. Kulturpflanzen werden keinen verlässlichen, für den Landwirt erwartbaren Ertrag liefern, wenn sie nicht gesund sind. Nährstoffe, über mineralische Dünger der Pflanze zur Verfügung gestellt, können von der Pflanze effizienter in Biomasse (Ertrag) umgesetzt werden.

Eine nachhaltige intensive Landwirtschaft, unter Einbeziehung auch des chemischen Pflanzenschutzes, kann dazu beitragen, dass marginale Böden aus der Produktion genommen und unter Naturschutz gestellt werden können. Durch eine leistungsfähige Landwirtschaft mit modernen Anbaumethoden ist es möglich, auf Flächen Freiräume zu erhalten und zu schaffen – Stichwort Ackerrandstreifen –, in denen sich die Wildflora und -fauna entfalten und gegebenenfalls regenerieren kann.

Anfang der 40er Jahre gelang es der Chemie, Pflanzenschutzmittel zu entwickeln, mit denen sich die Nutzpflanzen auch mit den wenigen vorhandenen Arbeitskräften wirksam z.B. vor dem Kartoffelkäfer und anderen Schaderregern schützen ließen. Um damals einen Hektar Rüben vom Unkraut zu befreien, musste man rund 130 Stunden in gebückter Haltung hacken. Heute wird mit Hilfe von Herbiziden und moderner Pflanzenschutztechnik mit einem Zeitaufwand für einen Hektar von 1 bis 2 Stunden gerechnet.

Der chemische Pflanzenschutz hat deutlich zur Humanisierung der Arbeit in der Landwirtschaft beigetragen:

**Tab. 1:** Nutzen-Beitrag von Pflanzenschutzmitteln

---

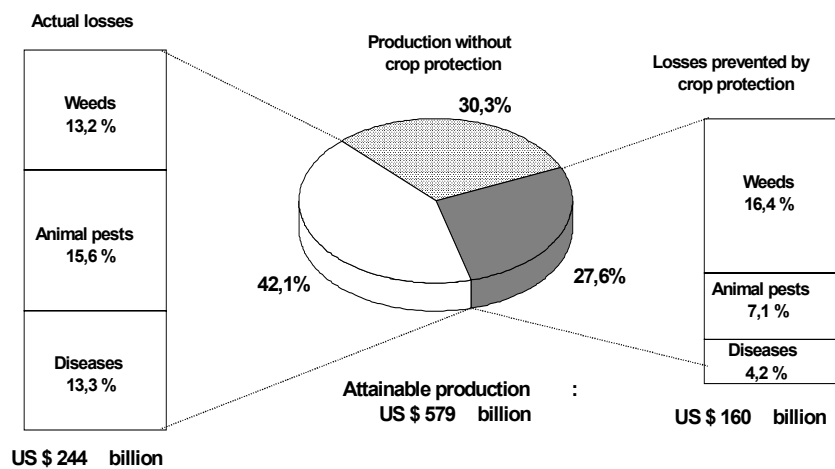
erschließt das Leistungspotential der Pflanze
vermeidet Verluste durch Krankheiten, Unkräuter, Schädlinge
erhält naturnahe Habitats
stellt wirtschaftliche, umweltschonende und sozial verträgliche Produktion sicher
trägt zur effizienten, sicheren Ernte bei
längere Bevorratung durch befallsfreie Ware
Produktion preiswerter Nahrungsmittel von hoher Qualität
unterstützt regelmäßige Versorgung mit Lebensmitteln und pflanzlichen Rohstoffen
Humanisierung der Arbeit in der Landwirtschaft bei
Energieeffizienz, d.h. Ressourcenschonung der landwirtschaftlichen Produktion bei Wertschöpfung, Arbeitsplätze im Vorleistungsbereich

---

Minimale Bodenbearbeitung kombiniert mit Herbiziden dient dem Erosionsschutz.

Schließlich ist der Pflanzenschutz ein wesentliches Element in der Wertschöpfungskette der Landwirtschaft und trägt durch die Erhöhung der Produktivität zur Erhaltung von Arbeitsplätzen in der Landwirtschaft, aber auch im Vorleistungs- und nachgelagerten Bereich bei.

Einen wichtigen Beitrag zur Quantifizierung der Ertragswirkungen des Pflanzenschutzes haben Oerke, et al. (1994) geleistet (Abb. 1).



**Abb. 1:** Estimate of the contribution made by world wide crop protection on the production of the eight principal food and cash crops, in the period 1988-1990 (Oerke et al., 1994).

Auf der Grundlage des erzielbaren Wertes der landwirtschaftlichen Produktion stellten Oerke et al. (1994) fest, dass weltweit 42,1 % Ertragsverluste auftreten. Würden keine physikalischen, biologischen oder chemischen Maßnahmen zum Schutz der Kulturpflanzen vorgenommen, beliefen sich die Verluste auf 69,7 Prozent. Maßnahmen zum Schutz von Kulturpflanzen verhindern Verluste im Wert von 160 Milliarden Dollar. Dies entspricht 27,6 % der erzielbaren und 47,7 % der aktuellen Produktion. Seit 1965 sind die weltweiten absoluten und relativen Verluste trotz einer Intensivierung des Pflanzenschutzes gestiegen. Cramer (1967) schätzte 1965 den Verlust der potentiellen Produktion bei über 60 Kulturarten auf 34,9 %. Dabei muss berücksichtigt werden, dass die Erntemenge insgesamt gestiegen ist und Verlustraten und Verlustentwicklungen erhebliche Unterschiede zwischen geographischen Regionen aufzeigen.

Seit 1965 blieben die Gesamtverlustraten in den entwickelten Ländern konstant bzw. nahmen ab. Dies gilt besonders für Westeuropa. In den meisten Entwicklungsländern nahmen die Verlustraten trotz steigender Erträge zu. Dies hängt damit zusammen, dass Hohertragssorten eingesetzt wurden, die Bewässerung verbessert und mehr mineralischer Dünger verwendet, der Pflanzenschutz aber nicht im notwendigen Masse verbessert wurde (Oerke et al., 1994).

Die Ertragswirksamkeit des Pflanzenschutzes liegt in West- und Nordeuropa bei einer Größenordnung von über 70 %. Der Durchschnitt für Europa liegt bei über 50 %. In Nordamerika und Ozeanien sind die Landwirte in der Lage, über 40 % der potentiellen Ertragsverluste durch Pflanzenschutz zu vermeiden. In Latein Amerika und Asien liegen die Werte bei 39 bzw. 37 %. Oerke schließt aus seinen Untersuchungen, dass weltweit die Ertragswirksamkeit von Pflanzenschutzmaßnahmen bei 39,6 % des aktuellen Ertrags liegt (Oerke, et al., 1994).

Zukünftig werden die Versorgung und das Management von Energie, Nährstoffen und angemessenen Pflanzenschutzmaßnahmen – wie resistente Sorten, chemischer Pflanzenschutz, Prognose, etc. – die wesentlichen Voraussetzungen sein, um durch eine nachhaltige Intensivierung den weltweit steigenden Lebensmittelbedarf bedienen zu können.

Hierbei wird der biologisch-technische Fortschritt im Integrierten Pflanzenbau und Integrierten Pflanzenschutz die Landwirtschaft zunehmend prägen. Moderne Lösungen im Pflanzenschutz, Techniken und Verfahren bei Pflanzenernährung, Bodenbearbeitung und Ernte sowie satellitengestützte Informationssysteme werden sich auf die landwirtschaftliche Nutzung auswirken. Die Gentechnik wird in der Nahrungsproduktion und der Futtermittelherstellung zunehmend an Bedeutung gewinnen. Die beiden Ziele, dauerhaft hohe bzw. steigende Ernteerträge und eine Schonung des Naturhaushaltes zu gewährleisten, stehen dabei in einem direkten Zusammenhang.

Der Beitrag des wissenschaftlichen und verfahrenstechnischen Fortschritts in allen Bereichen der Naturwissenschaften zu einer weltweit effizienteren und ressourcenschonenden Produktion ist ein entscheidendes Element der nachhaltigen Entwicklung. Deutschland und die gesamte westliche Welt müssen sich der globalen Verflechtungen der Märkte und der daraus resultierenden weltweiten Stoffströme stellen, um zur Lösung dieser Probleme beizutragen. Beide können sich der Verantwortung nicht entziehen.

### **Es gibt keine risikofreien Optionen**

Die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln hat das Ziel, Kulturpflanzen zu schützen.

Mit der bewussten Ausbringung von biologisch aktiven Substanzen auf den Acker nimmt die Landwirtschaft unter allen Produktionszweigen unserer Industriegesellschaft eine Sonderstellung ein.

Der Landwirt bewegt sich hierbei in einer Konfliktsituation. Pflanzenschutzmittel, die eine Wirkung auf Schadorganismen haben sollen, können auch Nebenwirkungen auf Nicht-Schadorganismen haben.

In der Kritik wird meist gefordert, dass Pflanzenschutzmittel keine Nebenwirkungen haben dürfen. Dies ist aus grundsätzlichen Überlegungen nicht erfüllbar.

Die Mittel können nicht einerseits biologisch aktiv sein und über eine bestimmte Wirkungsdauer verfügen – um überhaupt gegen Krankheiten und Schädlinge bzw. Unkräuter wirken zu können – und andererseits keinerlei Wirkung oder Nebenwirkung auf Nicht-Zielorganismen haben.

Landwirtschaft findet in einem offenen System statt, in dem es stets zu einem Austausch aller Substanzen zwischen den einzelnen Kompartimenten kommt. Dies gilt nicht nur für Pflanzenschutzmittel, sondern auch für alle anderen Substanzen, gleich, ob sie natürlichen Ursprungs sind, wie z.B. Blütenpollen, oder anthropogener Herkunft wie Autoabgase.

Behandelte Kulturflächen stehen zueinander in Beziehung, Tiere bewegen sich zwischen behandelten und nicht behandelten Flächen. Eine Abriegelung der landwirtschaftlichen Produktionsflächen ist weder durchführbar noch wünschenswert. Ziel muss vielmehr sein, eine Nebenwirkung zu erkennen, weitgehend zu vermeiden und in vertretbaren Grenzen zu halten.

Eine geeignete und abdriftarme Ausbringttechnik, die Wahl des passenden Anwendungszeitpunktes und die Einhaltung von Mindestabständen zu Gewässern sind beispielsweise mögliche Maßnahmen.

Die Pflanzenschutzindustrie hat sich weltweit zum Ziel gesetzt, nur Produkte zu vermarkten, die sicher herzustellen und anzuwenden sind. Dies liegt in ihrem eigenen Interesse, da sie die hohen Investitionen für die Forschung, Entwicklung, Produktion und Vermarktung sonst nicht langfristig amortisieren kann. Produkte, die im Markt aufgrund mangelnder Sicherheit Probleme bereiten, gefährden den wirtschaftlichen Erfolg des Unternehmens wie auch den Nutzen für die Gesellschaft – und dies nicht nur in Deutschland, sondern weltweit.

Bei allen Vorsorgemaßnahmen bleibt, wie bei jeder menschlichen Handlung, ein Restrisiko. Es gibt keine risikofreien Optionen. Tatsächlich kann eine Handlung, die ein Risiko reduziert (oder gar eliminiert) gleichzeitig oder im Zuge der Handlung andere Risiken verstärken oder gar erst hervorrufen. Es gilt deshalb eine Risikoanalyse vorzunehmen, um für den Abwägungsprozeß von Nutzen und Risiko die notwendigen Entscheidungskriterien zu erhalten.

### **Risikoanalyse**

Die beste Praxis der Risiko-Analyse stützt sich auf objektive wissenschaftliche Erkenntnisse und Methoden, die es zu benutzen gilt, wobei systematisch aber dennoch holistisch vorgegangen wird. Ein allgemein anerkanntes Vorgehen in der Risiko-Analyse beinhaltet drei Phasen.

### **Risiko-Abschätzung**

Dies ist die wissenschaftliche Phase. Die Risiko-Abschätzung (Risk-Assessment) ist hierfür ein unverzichtbares Instrument für die Entscheidung, ob Handlungsbedarf für Maßnahmen zur Minderung des Risikos (Risk-Management) besteht.

### **Risikobewertung und Risiko-Management**

Dies ist die politische Phase im Rahmen der Risikobewertung. Sie umfasst sowohl hoheitliches Handeln des Staates als auch eigenverantwortliche Maßnahmen der Industrie und Landwirtschaft zur Risikominimierung. Die Risikobewertung steht nicht im Gegensatz zum Vorsorgeprinzip, sondern ist die notwendige Voraussetzung für dessen Anwendung, um einen rein spekulativen Charakter der Vorsorge zu vermeiden.

### **Risiko-Kommunikation**

Sie beinhaltet den Austausch von Information zwischen Entscheidungsträgern, Wissenschaftlern und anderen Mitwirkenden. Dies ist die Kommunikationsphase. Sie ist wesentliche Voraussetzung für das sinnvolle Zusammenspiel von Risikoabschätzung und Risikobewertung.

### **Zur Risiko-Abschätzung**

Sie umfasst die Gefährdungsabschätzung, d.h. die Darstellung und Beurteilung der intrinsischen Stoffeigenschaften sowie die potentielle Exposition. Intrinsische Stoffeigenschaften allein ergeben keinen Handlungsbedarf für Maßnahmen. Liegt die Exposition jedoch höher als die verträglichen Wirkungen

auf Mensch, Tier und Umwelt, wird ein Risiko sichtbar, aus dem sich Handlungsbedarf für Maßnahmen zur Minderung des Risikos ergibt.

### **Zum Risikomanagement:**

Das Risikomanagement wird vorgenommen, weil Pflanzenschutzmittel biologisch aktive Verbindungen sind. Aufgrund ihrer Eigenschaften können Gefahren für den Anwender bzw. Verbraucher und/oder für die Umwelt bestehen. Deshalb muss das Risiko erkannt, bewertet und minimiert werden. Risikominderung ist eine Aufgabe sowohl des Staates als auch des Herstellers. Sie erfolgt einerseits durch gesetzliche Regelungen im Pflanzenschutz – z.B. durch das Pflanzenschutzgesetz, durch die Pflanzenschutzmittelverordnung und durch Vorschriften in anderen Rechtsbereichen mit Bezug zur Risikominderung bei Pflanzenschutzmitteln – wie zum Beispiel das Chemikalienrecht oder das Lebensmittelrecht –, um nur einige zu nennen.

Andererseits trägt die Industrie durch eigenverantwortliche Maßnahmen im Rahmen des Responsible Care zur Risikominderung bei.

Für beide Seiten gilt, dass nur die weitest gehende Verminderung von Risiken sinnvoll realisiert werden.

Die Politik und Unternehmen müssen berücksichtigen, dass sie nie das Risiko vollständig ausschalten und sie selten die Forderungen aller gesellschaftlichen Gruppierungen zugleich zufrieden stellen können. Entscheidend ist, den Konsens über ein vertretbares Risiko-Niveau zu erreichen.

Einen Schlüsselfaktor im Prozess der politischen Entscheidungsfindung stellt die Verhältnismäßigkeit der Mittel dar. D.h. die beschlossenen Risikomanagement-Maßnahmen sollten proportional zum Risiko und der Gefahr stehen, die limitiert oder eliminiert werden sollen. Dies beinhaltet, bei der Risikobewertung im Wege einer Kosten-Nutzen-Analyse die Balance zu schaffen zwischen dem tatsächlichen Nutzen für den Verbraucher- und Umweltschutz und den tatsächlichen gesellschaftlichen Kosten einschließlich der Opportunitätskosten, die mit der Einschränkung der Handlungsoptionen assoziiert sind.

Welche Elemente müssen in diesen Abwägungsprozess berücksichtigt werden? Ein Pflanzenschutzmittel muss folgenden Anforderungen genügen:

- Für den Landwirt:
  - gute Wirkung
  - sichere Anwendung
  - nachhaltiger Einsatz
  - sicher für den Verbraucher
  - sicher für die Umwelt
- Für den Verbraucher:
  - Umweltschutz
  - Gesundheitsschutz
- Für die Umwelt:
  - keine nicht vertretbaren Auswirkungen auf den Naturhaushalt

Ergibt sich aus der Risikobewertung für die Industrie ein Handlungsbedarf zur Risikominderung, so leitet sie eigenverantwortlich Maßnahmen unter Berücksichtigung des Vorsorgeprinzips ein. Die Pflanzenschutzindustrie sieht sich dabei in der Verantwortung für die sachgerechte und bestimmungsgemäße Anwendung ihrer Produkte. Setzt der Anwender die Produkte nicht sachgerecht und bestimmungsgemäß ein, hat er dies selber zu verantworten.

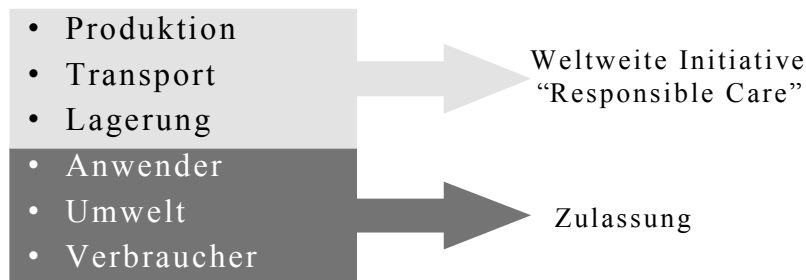
Die Verminderung der Risiken des chemischen Pflanzenschutzes ist zunächst für die forschende Industrie eine ständige Herausforderung, die in den vergangenen Jahrzehnten auch erfolgreich bewältigt wurde. Langlebige Verbindungen, die sich vor allem in der Nahrungskette kumulieren, zum Beispiel chlorierte Kohlenwasserstoffe, wurden durch Substanzen ersetzt, die sich im Warmblüter-Organismus nicht anrei-



chern. Neue Insektizide sind schon in geringsten Mengen gegen Schädlinge wirksam, ohne dass sich ihre Toxizität gegenüber Warmblütern erhöht hat - um nur einige Beispiele zu nennen.

Forschung und Entwicklung stoßen an Grenzen, die durch unvermeidliche Zielkonflikte bestimmt sind. Zwischen den Forderungen nach zuverlässiger Wirksamkeit, geringer Toxizität beziehungsweise Ökotoxizität, guter Abbaubarkeit einerseits und verlässlicher Dauerwirkung andererseits müssen immer wieder Kompromisse gefunden werden.

In der weltweiten Initiative „Responsible Care“ betrachtet die Pflanzenschutzindustrie, wie auch die deutsche chemische Industrie insgesamt, den Schutz von Mensch und Umwelt, auch unabhängig von staatlichen Vorgaben, als Anliegen von fundamentaler Bedeutung. Mit dieser Initiative hat sich die Pflanzenschutzindustrie zur ständigen Verbesserung auf allen Gebieten – Produktverantwortung, Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz, Anlagensicherheit, Transportsicherheit, Umweltschutz, Anwenderschutz und Verbraucherschutz verpflichtet (Abb. 2).



8

**Abb. 2:** Prozesse der Risikominimierung in verschiedenen Bereichen eines Produktes.

### **Transportsicherheit**

Der Transportsicherheit dienen u.a. die von der Industrie herausgegebenen Sicherheitsdatenblätter.

### **Lagersicherheit**

Eine weitere eigenverantwortliche Maßnahme ist die Lagersicherheitsinitiative. Die Industrie verpflichtet sich dazu, nur solche Lager zu beliefern, die nachweislich die gesetzlichen Bestimmungen zur Lagersicherheit erfüllen.

### **Anwenderschutz**

Der Anwender trifft beim Umgang mit den unverdünnten Präparaten sowie durch die Häufigkeit des Umgangs mit Pflanzenschutzmitteln auf ein Risiko. Risikomanagement beim Anwender bedeutet zum einen, aus toxikologischen Daten zulässige Expositionswerte und im Zusammenhang damit Vorschriften über erforderliche Schutzkleidung beim Umgang mit Pflanzenschutzmitteln festzulegen.

Weitere Hinweise zum Anwenderschutz enthält die Gebrauchsanleitung, die ebenfalls Bestandteil des Risikomanagements ist.

Die Pflanzenschutzindustrie gibt mit ihrem Wirkstoffbuch Informationen über Wirkstoffeigenschaften und Hinweise über Behandlungsmaßnahmen bei Vergiftungsfällen – ein weiteres Beispiel eigenverantwortlicher Maßnahmen im Rahmen von Responsible Care. Gleiches gilt für die Verwendung von kindergesicherten Verschlüssen bei Mitteln für den Haus- und Gartenbereich.

Im Anwendungsbereich von Pflanzenschutzmitteln, d. h. beim Anwender, in der Umwelt und beim Verbraucher greift zusätzlich zu den genannten Maßnahmen das Pflanzenschutzgesetz.

#### **Auswirkungen auf die Umwelt:**

Die vom IVA in Zusammenarbeit mit dem Bauernverband und der Wasserwirtschaft ins Leben gerufene Initiative zum Gewässerschutz ist beispielsweise eine Responsible-Care-Maßnahme im Bereich des Umweltschutzes. Es geht hierbei um den Schutz von Oberflächengewässern, indem Punkteinträge durch Beachtung einfacher Regeln beim Umgang mit Pflanzenschutzmitteln vermieden werden.

PAMIRA, die Initiative zur Entsorgung von Pflanzenschutzverpackungen gehört ebenfalls dazu.

Da die biologisch aktiven Substanzen bei sachgerechtem und bestimmungsgemäßem Gebrauch in die Umwelt gelangen, beginnt das Risikomanagement bereits im Rahmen der Forschung und Entwicklung und findet letztlich seinen Ausdruck in der Zulassung. Von der Industrie werden deshalb frühzeitig die Auswirkungen auf die Umweltkompartimente und Lebensgemeinschaften abgeklärt.

Für die ökologische Bewertung der Risiken muss dabei zwischen vorübergehenden Wirkungen ohne signifikante ökologische Konsequenzen und nicht vertretbaren Langzeitwirkungen unterschieden werden. Von einem Schaden kann erst gesprochen werden, wenn irreversible Veränderungen in einem Ökosystem eintreten.

Das bloße Vorhandensein einer Substanz ist noch kein Beleg für ihre Schädlichkeit. Es kommt immer auf ihre Stoffeigenschaften, ihre Verteilung in der Umwelt, auf die Höhe der Exposition und die Fähigkeit der betroffenen Organismen an, auf Belastungen elastisch zu reagieren.

Bestandteile des Risiko-Managements sind beispielsweise die Anwendung nach empfohlener Aufwandmenge, um einer Resistenzentwicklung durch Unterdosierung vorzubeugen. Der Wirkstoffwechsel wird empfohlen, um ebenfalls Resistenzentwicklungen der Zielorganismen gegen bestimmte Wirkstoffe zu vermeiden. Die gute fachliche Praxis und die Berücksichtigung der Grundsätze des Integrierten Pflanzenschutzes sind weitere Bausteine, ebenso wie die Resistenzzüchtung, Schadensschwellen und Prognose, u. v. m.

#### **Verbraucherschutz**

Der Verbraucher kann einem Risiko durch Aufnahme von Rückständen in der Nahrung ausgesetzt sein. Durch die Festlegung des ADI und daraus abgeleitet die Rückstandshöchstmengen wird Risikomanagement für den Verbraucher möglich.

Die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln nach den Regeln des Integrierten Pflanzenschutzes und darin eingeschlossen den Regeln der guten landwirtschaftlichen Praxis sind weitere Bestandteile des Risiko-Managements beim Verbraucherschutz, natürlich auch beim Umweltschutz.

Wie sieht die Situation beim Verbraucherschutz insgesamt aus ? Dass die Pflanzenschutzmittel heute verantwortungsvoll angewendet werden, dafür sprechen die Ergebnisse des gemeinsam von Bund und Ländern durchgeführten Lebensmittel-Monitorings. Seit 1995 werden auf gesetzlicher Basis jährlich repräsentativ für die Bundesrepublik Deutschland Lebensmittel auf das Vorkommen unerwünschter Stoffe untersucht. Das im September 1999 vom BgVV herausgegebene Ergebnis von 1997 zeigt ein gutes Risikomanagement beim Gesundheitsschutz - ich zitiere beispielsweise: „Weizen und Roggen, die für unsere Ernährung wichtigsten Getreide, sind sehr gering mit Pflanzenschutzmitteln kontaminiert. Sowohl die Weizen- als auch Roggenproben waren praktisch frei von nachweisbaren Rückständen an Pflanzenschutzmitteln. Die Gehalte in den wenigen Proben mit nachweisbaren Rückständen waren als

gering zu beurteilen. Dies wird auch dadurch dokumentiert, dass in keiner Weizen- oder Roggenprobe ein Rückstandsgehalt über einer Höchstmenge beobachtet wurde.“

Ähnlich sieht es in vielen anderen EU-Staaten aus. Die Importprodukte sind durch weltweit gültige Höchstmengen in der Risikoanalyse mit erfasst.

Richtig verstandene Vorsorge sollte als Risikominimierung im Vorfeld der Gefahrenabwehr verstanden werden aber nicht vortäuschen, dass eine Risikolosigkeit erreichbar ist. Vorsorge ins Blaue würde unseren Verfassungsprinzipien, insbesondere dem Gebot der Verhältnismäßigkeit, widersprechen!

Grundanliegen der Industrie ist es, sich bei der Risikoabschätzung nicht an hypothetischen Situationen mit ausgesprochen geringen Eintrittswahrscheinlichkeiten zu orientieren, sondern an tatsächlich möglichen negativen Situationen.

So lässt sich das Risiko beim Einsatz von Pflanzenschutzmitteln nicht dadurch weiter senken, indem selbst hypothetische Risiken durch Testserien geklärt oder geringste negative Nebenwirkungen ohne nachhaltige Gefährdung des Naturhaushaltes abgelehnt werden. Dies führte volkswirtschaftlich gesehen zu einer Verschwendung von Ressourcen, die gerade im Umweltschutzbereich an anderer Stelle sehr viel effizienter eingesetzt werden könnten. Man sollte deshalb in der Politik nicht den Forderungen nach „Null-Werten“ bzw. „Null-Risiken“ sondern mehr realitätsbezogenen Kriterien folgen.

Die Menge eines ausgebrachten Pflanzenschutzmittels korreliert nicht zwangsläufig mit den davon ausgehenden Risiken. Der richtige Ansatz für einen umfassenden Schutz der Umwelt ist deshalb, die Risiken zu vermindern und nicht pauschal den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln um einen willkürlich festgesetzten Prozentsatz zu reduzieren. Die generelle Minimierung des Eintrags von Pflanzenschutzmitteln in die Umwelt durch Minimierung oder Verbot ihrer Anwendung unabhängig von ökologischen Risiken wäre also kein akzeptables Nachhaltigkeitsziel. Produkt- und Verfahreninnovationen im Pflanzenschutz, die am Markt realisiert wurden, haben deutlich gezeigt, dass sie zu einer effizienteren Ressourcennutzung - sei dies Energie, Arbeitskraft, Bodennutzung, um nur einige zu nennen – geführt haben.

Es liegt also auch im Interesse der Umwelt, wenn der Staat die Rahmenbedingungen für die Entwicklung und Markteinführungen innovativer Lösungen im Pflanzenschutz verbessert. Ein Maximum an Nutzen und ein Minimum an Risiko ist die Forderung, der sich die chemische Industrie stellt, die aber auch der Gesetzgeber als Auswirkung der gesellschaftspolitischen Diskussion an die Pflanzenschutzindustrie richtet.

Der Bereich des Risikomanagements kann mit der Feststellung, dass Anwender, Umwelt und Verbraucher durch die hoheitsrechtlichen Maßnahmen des Staates und die eigenverantwortlichen Maßnahmen der Industrie grundsätzlich vor nicht vertretbaren Auswirkungen geschützt sind.

Die Basis für die Entscheidungen zur Risikominderung bildet das umfangreiche Wissen über die Pflanzenschutzmittel. Risikominderung erfolgt durch gesetzliche Regelungen im Pflanzenschutz – durch die Zulassung und beim In Verkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln. Und schließlich werden Lebensmittel, die in den Verkehr gebracht werden, von den Lebensmittel-Überwachungsanstalten der Länder auf Rückstände von Pflanzenschutzmitteln untersucht.

### **Risiko-Kommunikation**

Wissenschaft und Technik haben Komplexe geschaffen, die für die meisten Menschen undurchschaubar geworden sind. Die Bürger sehen sich zunehmend Risiken ausgesetzt, mit denen sie glauben, nicht leben zu können. Mehr noch als technische Details interessieren deshalb den Nichtfachmann heute meist Informationen über das Verhalten der Akteure, ihre Qualifikation, ihr Renommee, ihre Motive und Interessen, um daraus Vertrauen und Glaubwürdigkeit abzuleiten. Der Nutzen wissenschaftlichen Tuns heiligt in unserer Zeit längst nicht mehr die damit verbundenen Risiken.

Vertrauen lässt sich zum Beispiel kaum mit dem eigentlich stärksten Argument der Pflanzenschutzindustrie schaffen, dass nämlich über die Wirkungen und Eigenschaften ihrer Stoffe viel mehr bekannt ist, als über die meisten anderen Stoffe, die in die Umwelt entlassen werden.

Isolierte Daten in großer Menge veröffentlicht, verleiten nicht nur ausgesprochene Gegner der Agrarchemie dazu, damit ein Gefahrenpotential zu illustrieren.

Beteuerungen über das Einhalten von Grenzwerten bleiben dem Bürger suspekt. Und je niedriger solche Werte oder Qualitätsziele angesetzt werden, um so fremder und unheimlicher werden sie ihm. Er zieht daraus eher den Schluss, dass in grenzwertloser Vorzeit entweder bedenkenlos mit Pflanzenschutzmitteln umgegangen wurde, oder dass die jetzigen Wirkstoffe erheblich gefährlicher sein müssen als die früheren Mittel.

Individuelle Erfahrungen zählen mehr als wissenschaftliche Studien. So wiegen beispielsweise wissenschaftliche Informationen, die den Zulassungsbehörden über Pflanzenschutzmittel zur Verfügung stehen, in der Öffentlichkeit gering gegenüber individuellen Erfahrungen oder auch nur in den Massenmedien verbreiteten Meinungen über den Umgang mit diesen Mitteln. Jeder Mensch ist bereit, sich individuellen Risiken auszusetzen, vor allem, wenn er glaubt, die Größe des Risikos selbst zu bestimmen, wie zum Beispiel beim Autofahren. Risiken dagegen, die, wie bei Höchstmengenüberschreitungen, nur auf die Allgemeinheit bezogen ausgedrückt werden können, werden überhaupt nicht geduldet, oder, wie im Falle der globalen Erwärmung durch den CO<sub>2</sub>-Ausstoß, ignoriert. Deshalb ist es aussichtslos, das Risiko im Straßenverkehr mit dem Risiko einer Vergiftung durch Pflanzenschutzmittel-Rückstände zu vergleichen. Das hat auch damit etwas zu tun, dass manche Risiken als „natürlich“, und damit per se akzeptiert, während Chemikalien in der Umwelt grundsätzlich als vermeidbar angesehen werden.

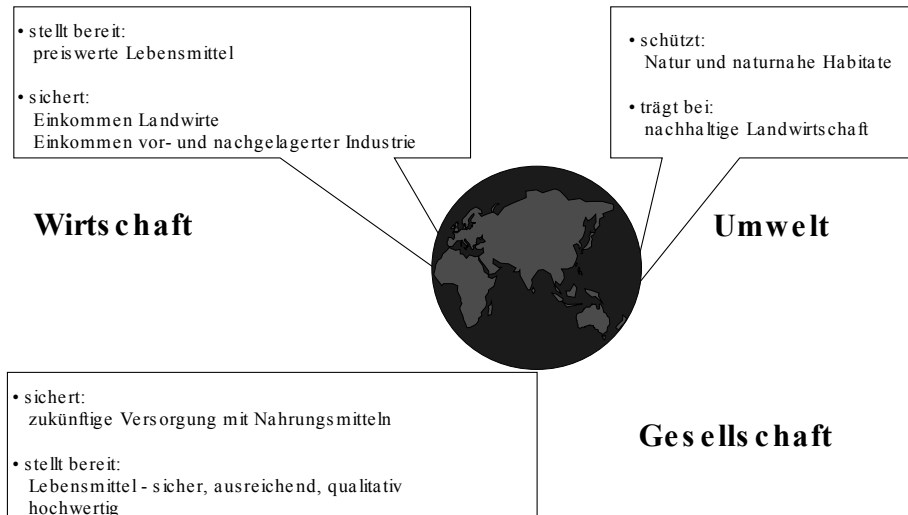
Jeder Versuch, die Ungefährlichkeit von Pflanzenschutzmittel-Rückständen durch den Vergleich mit dem 10.000 mal höheren Krebsrisiko durch den Verzehr von Erdnussbutter zu demonstrieren, führt nur zu einem Verlust an Glaubwürdigkeit.

Nicht zu vermitteln ist auch der Unterschied zwischen dem Gefahrenpotential und dem Risiko. Erst, wenn man einem Stoff ausgesetzt ist, entsteht Risiko. Zwar ist es nie ganz auszuschließen, dass Pflanzenschutzmittel bei nicht bestimmungsgemäßer und sachgerechter Anwendung zu gesundheitlichen Nebenwirkungen oder zu örtlich und zeitlich begrenzten Veränderungen im Ökosystem führen. Diese Gefahr wird jedoch stark überschätzt. Deshalb nimmt der Einzelne an, dass er stets den maximalen Gefahren von Pflanzenschutzmitteln ausgesetzt ist, obwohl unter normalen Bedingungen gar keine Gesundheitsgefahren auftreten und weite Bereiche einer Überdosierung durch Sicherheitsmaßnahmen abgepuffert werden. Diese Einstellung vertieft sich um so mehr, je weniger darauf vertraut wird, dass die chemische Industrie verantwortlich mit dem Risiko umgeht.

Es ist deshalb für die Vertrauensbildung unabdingbar, die Daten und Untersuchungen, die der Risikoabschätzung zugrunde liegen, ebenso transparent zu machen, wie den Chancen/Risikoabwägungsprozess, der zu der Zulassungsentscheidung führt. Gleiches gilt für das Monitoring, das sich für den Zulassungszeitraum anschließt.

### **Verantwortung in globalem Maßstab**

Bei der Beurteilung von Chancen und Risiken spielen neben ökologischen auch ökonomische und soziale Erwägungen eine Rolle, denn verringerte Nahrungsmittelkosten, gute und bessere Nahrungsmittelqualität zu vertretbaren Preisen, Erhalt der Kulturlandschaft und Verantwortung für eine ausreichende Ernährung im globalen Maßstab müssen in einer Gesamtbetrachtung eingeschlossen sein (Abb. 3). Keinesfalls kann das Risiko der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln unmittelbar mit dem Nutzen einer Alternative verglichen werden. Risiko kann eigentlich nur mit Risiko, Nutzen nur mit Nutzen verglichen werden.



**Abb. 3:** Beitrag des Pflanzenschutzes zu einer nachhaltigen Landwirtschaft

Das Risiko einer Pflanzenschutzmaßnahme muss deshalb mit dem Risiko verglichen werden, das bei einer Nichtvornahme der Maßnahme eintreten würde. Der gleiche Abwägungsprozess gilt für den Chancenbereich. Die Abwägung sollte auf wissenschaftlicher Basis beruhen und nachvollziehbar sowie nachprüfbar gemacht werden, auch, wenn die gesetzlichen Vorgaben für den Abwägungsprozess politischer Natur sind.

#### Literatur

- OERKE, E-C, et al. (1994): Crop Production and Crop Protection. Estimated losses in major food and cash crops, Elsevier Science B.V., Netherlands.
- CRAMER, H. H. (1967): Crop Protection and world crop production. Pflanzenschutznachrichten Bayer 20 (1), S. 524.

BUNDESINSTITUT FÜR GESUNDHEITLICHEN VERBRAUCHERSCHUTZ UND VETERINÄRMEDIZIN (1999): Lebensmittel-Monitoring 1997, Gemeinsamer Bericht des Bundes und der Bundesländer, Magdeburger Druck.

FÖRDERGEMEINSCHAFT INTEGRIERTER PFLANZENBAU E.V. (1999): Nachhaltige Entwicklungen in der Landwirtschaft: Ein Positionspapier des Beirates der Fördergemeinschaft Integrierter Pflanzenbau, Landwirtschaftsverlag GmbH Münster.

## Wieviel Risiko ist vertretbar? - Sichtweise des Umweltbundesamtes -

B. Stein

Umweltbundesamt, Bismarckplatz 1, 14193 Berlin

### **Aufgaben/Zuständigkeiten des Umweltbundesamtes im Rahmen der Zulassung von Pflanzenschutzmitteln sowie der EU-Wirkstoffprüfung**

Das Umweltbundesamt erklärt sein Einvernehmen gem. § 15 Abs. 3 Nr. 2 PflSchG hinsichtlich der Zulassung eines Pflanzenschutzmittels nach § 15 Abs. 1 PflSchG, wenn die Prüfung des Pflanzenschutzmittels ergibt, dass das Pflanzenschutzmittel nach dem Stande der wissenschaftlichen Erkenntnisse und der Technik bei bestimmungsgemäßer und sachgerechter Anwendung oder als Folge einer solchen Anwendung

keine schädlichen Auswirkungen auf die Gesundheit von Mensch und Tier und das Grundwasser und

keine sonstigen nicht vertretbaren Auswirkungen, insbesondere auf den Naturhaushalt sowie auf den Hormonhaushalt von Mensch und Tier, hat.

Der Nachweis der Erfüllung der Zulassungsvoraussetzungen gem. den pflanzenschutzrechtlichen Bestimmungen obliegt sowohl den Antragstellern als auch der behördlichen Prüfung und Bewertung.

Bei der Bewertung der Pflanzenschutzmittel einschließlich der Vertretbarkeitsabwägungen hinsichtlich der vom Einsatz chemischer Pflanzenschutzmittel ausgehenden Gefährdungspotentiale ist zwischen der landwirtschaftlich genutzten "Technosphäre" und den zu bewahrenden Nichtziel-Ökosystemen der "Ökosphäre" zu unterscheiden. Während es hinsichtlich der Agrarökosysteme als ausreichend angesehen wird, die Produktionsfunktion zu erhalten und die natürlich vorkommenden Arten der Flora und der Fauna nicht nachhaltig zu schädigen oder großflächig zu verdrängen, ist bei den Nichtzielsystemen der Erhalt der diversen ökologischen Strukturen und multifunktionalen Eigenschaften sowie auch deren Status als allgemeine Ressourcen sicherzustellen.

Bedingungen eines integralen Schutzes der Ökosphäre sind daher sowohl

- Erhalt der funktionalen Eigenschaften und Wechselwirkungen der Ökosysteme (Funktionalität) als auch
- Sicherstellung der Artendiversität als Voraussetzung für eine Wiedererholung nach eventuell eingetretenen Schädigungen (Diversität).

Die vom Umweltbundesamt gemäß seinen gesetzlichen Zuständigkeiten vorzunehmenden Prüfungen und Bewertungen sowie Maßnahmenentscheidungen werden unter strikter Beachtung des jeweiligen Standes der wissenschaftlichen Erkenntnisse, der Rechtsvorschriften und der getroffenen Gerichtsentscheidungen vollzogen. Die Praxis der Einvernehmenserteilung entspricht den im „Paraquat-Urteil“ des Bundesverwaltungsgerichts vom 10.11.1988 - 3 C 19/87 - hinsichtlich der Auslegung der Zulassungsvoraussetzungen nach § 15 Abs. 1 Nr. 3 b PflSchG a.F. (unvertretbare Auswirkungen auf den Naturhaushalt sind auszuschließen) aufgestellten Grundsätzen.

### **Grundwasser**

Das Grundwasser als absolutes Schutzgut in seiner Gesamtheit ist durch §15 Abs. 1 Nr. 3 lit. d PflSchG - entspr. Art. 4 Abs. 1b (iv) der Richtlinie 91/414/EWG - der Gesundheit von Mensch und Tier gleichgestellt. Aufgrund der Bedeutung und Stellung des Grundwassers als absolutes Schutzgut sind Pflanzenschutzmittel nur zulassungsfähig, wenn mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit bei bestimmungsgemäßem und sachgerechtem Einsatz des Mittels ein Eintrag in das Grundwasser und somit schädliche Auswirkungen ausgeschlossen werden können. Als schädliche Auswirkungen auf das Grundwasser sind hierbei solche Verunreinigungen anzusehen, die das Grundwasser in seiner zentralen Bedeutung für

sämtliche Lebensvorgänge in der Umwelt sowie als wichtigste Grundlage für die Trinkwasserversorgung unbrauchbar machen (VG Braunschweig, 6A 6009/90 und 6A 61195/90 vom 12.12.1990, S.18 ff).

Nach Anhang VI, Teil C Spezielle Grundsätze, Punkt 2.5.1.2 der Richtlinie 91/414/EWG ist die Zulassung eines Pflanzenschutzmittels zu versagen, wenn die zu erwartende Konzentration des Wirkstoffes oder seiner Metabolite, Abbau- und Reaktionsprodukte im Grundwasser nach Anwendung des Pflanzenschutzmittels unter den vorgeschlagenen Bedingungen den niedrigsten der folgenden Grenzwerte übersteigt:

- die Höchstkonzentration gem. der Richtlinie 80/778/EWG des Rates vom 15 Juli 1980 über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (0,1 µg/l) oder
- die von der Kommission bei Aufnahme des Wirkstoffes in den Anhang I anhand geeigneter, vor allem toxikologischer Daten festgelegte Höchstkonzentration oder - wenn keine solche Höchstkonzentration festgelegt wurde - die Konzentration, die einem Zehntel des ADI-Wertes entspricht, welcher bei der Aufnahme des Wirkstoffes in den Anhang I festgelegt wurde.

Eine schädliche Auswirkung auf das Grundwasser liegt jedoch nicht nur dann vor, wenn der Ge- oder Verbrauchswert des Wassers für den Menschen herabgesetzt wird, sondern auch wenn die ökologischen Erfordernisse nicht erfüllt werden.

Die bisherigen, diesbezüglichen Vorschriften sind ausschließlich auf die menschliche Gesundheit bezogen, die Rolle des Grundwassers ist jedoch von erheblich größerer Bedeutung. Im Rahmen der Vorsorge gegenüber möglicherweise eintretende Schäden der Umwelt kommt dem Grundwasser in seiner zentralen Funktion für den Wasserhaushalt, den Menschen sowie für Ökosysteme im Grundwasserleiter und vom Grundwasser abhängige Ökosysteme eine umfassende Schutznotwendigkeit zu.

### **Naturhaushalt**

Die durch das Umweltbundesamt vorgenommene Bewertung möglicher Auswirkungen bzw. Risiken auf den Naturhaushalt durch §15 Abs. 1 Nr. 3 lit. e PflSchG -, d.h. des Ausmaßes (Vergleich von Exposition und Wirkung) und der Wahrscheinlichkeit nachteiliger bzw. schädlicher Auswirkungen auf die Ökosphäre, beruht auf international anerkannten, wissenschaftlichen Kriterien. Der Festlegung von hinsichtlich der Funktionalität repräsentativen und ökologisch hochsignifikanten Testorganismen gingen langjährige Arbeiten (seit 1979) des OECD Chemicals Program, des OECD Chemicals Testing Program und des OECD Hazard Assessment Project voraus. Auswirkungen bereits auf das natürliche Verhalten der entsprechenden Artengruppen würden daher stets eine mögliche Beeinträchtigung der Funktionalität und - durch Störungen/Unterbrechungen der Nahrungsketten - Diversität der Ökosysteme bedingen und sind daher nach den Vorschriften des Pflanzenschutzgesetzes grundsätzlich auszuschließen. Solange die Möglichkeiten ökosystemarer Beeinträchtigungen im Einzelfall nicht (im Sinne von Wahrscheinlichkeiten bzw. Risiken) konkret quantifizierbar sind, besteht daher auch keine Grundlage für eine Diskussion tolerierbarer Artenreduktionen.

Ebenso kann auch der bei der Feststellung und Bewertung möglicher Risiken durch entsprechende Unsicherheitsfaktoren zum Ausdruck gebrachte Vorsorgegedanke nicht zur Diskussion stehen. Er ist insbesondere unter dem Gesichtspunkt des notwendigen Erhalts der ökosystemaren Diversität (Schutz empfindlicherer Arten derselben Gruppe wie der Testorganismus) aber auch im Hinblick auf die Funktionalität der Ökosysteme unverzichtbar, da nach gegenwärtigem Kenntnisstand die Konsequenzen aus einer Verdrängung bzw. eines Ersatzes empfindlicher durch robustere Spezies (derselben Artengruppe) nicht voraussagbar sind.

## Nachteiligkeit, Nachhaltigkeit, Schädlichkeit der Auswirkungen chemischer Pflanzenschutzmittel

### Auswirkungen auf die unterschiedlichen biologischen Integrationsebenen

Nachteiligkeit und Schädlichkeit sind für jede Integrationsebene lebender Systeme getrennt zu betrachten: Zellen, Organismen, Populationen, Biozönosen (als biologischer Anteil des Ökosystems). Auf jeder Ebene besteht die Möglichkeit der Kompensation primärer Wirkungen.

Die Auswirkungen nach kurzfristiger Exposition können ggf. repariert werden, was im Erfolgsfall zur Erholung führt. Langfristige Exposition erfordert ständige Reparatur oder Veränderung des Stressor-Rezeptor-Zusammenhangs, was nur durch Anpassung (individuell oder genetisch) erfolgen kann. Erfolgreiche Anpassung führt zu Toleranz des Stressors. Der Grad der Toleranz ist von der Konstellation weiterer Stressoren (abiotische Umweltfaktoren, Räuberdruck, Konkurrenz, Energiezufuhr) abhängig.

Die Mechanismen der Reparatur oder Anpassung sind auf jeder Ebene unterschiedlich (s. Tabelle 1):

**Tab. 1:** Kompensationsmechanismen für subletale Wirkungen von Stressoren für die einzelnen Integrationsebenen lebender Systeme

<b>Ebene</b>	<b>Reparatur</b>	<b>Anpassung</b>
Zelle	Neuaufbau von Proteinen, Membranen, Reparatur der DNA	Erhöhung des Grundumsatzes mitochondrialer Atmung Induktion von Entgiftungsenzymen
Organismus	Zellreparatur; Elimination und Ersatz geschädigter Zellen	Erhöhung des Grundumsatzes äußerer Atmung/Photosynthese, Umverteilung von Stoff- und Energieflüssen in betroffene Gewebe
<b>Flucht/Vermeidung</b>		
Population	Erholung der Organismen	Erhöhung des Nahrungsumsatzes (Belastung der Habitatkapazität)
	Verdrängung geschädigter Organismen, Erhöhung der Wachstumsrate, Migration	Veränderung der Allelfrequenz => Evolution
Biozönose	Erholung der Populationen	Toleranz größerer Schwankungen (niedrigere Habitatkapazität, kein Erreichen des Klimaxstadiums)
	Verdrängung geschädigter durch tolerantere Populationen	Veränderung der Artenzusammensetzung bei gleichbleibender Produktivität.

Auf jeder Ebene hängt das Kompensationspotential von der genetisch vorgegebenen und in der Auseinandersetzung mit der Umwelt modifizierten individuellen Konstitution ab. Daraus ergibt sich eine entsprechende Variabilität, die die Basis für die Selektion ist.

Aus der Tabelle wird deutlich: Ob eine Erholung oder Anpassung konstatiert wird, hängt auch von den betrachteten Endpunkten ab.

Definition von Nachteiligkeit und Schädlichkeit von Auswirkungen, die in ökotoxikologischen Pflanzenschutzmittelprüfungen untersucht werden

### Allgemeine Definitionen

Nachteilig ist jede Auswirkung, die als statistisch signifikant verschieden vom Normalzustand festgestellt werden kann (LOEC).

Als Normalzustand bei der Bewertung von Pflanzenschutzmitteln ist der Zustand ohne Einfluss des Mittels - also der Kontrollansätze - anzusehen.



Da jedes lebende System sich in einem regulierten und über 4 Milliarden Jahre optimierten Fließgleichgewicht befindet, erfordert jede erzwungene Abweichung Kompensationsreaktionen, die energieaufwendig, also nachteilig sind (s. Tab. 1). Dies gilt grundsätzlich für natürliche wie anthropogene Einflüsse. An eine auf jedem Niveau und für jede Art spezifische Schwankungsbreite natürlicher Einflussfaktoren sind diese Kompensationsmechanismen angepasst. Dies gilt jedoch weder für Qualität noch Quantität von Einflüssen durch Pflanzenschutzmittel, die zusätzlich zu natürlichen Stressoren wirken.

Ein LOEC-Wert ist bezüglich der zu Grunde liegenden Endpunkte definiert, messtechnisch erfasst und statistisch abgesichert. Er stellt somit nur einen Auszug aus der Fülle tatsächlicher Auswirkungen dar, die sich der Beobachtung, Messung oder Auswertung entziehen und daher als „diffus existent“, aber nicht nachteilig i.S.d. Definition anzusehen sind.

Schädlich ist jede nachteilige Auswirkung, die nachhaltig ist.

Nachhaltig ist eine Auswirkung, die nach relevanten Zeiträumen immer noch signifikant vom Normalzustand verschieden ist, bei der also Kompensationsreaktionen nicht ausgereicht haben, um eine Erholung oder Anpassung zu bewirken.

Auch bei erfolgter Anpassung bleibt eine Wirkung, da sich Energieumsätze erhöht, Reaktionsnormen verengt oder Allelfrequenzen geändert haben, was mit einer Verringerung genetischer Variabilität und damit künftiger Anpassungsfähigkeit einhergehen kann.

Dieser Wirkaspekt ist mit momentanen Testansätzen noch nicht zu detektieren und damit nicht als nachteilig i.S.d. Definition einzustufen. Wird dies möglich, ist aufgrund der gegebenen Nachhaltigkeit zugleich die Schädlichkeit gegeben.

### **Spezifikationen im Hinblick auf die Anwendungspraxis**

Zur Vermeidung schädlicher Wirkungen auf der Ebene des jeweiligen Testorganismus (bei Algen: Testpopulation) ist vom NOEC-Wert langfristiger Tests unter realistischer Exposition auszugehen. Ist der Testorganismus/die Testpopulation Stellvertreter für andere Organismen/Populationen, ist der NOEC-Wert mit Sicherheitsfaktoren zu beaufschlagen, wenn die Datenbasis für eine statistische Aussage über das Empfindlichkeitsspektrum nicht ausreicht. Das im PflSchG festgeschriebene hier relevante Schutzziel ist jedoch nicht die Ebene des Organismus oder der Population, sondern der Naturhaushalt. Damit ist die zu schützende Integrationsebene lebender Systeme primär die Biozönose.

Eine Abschätzung von nachteiligen oder schädlichen Wirkungen auf Basis festgestellter Wirkungen auf niedrigeren Integrationsebenen ist prinzipiell problematisch, da

- unterschiedlichen Kompensationsmöglichkeiten auf den verschiedenen biologischen Integrationsebenen (Primäreffekte ↓) bestehen und
- die Systeme auf jeder Ebene in einer komplexen Interaktion mit nicht untersuchten und z.T. nicht bekannten weiteren Faktoren (Sekundäreffekte ↑) stehen.

Es kann davon ausgegangen werden, dass nachteilige oder schädliche Effekte noch in die nächste Ebene hineinwirken. Über Signifikanz und Nachhaltigkeit ist damit noch nichts gesagt. Für die übernächste Ebene beruht eine Abschätzung auf Spekulationen, solange die Kompensationen und Interaktionen nicht hinreichend aufgeklärt sind.

Da die Applikationen innerhalb einer Vegetationsperiode Grundlage für die Bewertung zur Zulassung sind, ist der Zeitraum einer Vegetationsperiode als relevant im Sinne der Definition der Schädlichkeit zu betrachten. Daher haben Tests mit Organismen unterschiedlicher Generationsdauern unterschiedliche Bedeutung für die Abschätzung von nachteiligen und schädlichen Wirkungen auf den Naturhaushalt. Organismen höherer trophischer Ebenen sind aufgrund ihrer Größe und geringeren Anzahl von individuell größerer Bedeutung für Biozönosen (Tab. 2).

**Tab. 2:** Abschätzung von Auswirkungen auf Populationen und Biozönosen aquatischer Organismen auf Basis ökotoxikologischer LOEC/PEC-Daten niedrigerer Integrationsebenen.

Test	Endpunkt	Organismus	Population	Biozönose
Alge	Wachstum - verringert	nachteilig/schädlich <sup>2</sup>	nachteilig/schädlich <sup>1</sup>	?
	Wachstum - negativ	schädlich	schädlich	?
<i>Daphnia</i>	Reproduktion - verringert	nachteilig/schädlich <sup>1</sup>	(nachteilig) <sup>2</sup>	?
	Reproduktion - verzögert	nachteilig	nachteilig	?
	Reproduktion - keine	nachteilig/schädlich <sup>1</sup>	nachteilig/schädlich <sup>1</sup>	?
	Letalität	schädlich	mindestens nachteilig	?
	(Letalität - 100 %)	schädlich	schädlich	schädlich)
Fisch	Verhalten	nachteilig/schädlich <sup>1</sup>	(nachteilig/schädlich) <sup>1,3</sup>	?
	Reproduktion	nachteilig/schädlich <sup>1</sup>	(nachteilig/schädlich) <sup>1,2</sup>	?
	Letalität	schädlich	schädlich	nachteilig ?
	(Letalität - 100 %)	schädlich	schädlich	schädlich)

<sup>1</sup> abhängig von Versuchsdauer, <sup>2</sup> abhängig von Variabilität, <sup>3</sup> abhängig von Populationsrelevanz

Nur in Fällen 100%iger Mortalität eines Organismus im Monospeziesstest ist die Schädlichkeit eines Mittels für Biozönosen zweifelsfrei erwiesen. In allen anderen Fällen, in denen die PEC (+ Sicherheitsfaktor) die NOEC überschreitet, besteht Klärungsbedarf, da eine nachteilige oder schädliche Wirkung auf den Naturhaushalt nicht ausgeschlossen werden kann.

#### Risiko - Nutzen - Analyse / Vertretbarkeitsabwägung

Die Praxis der sowohl nach PflSchG wie nach Zulassungsrichtlinie 91/414/EWG vorgeschriebenen Abwägungen zwischen Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln auf den Naturhaushalt und ihrem Nutzen für den Pflanzenbau entspricht im Umweltbundesamt den im „Paraquat-Urteil“ des Bundesverwaltungsgerichts vom 10.11.1988 - 3 C 19/87 - hinsichtlich der Auslegung der Zulassungsvoraussetzungen nach § 15 Abs. 1 Nr. 3 (unvertretbare Auswirkungen auf den Naturhaushalt) aufgestellten Grundsätzen.

Hiernach sind bei der zu treffenden Feststellung, ob Auswirkungen auf den Naturhaushalt nach dem Stand der wissenschaftlichen Erkenntnisse nicht vertretbar sind, die folgenden vier Kriterien anzuwenden:

- der Grad von Wahrscheinlichkeit, dass die nicht auszuschließenden Auswirkungen für den Naturhaushalt nachteilig sind,
- das Gewicht dieses Nachteils
- der Vorteil der Mittelverwendung für den Pflanzenbau,
- dessen eventuelle Ersetzbarkeit.

In die Abwägung können nur solche Gesichtspunkte eingestellt werden, die von der Zweckbestimmung des PflSchG (§ 1) gedeckt sind. Der Gesichtspunkt des „Vorteils der Mittelverwendung für den Pflanzenbau“ ist auf den Schutz der Kulturpflanze vor Schadorganismen, nicht aber auf weitergehende wirtschaftliche Interessen der Pflanzenschutzmittelhersteller oder -anwender bezogen. Dieser Schutzeffekt ist jeweils für die in Aussicht genommenen Anwendungsbereiche festzustellen. Es findet also keine volkswirtschaftliche, betriebswirtschaftliche oder agrarwirtschaftliche Nutzen-Risiko-Abwägung oder Kosten-Nutzen-Analyse in bezug auf den Anwender statt.

Ebenso ist nach der Entscheidung des VG Braunschweig die Frage nach der eventuellen Ersetzbarkeit des Mittels bezogen auf den Schutzzweck des Gesetzes zu stellen. Bei der Suche nach Ersatzmitteln ist deshalb keine betriebswirtschaftliche Kosten-Nutzen-Analyse in bezug auf den Anwender vorzunehmen, sondern es ist zu fragen, ob der Nutzen für die Kulturpflanze mit anderen Mitteln oder Methoden erreicht werden kann. Ein Kostenvergleich kann nur insoweit eine Rolle spielen, als es um die tatsächliche Verfügbarkeit eines Mittels oder einer Methode geht. Ein Mittel, das theoretisch zwar herstellbar ist, aber durch extrem hohe Kosten in der Fertigung nicht hergestellt wird, kann deshalb ebenso keine Berücksichtigung finden, wie auch Methoden, deren Kosten im Rahmen einer sachgerechten Landwirtschaft zu einer Existenzaufgabe führen müssten. Neben der Feststellung des Vorhandenseins eines Ersatzmittels oder einer Ersatzmethode sind außerdem deren Auswirkungen auf den Naturhaushalt zu berücksichtigen und mit den Auswirkungen des zur Untersuchung anstehenden Mittels abzuwägen.

Hinsichtlich der Bedeutung des Nutzenaspekts in der zusammenfassenden Bewertung ist entscheidend, dass diese und damit der Abwägungsspielraum bei der gebotenen Abwägung zwischen den engeren Pflanzenschutz- und den weiteren Umweltschutzziele gegen Null geht, sobald sich Auswirkungen auf den Naturhaushalt als schädlich erweisen (s. Klöpffer, Umweltrecht, 1989, § 13 Rdnr. 106/7).

### **Verhältnismäßigkeitsabwägung**

Die Entscheidungen des Umweltbundesamtes als Einvernehmensbehörde sind ebenfalls am Verhältnismäßigkeitsprinzip zu messen, da andernfalls bei ablehnender Entscheidung die BBA wegen der Bindung an das Nichteinvernehmen keine Möglichkeit hat, auch diese übergreifenden Gesichtspunkte juristisch zu bedenken. Jede Entscheidung des UBA zur Einvernehmensverweigerung muss also dem Verhältnismäßigkeitsprinzip Rechnung tragen. Das bedeutet, dass die Maßnahme erforderlich, geeignet und das mildeste Mittel sein muss, um den angestrebten Zweck zu erfüllen.

Ziel und Zweck des PflSchG ist es, u. a. Pflanzen und Pflanzenerzeugnisse zu schützen und Gefahren für den Naturhaushalt abzuwenden (§ 1 Nr. 1, 4 PflSchG). Fraglich in diesem Zusammenhang ist, ob die erfolgten Einvernehmensverweigerungen geeignet sind, den Zweck hinsichtlich des Schutzes des Naturhaushaltes, der mit den Verweigerungen erreicht werden sollte, zu erfüllen. Mit den Einvernehmensverweigerungen wird z. T. eine Verlagerung zugunsten möglicherweise bedenklicherer Produkte stattfinden, die den Naturhaushalt mehr belasten als die Verwendung der in Frage stehenden Mittel. Damit würde im Ergebnis das Gegenteil dessen, was mit der Verweigerung des Einvernehmens erreicht werden sollte, nämlich ein bestmöglicher Schutz der Umwelt, in sein Gegenteil verkehrt. Deshalb wäre die Maßnahme ungeeignet und damit ein Verstoß gegen das Verhältnismäßigkeitsprinzip.

Das Umweltbundesamt führt auf dieser Grundlage eine Vergleichsbetrachtung der in Frage kommenden Mittel durch und ermöglicht - soweit nicht nachhaltig schädliche Wirkintensitäten dem entgegenstehen - den jeweils „umweltverträglichsten“ Mitteln eine Zulassung. Die Zulassung wird auf einen kürzeren Zeitraum befristet. Nach Ablauf dieser Frist wäre zu prüfen, ob als Alternative Mittel zur Verfügung stehen, die ökologisch unbedenklicher sind. Damit würde auch den Herstellern signalisiert, dass bei Verfügbarkeit eines umweltverträglicheren Mittels die Zulassung nicht mehr verlängert wird.

## Chemischer Pflanzenschutz als Produktionsfaktor in der modernen Pflanzenproduktion an der Schwelle zum 3. Jahrtausend

M. Reschke

Landwirtschaftskammer Hannover - Pflanzenschutzamt -, Wunstorfer Landstr. 9, 30453 Hannover

Nichts ist so beständig wie der Wandel. Ich will versuchen, diesen in 10 Thesen zu beschreiben und die möglichen Auswirkungen auf den Pflanzenschutz abzuschätzen.

### Thesen

Der ökologische Landbau wird eine Nischenfunktion behalten. Der integrierte Landbau ist die Landbauform für die breite Landwirtschaft. Gravierende Punkte wie die zu hohen Kosten für Nahrungsmittel und der hohe Flächenverbrauch sprechen dagegen, dass der ökologische Landbau zum Leitbild einer flächendeckenden Landwirtschaft wird, auch wenn er im Artenschutz gewisse Vorteile hat. Er ist einfach nicht effizient genug, und die schwere körperliche Arbeit ist ungeliebt. Die Stückkosten sind zu hoch und der Betriebsmitteleinsatz pro erzeugter Einheit nicht wesentlich anders als bei integrierter Landbewirtschaftung. Die Qualität lässt häufig zu wünschen übrig, die Frische ist durch die Direktvermarktung häufig von Vorteil. Im Kern lebt der Ökolandbau vom Geschäft mit der Angst. Der Verzicht auf die Gentechnik nimmt dem Ökolandbau die Chance, zum Leitbild zu werden.

Der Integrierte Landbau ist die Landbauform mit Zukunft, er vereinigt als Mittelweg die Vorteile beider Landbauformen und reduziert ihre Nachteile auf ein vertretbares Maß. Eine eingriffslose Landwirtschaft gibt es ohnehin nicht.

Der chemische Pflanzenschutz ist besser als sein Ruf. Er hat vier Hauptwirkungen: Höhere Erträge, bessere Qualitäten, bessere Beerntbarkeit und er ist arbeitserleichternd (s. Tab. 1). Er wird eine führende Rolle behalten, weil er hoch wirksam, preiswert und arbeitssparend ist. Der technische Fortschritt zu neuen, noch umweltfreundlicheren Pflanzenschutzmitteln ist hoch, und die Nebenwirkungen der Mittel werden immer geringer, aber nie ganz ohne diese sein.

Tab. 1: Pflanzenschutzmittel bewirken

höhere Erträge
bessere Qualitäten
bessere Beerntbarkeit
Arbeitserleichterungen

Die Ansätze zur Erhöhung der Vorsorge liegen in den Wirkstoffeigenschaften, der Reduzierung der Aufwandmengen, dem Zeitpunkt der Anwendung und der Verteilung der möglichen Risiken auf mehrere Schultern (s. Tab. 2).

Tab. 2: Ansätze zur Erhöhung der Vorsorge beim Schutz des Grundwassers

Wirkstoffeigenschaften:	geringe Versickerungsneigung, schlechter Abbau
Reduzierung der Aufwandmenge:	statt 2000 g/ha - 20 bis 200 g/ha
mehrere Wirkstoffe für eine Indikation:	Verteilung auf mehrere Schultern, damit Risikovorsorge
Zeitpunkt der Anwendung:	statt Herbst - Frühjahr (Gentechnik)

Schließlich muss man erkennen, dass es eine Reihe von Zielkonflikten bei der Entwicklung neuer Pflanzenschutzmittel gibt (s. Tab. 3). Daher sind Kompromisse notwendig.

**Tab. 3:** Unvereinbare Ziele bei der Entwicklung von Pflanzenschutzmitteln

<b>geringe Giftigkeit (für alle Organismen)</b>	<b>hohe Wirksamkeit</b>
spezifische Wirkung	wenige Behandlungen
schneller Abbau	lange Wirkung
nicht versickern	schneller Abbau

Der Preisdruck auf den Agrarmärkten wird zunehmen. Obwohl der Bedarf an Nahrungsmitteln steigt, werden die Preise für Nahrungsmittelrohstoffe in Deutschland eher abnehmen und sich dem Weltmarkt nähern. Die Subventionen werden reduziert und/oder an Umweltauflagen gekoppelt (s. Tab. 4).

**Tab. 4:** Grundzüge der Agenda 2000

Angleichung der Flächenbeihilfe
unbegrenzte Flächenstilllegung
Kopplung der Beihilfe an Umweltauflagen

Der Weltmarktpreis an der Börse in Chicago lag am 10.11.1999 bei 16 Dollar je dt. Die Erzeugerpreise für Brotweizen lagen im März 1999 in Ungarn bei 7, der Slowakei bei 8 und in Polen bei 8,5 Euro deutlich unter denen von Deutschland mit 11,5 Euro. Mit der Erweiterung der EU in Richtung Osten werden die Stützungsmaßnahmen der EU eher zurückgehen, weil das Geld fehlt und der Druck auf die Preise zunehmen. Die Zuckermarktordnung wird schrittweise verändert, d. h., der hohe Außenschutz abgebaut werden, so dass auch hier der in der Regel niedrige Weltmarktpreis zu sinkenden Erzeugerpreisen führen wird.

Was heißt das für den Produktionsfaktor Pflanzenschutz? Grundsätzlich besteht auch hier der Zwang, Kosten zu sparen, d. h. billiger zu werden. Entweder die Hersteller von Pflanzenschutzmitteln senken die Preise oder es wird weniger angewendet werden. Aber so einfach ist es im Detail nicht. Auch das Gegenteil wird unter bestimmten Voraussetzungen richtig sein.

Bei zurückgehenden Preisen für die Agrarprodukte müsste die Pflanzenschutzintensität zumindest bei den teureren Fungiziden sinken. Andererseits wird der Preisdruck insbesondere auf die Festkosten im Betrieb (Maschinen, Löhne etc.) dazu führen, dass die Betriebe größer werden und aus Kostengründen auf den Pflug verzichten, was wiederum zu mehr Pflanzenschutz führen kann (DTR, Tresse, Quecke). Gesundheitsvarianten führten bei Aufwendungen von 399 DM/ha zu Ertragssteigerungen von 39 dt/ha auf 83 dt/ha = 104 % (s. Tab. 5). Die Fruchtfolgen werden einfacher und die Saatzeiten werden auseinander gezogen, d. h., es wird auch früher gesät mit den Problemen mehr Mehltau, mehr Unkräuter, mehr Halmbruch etc. Die vorbeugenden ackerbaulichen Maßnahmen zur Reduzierung des Auftretens von Schadorganismen treten in den Hintergrund. Der integrierte Pflanzenschutz wird daher eher erschwert, d. h. die Fruchtfolgen werden einfacher und die Saatzeiten auseinander gezogen, denn eine 4 m Sämaschine für Getreide und ein Mann müssen nun 900 - 1 000 ha säen.

**Tab. 5:** Fungizidversuch zur Bekämpfung von DTR (*Drechslera tritici-repentis*) nach Mulchsaat (Sorte: Ritmo - Standort: Lamspringe; 1998 - Bodenbearbeitung: ohne Pflug, Grubber 2x)

VG	PSM-Applikationen				Blattbefall (%) auf F u. F-1 in		
	BBCH 31/32	BBCH 37/39	BBCH 51/55	BBCH 61	Kosten* DM/ha	BBCH 75**	Relativer Kornertrag
	98-05-01	98-05-17	98-0605	98-06-12	DTR		
VG 1	Kontrolle				0,--	22,3	100=39 dt/ha
VG 2	Amistar 0,8 l/ha	Amistar 0,8 l/ha	Amistar 0,8 l/ha	Amistar 0,8 l/ha	399,--	8,8	204
VG 3	Amistar 0,8 l/ha	Amistar 0,8 l/ha		Amistar 0,8 l/ha	299,--	15,4	188
VG 4	Simbo 0,7 l/ha + Amistar 0,5 l/ha	Amistar 0,3 l/ha Corbel 0,2 l/ha		Amistar 0,5 l/ha	231,--	20,1	177
VG 5 ProPlant	Amistar 0,8 l/ha + Opus Top 0,5 l/ha (in BBCH 34/37)		Amistar 0,8 l/ha + Opus Top 0,5 l/ha		258,--	18,0	166
VG 6	Juwel 0,5 l/ha	Juwel 0,4 l/ha		Juwel 0,5 l/ha	211,--	17,0	153
				*GD 5 % (Tukey- Test):		8,65	

\*) Landhandelspreise + 25,-- DM/ha Ausbringungskosten, \*\*) Befallssumme (1. - 2. Blatt)

Die Folge früher Saat ist mehr Mehltau, mehr Unkräuter, mehr Halmbruch auf einem Teil der Fläche. Die Aufwendungen, diese Schaderreger zu bekämpfen, sind geringer als eine zweite Sämaschine und ein zusätzlicher Mann. Dies gilt im Prinzip auch für den Pflanzenschutz und sein Ausbringungsgerät, es ist jedoch viel leistungsfähiger als eine Sämaschine. Unter solchen Situationen tritt die vorbeugende ackerbauliche Maßnahme „Saatzeit“ oder der Pflug als eine breit wirksame Pflanzenschutzmaßnahme zur Reduzierung des Auftretens von Schadorganismen aus ökonomischen Gründen in den Hintergrund. Der klassische Integrierter Pflanzenschutz wird damit eher erschwert und die Aufwendungen für den Pflanzenschutz steigen bei dieser Situation. Am Beispiel der Mulchsaat von Weizen nach Weizen sei dies deutlich gemacht. Bei Mulchsaat von Weizen nach Körnermais können Fusariumpilze so stark auftreten, dass sich der Anbau verbietet.

Die abnehmende Wirtschaftlichkeit der Fungizide wird Anpassungsmaßnahmen erfordern. Entweder muss die Industrie die Preise senken oder die Maßnahmen müssen gezielter, d. h. dem Standort, der Anfälligkeit der Sorten und dem Jahreseinfluss angepasst, eingesetzt werden, um die gleiche Wirtschaftlichkeit zu erzielen. Insbesondere die verbesserte Resistenz des Winterweizens gegenüber Mehltau und Rosten führt dazu, dass selbst eine gezielte Doppelbehandlung mit halber Aufwandmenge in den empfindlichen Stadien 37 bis 53 oder eine Infektionstermin-bezogene Behandlung nach ProPlant im Durchschnitt der letzten 5 Jahre im Kammergebiet Hannover kaum noch lohnt. Bei einem Weizenpreis von 18 DM/dt lag der Nutzen bei resistenten Sorten nur bei 14 bzw. 13 DM/ha (s. Tab. 6). Zum Vergleich dazu

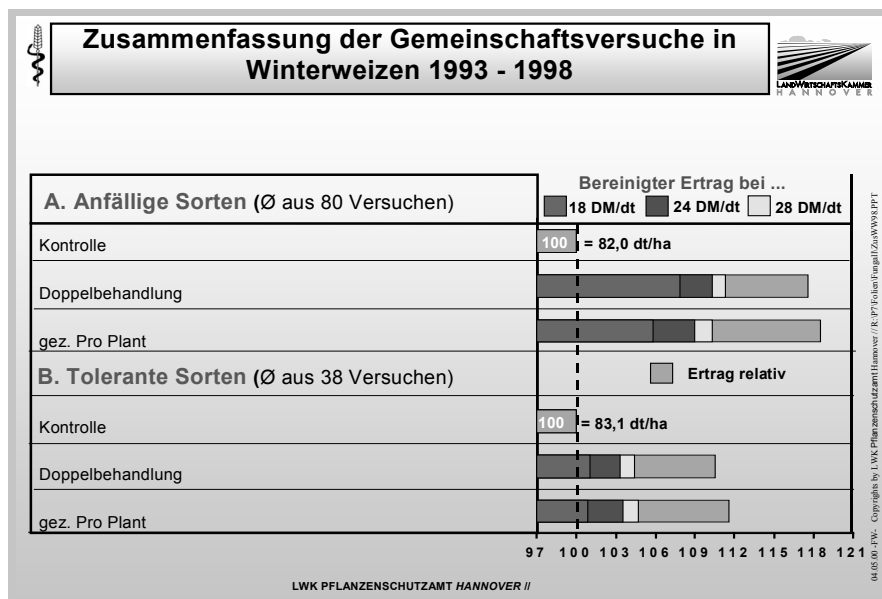
bringt der gleich Pflanzenschutz in anfälligen Sorten selbst bei einem Weizenpreis von 18 DM/dt noch 6 - 9 dt/ha kostenbereinigten Ertragszuwachs. Die Erträge der anfälligen Sorten lagen um 4 % höher, dies führt dazu, dass die resistenten Sorten immer noch eine untergeordnete Rolle spielen (s. Abb. 1).

**Tab. 6:** Zusammenfassung der Gemeinschaftsversuche in Winterweizen 1993 - 1998 im Kammergebiet Hannover

A. Anfällige Sorten, Ø aus 80 Versuchen		Erlösdifferenzen (DM/ha) bei ...			
Variante	Erträge (dt/ha)	Kosten (DM/ha)	28,-- DM/dt	24,-- DM/dt	18,-- DM/dt
Kontrolle	82,0	0	2296	1968	1476
Doppelbehandlung	96,4	143	260	202	116
gez. ProPlant	97,2	188	237	176	85

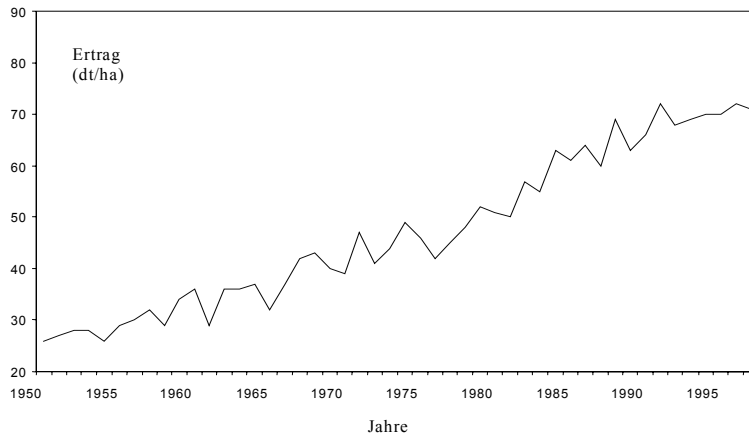
  

B. Tolerante Sorten, Ø aus 38 Versuchen		Erlösdifferenzen (DM/ha) bei ...			
Variante	Erträge (dt/ha)	Kosten (DM/ha)	28,-- DM/dt	24,-- DM/dt	18,-- DM/dt
Kontrolle	83,1	0	2327	1994	1496
Doppelbehandlung	91,8	142	101	67	14
gez. ProPlant	92,7	160	110	71	13



**Abb. 1:** Zusammenfassung der Gemeinschaftsversuche in Winterweizen 1993 - 1998

Die Ertragssteigerung und Qualitätsverbesserung werden weiter zunehmen bei gleichzeitiger Abnahme des Inputs an Betriebsmitteln. Von 1950 bis 1995 haben die Winterweizenerträge in Westdeutschland von 28 dt/ha auf knapp 80 dt/ha zugenommen (s. Abb. 2). Das entspricht einer Ertragssteigerung von 1,2 % pro Jahr. Dazu beigetragen haben die Züchtung, die Technik von Bodenbearbeitung, Pflege und Ernte und der Pflanzenschutz (s. Abb. 3).



**Abb. 2:** Ertragsentwicklung der Winterweizenerträge in den alten Bundesländern 1950 – 1995

Ein Ende dieser Entwicklung ist offenbar nicht in Sicht, die genetischen Grenzen sind nicht erreicht und der technische Fortschritt geht weiter. Die neuen Möglichkeiten, *Ophiobolus* an Wurzeln zu bekämpfen, und viele verschiedene Möglichkeiten, mit Hilfe der Gentechnik Ertrag, Qualität und Resistenz zu beeinflussen, werden den Fortschritt eher beschleunigen (s. Abb. 3). Den Fortschritt bei der Bekämpfung der Schwarzbeinigkeit dokumentiert Tab. 7.

Extensivierung wird nur auf ganz schwachen Standorten das Mittel der Wahl sein, die Effizienz zu steigern.



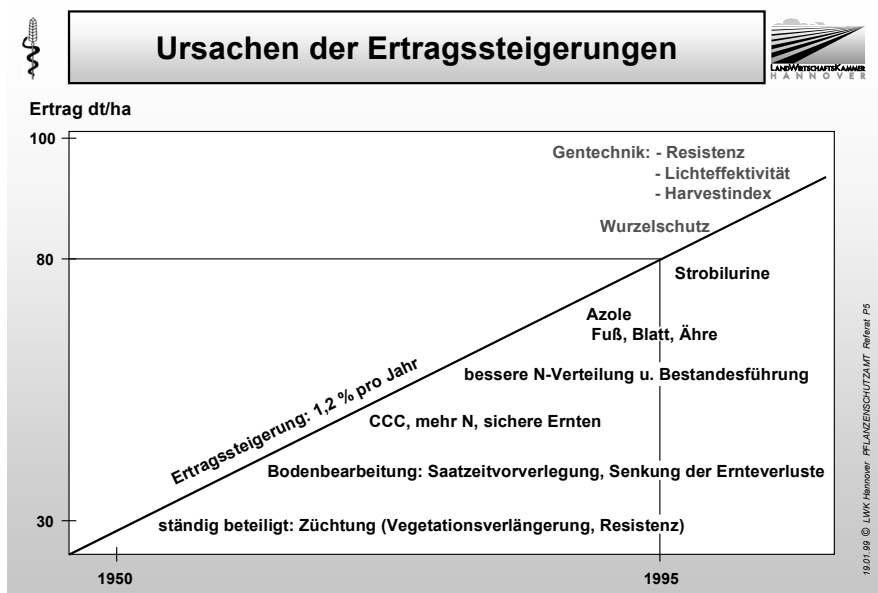


Abb. 3: Ursachen der Ertragssteigerungen

Tab. 7: Beizversuche gegen Schwarzbeinigkeit an Weizen (Zusammenfassung aus mehreren Versuchen im Gebiet der LWK Hannover)

Standardbeizung		Standardbeizung + Fluquinconazol 450 ml/dt		Standardbeizung + Monsanto 25 g/dt	
Befallswert	Ertrag dt/ha	Befallswert	Ertrag dt/ha*	Befallswert	Ertrag dt/ha**
21,02 (2,9 - 38)	87,17 (73,02 - 99,0)	9,07 (2,9 - 18,2)	94,18 (+7) (85,3 - 101,2)	--	--
23,3 (3,5 - 34)	84,86 (77,7 - 93,3)	--	--	14,26 (3,0 - 38)	88,9 (+4) (84,00 - 100,5)

\* 6 Versuche: 1x Toronto

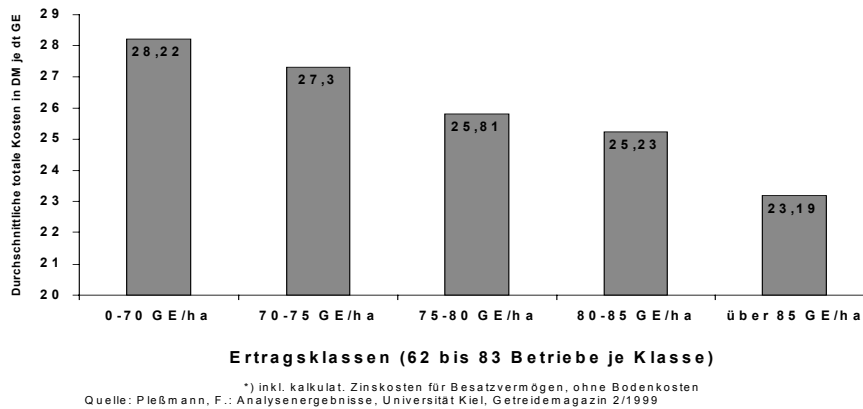
\*\* 5 Versuche: 5x Toronto ( ) = Streubreite (2x Ritmo, 2x Bandit, 1x Pepital)

Die standortspezifische Bewirtschaftung wird zunehmen. Auf guten Standorten mit ausreichender Wasserversorgung wird die Pflanzenschutzintensität durch innovative Maßnahmen eher zunehmen, auf schlechten Standorten dagegen abnehmen.

Auf guten Sandorten mit ausreichender Wasserversorgung wird auf technischen Fortschritt und hohe Intensität im Pflanzenschutz gesetzt werden, um geringe Stückkosten, d. h. höchste Effizienz zu erreichen.

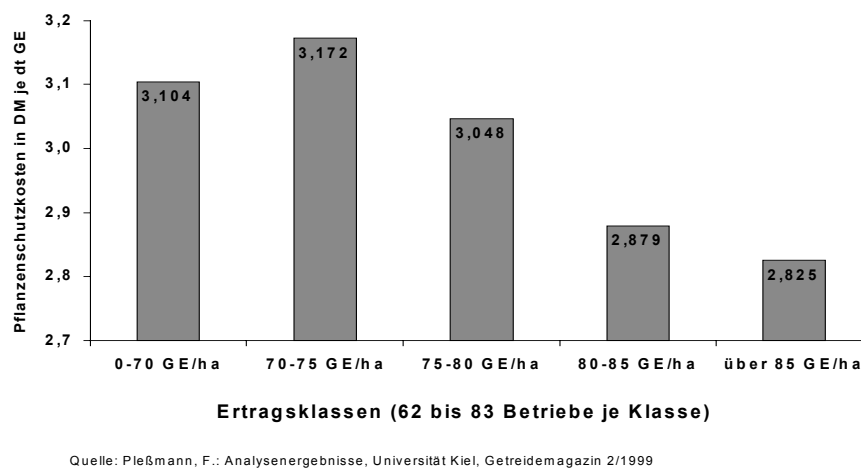
Auf Standorten mit schlechten Bodenqualitäten und/oder geringer Wasserversorgung wird bei sinkenden Getreidepreisen eher durch Kostensenkung, d. h. geringeren Einsatz von Pflanzenschutzmitteln, der Gewinn eher verbessert werden können.

Das Hauptaugenmerk muss jeder Betrieb auf möglichst hohe Erträge legen, denn entscheidend für den Erfolg sind niedrige Stückkosten. Aus den Buchführungsunterlagen von mehreren 100 Betrieben in Schleswig-Holstein und Niedersachsen hat Herr Pleßmann am Lehrstuhl von Prof. Langbehn, Universität Kiel, Stückkosten von 28,22 DM/GE bei Erträgen bis 70 GE/ha und 23,19 DM/GE bei Erträgen über 85 GE/ha (s. Abb. 4). D. h., die Differenz beträgt 5 DM und ist damit größer als der Durchschnittsgewinn der Ackerbaubetriebe insgesamt.

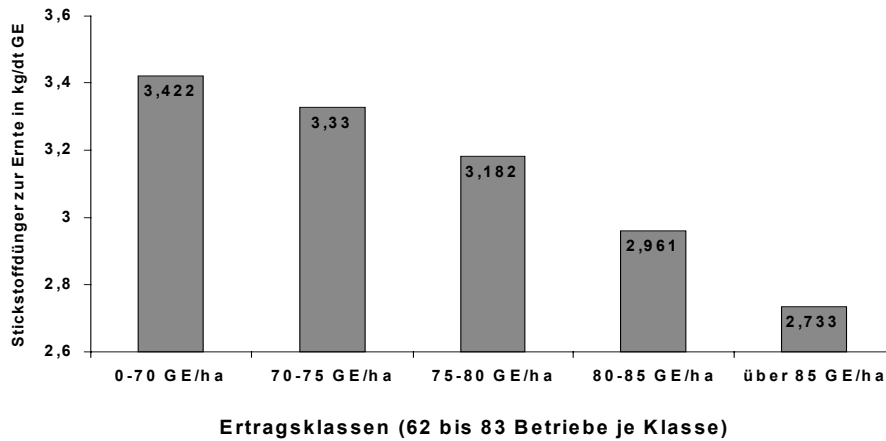


**Abb. 4:** Durchschnittliche totale Kosten\* in DM je dt GE in Abhängigkeit vom Naturalertrag

Höhere Erträge erfordern tendenziell auch höhere Aufwendungen an Pflanzenschutzmitteln. Pro erzeugter Einheit nehmen diese jedoch von 3,10 bis 70 GE/ha auf 2,82 DM/dt/GE über 85 GE/ha ab (s. Abb. 5). Ähnliches gilt für den Stickstoff (s. Abb. 6).



**Abb. 5:** Pflanzenschutzkosten in DM je dt GE in Abhängigkeit vom Naturalertrag



Quelle: Pleßmann, F.: Analysenergebnisse, Universität Kiel, Getreidemagazin 2/1999

**Abb. 6:** Stickstoffdüngemitelesatz in kg je dt GE in Abhängigkeit vom Naturalertrag

Gezielter, d. h. standort-, sorten- und jahreseinflussbedingter Pflanzenschutz wird an Bedeutung gewinnen, Prognosemodellen und Beratung neue Chancen eröffnet.

Andererseits fordern größere Betriebe einfachere und sichere Strategien. Der größere Betrieb kann nicht mehr „auf den Punkt“ behandeln, muss vorhalten im Termin und der Aufwandmenge, um die teuren Vorleistungen von 1 000 DM/ha für Saatgut, Düngung, Bodenbearbeitung und Pflanzenschutz abzuschern. Welche Strategie für welchen Standort die richtige sein kann s. Tab. 8.

**Tab. 8:** Empfehlung bei sinkenden Getreidepreisen

- 
- extensivieren?
  - intensivieren?
  - optimieren?
- 

Festkosten senken ist sinnvoller, als bei den variablen Kosten ins Risiko zu gehen.

---

**Auf guten Böden und ausreichend Wasser:**

- hohe und sichere Erträge anstreben,
- steigende variable Kosten in Kauf nehmen

**Auf schlechten Böden und/oder Wasserknappheit:**

- Kosten senken, Erträge halten,
- höhere Ertragsschwankungen in Kauf nehmen
- resistente Sorten (Aristos)
- statt 4mal 1- bis 2mal behandeln (IPS-Modell)
- Aufwandmengen senken

Frage: Senkt die Industrie die Preise für Betriebsmittel?

**Tab. 9:**

- 
- Grenzen und Gefahren für steigende Erträge beim Weizen
  - Wasser (Menge und Verteilung)
  - neue bodenbürtige Virose
  - verengte Fruchtfolgen (Senkung der Rapsprämie)
  - Mulchsaat
- 

<b>Mehrkosten ca.</b>		<b>Einsparungsmöglichkeiten</b>	
Nachbaugebühr 20 bis 40 % Z	+ 10,-- DM	Festkosten!!	-100,-- DM
IPU-Ersatzprodukte	+ 40,-- DM	dünne Saat	- 30,-- DM
Resistenzabwehr Strobilurine	+ 30,-- DM	resistente Sorten	- 60,-- DM
DTR-Zunahme	+ 30,-- DM	PS nur bei Bedarf (IPS-Modelle)	- 30,-- DM
Fusariosen, Mycotoxingrenzwert	+ 30,-- DM	GPS, gezieltere Düngung,	- 30,-- DM
		N-Überhang red.	- 30,-- DM

Das Lückenindikationsproblem wird eher größer als kleiner werden. Das Verfahren der EU-Registrierung der Wirkstoffe wird zum Wegfall von alten Wirkstoffen führen, so dass in wenigen Jahren nur 200 - 250 Wirkstoffe EU-weit zur Verfügung stehen werden. Die meisten Lücken sind jedoch z. Z. mit alten Wirkstoffen geschlossen worden. Die zusätzlichen Instrumente neben der Zulassung, Genehmigung und Ausnahmegenehmigung im Einzelfall erteilen zu können, werden helfen, aber nicht alle Probleme lösen. Die Forschung nach Alternativen zur Chemie muss verstärkt werden.

Die Regulierungsdichte wird eher zu- als abnehmen. Die Honorierung von Umweltleistungen, integrierter Pflanzenschutz als spezielle Landbauform mit besonders hohen Anforderungen, die Verrechtlichung der guten fachlichen Praxis, die Kopplung der Subventionen an Auflagen, die z. Z. an die ordnungsgemäße Landbewirtschaftung und gute fachliche Praxis gekoppelt sind, werden zukünftig vielleicht teilweise an Umweltindikatoren der OECD gekoppelt. Die Komplexität des biologischen Systems Landbau in 32 Boden-Kleinregionen in Deutschland und Variabilität der Produktion unter freiem Himmel setzen jedoch Grenzen für praxisgerechte Lösungen.

Auch der Verbraucher und der Handel werden immer mehr bestimmen wollen, wie produziert wird. Die Politik sucht nach globalen Lenkungsinstrumenten, z. B. eine Steuer auf Pflanzenschutzmittel. In Schweden und Dänemark sind die Erfolge damit jedoch eher bescheiden. Die gleiche Reduzierung an der Menge von Pflanzenschutzmitteln hat Deutschland durch neue Wirkstoffe auch erreicht. In Frankreich ist

die Steuer kein ökologisches Instrument, denn diese ist an der Humantoxizität in 7 Klassen festgemacht (s. Tab. 10) und erklärtermaßen zur Finanzierung der 35-Stunden-Woche gedacht.

**Tab- 10:** Ökosteuer (Nach UIPP 27/09)

Tox/Ecotox	R50-R50/53	R51/58	R52-R58- R52/R53	NC
T+	7	6	5	4
T oder Xn	6	5	4	3
Xn - Xi - C	5	4	3	2
NC	4	3	2	1

Xn mit R33 - R39 - R40 - R45 - R46 - R48 - R60 - R61 - R62 - R63 - R64

Tabelle	Wirkstoffe
Klasse 7	11 000 FF / Tonne
Klasse 6	9 000 FF / Tonne
Klasse 5	7 000 FF / Tonne
Klasse 4	5 500 FF / Tonne
Klasse 3	4 000 FF / Tonne
Klasse 2	2 500 FF / Tonne
Klasse 1	0 FF / Tonne

Die Landwirtschaft muss die Problembereiche aktiv angehen, um Vertrauen zurückzugewinnen.

Lebensmittelkandale wie gepanshtes Olivenöl, BSE, Klärschlamm in Futtermitteln, Ochsenblut im Wein etc. haben den Verbraucher verunsichert. Probleme wie: artgerechte Tierhaltung - Stickstoffüberhang von 100 kg/ha und Jahr, Erosion, Pflanzenschutzmittel im Grund- und Oberflächenwasser, Rückstände in Babynahrung und Artenverarmung werden in diesem Zusammenhang immer wieder genannt. Der Weg, umweltfreundliche Pflanzenschutzmittel sparsam im Konzept des Integrierten Pflanzenschutzes nach den Regeln der guten fachlichen Praxis angewandt, ist beim Verbraucher weithin nicht bekannt. Hier gilt es mehr zu tun.

Der technische Fortschritt wird eher zu- als abnehmen und damit die Effizienz der Produktion und des Pflanzenschutzes weiter verbessern.

Züchtungsfortschritt durch Gentechnik. Die Verbesserung der Resistenz und die Qualitätsverbesserung stehen im Vordergrund der Forschung (s. Tab. 11).

Die Wünsche der Praxis an die Gentechnik sind insbesondere auf die Bereiche gerichtet, die konventionelle Züchtung nicht leisten kann (s. Tab. 12). Insbesondere die Züchtung einer Sorte mit breiter Resistenz scheint z. Z. schwierig. Viele Winterweizensorten sind nur gegen die drei Schaderreger Mehltau, Gelb- und Braunrost hoch resistent (besser als Note 4). Gegen Septoria, Ährenfusariosen und eingeschränkt HTD sind kaum resistente Sorten vorhanden (s. Abb. 7). Dabei sind die mycotoxinbildenden Fusarien an pfluglos bestelltem Winterweizen nach Körnermais ein schwerwiegendes Problem (s. Tab. 13), zumal mit chemischen Mitteln nur bescheidene Teilwirkungen erreichbar sind.

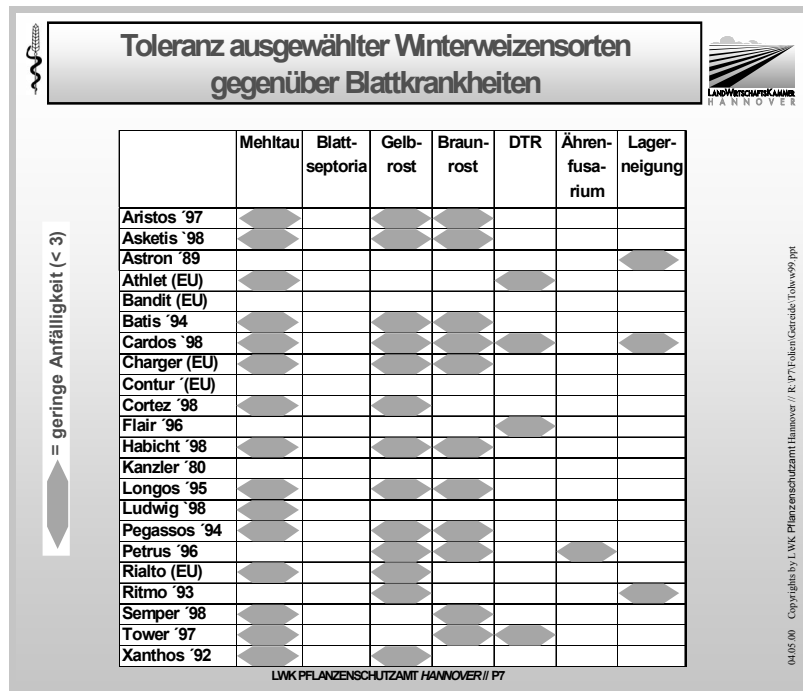


Abb. 7: Toleranz ausgewählter Winterweizensorten gegenüber Blattkrankheiten

Tab. 11: Fortschritte im Pflanzenschutz durch Gentechnik

Bekämpfung von	Vorteile
Schädlingen BT gegen Zünsler (Mais)	lange, gute Wirkung keine Anwendung von PSM
Unkraut Basta, Roundup	breite Wirkung unabhängig von Bodeneigen-schaften Schadenschwellenprinzip sehr umweltfreundliche Mit-tel
Viren Rhizomania (ZR) Y-Virus (Kart.) Vergilbung (ZR)	neues Prinzip Senkung des Inokulum im Boden Resistenzvermeidung
Bakterien Schwarzbeinigkeit Ring- und Schleimfäule (Kart.)	neues Prinzip erstmalig bekämpfbar
Pilze Blattkrankheiten (ZR)	neue Prinzipien Resistenzvermeidung
Nematoden zystenbildende (ZR)	Resistenzvermeidung bessere Wirkung

**Tab. 12:** Wünsche an die Gentechnik bei Getreide

<b>Brechung der negativen Korrelation von:</b>
Eiweißgehalt und Ertrag
kurze Vegetation / geringer Ertrag
gesund / geringer Ertrag
kurz und krank
lang und lagerfähig

**Tab. 13:** Einfluss von Witterung und Pflanzenbau auf den Deoxynivalenol-Gehalt von Weizen

<b>Witterung von Pflanzenbaumaßnahmen</b>	<b>DON-Risikofaktor</b>
Witterung warm mit einem Regen, Weizen Mitte Ährenschieben bis Ende Blüte	3
Vorfrucht Silomais und Pflugfurche	1,5*
" " Minimalbodenbearbeitung	6,7*
Vorfrucht Körnermais und Pflugfurche	4,6*
" " Minimalbodenbearbeitung	17,2*
Weizensorte	bis max. 4

\* *Fusarium*-Monitoring 1993 - 1997; gewogenes Mittel aus pro Jahrgang errechneten Risikofaktoren  
 Basis 1 =  $\phi$  aller Nicht-Mais-Kulturen unabhängig von der Bodenbearbeitung  
 Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur u. Pflanzenbau

### **Wirkstoffforschung**

Einen wesentlichen Fortschritt in der Risikominderung des chemischen Pflanzenschutzes stellen neue Wirkstoffe dar.

Naturidentische Wirkstoffe mit geringen Aufwandmengen unter 100 g/ha, damit weniger Rückstände und leichtere Einhaltung des Trinkwassergrenzwertes, günstige Stoffeigenschaften zum Schutz von Boden, Wasser und Luft, Nützlingen etc. werden viele Risiken mindern helfen. Das Trink- und Grundwasser ist, von Ausnahmen abgesehen, so gut wie frei von Pflanzenschutzmittelrückständen. Nur 6 von 260 Wirkstoffen führen bis 1997 beim heutigen Messnetz gelegentlich zu Überschreitungen des Trinkwassergrenzwertes (s. Tab. 14).

Angesichts der geringen Funde, die auch auf den häufigen Gebrauch und das Waschen der Geräte zurückzuführen ist, besteht kein ausgesprochener Handlungsbedarf.

Gefördertes Trinkwasser hat keine Probleme es sei denn, es wird Oberflächenwasser zu Trinkwasser herangezogen, d. h., der Filter Boden wird ausgeschaltet (z. B. Stevertal).

Die Ausbringungstechnik hat sich nicht nur durch zunehmende Saatgutbehandlung deutlich verbessert. Recyclinggeräte im Wein und Obstbau, die die Abdrift um 90 % reduzieren, und die ID-Düsen mit geringem Druck im Ackerbau gefahren reduzieren die Abdrift um 75 %.

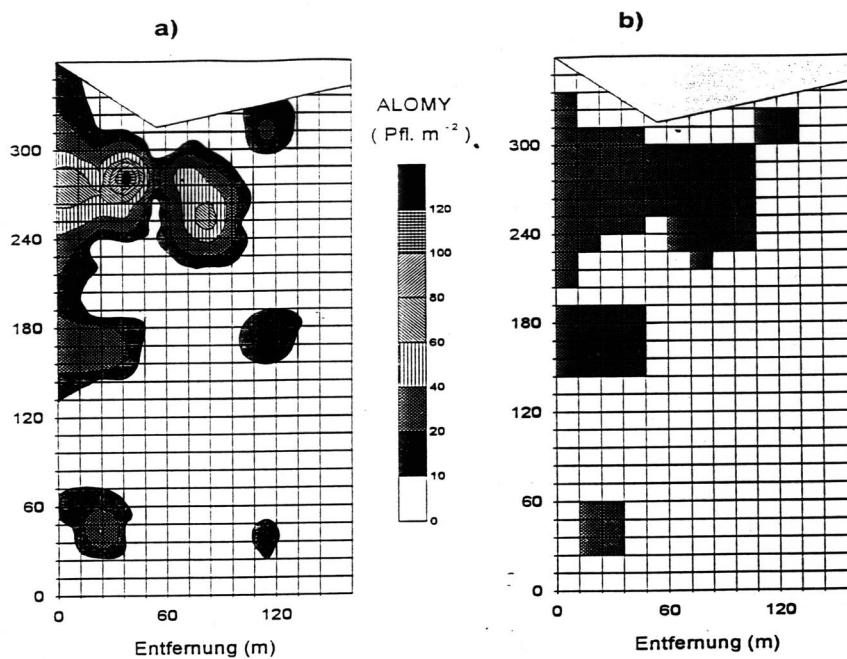
**Tab. 14:** Überschreitungen des TGW bei zugelassenen Pflanzenschutzmitteln 1997:

	Anzahl Messstellen > 0,1 µg/l <sup>1)</sup>	n.n.
0,8 % Diuron (Eisenbahn)	26	98,5 %
0,5 % Mecoprop	13	98,9 %
0,5 % Bentazon	13	98,3 %
0,3 % Terbutylazin	14	98,7 %
0,2 % Isoproturon	12	99,2 %
0,2 % Metazachlor	10	99,5 %
etc.		

<sup>1)</sup> von 2000 - 3000 Messstellen - 28 % der Messstellen zeigen Befunde; bei 10 % ist der TGW überschritten

Teilflächenspezifischer Pflanzenschutz durch Kameras vor der Düse könnte möglicherweise zukünftig bei bestimmten Erregern und Böden (Nematoden, Disteln) die Anwendung erheblich reduzieren.

Bei Ackerfuchsschwanz auf stark wechselnden Böden haben Reduzierungen um 70 - 80 % ergeben (s. Abb. 8). Das theoretische Potential ist bei Samenunkräutern weniger (s. Tab. 15).



**Abb. 8:** Teilflächenorientierte Unkrautbekämpfung; Acker-Fuchsschwanz-Verteilung und Rasterzellen (12 x 12 m); Rasterzellenorientierte Handlungsanweisung für die Herbizidapplikation.



**Tab. 15:** Potentiale für teilflächenspezifischen Pflanzenschutz

Keine Möglichkeit, keimende Unkräuter zu erfassen!!!

<b>Theoretisches Potential zur Einsparung von Herbiziden:</b>	
bei Wurzelunkräutern	50 - 80 %
bei Samenunkräutern	0 - 50 %
Praktische Realisierbarkeit mit GPS:	
mittel: Distel- und Queckennester nach Handeingabe	
gering: gezielte Bekämpfung von Samenunkräutern	
Alternativen zu GPS:	
Sensoren zur Grünerkennung vor den Düsen	(Quecke und Stoppel)
	(Distel im reifen Bestand)

**Problem**

Die Bildanalyse zur Ermittlung des Unkrautdeckungsgrades kleiner Unkräuter vor Düse und nach Schadensschwelle für Unkrautgruppen erfordert Rechner, die es heute noch nicht gibt.

**Prognosemodelle auf dem Vormarsch**

Weitere Fortschritte sind bei der sicheren Ermittlung der Anwendungsnotwendigkeit zu erwarten. Computersimulation des Schaderregerauftretens, Prognosemodelle wie ProPlant werden unnötige Behandlungen vermeiden helfen, zumindest aber die Beobachtungszeit einengen können. Zur schnellen Verfügbarkeit aller Daten, die für die Integrierte Pflanzenproduktion von Bedeutung sind, bietet sich eine Vernetzung aller relevanten Daten in der Bundesrepublik über Internet an (s. Tab. 16). Eine Vorstudie hat ergeben, dass dies sinnvoll und machbar ist, auch wenn es nicht einfach ist.

**Tab. 16:** Anbieter von Daten für die Integrierte Pflanzenproduktion (ISIP) 1999

<b>Bund</b>	<b>Länder</b>	<b>Private</b>	<b>Betrieb</b>
BML-AID	PS-DIENST	PROPLANT	SCHLAGKARTEI
Pflanzenschutz Profi	Befallssituation	LIZ (Rübenherbizid)	(schlagspez. Daten)
Interaktives Lernprogramm	Prognosen	Kemira (Loris)	GPS, Ertragskarte
BBA	PASO	Düngung mit GPS	Ertragserwartung
Wirkung und Eigenschaften von Pflanzenschutzmitteln	Schadensschwellen	Claas	Bodenproben
Eigenschaften von Pflanzenschutzgeräten	Bekämpfungsempf.*	GPS	Wetterdaten
BSA	Wirtschaftlichkeit*	KLÖPPER + WIEGE	Schaderregerauftreten
Sorteneigenschaften	Pflanzenbau	Private Wetterdienste	Vorjahr
DWD	regionale Sortenempfehlungen		aktuell
Wetterdaten	Düngeempfehl.*		Gewässersituation
Wetterprognosen	N-Min-Werte		Schlagkraft
phänologische Daten	* jeweils Rückgriff auf aktuelle, regionale Versuchsergebnisse		
Verdunstung	UNI KIEL		
	IPS-Modelle		
	N-Rechenmodell		

Integrierter Pflanzenschutz muss mit Kompromissen leben. Die veränderten Rahmenbedingungen und die vorrangigen Schutzziele wie Erosion erfordern gelegentlich auch ein Mehr an Pflanzenschutzmitteln.

Erosionsschutz durch Mulchsaat, Festkostensenkung (s. These 3.), flächenstarke Betriebe (s. These 3.), zunehmende Qualitätsanforderungen fordern gelegentlich auch ein Mehr an Pflanzenschutzmitteln.

Der Pflanzenschutz ist eine Hilfswissenschaft und nicht der Nabel der Welt. Die Ökonomie bestimmt wesentlich, wie der Pflanzenschutz eingesetzt wird, und nicht die wissenschaftliche Idee des Integrierten Pflanzenschutzes oder die Definition unbestimmter Rechtsbegriffe ändert daran auch nichts.

So hat die mechanische Unkrautbekämpfung als einzige Alternative zur Chemie drei gravierende Nachteile (s. Tab. 17).

**Tab. 17:** Grenzen mechanischer Unkrautbekämpfung

<b>Mechanische Unkrautbekämpfung bleibt eine Nische, weil sie folgende Probleme hat</b>
mangelnde Wirkung
erosionsfördernd
geringe Flächenleistung
höherer Energieeinsatz als chemische Verfahren

### Grenzen biologischer Bekämpfung

Die biologische Bekämpfung hat trotz massiver Forschungsförderung nur bei tierischen Schadorganismen im Gewächshaus und in Dauerkulturen einige Erfolge aufzuweisen (s. Tab. 18). Im Ackerbau ist es lediglich *Bacillus thuringiensis* gegen Maiszünsler und evtl. die Bekämpfung des Kartoffelkäfers, die praxistauglich sind. In den kurzlebigen Ackerbaukulturen sind biologische Gegenspieler und Verfahren, die darauf aufbauen, grundsätzlich weniger erfolgreich als in Dauerkulturen. Eines der wenigen guten Beispiele integrierter Bekämpfung im Ackerbau ist die Brachfliegenbekämpfung (s. Tab. 19). Hier werden ackerbauliche Komponenten wie Saatzeit und Bodenbearbeitung mit einer Beizung kombiniert.

**Tab. 18:** In die Praxis eingeführte Verfahren

<b>Nützlich oder Krankheitserreger</b>	<b>Damit zu bekämpfender Schädling</b>
<i>Bacillus thuringiensis</i>	Zahlreiche Schmetterlingsarten im Forst, im Gemüse-, Obst- und Zierpflanzenbau, im Ackerbau (Maiszünsler), im Weinbau (Traubenwickler)
<i>Trichogramma</i> -Schlupfwespen	Maiszünsler, Wickler im Obstbau
<i>Encarsia</i> -Schlupfwespe	Weißer Fliege (unter Glas)
<i>Phytoseiulus</i> -Raubmilben	Spinnmilben (unter Glas)
<i>Aphidoletes</i> -Gallmücken	Blattläuse (unter Glas)
Florfliegen	Blattläuse (unter Glas)
<i>Heterorhabditis</i> -Nematoden	Dickmaulrüßler

nach Huber/BBA

**Tab. 19:** Integrierte Brachfliegenbekämpfung

<b>Saatzeit</b>	<b>Bekannte Befallsstandorte Schwarzerden, Aueböden, dunkle Parabraunerden</b>	<b>Gelegentliche Befallsstandorte hellere Parabraunerden</b>
bis ca. 25. Oktober alle Vorfrüchte	keine Bekämpfung	keine Bekämpfung
Ende Oktober Rüben, Kartoffeln	Pflugfurche, gute Rückverfestigung und tolerante Sorten wie Kanzler, Pegassos, Hanseat, Vivant, Campus*	gute Rückverfestigung und tolerante Sorten wie Kanzler, Pegassos, Hanseat, Vivant, Campus
Anfang November Rüben, Kartoffeln	Saatgutbehandlung mit Fastac 100 ml/dt, Contur plus 60 ml/dt oder Decis fl. 250 ml/dt	Pflugfurche, gute Rückverfestigung, toleran- te Sorten*
Ab 5.-10. November	Saatgutbehandlung mit Fastac, Contur plus oder Decis fl.	Saatgutbehandlung mit Fastac, Contur plus

\* = wenn eines der genannten Kriterien ausfällt → Saatgutbehandlung

Komplette Integrierte Pflanzenschutzsysteme für einzelne Kulturen gibt es nicht. Und wenn es sie gibt, würden sie vom ökonomischen Optimum wegführen bzw. nicht so effizient sein. Vielfältige Fruchtfolgen, den Schaderregern angepasste Saatzeiten und nicht dem optimalen Ertrag würde die Praxis nur anwenden, wenn sie dafür einen Ausgleich erhielte. Dafür sollte man sich im Rahmen der „Greenbox“ einsetzen, wenn man es ernst mit dem Integrierten Pflanzenschutz meint.

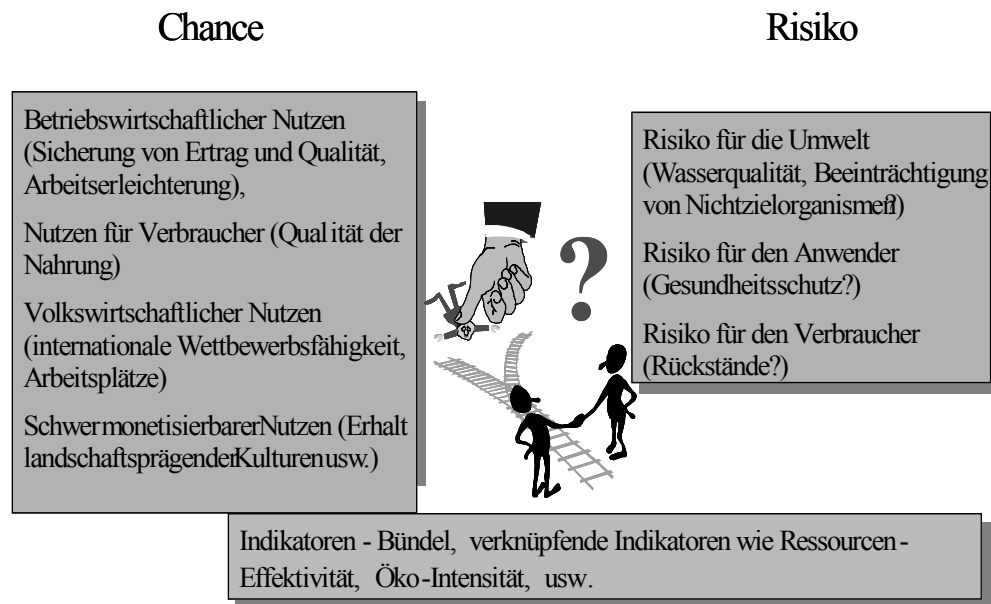
## Bewertung von Pflanzenschutz - Strategien mittels Risikoindikatoren

V. Gutsche und D. Roßberg

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Folgenabschätzung im Pflanzenschutz, Stahnsdorfer Damm 81, D - 14532 Kleinmachnow

### Einleitung

Das Konzept der nachhaltigen Wirtschaftsweise (UN-Agenda 21, EU-Agenda 2000) bildet das Leitbild der gegenwärtigen Agrarpolitik. Es verbindet die nachhaltige ökonomische Existenz der Landwirte mit der nachhaltigen Existenz der von der Landwirtschaft tangierten Ökosysteme. Um den Grad der Annäherung an dieses Leitbild sichtbar zu machen, sind von der Forschung objektive Parameter und Werkzeuge (Indikatoren) zu entwickeln. Von der OECD wurde ein entsprechendes Rahmenmodell vorgeschlagen, das Pflanzenschutz bezogen untersetzt werden muss.



**Abb. 1:** Aspekte Pflanzenschutz-bezogener Indikatoren für Nachhaltigkeit

Wichtig dabei ist, dass sowohl die Chancen als auch die Risiken der landwirtschaftlichen Produktionsmethoden zu bewerten sind. Auf den chemischen Pflanzenschutz bezogen, wurde bisher bei der Entwicklung und Anwendung von Indikatoren vor allem die Seite des Risikos betrachtet. Zukünftig sollte es gelingen, beide Aspekte durch ein Bündel von Indikatoren und durch verknüpfende Indikatoren zu erfassen.

Das von uns entwickelte Modell SYNOPS bewertet zunächst ebenfalls „nur“ das Risikopotential des Pflanzenschutzes für die Umwelt. Es werden nachfolgend zwei Anwendungsfälle vorgestellt, wobei im

letzteren versucht wird, durch die Definition der sogenannten „Öko-Intensität“<sup>1</sup> Aspekte des Nutzens und des Risikos in einer Zahl zu verknüpfen.

### Der Indikator SYNOPSIS

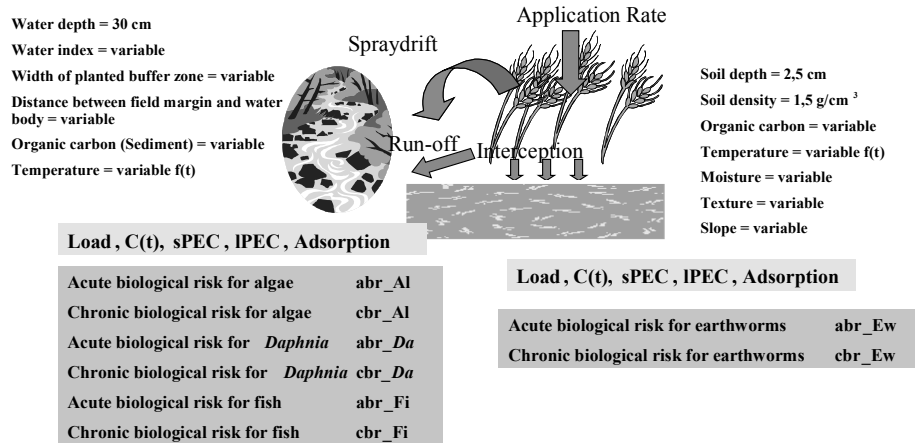
Auf den Pflanzenschutz bezogene Risiko – Indikatoren wurden inzwischen in einer Reihe von Ländern entwickelt. Im Auftrag der OECD und der EU zusammengestellte Übersichten findet man unter anderem bei EDWARTDS-JONES (1998), HART (1997) und LEVITAN (1997). Im Rahmen der „Concerted Action on Pesticide Environmental Risk Indicators (CAPER)“ wurden zum Beispiel acht in Europa entwickelte Indikatoren miteinander verglichen (REUS et al., 1999). Es wurde dabei klar, dass die Indikatoren bezüglich ihrer Ziele, einbezogener Kompartimente und betrachteter Effekte breit variieren. Einen Eindruck, soll die untenstehende Tabelle erwecken, ohne dass ein Anspruch auf Vollständigkeit erhoben werden kann.

**Tab. 1:** Beispiele von in Europa verfügbaren, auf den Pflanzenschutz bezogene Risiko - Indikatoren

	EYP (NL)	SYNOPSIS (DE)	p-EMA (GB)	Ipest (F)	EPRIP (I)	SyPEP (B)	PERI (SE)	IoL (DK)	(NOR)	Rextox (OECD)	Adscor (OECD)
<b>Target</b>											
Farmers	♦		♦	♦	♦	♦	♦				
Advisory	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦		♦		
Gouvermen	♦	♦			♦			♦		♦	♦
Consumer	♦						♦				
Water	♦			♦							
<b>Scales</b>								♦			
Pesticide	♦		♦	♦	♦		♦				
Crop	♦	♦	♦	♦	♦		♦			♦	♦
Farm	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦				
Region	♦	♦				♦				♦	♦
Country	♦	♦				♦		♦	♦	♦	♦
<b>Compartment</b>											
Ground	♦		♦	♦	♦	♦	♦				
Surface	♦	♦	♦	♦	♦	♦		♦	♦	♦	
Soil	♦	♦	♦		♦		♦	♦	♦		
Air		♦	♦	♦	♦		♦				
<b>Effects</b>											
Human	♦		♦	♦	♦	♦		♦	♦		
Aquatic	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦
Soil	♦	♦			♦		♦	♦	♦		
Bio-			♦				♦		♦		
Bees			♦				♦		♦		
Birds								♦	♦		

Das in der BBA entwickelte Bewertungsmodell SYNOPSIS befasst sich zunächst ausschließlich mit den Kompartimenten Boden und Oberflächengewässer und betrachtet als Indikator-Organismen Regenwürmer, Algen, *Daphnia* und Fische.

<sup>1</sup> Diese Kennziffer beruht auf einem Vorschlag der European Environment Agency (NOWICKI, 1998)



**Abb. 2:** SYNOPSIS - Modell: Randbedingungen und berechnete Indizes

Als Grundeinheit wird von einer Applikation eines Pflanzenschutzmittelwirkstoffes ausgegangen, für die das Modell Kenngrößen der Exposition in den beiden Kompartimenten berechnet. Die Exposition wird ins Verhältnis zur ökotoxischen Wirkung der Substanz auf die Testorganismen gesetzt. Als Ergebnis der Berechnungen entstehen Kennziffern des biologischen Risikos des Wirkstoffes. In der Abbildung 2 sind die wesentlichen Randbedingungen und die SYNOPSIS – Kennziffern, die das Modell für jede Applikation verwendet bzw. berechnet, angegeben. Einzelheiten zum Modell findet man in GUTSCHE & ROSSBERG, 1997 sowie in REUS et al. 1999.

Nach der Art, wie Applikationen zusammengestellt werden, inwieweit Applikationsbedingungen berücksichtigt werden und wie die berechneten Kennziffern aggregiert werden, lassen sich bisher zwei Anwendungsgebiete des Bewertungsmodells SYNOPSIS unterscheiden: die Abschätzung des zeitlichen Trends von Risikopotentialen auf nationaler Ebene und die Bewertung des Risikopotentials unterschiedlicher Pflanzenschutz-Strategien für die Produktion einer Kultur in einer bestimmten Region.

Für beide Anwendungsrichtungen wird je ein Beispiel vorgestellt.

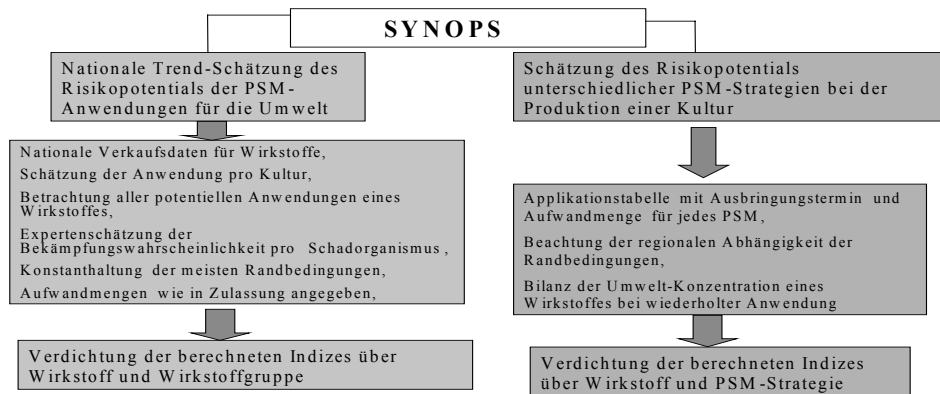


Abb. 3: SYNOPSIS – Modell: Anwendungsmöglichkeiten

### Bewertung des Trends der Risikopotential der am meisten angewendeten Herbizide, Fungizide und Insektizide in den letzten 10 Jahren

#### Material und Methode

Der Trend des Risikopotentials soll durch einen Vergleich der jeweils zehn am umfangreichsten im Ackerbau angewendeten Wirkstoffe der Jahre 1987, 1994 und 1998 geprüft werden.

Die Basis zur Festlegung der drei Vergleichssätze für jeden Wirkungsbereich (Tabelle 2) bilden die Wirkstoff-Absatzmeldungen der Pflanzenschutzmittel-Hersteller nach § 19 des PflschG. Mit Hilfe eines speziellen Schätzverfahrens (GUTSCHE und ROSSBERG, 1999) wird daraus die Größe der mit dem Wirkstoff potentiell behandelten Ackerfläche ermittelt.

Für jeden der „Top Ten“ Wirkstoffe wird für alle seine potentiell möglichen Applikationen, die sich aus der Zulassung in dem entsprechenden Jahr ergeben, ein Satz von 14 SYNOPSIS-Kennziffern (6 für die Umweltverfügbarkeit und 8 für das biologische Risiko) berechnet. Dann erfolgt eine Verdichtung der SYNOPSIS-Kennziffern in zwei Stufen. Zunächst wird der Mittelwert pro Wirkstoff für jede Kennziffer berechnet. Dabei wird die Behandlungswahrscheinlichkeit in der entsprechenden Kultur gegen den oder die angezeigten Schadorganismen beachtet, die aus einer Expertenschätzung ermittelt wurde.

**Tab. 2:** „Top Ten“-Wirkstoffe 1987, 1994 und 1998

<b>Fungizide</b>	<b>Herbizide</b>	<b>Insektizide</b>
<b>1987</b>		
Propiconazol	Atrazin	Parathion
Triadimenol	Mecoprop	Dimethoat
Prochloraz	Dichlorprop	Oxydemeton
Fenpropimorph	Isoproturon	Cypermethrin
Anilazin	MCPA	Lindan
Carbendazim	Pendimethalin	Permethrin
Maneb	2,4-D	Deltamethrin
Tridemorph	Chlortoluron	Pirimicarb
Mancozeb	Terbutryn	Methidathion
Metaxyl	Bromoxynil	Methamidophos
<b>1994</b>		
Fenpropimorph	Isoproturon	Esfenvalerat
Epoxiconazol	Thifensulfuron	alpha-Cypermethrin
Propiconazol	Fluroxypyr	lambda-Cyhalothrin
Tebuconazol	Metazachlor	Cypermethrin
Prochloraz	Glyphosat	Parathion
Mancozeb	Diflufenican	Oxydemeton-methyl
Triadimenol	MCPA	Pirimicarb
Difenoconazol	Bromoxynil	Deltamethrin
Carbendazim	Terbuthylazin	Dimethoat
Maneb	Pendimethalin	beta-Cyfluthrin
<b>1998</b>		
Epoxiconazol	Diflufenican	alpha-Cypermethrin
Kresoxim-methyl	Isoproturon	Esfenvalerat
Tebuconazol	Amidosulfuron	lambda-Cyhalothrin
Carbendazim	Ioxynil	Parathion
Azoxystrobin	Fluroxypyr	Dimethoat
Fenpropidin	Glyphosat	Cypermethrin
Mancozeb	Metazachlor	Deltamethrin
Fenpropimorph	Mecoprop-P	Oxydemeton-methyl
Flusilazol	MCPA	beta-Cyfluthrin
Prochloraz	Rimsulfuron	Pirimicarb

In der zweiten Aggregationsstufe wird dann innerhalb eines Vergleichssatzes (z. B. die Top Ten Fungizide des Jahres 1987) über die beteiligten Wirkstoffe gewichtet gemittelt, wobei der Anteil des Wirkstoffes an der gesamten Behandlungsfläche als Gewicht dient.

### Ergebnisse

Die Tabellen 3a und 3b zeigen die Ergebnisse. Die relativen Werte entstehen dabei dadurch, dass der jeweils größte Wert in dem entsprechenden Wirkungsbereich gleich 100 % gesetzt wurde. Die vollständige Bezeichnung der Kennziffern ist in der Tabelle 3b angegeben.



**Tab. 3a:** Absolute verdichtete SYNOPSIS-Kennziffern der Vergleichssätze für 1987, 1994 und 1998

	Herbizide			Fungizide			Insektizide		
	1987	1994	1998	1987	1994	1998	1987	1994	1998
abr_Re	0.0194031	0.0061203	0.0036704	0.001847	0.000905	0.000814	0.001724	0.000415	0.000347
cbr_Re	0.1651782	0.0134552	0.0010281	0.003202	0.001810	0.002795	0.044141	0.002170	0.001803
abr_Da	0.0004756	0.0004213	0.0000039	0.000222	0.000120	0.000159	0.059145	0.042319	0.037199
cbr_Da	0.0203739	0.0134774	0.0000979	0.018910	0.011598	0.005311	0.118081	0.230276	0.289958
abr_Fi	0.0002465	0.0002156	0.0000060	0.000451	0.000070	0.000067	0.001824	0.005438	0.005914
cbr_fi	0.0210444	0.0025765	0.0002147	0.010254	0.001449	0.003741	0.004811	0.041920	0.035960
abr_Al	0.0090581	0.0039242	0.0023151	0.001599	0.001173	0.002357	0.000048	0.000113	0.000092
cbr_Al	5.4117573	1.2607062	0.9089380	0.038325	0.021905	0.066552	0.000734	0.000574	0.000470
sPEC_W	0.5676990	0.2681227	0.2090662	0.210783	0.142807	0.097492	0.053626	0.018209	0.021442
A_W	0.2601915	0.1663660	0.1133372	0.151706	0.099332	0.057203	0.023977	0.009704	0.009854
IPEC_W	50.4120683	26.30379	14.04208	6.053512	3.244368	4.732527	1.009207	0.369966	0.413565
sPEC_B	3.3098693	1.7041633	1.2107822	0.281995	0.185926	0.133505	0.138147	0.038972	0.034149
A_B	0.1636140	0.0986745	0.0649168	0.021382	0.014080	0.009497	0.006000	0.002055	0.001466
IPEC_B	27.5850259	12.26836	4.2366976	1.451019	1.929346	3.059861	0.783740	0.151655	0.107289

**Tab. 3b:** Relative SYNOPSIS-Kennziffern der Vergleichssätze für 1987, 1994 und 1998

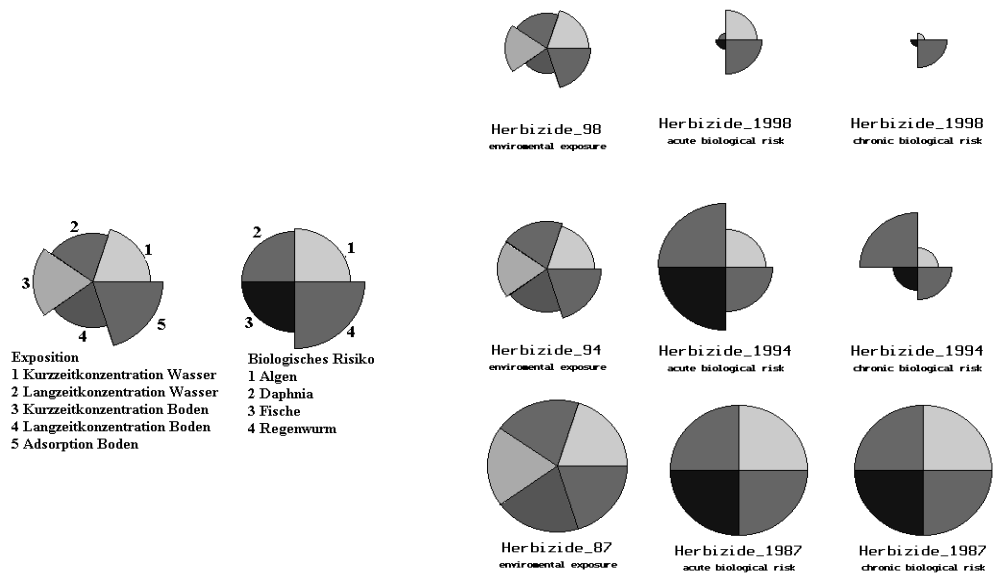
		Herbizide			Fungizide			Insektizide		
		1987	1994	1998	1987	1994	1998	1987	1994	1998
1	Akutes biologisches Risiko Regenwurm	100%	32%	19%	100%	49%	44%	100%	24%	20%
2	Chronisches biologisches Risiko Regenwurm	100%	8%	1%	100%	57%	87%	100%	5%	4%
3	Akutes biologisches Risiko Daphnia	100%	89%	1%	100%	54%	71%	100%	72%	63%
4	Chronisches biologisches Risiko Daphnia	100%	66%	<0.5%	100%	61%	28%	41%	79%	100%
5	Akutes biologisches Risiko Fisch	100%	87%	2%	100%	15%	15%	31%	92%	100%
6	Chronisches biologisches Risiko Fisch	100%	12%	1%	100%	14%	36%	11%	100%	86%
7	Akutes biologisches Risiko Algen	100%	43%	26%	68%	50%	100%	42%	100%	81%
8	Chronisches biologisches Risiko Algen	100%	23%	17%	58%	33%	100%	100%	78%	64%
9	Kurzzeitkonzentration Wasser	100%	47%	37%	100%	68%	46%	100%	34%	40%
10	Adsorption Wassersediment	100%	64%	44%	100%	65%	38%	100%	40%	41%
11	Langzeitkonzentration Wasser	100%	52%	28%	100%	54%	78%	100%	37%	41%
12	Kurzzeitkonzentration Boden	100%	51%	37%	100%	66%	47%	100%	28%	25%
13	Adsorption Boden	100%	60%	40%	100%	66%	44%	100%	34%	24%
14	Langzeitkonzentration Boden	100%	44%	15%	47%	63%	100%	100%	19%	14%

**Herbizide:** Die Umweltverfügbarkeit hat sich in allen Kennziffern zwischen 1987 über 1994 zu 1998 verringert. Gleiches gilt für das sich daraus ergebende biologische Risiko. Dabei sind für 1998 erhebliche Reduzierungen beim akuten und chronischen Risiko für wirbellose Wassertiere und Fische sowie beim akuten Risiko für Regenwürmer zu verzeichnen.

**Fungizide:** Die Langzeitkonzentration für das Wasser hat sich 1998 gegenüber 1994 erhöht, die für den Boden zusätzlich auch gegenüber 1987. Die Hauptursache liegt in dem relativ langsamen Abbau des Wirkstoffes Flusilazol, der 1998 neu in die TOP TEN hinein gekommen ist. Bei den Kennziffern des biologischen Risikos ist keine durchgängige weitere Reduzierung des Risikopotentials zwischen 1994 und 1998 zu erkennen. Im Bereich der Algen wird sogar der höchste Wert der drei Jahre erreicht. Der wesentliche Grund liegt in den neu hinzugekommenen Wirkstoffen Kresoxim-methyl, Fenpropidin und Prochloraz. Dabei sind allerdings die absoluten Werte der Kennziffern zu beachten. Diese liegen mit 0.26, 0.18 bzw. 0.011 unter dem Grenzwert von 1, bei dem das Modell SYNOPSIS eine Wirkung in der worst-case-Betrachtung nicht mehr ausschließt.

**Insektizide:** Die Konzentrationsindizes für 1998 unterscheiden sich nicht wesentlich von denen für 1994. In 1987 wird in allen Fällen der Maximalwert erreicht. Die Kennziffern des biologischen Risikos zeigen teilweise eine kontinuierliche Verminderung an. Eine Ausnahme bilden das chronische Risiko für wirbellose Wassertiere und das akute Risikopotential für Fische. Hier wird 1998 der höchste Wert erreicht. Wohingegen für die Bereiche chronisches Risiko für Fische und akutes Risiko für Algen gegenüber 1994 wieder eine leichte Reduzierung der Werte errechnet wurde. Dabei ist bemerkenswert, dass zwischen 1994 und 1998 kein Unterschied in den in den TOP TEN vertretenen Wirkstoffen besteht und sich lediglich deren Gewichtung untereinander verschoben hat.

Um einen möglichst kompakten Gesamteindruck über die Relation der Risikopotentiale zwischen den verschiedenen Pflanzenschutzverfahren zu erhalten, konstruiert die Methode SYNOPSIS sogenannte Risikographen. Das sind segmentierte Kreise, wobei jedes Segment einer bestimmten SYNOPSIS-Kennziffer zugeordnet ist. Die Fläche des Segmentes ist dabei proportional der relativen Größe, welche die entsprechende Kennziffer im Vergleich der betrachteten Verfahren erhalten hat. Zum Zwecke einer guten Übersichtlichkeit erhält dabei jedes Verfahren drei Risikographen: einen für die Umweltverfügbarkeit der eingesetzten Stoffe, einen für das akute biologische Risiko und einen für das subchronische biologische Risiko. Die folgende Abbildung zeigt die Risikographen, die man erhält, wenn die Risikopotentiale im Wirkungsbereich Herbizide über die drei Jahre verglichen werden.



**Abb. 4:** Risiko-Graphen der Herbizide (1. Spalte: Exposition, 2. Spalte: akutes biologisches Risiko, 3. Spalte: chronisches biologisches Risiko, linkes Bild: Legende)

## Bewertung des Risikopotentials von unterschiedlichen Verfahren der Apfelproduktion im Alten Land

### Material und Methode

Grundlage für die Anwendung des Bewertungsmodells bilden die Erhebungen zum Pflanzenschutzmitteleinsatz in 7 integriert und 7 ökologisch wirtschaftenden Obstbaubetrieben, die durch das Institut für organischen Landbau der Universität Bonn in Zusammenarbeit mit dem Obstbauversuchsring des Alten Landes und der Öko-Obstbaugruppe Norddeutschland 1997-1999 durchgeführt wurden. Die für das Modell notwendigen Angaben zu den Mittelapplikationen wurden uns von Herrn Uwe Geier<sup>2</sup> für die SYNOPSIS Berechnungen zur Verfügung gestellt. Es wurden vier Verfahren in die Untersuchung einbezogen:

- Integriert\_Elstar
- Ökologisch\_intensiv\_Elstar
- Ökologisch\_intensiv\_Boskoop
- Ökologisch\_extensiv\_Boskoop,

<sup>2</sup> An dieser Stelle sei Herrn Uwe Geier vom Institut für Organischen Landbau der Rheinischen Friedrich-Wilhelms Universität Bonn (Leiter: Herr Prof. Dr. U. Köpke) herzlich gedankt.

die sich durch ihren Stoffeinsatz und durch die Sorte unterscheiden. In den Varianten Ökologisch\_intensiv werden dabei wesentlich mehr Insektizide und sonstige Mittel zum Pflanzenschutz und zur Pflanzenstärkung eingesetzt als in der Variante Ökologisch\_extensiv.

Die Applikationsmuster, die das Modell verwendet, sind in der Tabelle 4 zusammen gefasst.

Das Risikopotential der integrierten Variante beinhaltet alle eingesetzten Stoffe aus den Wirkungsbereichen Fungizide, Insektizide und Herbizide, während bei allen ökologischen Verfahren nur die fungiziden Stoffe (Kupfer- und Schwefelpräparate) bewertet werden konnten, da über die dort eingesetzten biologischen Bekämpfungsmittel und vielfältigen übrigen Stoffe keine Daten zu den ökotoxischen Wirkungen verfügbar sind. Dieser Umstand ist beim Vergleich der Ergebnisse zu beachten. Es wurde deshalb für das integrierte Produktionsverfahren zusätzlich eine zweite Variante berechnet, in der nur die fungiziden Wirkstoffe befragt wurden, um somit einen zusätzlichen Vergleich zu ermöglichen (Integriert\_Elstar nur Fungizide).

Als Randbedingung für die Modellberechnungen wurde angenommen, dass das Oberflächengewässer (Graben) sich in einem Abstand von 1 m von der letzten zu behandelnden Baumreihe befindet und die Fläche eine Neigung von 0 % besitzt, Run-off als Eintrag in das Gewässer damit ausgeschlossen wird. Als Eintragspfad in das Oberflächengewässer wird also nur die Spraydrift betrachtet.

**Tab. 4a:** Applikationsmuster der Variante: Integriert\_Elstar

	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Anzahl Applikationen	Wirkstoff – Aufwand g/ha bzw. ml/ha
Kupferhydroxid	X		X				2	2608
Netzschwefel	X		X		X		3	1672
Flusilazol	X X	X					3	25
Benomyl						X	1	189
Thiophanat-methyl						X	1	350
Dithianon	X X	X X	X X	X			7	325
Kresoxim-methyl	X	X	X				3	75
Mancozeb	X		X				2	1500
Dichlofluanid		X		X	X	X X	5	787
Penconazol	X	X	X	X			4	25
Penconazol	X	X	X	X			4	9
Mancozeb	X	X	X	X			4	255
Metiram	X						1	1862
Fenarimol		X					1	36
Pyrimethanil		X					1	200
Diflubenzuron		X		X			2	63
Fenoxycarb	X		X				2	79
Parathion-methyl	X		X				2	152
Oxydemeton-methyl		X					1	241

	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Anzahl Applikationen	Wirkstoff – Aufwand g/ha bzw. ml/ha
Parathion	X						1	254
Pirimicarb			X				1	200
Glufosinat		X		X			2	190
Diuron	X						1	800
Glyphosat		X					1	692
MCPA	X						1	792

Tab. 4b: Applikationsmuster der Variante: Ökologisch\_intensiv\_Elstar

Wirkstoff	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Anzahl Applikationen	Wirkstoff-Aufwand (g/ha) bzw. ml/ha
Netzschwefel		X X X X	X X X X X X	X X X X X	X X X X	X X X X	23	1273
Kupferhydroxid	X	X	X				3	683
Kupferoxichlorid	X	X					2	567

Tab. 4c: Applikationsmuster der Variante: Ökologisch\_intensiv\_Boskoop

Wirkstoff	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Anzahl Applikationen	Wirkstoff-Aufwand (g/ha) bzw. ml/ha
Netzschwefel		X X X X	X X X X	X X X X	X X X X	X X X	19	1273
Kupferhydroxid	X	X	X				3	683
Kupferoxichlorid	X	X					2	567

Tab. 4d: Applikationsmuster der Variante: Ökologisch\_extensiv\_Boskoop

Wirkstoff	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Anzahl Applikationen	Wirkstoff-Aufwand (g/ha) bzw. ml/ha
Netzschwefel		X X X	X X X X	X X X	X X X	X X X	16	1273
Kupferhydroxid	X X	X X X X X X X	X X X X X X X				16	683
Kupferoxichlorid	X	X X	X X				5	567

## Ergebnisse

SYNOPS berechnet zunächst die Beladung der Kompartimente Oberflächengewässer und Boden mit den einzelnen Stofffrachten. In der folgenden Tabelle sind die Gesamtfrachten der einzelnen Verfahren angegeben. Es wird ersichtlich, dass das Verfahren Ökologisch\_extensiv die Umwelt mit der größten Stoffmenge befrachtet, wobei zu beachten ist, dass, wie bereits oben ausgeführt, bei allen Öko-Varianten nur die anorganischen fungiziden Wirkstoffe in die Bilanz eingehen. Trotzdem bei dem integrierten Verfahren über die Fungizide hinaus auch die Insektizide und Herbizide einbezogen werden, zeichnet sich diese Variante durch eine geringere Stoffbeladung aus, die selbstverständlich noch kleiner wird, wenn man ausschließlich die Fungizide betrachtet.

Diese Verhältnisse spiegeln auch die berechneten Konzentrationsindizes wider, wobei bei den Langzeitkonzentrationen die Unterschiede noch verstärkt werden, was auf die faktische Nichtabbaubarkeit der anorganischen Fungizide zurückzuführen ist.

Tab. 5a: SYNOPS-Kennziffern der Umweltverfügbarkeit

Beladung	absolut		relativ	
	Boden g/ha	Oberflächengewässer g/ha	Boden	Oberflächengewässer
integriert_Elstar	4598.93	9748.82	83%	70%
integriert_Elstar_nur_Fungizide	3 623.53	9 146.50	66%	66%
oeko_inten_Elstar	5134.28	13259.80	93%	95%
oeko_inten_Boskoop	4509.83	11294.20	82%	81%
oeko_exten_Boskoop	5509.03	13938.99	100%	100%

Tab. 5b:

Konzentrationsindizes	sPEC_W	IPEC_W	sPEC_B	IPEC_B
	mg/l	mg*d/l	mg/kg	mg*d/kg
	<b>absolut</b>			
integriert_Elstar	3.07	754.95	10.45	1998.14
integriert_Elstar_nur_Fungizide	2.86	722.15	7.94	1719.97
oeko_inten_Elstar	4.37	1341.05	13.23	4047.75
oeko_inten_Boskoop	3.72	1147.14	11.65	3584.66
oeko_exten_Boskoop	4.60	1414.67	14.23	4370.59
	<b>relativ</b>			
integriert_Elstar	66.87%	53.37%	73.42%	45.72%
integriert_Elstar_nur_Fungizide	62.26%	51.05%	55.79%	39.35%
oeko_inten_Elstar	95.05%	94.80%	92.97%	92.61%
oeko_inten_Boskoop	81.04%	81.09%	81.88%	82.02%
oeko_exten_Boskoop	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

Interessant ist nun die Frage, ob sich diese höhere Umweltverfügbarkeit der betrachteten Pflanzenschutzmittel der Öko-Varianten auch in ein höheres biologisches Risiko umschlägt.

Die Antwort findet man in der Tabelle 6a, in der die SYNOPSIS-Kennziffern des biologischen akuten und chronischen biologischen Risikos angegeben sind.

Daraus ist zu erkennen, dass die integrierte Variante bei Betrachtung aller Wirkbereiche mit Ausnahme des akuten Risikopotentials für Algen die höchsten Risikowerte besitzt. Es ist aber auch zu erkennen, daß die Unterschiede in der Höhe der Indizes nicht dramatisch sind, mit Ausnahme des chronischen Risikos für Regenwürmer, wo die volle integrierte Variante um eine Zehnerpotenz höher liegt.

**Tab. 6a:** SYNOPSIS-Kennziffern des biologischen Risikos

Variante	abr_Re	cbr_Re	abr_Da	cbr_Da	abr_Fi	cbr_Fi	abr_Al	cbr_Al
<b>Absolute Kennziffern</b>								
integriert_Elstar	0.003475	0.38787	217.3111	521.2617	42.15429	377.3783	0.955827	174.4662
integriert_Elstar_nur_Fungizide	0.003475	0.019612	80.09314	281.9358	42.15429	377.2198	0.955827	166.3152
oeko_inten_Elstar	0.001874	0.016899	31.47078	101.8692	16.56357	93.10977	0.918204	108.4483
oeko_inten_Boskoop	0.001626	0.015342	31.47414	95.63242	16.56534	93.01018	0.814562	103.119
oeko_exten_Boskoop	0.002235	0.019522	45.80448	130.4535	24.10762	135.7231	1.532014	166.0114
<b>Relative Kennziffern</b>								
integriert_Elstar	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	62.39%	100.00%
integriert_Elstar_nur_Fungizide	100.00%	5.06%	36.86%	54.09%	100.00%	99.96%	62.39%	95.33%
oeko_inten_Elstar	53.93%	4.36%	14.48%	19.54%	39.29%	24.67%	59.93%	62.16%
oeko_inten_Boskoop	46.79%	3.96%	14.48%	18.35%	39.30%	24.65%	53.17%	59.11%
oeko_exten_Boskoop	64.32%	5.03%	21.08%	25.03%	57.19%	35.96%	100.00%	95.15%

Das beträchtlich höhere Restrisikopotential der chronischen Wirkung auf Regenwürmer wird durch den insektiziden Wirkstoff Oxydemeton–methyl in der integrierten Variante verursacht.

Die wesentlich moderateren Unterschiede bei den Kennziffern für *Daphnia* lassen sich ebenfalls auf Insektizide (Parathion bzw. Diflubenzuron) zurückführen. Das moderat höhere akute Risikopotential für Algen in der Öko-Variante „extensiv“ hat in dem Wert für Kupferoxychlorid seine Ursache.

Vergleicht man nur den Einsatz fungizider Stoffe, so werden die Unterschiede insgesamt wesentlich geringer (Tabelle 6b).

**Tab. 6b:**

Integriert_nur Fungizide, Sorte Elstar	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	62.39%	100.00%
Ökologisch_intensiv, Sorte: Elstar	53.93%	86.17%	39.29%	36.13%	39.29%	24.68%	59.93%	65.21%
Ökologisch_intensiv, Sorte: Boskoop	46.79%	78.23%	39.30%	33.92%	39.30%	24.66%	53.17%	62.00%
Ökologisch_extensiv, Sorte: Boskoop	64.32%	99.54%	57.19%	46.27%	57.19%	35.98%	100.00%	99.82%

Trotz der Tatsache, dass hier nur die Fungizide einbezogen sind, führen die ökologischen Varianten weiterhin durchweg zu einer höheren Stoffbeladung der Kompartimente, was sich auch in den berechneten höheren Kurz- und Langzeitkonzentrationen niederschlägt. Dahingegen ist, mit Ausnahme des akuten Risikos für Algen, das berechnete biologische Risikopotential der integrierten Variante höher. Der höhere Wert lässt sich jeweils auf bestimmte einzelne Wirkstoffe zurückführen. Bemerkenswert ist aber, dass die absoluten Werte sich zwischen den Varianten nicht in Größenordnungen unterscheiden.

### Vergleich der Risikopotentiale Chemisch-synthetische Fungizide versus Kupfer-/Schwefelpräparate

Die Diskussionen um die Anreicherung kupferhaltiger Pflanzenschutzmittel und deren Ökotoxizität wurden zum Anlass genommen, die Risikopotentiale der fungiziden Wirkstoffe unter einem weiteren Aspekt zu betrachten.

Es wird ein Vergleich geführt zwischen den chemisch-synthetischen Fungiziden, die in der integrierten Variante für die Apfelproduktion eingesetzt wurden, und den Kupfer-/Schwefelhaltigen Fungiziden der ökologischen Varianten. Das Applikationsmuster der chemisch-synthetischen Fungizide ist in der Tabelle 4a durch Fettdruck hervor gehoben. Die Muster der ökologischen Varianten wurden für diesen Vergleich nicht verändert.

Die sich ergebenden SYNOPSIS-Kennziffern sind in der Tabelle 7 dargestellt. Sie stellen bei den Öko-Variante Mittelwerte dar, die sich aus den 3 Verfahren ergeben. Aufgrund der höheren Effizienz und der damit verbundenen geringeren Aufwandmengen sind die Konzentrationsindizes der Ökovariante durch die Bank weg höher. Das gilt nicht so bei der Betrachtung des biologischen Risikos. Hier herrscht ein heterogenes Bild, wobei allerdings die Kennziffern, welche die größten Unterschiede aufweisen, immer zu Ungunsten der Kupfer-/Schwefelpräparate ausfallen. In der Abbildung 5 sind die sich ergebenden Risikographen dargestellt.

Tab. 7: SYNOPSIS-Indizes chemisch-synthetische Fungizide versus Kupfer-/Schwefelpräparate

	Indizes des biologischen Risikos							
	abr_Re	cbr_Re	abr_Da	cbr_Da	abr_Fi	cbr_Fi	abr_Al	cbr_Al
	<b>absolut</b>							
Integrier_fung	0.00218	0.00714	0.76947	116.80320	3.82970	144.30560	0.95583	6.02103
Oekologisch_fung	0.00191	0.01725	36.24980	109.31837	19.07884	107.28102	1.08826	125.85957
	<b>relativ</b>							
Integrier_fung	100%	41%	2%	100%	20%	100%	88%	5%
Oekologisch_fung	88%	100%	100%	94%	100%	74%	100%	100%
	<b>Konzentrationsindizes</b>							
	sPEC_W	IPEC_W	sPEC_B	IPEC_B				
	mg/l	mg*d/l	mg/kg	mg*d/kg				
	<b>absolut</b>							
Integrier_fung	1.40	252.56	3.07	115.88				
Oekologisch_fung	4.23	1300.95	13.04	4001.00				
	<b>relativ</b>							
Integrier_fung	33%	19%	24%	3%				
Oekologisch_fung	100%	100%	100%	100%				



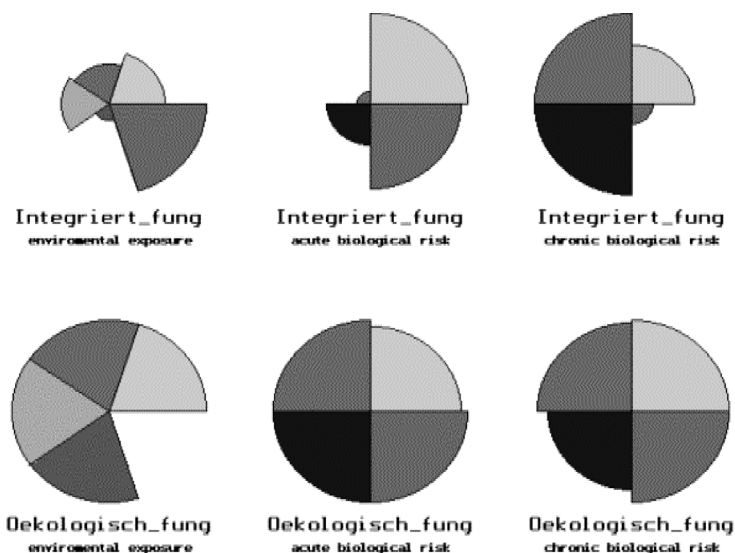


Abb. 5: Vergleich der Risikographen chemisch-synthetische Fungizide versus Kupfer-/Schwefelpräparate

### Bewertung der „Öko-Intensität“ der Verfahren

Fasst man die SYNOPSIS-Kennziffern für das biologische Risiko als potentiellen Ressourcen-Verbrauch auf, so wird es möglich im Sinne der Rahmen-Definition der European Environment Agency (EEA) für die Verfahren jeweils deren Öko-Intensität (eco-intensity) zu berechnen. Dazu wird die allgemeine Formel:

$$\text{eco-intensity} = \text{use of nature} / \text{welfare}$$

spezifiziert zu:

$$\text{Öko-Intensität des Pflanzenschutzverfahrens} = \text{SYNOPSIS-Risikokennziffer} / \text{durchschnittlicher Ertrag}$$

Die absoluten Werte dieses Quotienten messen dabei, mit wie viel Umweltrisiko (im Sinne der SYNOPSIS-Definitionen) eine Tonne Apfel produziert (oder besser: vor Schadorganismen geschützt) wird. Besonders sinnvoll ist es dabei wieder, die relativen Werte miteinander zu vergleichen. In der Tabelle 8a sind die Ausgangsgrößen für die Berechnung angegeben. Dabei wurden die Risiko-Kennziffern für Algen, Daphnia und Fische zur Kennziffer für Wasserorganismen durch Bildung des arithmetischen Mittels zusammengefasst, ebenso wie die Werte der beiden Varianten Ökologisch\_intensiv.

Tab. 8a: Ausgangswerte zur Berechnung der Öko-Intensität

	Erträge (t/ha)	abr_Re	cbr_Re	abr_Wasserorg.	cbr_Wasserorg.
Integriert	30.3	0.003475	0.38787	86.80707233	357.7020667
Integriert_Fungizide	30.3	0.003475	0.019612	41.06775233	275.1569333
Ökologisch_intensiv	23.2	0.00175	0.0161205	16.30109933	99.198145
Ökologisch_extensiv	8.1	0.002235	0.019522	23.81470467	144.0626667

Man erhält schließlich die in Tabelle 8b angeführten Werte der Öko-Intensität der einzelnen Verfahren. Es wird daraus ersichtlich, dass die Öko-Variante „extensiv“ aufgrund ihrer niedrigen Erträge in drei Fällen die höchste Öko-Intensität, also das höchste Risikopotential pro produzierter Tonne Apfel besitzt. Am günstigsten stellt sich die Bilanz des intensiven ökologischen Verfahrens dar.

**Tab. 8b:** Öko-Intensität der unterschiedlichen Pflanzenschutzverfahren

	<b>abr_Regw.</b>	<b>cbr_Regw.</b>	<b>abr_Wasserl.</b>	<b>cbr_Wasserl.</b>
<b>absolut</b>				
Integriert	0.000115	0.012801	2.864920	11.805349
Integriert_Fungizid	0.000115	0.000647	1.355371	9.081087
Ökologisch_intensiv	0.000075	0.000695	0.702634	4.275782
Ökologisch_extensiv	0.000276	0.002410	2.940087	17.785514
<b>relativ</b>				
Integriert	41.6%	100.0%	97.4%	66.4%
Integriert_Fungizid	41.6%	5.1%	46.1%	51.1%
Ökologisch_intensiv	27.3%	5.4%	23.9%	24.0%
Ökologisch_extensiv	100.0%	18.8%	100.0%	100.0%

### Schlussfolgerungen

Der in der BBA entwickelte Indikator SYNOPSIS stellt ein geeignetes Instrument dar, sowohl auf nationaler Ebene Trends des Umwelt-Risikopotentials, das mit dem Einsatz chemischer Pflanzenschutzmittel verbunden ist, zu beschreiben, als auch Pflanzenschutzverfahren unter Beachtung der standortspezifischen Anwendungsbedingungen bezüglich ihres Risikopotentials zu bewerten.

Um ein umfassenderes Bild über das Umwelt-Risikopotential zu erhalten, sollten terrestrische Nichtzielflächen und Nichtzielorganismen (z.B.: Saumbiotop) in die Kennziffernberechnung aufgenommen werden. Des weiteren ist zu überlegen, ob neben den Bereich Naturhaushalt auch der Bereich menschliche Gesundheit, zumindest was das Risikopotential für die Anwender von chemischen Pflanzenschutzmitteln betrifft, betrachtet werden sollte.

Wichtig ist es, den oben angedeuteten Weg, nicht bei einzelnen Risiko-Indikatoren stehen zu bleiben, sondern interpretierbare kombinierte Indikatoren (Chancen-Risiko) zu definieren, weiter zu verfolgen.

Vor allem im letzten Beispiel wird deutlich, dass für ein Gesamtbild der Varianten neben den Risikopotentialen auch weitere Aspekte wie Energie- und Arbeitseinsatz und ökonomischer Ertrag herangezogen werden sollten.

Bei der Erarbeitung und Testung solcher Indikatoren muss eine breite Beteiligung der Pflanzenschutzdienste angestrebt werden. Wenn dies gelingt, können diese Indikatoren auch Grundlage für ein standortspezifisches Risikomanagement legen und damit sowohl Umweltstandards setzen als auch diese kontrollieren helfen.

## Literatur

- GUTSCHE, V., ROSSBERG, D., 1996. SYNOPSIS 1.1 - a model to assess and to compare the environmental risk potential of active ingredients in plant protection products. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 64(1997), 181-188
- GUTSCHE, V., ROSSBERG, D.: 1997: Die Anwendung des Modells SYNOPSIS1.2 zur synoptischen Bewertung des Risikopotentials von Pflanzenschutzmittelwirkstoffgruppen für den Naturhaushalt. *Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd.*, 49 (11), S. 273-285
- NOWICKI, P.: „Making Sustainability Accountable“. *Newsletter* 17 (Dez 1998). European Environmental Agency
- REUS, J., LENNERTSE, C., BOCKSTALLER, C., FOMSGAARD, I., GUTSCHE, V., LEWIS, K., NILSSON, C., PUSSEMIER, L., TREVISAN, M., VAN DER WERF, H., ALFARROBA, F., BLÜMEL, S., ISART, J., MC GRATH, D., UND SEPPÄLÄ, T.: Comparing Environmental Risk Indicators for Pesticides. Results of the European CAPER Project. Centre for Agriculture and Environment Utrecht, CLM 426, 1999, (ISBN 90-5634-106-5), 184 pp
- GUTSCHE, V., ROSSBERG, D.: A Proposal for Estimating the quantity of Pesticide Active Ingredients Applied by Crop based on National Sales Data. In OECD Project on Pesticide Aquatic Risk Indicators-Report of Phase 1. 2<sup>nd</sup> OECD Workshop on Pesticide Risk Indicators Braunschweig, Germany 1-3 June 1999

## Ökologische Bewertung von Extensivierungsmaßnahmen

Barbara Jüttersönke

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Folgenabschätzung im Pflanzenschutz, Stahnsdorfer Damm 81, D-14532 Kleinmachnow

### Einleitung

Das Ziel unserer Arbeiten ist es, Kriterien zu erarbeiten, die zur Bewertung von Agrarumweltprogrammen beitragen und die Effektivität dieser Programme aus der Sicht des Pflanzenschutzes belegen können. Die spezielle Aufgabe besteht in der ökologischen Bewertung der Extensivierung bei einem Verzicht auf chemische Pflanzenschutzmaßnahmen und dessen Auswirkung auf die Vegetation, welche den Lebensraum für die Fauna bildet. Dazu werden Ergebnisse auf der Literatur ausgewertet, die durch eigene Untersuchungen gestützt und erweitert werden. Es handelt sich dabei um Maßnahmen aufgrund der VO (EWG) Nr. 2078/92 zur „Förderung umweltgerechter und den natürlichen Lebensraum schützenden landwirtschaftlichen Produktionsverfahren“ sowie der Nachfolgeprogramme. Diese Agrarumweltprogramme werden zur Zeit von den einzelnen Bundesländern neu ausgestaltet.

Die Aktivitäten der einzelnen Bundesländer zur Umsetzung der Agrarumweltprogramme sind im einzelnen unterschiedlich, fordern aber fast immer den grundsätzlichen Verzicht auf chemische Pflanzenschutzmittel bzw. Herbizide (Obstbau) und chemisch-synthetische Dünger.

### Möglichkeiten der ökologischen Bewertung von Agrarumweltprogrammen

MARGGRAF und WILHELM (1998) stellten in einem zusammenfassenden Bericht die Umweltwirkungen von Fördermaßnahmen dar. In einem Umweltbewertungsverfahren für eine nachhaltige Landwirtschaft in 3 Ländern wurden Beispiele für eine Bewertung gegeben (POINTEREAU et al., 1999). Es gibt außerdem eine Vielzahl von Vorschlägen für Ökoindikatoren.

Eine ökologische Bewertung von Förderprogrammen in der Landwirtschaft insgesamt ist jedoch kompliziert, da die Ziele unterschiedlich genau definiert sind. Landschaftspflegeprogramme sind relativ gut zu bewerten, da das Förderziel fest umrissen ist.

In den Programmen des extensiven und ökologischen Landbaus sind die Förderziele nur grob umrissen. Der Förderkatalog ist sehr allgemein gehalten. Alle Programme dienen aber dem abiotischen Ressourcenschutz. Die speziellen Ziele des biotischen Ressourcenschutzes sind meist nicht eindeutig genannt. Von gleichrangiger Bedeutung ist jedoch die Erhaltung und Förderung der Biodiversität.

Bei der Suche nach Ökoindikatoren zur ökologischen Bewertung von Umweltmaßnahmen muss beachtet werden, dass innerhalb des Naturschutzes keine einheitliche Strategie und keine Einheit der naturschutzfachlichen Leitbilder existieren. Der heutige praktische Naturschutz ist stark auf Arten- und Biotopschutz konzentriert, wobei historische und pseudohistorische Leitbilder eine wesentliche Rolle spielen. Moderne Vorstellungen des wissenschaftlichen Naturschutzes sehen den sogenannten ökosystemorientierten Prozessschutz als wesentliche Strategie des Naturschutzes, für den die Funktionen der Ökosysteme bzw. Landschaften von entscheidender Bedeutung sind.

Im Rahmen der ökologischen Bewertung bei Verzicht auf chemischen Pflanzenschutz bemerken ARLT und EGGERS (1997), dass im Vergleich zu den einschneidenden Biotopveränderungen durch pflanzenbauliche Maßnahmen der Einfluss von Pflanzenschutzmitteln auf die Artenvielfalt der Äcker als zunächst verhältnismäßig gering, aber doch als nachhaltig einzuschätzen ist. Die stärksten Beeinträchtigungen der Feldfauna gehen naturgemäß von den Insektiziden aus, Herbizide haben dagegen einen relativ geringen direkten Einfluss auf die Feldfauna. Für die Segetalarten gilt, dass schon vor der Einführung der chemischen Unkrautbekämpfung eine sehr weitgehende Beseitigung der Unkräuter durch manuelle und mechanische Maßnahmen erreicht wurde, damit wurde auch spezialisierten Phytophagen immer wieder die Nahrungsgrundlage entzogen. Nach ARLT und EGGERS (1997) können für das Aussterben von

Pflanzenarten Herbizide kaum verantwortlich gemacht werden, wesentlich nachhaltiger war die Aufgabe von Kulturen und der Verzicht auf Kulturpflanzenanbau auf extremen Standorten, insbesondere den artenreichen Kalkäckern in Berglagen. Doch schlägt die Quantität, die verringerte Bestandesdichte bestimmter Arten, dann in Qualität um, wenn die Fortpflanzung von Pflanzenarten unmöglich wird. Wenn der Samenvorrat im Boden nicht regelmäßig ergänzt wird, ist das Vorkommen charakteristischer Arten und dann auch ganzer Pflanzengesellschaften in Frage gestellt.

Die Ackerunkräuter treten in Abhängigkeit von den Klima-, Boden- und Anbauverhältnissen also in bestimmten Ackerunkraut- oder Segetalgesellschaften auf, die durch eine bestimmte Kombination verschiedener ökologisch-soziologischer Artengruppen der Ackerunkräuter charakteristisch sind. Durch die anthropogenen Einflüsse haben sich die typischen Segetalgesellschaften verändert, und es treten vor allem auf den intensiv genutzten Äckern im günstigsten Falle nur noch Fragmentgesellschaften oder sogenannte Rumpfgesellschaften auf. Häufig sind es etwa 5 Arten mit höherer Individuendichte, die auf intensiv genutzten Flächen zu finden sind. Das Verdrängen der regionaltypischen Segetalgesellschaften und auch seltener Arten ist nachgewiesen worden, als Folge der mineralischen Düngung, chemischer und mechanischer Unkrautbekämpfung, Saatgutreinigung, Bodenbearbeitung, Saat- und Erntemethoden und -termine, Fruchtfolge, Melioration, Auflässen von Ackerflächen, Schlaggröße. Die aktuelle Ackerunkraut-Vegetation reflektiert die exogenen und endogenen Standortbedingungen wider. So hat ELLENBERG et al. (1992) den Pflanzenarten bestimmte Ziffern zugeordnet, die das ökologische Verhalten zu den wichtigsten Standortfaktoren ausdrücken. Berücksichtigt wurden vor allem drei wichtige klimatische Faktoren (Licht, Wärme und Kontinentalität) sowie drei Bodenfaktoren [Feuchtigkeit, Bodenreaktion und Stickstoffversorgung (Tab. 1)].

**Tab. 1:** Zeigerwerte nach ELLENBERG et al. (1992)

Stickstoffzahl (N)	Standorte	ausgewählte Pflanzenarten
1	<b>Stickstoffärmste</b> Standorte anzeigend	<i>Helichrysum arenarium</i> (Sand-Strohblume)
2	Zwischen 1 und 3 stehend	<i>Erophila verna</i> (Frühlings-Hungerblümchen)
3	Auf <b>stickstoffarmen</b> Standorten häufiger als auf mittelmäßigen und nur ausnahmsweise auf reicheren	<i>Anthoxanthum aristatum</i> (Grannen-Ruchgras)
4	Zwischen 3 und 5 stehend	<i>Veronica triphyllos</i> (Dreiteiliger Ehrenpreis)
5	<b>Mäßig stickstoffreiche</b> Standorte anzeigend, auf armen und reichen seltener	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (Gewöhnliches Hirtentäschel)
6	Zwischen 5 und 7 stehend	<i>Papaver rhoeas</i> (Klatsch-Mohn)
7	an <b>stickstoffreichen</b> Standorten häufiger als auf mittelmäßigen und nur ausnahmsweise auf ärmeren	<i>Chenopodium album</i> (Weißer Gänsefuß)
8	Ausgesprochener <b>Stickstoffzeiger</b>	<i>Urtica dioica</i> (Große Brennnessel)
9	an <b>übermäßig stickstoffreichen</b> Standorten konzentriert	<i>Rumex obtusifolius</i> (Stumpfblätriger Ampfer)

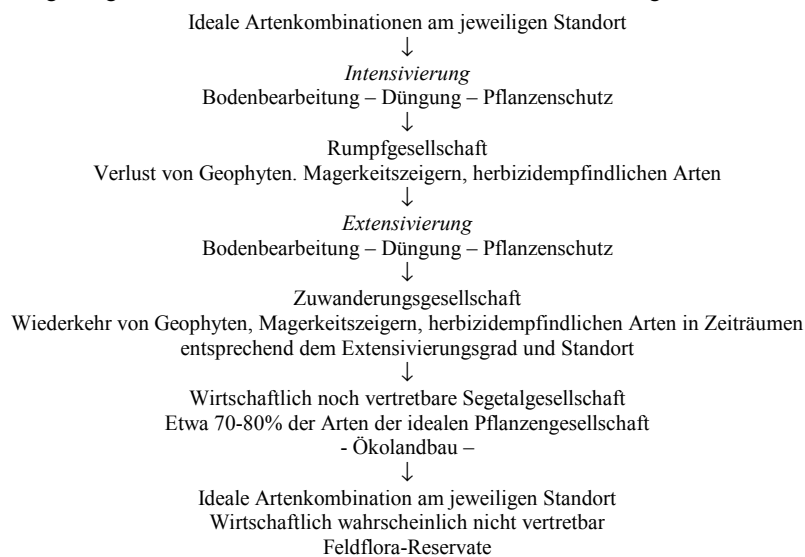
Bei der Bewertung ökologischer Sachverhalte sollte nicht die Artenvielfalt allein quantitativ interpretiert werden, sondern unter dem Gesichtspunkt der charakteristischen Ausstattung der jeweiligen Pflanzengesellschaft und der ökologischen Funktion ihrer Komponenten in der Biozönose betrachtet werden (ARLT

und EGGERS, 1997). Diversität in der Agrarlandschaft muss unter zwei Aspekten gesehen werden. Die Strukturdiversität ist durch die Vielfalt der räumlichen Bedingungen in einem Lebensraum gekennzeichnet, die häufig mit entsprechender Artendiversität verknüpft ist (SCHAEFER und TISCHLER, 1983). Hohe Diversität darf aber nicht grundsätzlich als Indikator für den optimalen Zustand eines Ökosystems angesehen werden, sie ist nicht notwendigerweise mit einer vielfältigen Vernetzung von Stoffkreisläufen und Energiefluss verknüpft und bedingt nicht ausschließlich die Stabilität von Ökosystemen. Diese Stabilität wird durch die zentrale Fähigkeit der Ökosysteme zur Selbstregulation bedingt, die für die systemoptimale Diversität sorgt. Zeitlich betrachtet kann aber absinkende Diversität in einem beobachteten Ökosystem ein Indikator für eine Störung in einer Lebensgemeinschaft sein. Ackerbausysteme nähern sich heute der Einförmigkeit, sie sind ein Beispiel dafür, dass in der belebten Natur Diversitätsverlust nur durch aufwendige Maßnahmen gegen die Biozönose einschließlich der Verhinderung der Zuwanderung erzwungen wird (ARLT und EGGERS, 1997).

### **Nutzung der Ausprägung von Pflanzengesellschaften als Indikator zur ökologischen Bewertung von Extensivierungsmaßnahmen**

In einer ganzen Reihe von Arbeiten werden Ergebnisse über die Auswirkungen von Extensivierungsmaßnahmen auf die Flora dargestellt (z. B. ALBRECHT und MATTHEIS, 1998; van ELSEN, 1996; GEROWITT, 1996 usw.). Dabei war die Förderung der Artenvielfalt und seltener Pflanzenarten nach Extensivierungsmaßnahmen im Ackerbau unterschiedlich. Oft wird eine Zunahme der Artenvielfalt beobachtet, jedoch seltene und gefährdete Arten erhielten kein Populationswachstum oder traten nicht auf. Längerfristige Extensivierungsmaßnahmen auf besonders dafür ausgewählten Standorten dagegen führten zur Ausbildung seltener Pflanzengesellschaften bzw. zum Auftreten und der Ausbreitung von seltenen und gefährdeten Segetalarten (FRIEBEN, 1996; HOFMEISTER, 1996).

Bei Nutzung der Ausprägung von Pflanzengesellschaften als Indikator zur ökologischen Bewertung von Extensivierungsmaßnahmen muss beachtet werden, dass durch die Extensivierung nur teilweise eine regionaltypische Pflanzengesellschaft zu erreichen ist (Abb. 1). Aber auch schon das Vorhandensein bestimmter Fragmentgesellschaften wäre ein Zeichen für einen höheren ökologischen Wert.



**Abb. 1:** Pflanzengesellschaften als Biodiversitäts-Indikatoren (ARLT und JÜTTERSONKE, 1999)

Die Effizienzkontrolle kann vorgenommen werden, da es für Deutschland aus allen Gebieten pflanzensoziologische Unterlagen sowie Vegetationskarten aus früherer Zeit mit Vorkommen von typischen

Segetalgesellschaften sowie Untersuchungen aus neuester Zeit gibt (z. B. HÜPPE und HOFMEISTER, 1990).

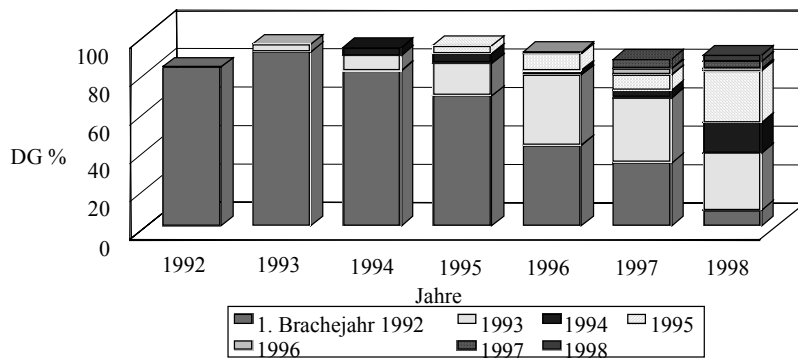
In unserer Darstellung geht es nicht um das Naturschutzziel „Artenschutz“, das ist unter den Bedingungen des Erwerbs-Anbaus von Kulturpflanzen, auch im Ökolandbau, kaum zu erhalten. Dieses Schutzziel ist fast ausschließlich in Feldflore-Reservaten oder im Ackerrandstreifen zu erreichen. Das gilt vor allem für seltene und sehr seltene Arten mit lokalem Auftreten.

### Ergebnisse der Beobachtungen zur Vegetationsentwicklung nach Extensivierung

Das im folgenden vorgestellte Modell zeigt eine regionalisierte ökologische Bewertung von Extensivierungsmaßnahmen. Für die Untersuchungen wurden auf unterschiedlichen Diluvialstandorten Dauerbeobachtungsflächen angelegt. Es sollte geklärt werden, wie schnell sich auf anthropogen beeinflussten Standorten wieder halbnatürliche bis naturnahe Pflanzengesellschaften bzw. regional- und standorttypische Segetalgesellschaften einstellen.

### Dauerbrache und Extensivierungsversuch in Groß Kreutz (Brandenburg)

Ausgangssituation war ein Düngungsversuch, in dem vor 1990 hohe Stickstoffgaben, verabreicht wurden. Auf dieser Fläche wurde 1991 ein Extensivierungsversuch mit Dauerbrache angelegt. Die Gesamtartenzahl änderte sich während der Beobachtungsjahre kaum. 1992 dominierten in der Brache noch die Segetalarten der Frauenmantel-Kamillengesellschaft (Aphano-Matricarietum), danach aber wurden sie durch zuwandernde Arten verdrängt (Abb. 2).



**Abb. 2:** Sukzessionsbrache Groß Kreutz; Deckungsgrade der zuwandernden Arten im Verhältnis zu den autochthonen Arten des Vorgängerversuches (1992) in %

1998 wurde der Bestand gekennzeichnet durch hohe Abundanz von Gewöhnlicher Schafgarbe (*Achillea millefolium*), Gewöhnlichem Beifuss (*Artemisia vulgaris*) und Gewöhnlicher Sichelwöhre (*Falcaria vulgaris*) (ca. 60 % DG). Bei einem Vergleich der durchschnittlichen N-Zeigerwerte nach ELLENBERG et al. (1992) ist aber ein wesentlicher Unterschied nicht zu erkennen. Die segetalen N-Zeiger sind durch

ruderales ersetzt worden. Die N-Zeigerwerte betragen für 1992 5,5 und für 1998 5,0. Der Aushagerungsprozess verläuft offensichtlich auf diesem Standort (lehmiger Sand, AZ ca. 36-40) sehr langsam.

Im Extensivierungsversuch auf dem Standort Groß Kreuz zeigte der Vergleich der Ackerwildkrautvegetation in Wintergetreide unter dem Einfluss einer Verminderung der Düngung um 50 % sowie Verzicht auf Herbizide (außer bei dem Anbau von Mais) keine wesentlichen Unterschiede. Auch hier haben sich die durchschnittlichen N-Zeigerwerte nur unwesentlich verändert, sie betragen für die 1991 gefundenen Arten 6,1 und haben sich bis 1996 auf 5,3 vermindert. Einige der neu auftretenden Arten, wie Windhalm (*Apera spica-venti*) und gehäuftes Auftreten von Dreiteiligem Ehrenpreis (*Veronica triphyllos*) sind dem fast völligen Verzicht des Einsatzes von Herbiziden zu verdanken. Qualitativ hat sich die Gesellschaft (Aphano-Matricarietum) aber nicht verändert (JÜTTERSONKE und ARLT, 1998). Die Auswertung von Lokalfloren ergab, dass eine weitere Zuwanderung, auch seltener Arten, auf dieser, wenigstens über 200 Jahre landwirtschaftlich genutzten Fläche nicht zu erwarten ist.

### **Vegetationsentwicklung auf extremen Sandstandorten**

Auf den ärmsten Sandstandorten (Beelitzer/Luckenwalder Heide in Brandenburg) verlief die Entwicklung von der Segetalgesellschaft zur naturnahen Pflanzengesellschaft am schnellsten (Tab. 2). Die für N vorgegebenen Zeigerwerte der 1991 gefundenen Arten betragen im Durchschnitt noch 6,0 und zeigen noch eine gewisse Nitrophilie an. 1998 betrug der durchschnittliche N-Zeigerwert nur noch 3,9.

### **Vegetationsentwicklung nach Extensivierung in Bristow (Mecklenburg-Vorpommern)**

Ein längerfristiges Beobachtungsprogramm besteht in einem Landwirtschaftsbetrieb in Bristow westlich des Malchiner Sees (Mecklenburg-Vorpommern). Die Untersuchungsflächen befinden sich in einem Naturpark, in einem günstig gelagerten Mosaik von geförderter Fläche, langfristig stillgelegten Flächen, Ackerwildkrautschutzfläche und Naturschutzgebiet.

Nach 8-jähriger Stilllegung deutet sich jetzt die Ausbildung zu einer späteren standorttypischen Sandtrockenrasengesellschaft an, mit dem ersten Auftreten von Trockenrasenpflanzen, wie Färber-Hundskamille (*Anthemis tinctoria*) oder Gewöhnlicher Goldrute (*Solidago virgaurea*).

Auf der Ackerwildkrautschutzfläche mit extensivem Getreidebau blieb die von WOLLERT und BOLBRINKER (1993) beschriebene regionaltypische Ackerfrauenmantel-Kamillengesellschaft (reiche Subass. von *Consolida regalis*) erhalten, wobei die Abundanz von *Consolida regalis* stellenweise sehr hoch wurde. Seit 1996 ist jedoch hier eine Ausbreitung ausdauernder Arten zu beobachten. Sie werden zu unerwünschten Konkurrenten der seltenen Segetalarten wie auch der Kulturpflanzen. Die Artenzahl ging erheblich zurück (1991: 51; 1998: 29), wobei der durchschnittliche N-Zeigerwert (5,9; 5,8) gleich blieb (JÜTTERSONKE und ARLT, 1998). Hier zeigt sich, dass eine gewisse Intensität der Bewirtschaftung der Biodiversität bzw. der reichen Ausbildung einer Pflanzengesellschaft nicht entgegenwirkt.

### **Diskussion**

Mit der Extensivierung des Kulturpflanzenanbaus und der Stilllegung von Ackerflächen wird häufig die Erwartung verknüpft, auf diesen Flächen in absehbarer Zeit artenreichere Pflanzengesellschaften vorfinden zu können, vor allem aber die Wiederansiedlung seltener oder Rote-Liste-Arten, die durch die Intensivierung (Düngung, chemische Unkrautbekämpfung) verdrängt wurden, zu ermöglichen. Der Prozess der Intensivierung in der Landwirtschaft war jedoch sehr tiefgreifend und führte in den letzten 40 Jahren zu einer Abnahme der Mannigfaltigkeit der Strukturelemente der Landschaft. Flurbereinigungen mit der Bildung großer, für die Mechanisierung geeigneter Schläge, Anbau weniger Kulturen in engen Fruchtfolgen und die Umwandlung von extensiv genutztem Grünland in Ackerland oder die Einrichtung von Hochleistungsgrünland auf Streuwiesenstandorten haben zur Einförmigkeit und Ausrottung von Ökosystemen geführt und Bedingungen geschaffen, unter denen die Rückkehr ehemals in einem bestimmten Gebiet heimischer Arten sehr eingeschränkt werden kann (ARLT und EGGERS, 1997). Entscheidend ist zunächst der Abbau von Umweltbelastungen durch Pflanzenschutzmittel und Dünger. Die Biodiversität,



bedingt durch die längerfristigen Wiederbesiedlungsprozesse, zeigt aber nach Extensivierung jetzt z. T. schon positive Trends.

**Tab. 2:** Sukzession von der Segetalgesellschaft zur Silbergrasflur Stilllegungsfläche Buchholz (Teilschlag 1); Boniturnoten nach BRAUN-BLANQUET(1964)

Pflanzenart	1991	1992	1999
<i>Fallopia convolvulus</i>	2	+	
<i>Apera spica-venti</i>	2		
<i>Conyza canadensis</i>	1	1	+
<i>Centaurea cyanus</i>	1		
<i>Chenopodium album</i>	1	1	
<i>Rumex acetosa</i>	+	+	1
<i>Lolium sp.</i>	+		
<i>Setaria viridis</i>	+	2	
<i>Taraxacum officinale</i>	+		
<i>Crepis tectorum</i>	r		
<i>Secale cereale</i>	+	+	
<i>Elytrigia repens</i>		2	2
<i>Laubmoos</i>		1	1
<i>Lactuca serriola</i>		+	
<i>Carduus acanthoides</i>		r	
<i>Corynepherus canescens</i>			2
<i>Rumex acetosella</i>			2
<i>Jasione montana</i>			1
<i>Helichrysum arenarium</i>			1
<i>Artemisia campestre</i>			1
<i>Spergula morisonii</i>			1
<i>Bromus sterilis</i>			1
<i>Cerastium holosteoides</i>			1
<i>Armeria maritima</i>			1
<i>Chondrilla juncea</i>			1
<i>Senecio vernalis</i>			1
<i>Viola arvensis</i>			1
<i>Myosotis stricta</i>			1
<i>Bromus mollis</i>			1
<i>Hypochoeris radicata</i>			+
<i>Agrostis tenuis</i>			+
<i>Filago sp.</i>			+
<i>Festuca rubra</i>			+
<i>Scleranthus annuus</i>			+
<i>Ornithogalum umbellatum</i>			+
<i>Anthoxanthum aristatum</i>			+
<i>Myosotis arvensis</i>			+

## Diskussion

Mit der Extensivierung des Kulturpflanzenanbaus und der Stilllegung von Ackerflächen wird häufig die Erwartung verknüpft, auf diesen Flächen in absehbarer Zeit artenreichere Pflanzengesellschaften vorfin-

den zu können, vor allem aber die Wiederansiedlung seltener oder Rote-Liste-Arten, die durch die Intensivierung (Düngung, chemische Unkrautbekämpfung) verdrängt wurden, zu ermöglichen. Der Prozess der Intensivierung in der Landwirtschaft war jedoch sehr tiefgreifend und führte in den letzten 40 Jahren zu einer Abnahme der Mannigfaltigkeit der Strukturelemente der Landschaft. Flurbereinigungen mit der Bildung großer, für die Mechanisierung geeigneter Schläge, Anbau weniger Kulturen in engen Fruchtfolgen und die Umwandlung von extensiv genutztem Grünland in Ackerland oder die Einrichtung von Hochleistungsgrünland auf Streuwiesenstandorten haben zur Einförmigkeit und Ausrottung von Ökosystemen geführt und Bedingungen geschaffen, unter denen die Rückkehr ehemals in einem bestimmten Gebiet heimischer Arten sehr eingeschränkt werden kann (ARLT und EGGERS, 1997). Entscheidend ist zunächst der Abbau von Umweltbelastungen durch Pflanzenschutzmittel und Dünger. Die Biodiversität, bedingt durch die längerfristigen Wiederbesiedlungsprozesse, zeigt aber nach Extensivierung jetzt z. T. schon positive Trends.

Die dargestellten Ergebnisse belegen, dass die Aushagerung nur auf sehr sorptionschwachen Böden in wenigen Jahren zur Ablösung der über viele Jahre dominierenden Segetalvegetation durch z. B. naturnahe Sandtrockenrasengesellschaften führen kann. Auf sorptionsstärkeren Böden bleiben nitrophil orientierte Arten langfristig dominant. Das Beispiel einer in Mecklenburg aus Artenschutzgründen extensivierten Ackerfläche mit Getreideanbau zeigt, dass Extensivierung nicht nur im Weglassen von Faktoren, wie Düngung oder chemischer Unkrautbekämpfung bestehen darf, wenn Biodiversität und Förderung bedrohter Arten angestrebt wird. In dem Maße, in dem auf die chemischen Unkrautbekämpfungsmaßnahmen verzichtet wird, müssen nichtchemische Intensivierungsmaßnahmen durchgeführt werden.

Die Nutzung der Ausprägung bzw. Regeneration regional- und standorttypischer Pflanzengesellschaften - hier Segetalgesellschaften - als Indikatoren für die ökologische Bewertung von Extensivierungsmaßnahmen setzt folgendes voraus:

- floristisch-vegetationskundlich geschulte Mitarbeiter mit gleichzeitigem Verständnis für die wirtschaftlichen Probleme der Landwirtschaft,
- ein regionalisiertes Herangehen unter Nutzung vor allem auch der Kenntnisse, die in Lokalfloren oder anderen regionalen Veröffentlichungen niedergelegt sind,
- die Einsicht, dass Segetalgesellschaften nicht unverfälschte Natur sondern ein Abbild von Standort und Bewirtschaftung sind und dass damit nicht allein die totale Extensivierung sondern eine maßvolle Bewirtschaftung für ihre optimale Ausbildung notwendig sein kann (ARLT und JÜTTERSONKE, 1999).

Gerade bei Extensivierungsmaßnahmen ergeben sich eine Reihe von Unkrautproblemen, wie auch unser Beispiel der Schutzfläche zeigt. Die Probleme würde der chemische Pflanzenschutz meist lösen können, der sich aber bei Extensivierung verbietet oder nur in reduziertem Maße zur Anwendung kommen kann. Daher müssen die unterschiedlichen nichtchemischen Maßnahmen angewendet werden. ALBRECHT und MATTHEIS (1998) berichten, dass nicht immer alle ökologischen Anforderungen gleichzeitig zu erfüllen sind. So führte in einem Beispiel die Umstellung von konventioneller auf integrierte Nutzung zur Verschlechterung der Lebensbedingungen für gefährdete Segetalarten. Hauptursache schien für diese Entwicklung vor allem die verringerte Bodenbearbeitung zu sein. Hier bekam der Erosionsschutz oberste Priorität in der Umsetzung von Naturschutzziele. Es wurde der Artenschutz im Naturschutz-Leitbild für die betreffende Region dem abiotischen Ressourcenschutz untergeordnet. Das Ziel des abiotischen Schutzes wurde erreicht, jedoch nicht das des biotischen Schutzes.

Unkrautprobleme nach Extensivierung könnten in speziellen Fällen auch mit biologischen Bekämpfungsmethoden, wenn sie gelingen würden, gelöst werden, da es sich oft um nur eine oder wenige Unkrautarten handelt, die besondere Probleme bereiten. Vor allem sind es die ausdauernden Arten, die nach Extensivierung schwer zu bekämpfen sind.

Schließlich soll noch einmal angemerkt werden, dass der Schutz von besonders gefährdeten oder seltenen Arten oder Pflanzengesellschaften am besten auf gesonderten Flächen, wie Ackerrandstreifen oder

Feldflora-Reservate erreicht werden kann, auf denen die Bearbeitungsmaßnahmen ausschließlich auf den Schutz der Arten abzielen und der Ertrag eine untergeordnete Rolle spielt. Für den biotischen Ressourcenschutz sollten nach MARGGRAF und WILHELM (1998) Acker- und Uferrandstreifen usw. aber nicht isoliert in der Agrarlandschaft stehen, sondern eine Einbindung in Biotopverbundsysteme gewährleisten. Für diesen Zweck ist das Vorhandensein von Feldrainen, Gehölzen und Schutzpflanzungen sehr geeignet.

### Zusammenfassung

Die ökologische Bewertung von Extensivierungsmaßnahmen kann nach zwei Gesichtspunkten erfolgen. Es wird der abiotische und der biotische Ressourcenschutz bewertet. Bei der Bewertung des biotischen Ressourcenschutzes nach Extensivierung sollte nicht die Artenvielfalt allein quantitativ interpretiert werden, sondern qualitativ die Ausprägung der charakteristischen regionaltypischen, also standortgebundenen, Pflanzengesellschaften untersucht und in die Bewertungskriterien eingebunden werden. Es wird eingeschätzt, dass nach einer Extensivierung, die noch wirtschaftlich vertretbar ist, etwa 70 bis 80 % der Arten der idealen Pflanzengesellschaft je nach Zeitraum und Standort auftreten können.

### Literatur

- ALBRECHT, H., MATTHEIS, A. (1998): Extensivierung – eine Chance für gefährdete Ackerwildkräuter? Schriftenreihe der Landesanstalt für Pflanzenbau und Pflanzenschutz, Mainz **6**, 125-145.
- ANONYM (1992): Verordnung (EWG) Nr. 2078/92 des Rates vom 30. Juni 1992 für umweltgerechte und den natürlichen Lebensraum schützende landwirtschaftliche Produktionsverfahren. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften vom 30. 7. 1992, Nr. L. 215, 85-90.
- ARLT, K., EGGERS, TH. (1997): Natürliche Vegetation – Ackerunkraut-Vegetation. In: Biologische Vielfalt in Ökosystemen – Konflikt zwischen Nutzung und Erhaltung. Schriftenreihe des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. Reihe A: Angewandte Wissenschaft, **465**, 20-28.
- ARLT, K., JÜTTERSONKE, B. (1999): Pflanzengesellschaften als mögliche Indikatoren für den Erfolg von Fördermaßnahmen. In: Foliensammlung zum Workshop: „Zukunft der Kulturlandschaftsprogramme der Bundesländer unter den Rahmenbedingungen der AGENDEA 2000“ 27./28. Mai 1999 Bad Freienwalde, Landesanstalt für Großschutzgebiete.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1964): Pflanzensoziologie. – Springer-Verlag, Wien, New York, 865 S.
- ELLENBERG, H., WEBER, H. E., DÜLL, R., WIRTH, V., WERNER, W., PAULIßEN, D. (1991): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. *Scripa Geobotanica* **18**, 258 S.
- VAN ELSSEN, TH. (1996): Wirkungen des ökologischen Landbaus auf die Segetalflora – Ein Übersichtsbeitrag - . In: DIEPENBROCK, W., HÜLSBERGEN, K.-J. (Hrsg.): Langzeiteffekte des ökologischen Landbaus auf Fauna, Flora und Boden (Beiträge der wissenschaftlichen Tagung am 25. 4. 1996 in Halle/Saale), 143-152.
- FRIEBEN, B. (1996): Organischer Landbau – eine Perspektive für die Lebensgemeinschaften der Agrarlandschaft? In: Flächenstilllegung und Extensivierung in der Agrarlandschaft – Auswirkungen auf die Agrarbiozönose“, *NNA-Berichte* **9** (2), 52-59.
- GEROWITT, B. (1996): Ökologische Auswirkungen von Ackerbausystemen am Beispiel des interdisziplinären Forschungsvorhabens INTEX. In: Flächenstilllegung und Extensivierung in der Agrarlandschaft – Auswirkungen auf die Agrarbiozönose“, *NNA-Berichte* **9** (2), 23-31.
- HOFMEISTER, H. (1996): Ackerwildkrautschutz auf der Wernershöhe (Niedersächsisches Berg- und Hügelland) im Jahr 1995. In: Flächenstilllegung und Extensivierung in der Agrarlandschaft – Auswirkungen auf die Agrarbiozönose“, *NNA-Berichte* **9** (2), 43-46.
- HÜPPE, J. UND HOFMEISTER, H. (1990): Syntaxonomische Fassung und Übersicht über die Ackerunkrautgesellschaften in der Bundesrepublik Deutschland. *Ber. Reinh. - Tüxen-Ges.* **2**, 61-81.
- JÜTTERSONKE, B. UND ARLT, K. (1998): Untersuchungen zur Vegetationsentwicklung nach Extensivierung im Pflanzenbau. *Z. PflKrankh. PflSchutz, Sonderh.* **XVI**, 163-168.

- MARGGRAF, R., WILHELM, J. (1998): Umweltwirkungen von Förderungsmaßnahmen gemäß VO (EWG) 2078/92. Endbericht (Band 2), Georg-August-Universität Göttingen, 98 S.
- POINTEREAU, PH., BOCHU, J.-L., DOUBLET, S., MEIFFREN, I., DIMKIC, CH., SCHUMACHER, W., MAYRHOFER, P., BACKHAUSEN, J. (1999): Umweltbewertungsverfahren für die Landwirtschaft für eine nachhaltige Landwirtschaft. Drei Verfahren unter der Lupe. Imprimerie 34/Toulouse/Frankreich, 189 S.
- SCHAEFER, M. UND TISCHLER, W. (1983): Ökologie. Wörterbücher der Ökologie. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag, 67-68.
- WOLLERT, H., BOLBRINKER, P. (1993): Zur Wildkrautflora und -vegetation einer stillgelegten Ackerfläche am Nordwestufer des Malchiner Sees. Arch. Freunde Naturg. Mecklb. XXXII, 207-212.

## Eine agrarökologische Gebietsgliederung für Deutschland als Entscheidungshilfe zur Ableitung von Schutz- und Nutzungszielen in der Landwirtschaft

D. Schulzke und G. Kaule

### Problem und Zielstellung

Im Rahmen eines EU - Forschungsprojektes (AIR3 CT94 – 1296) sind für einige westeuropäische Länder mit großflächigem Getreideanbau gebietsbezogene Indikatoren zur Bewertung der landwirtschaftlichen Produktion gesucht worden. Ein erster Schritt zur Findung von Indikatoren ist die Abgrenzung von Gebieten mit weitgehend einheitlichen ökologischen Bedingungen. Die vorgeschlagene Gebietskategorie sind die Boden-Klima-Regionen (BKR) als Teile der übergreifenden Agrar-Klima-Regionen (SCHULZKE, D. KAULE, G., 2000). Das Ergebnis für Deutschland soll hier vorgestellt werden.

Die BKR sind eine naturräumlich definierte Gebietsgliederung im Maßstab 1:1.000.000 die auch über die Biomassebildung definiert werden kann. Es soll die Hypothese belegt werden, dass nicht nur die Wachstumsbedingungen in den abgegrenzten Gebieten verschieden sind sondern auch, dass die Ertragspotentiale ermittelt werden können. Die Wachstumsbedingungen beeinflussen mit den jeweils etablierten Nutzungsgradienten der Landwirtschaft die Ressourcen Boden, Grundwasser und Lebensräume unterschiedlich. Wenn die Wachstumsbedingungen definiert werden können, dann können auch die Nutzungsgradienten den vorhandenen landschaftsökologischen Empfindlichkeiten und den gesellschaftlichen Zielen zur nachhaltigen Nutzung der Ressourcen angepasst werden.

### Methode

Das Vorgehen nutzt Erfahrungen mit agrarökologischen Gliederungen in Ostdeutschland (SCHULZKE, 1988a). Auf der Grundlage flächendeckend vorliegender Boden- und Vegetationskartierungen, eines dichten Messnetzes meteorologischer Stationen sowie von Getreideertragsdaten aus einer 10jährigen Reihe von über 60 Versuchsstationen der Zentralstelle für Sortenwesen (heute Bundessortenamt) in allen Landesteilen des ostdeutschen Raumes, war eine Datengrundlage vorhanden, die eine ökologisch definierte Gebietsgliederung ermöglicht hat. Neben den differenzierenden Einzelfaktoren sind die BKR vor allem über ein Ertragsbildungsmodell definiert (SCHULZKE, 1988b). Die Modellstruktur (Abb. 1) zeigt die Arbeitsschritte für die ökologischen Inhalte der BKR.

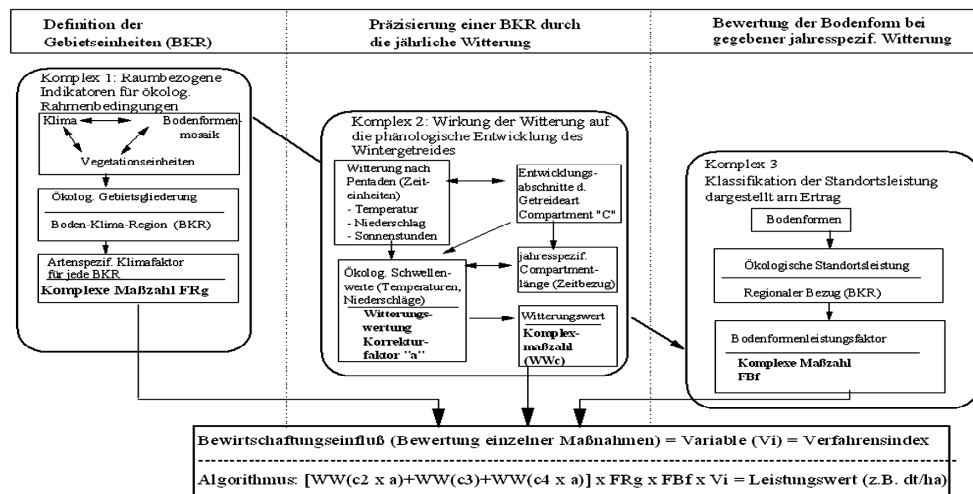


Abb. 1: Modellstruktur für einen biologischen Prozeß am Beispiel Getreide (SCHULZKE, 1986, 1996)

Für die Überprüfung des Ertragsbildungsmodells unter anderen klimatischen und geografischen Bedingungen (wie in Ostdeutschland) und die Eignung für die angestrebte Gebietsgliederung im Sinne des EU-Forschungsprojektes (AIR3 CT94-1296) sind einschlägige Basiskarten und -daten benutzt worden.

Die verwendeten Grundlagen haben vorwiegend sektoralen Charakter. Das gilt nicht für die vegetationskundlichen Unterlagen, da die Vegetation zwangsläufig eine Integrationsebene darstellt.

Für Deutschland (ost) sind die standortbezogenen Vegetationsbeschreibungen und Kartierungen von SCAMONI(1977) und die Bewertung der Wald-Biomasseleistung von HOFMANN(1985), sowie die Ergebnisse der landwirtschaftlichen (SCHMIDT, R.; DIEMANN, R.;1981) und der forstlichen Standort-erkundung ( KOPP, 1973) unverzichtbare Grundlagen. Auf Deutschland (West) bezogen, haben die Arbeiten von KAULE (1991) den höchsten Integrationswert. Besonders die daraus abgeleiteten Schutz-kategorien der Ökosysteme decken sich weitgehend mit agrarischen Nutzungsintensitäten wie sie den AKR und BKR zugeordnet werden können.

Eine besonders wertvolle Datenquelle für den ökologischen Bewertungsansatz sind die Wirtschaftskarten im Weltatlas von LEHMANN (1958). In diesen Karten sind die wirtschaftlich bedeutenden Weizenan-baugebiete vor der Intensivierung dargestellt. In Verbindung mit den jetzt definierten Boden-Klima-Regionen lassen sich über die zugeordnete Witterung die Anbaubegrenzungen des Weizens vor dem Einsatz der aktuellen Intensivierungsmaßnahmen erklären.

Die umfangreichste Bearbeitung für den europäischen Raum ist im "Atlas of the cereal-growing areas in Europe" von BROEKHUIZEN (1969) geleistet worden. Darin wurden auf der Grundlage von WALTER, H. und LIETH, H. (1967) hauptsächlich phänologische Daten neu zugeordnet und zur Gebietscharakteri-sierung benutzt.

In Fortsetzung der genannten Gebietsgliederungen ist in dem bearbeiteten EU-Projekt neben der Be-schreibung verschiedener Wachstumsbedingungen in abgrenzbaren Gebieten (SCHULZKE, 2000) die jeweilige Biomasseleistung in Form des Winterweizen-ertrages benutzt worden. Er gilt als Indikator und Vergleichsgröße für die ökologischen Bedingungen in Europa und Deutschland.

Der methodische Ansatz erklärt sich aus der logischen Verknüpfung der Einflusskomplexe Klima, Witte-rung und Boden sowie auf die Ausprägung der natürlichen Wald-Vegetationseinheiten. Die Baumarten-verbreitung und die Biomasseleistung der Baumarten werden primär von abiotischen Faktoren gesteuert.

In der Landwirtschaft gelten die gleichen Gesetze. Am Beispiel der drei Wintergetreidearten (in diesem Beitrag nur für den Winterweizen) lässt sich nachweisen, dass sowohl die Anbausicherheit und die Er-tragsleistung regional sehr unterschiedlich sind. Mit dem entwickelten Modell lässt sich ein „Ökologi-scher Basisertrag“ ermitteln mit dem regionale Unterschiede vergleichbar gemacht werden können.

Der „Ökologische Basisertrag“ lässt sich mit den folgenden Modellbausteinen errechnen:

$$(WW_{C2} * a + WW_{C3} + WW_{C4} * a) * F_{Rg} * F_{Bf}$$

Dabei sind

$WW_{C2,3,4}$	= Witterungswerte der Compartments
$a$	= Korrekturfaktor Niederschlag in einer Zeiteinheit
$F_{Rg}$	= Klimafaktor für die Boden-Klima-Region
$F_{Bf}$	= Bodenformenleistungsfaktor

Bis in die 50-ziger Jahre des 20-zigsten Jahrhunderts haben die Anbaustrukturen und die Anbauverfahren sich den natürlichen Rahmenbedingungen angepasst. Mit der Auswahl der Kulturpflanzen und den regi-onal angepassten Anbauverfahren (niedrige Intensität) wurden die ökologischen Rahmenbedingungen für die Biomasseleistung weitgehend ausgeschöpft.

Die einsetzende Intensivierung hatte zur Folge, dass diese „natürliche Beziehung“ zwischen den ökologi-schen Rahmenbedingungen und der landwirtschaftlichen Nutzung durchbrochen wurden. Es kam regi-onal zu erheblichen Verschiebungen im Kulturartenspektrum und den Anbaukonzentrationen. Getragen

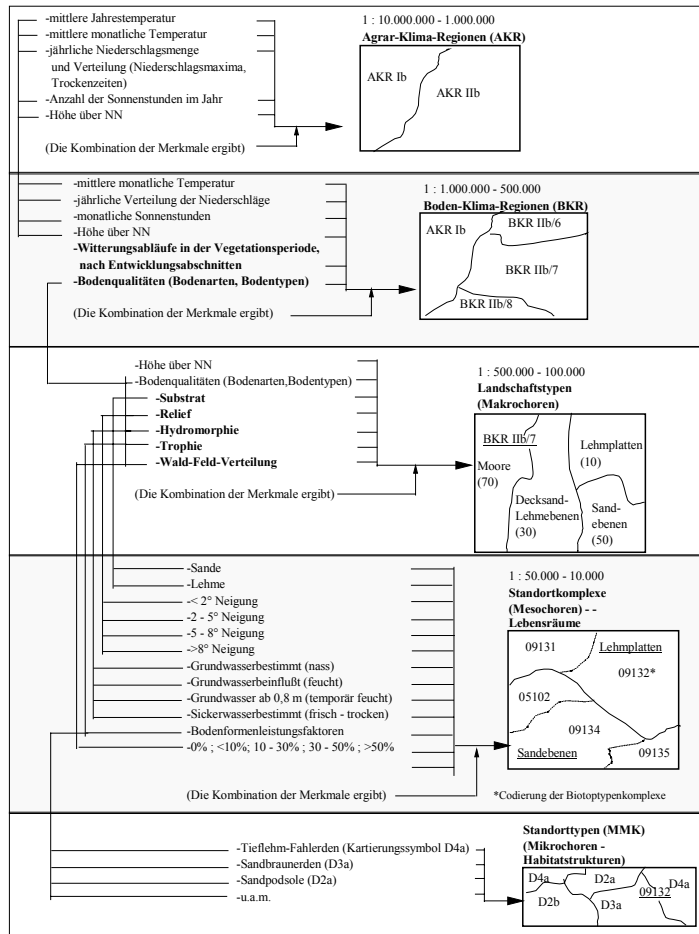
wurde diese Entwicklung durch bessere Pflanzenernährung, aber vor allem durch Pflanzenschutzmassnahmen. Die Prädatoren konnten soweit zurückgedrängt werden, dass z.B. der Winterweizen jetzt in Gebieten angebaut werden konnte in denen er ohne Fungizide nicht anbauwürdig war.

Bald stellte sich heraus, dass die verschiedenen Intensivierungsmaßnahmen regional unterschiedliche Wirkung zeigten. Damit taten sich neue, andere Schwierigkeiten auf, die besonders im Höchstertragsbereich deutlich wurden.

Hier begann die wissenschaftliche Fragestellung nach den möglichen Steuergrößen für die regionale Ertragsbildung.

Die großflächige Analyse der jährlichen Ertragsentwicklung, sowie unterschiedlicher Wirkungen und Einsatznotwendigkeiten im besonderen von Fungiziden und Halmstabilisatoren führten zu messbaren, regionalen Unterschieden die in Gebietsabgrenzungen mündeten (Abb. 2 u. Abb. 3).

**Innere Merkmale:**



**Abb. 2:** Innere Merkmale

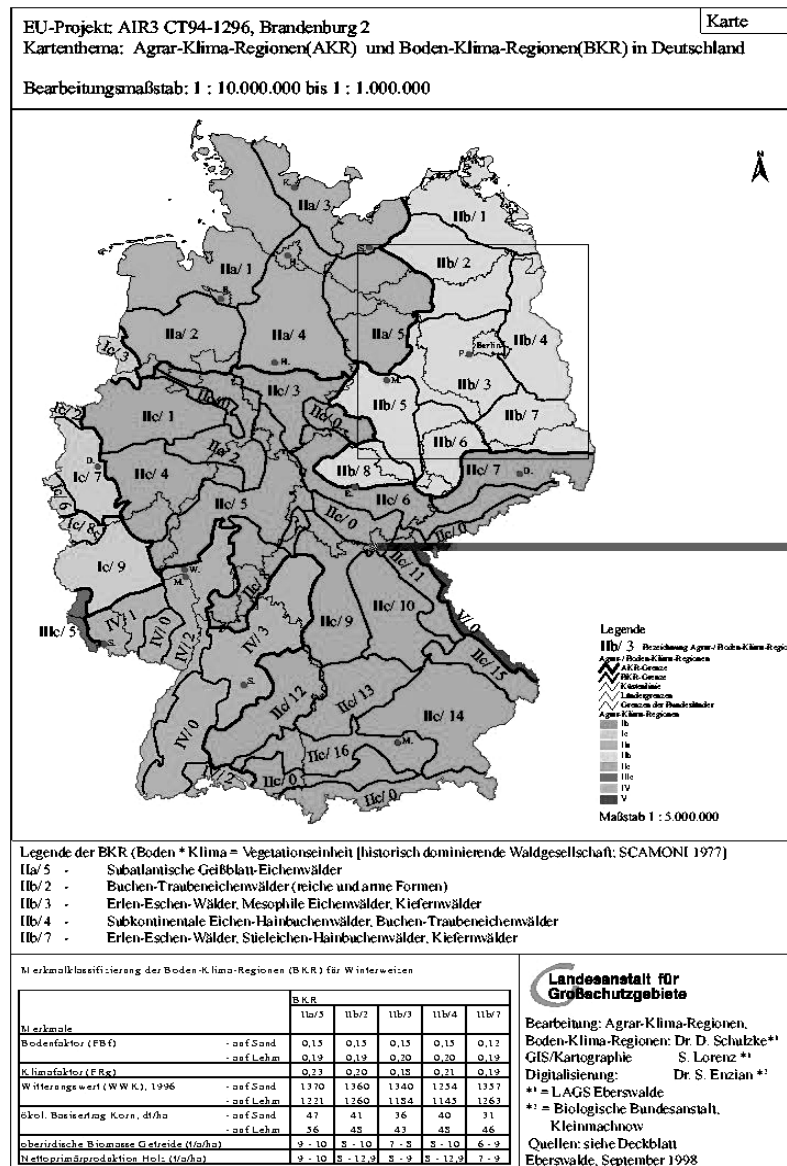


Abb. 3: Agrar-Klima-Regionen (BKR) in Deutschland

Die Analyse dieser Gebietseinheiten erbrachte auch charakterisierende Witterungskonstellationen und ein spezifisches Standortspektrum. Daraus leitet sich der Name „Boden-Klima-Region“ ab.

Die Korrelation zwischen Ertragsleistung und Witterung in den BKR lässt zwar eine statistische Beziehung erkennen, ist aber durch eine große Streuung belastet. Die Streuung wird durch zwei „Störgrößen“ verursacht. Die Eine ist eine Klimakonstante (FRg) die für jede der drei Wintergetreidearten unterschiedlich ist und für jede BKR ermittelt wurde. Die Zweite ist eine Boden(qualitäts)konstante (FBf) die zwar für jede Getreideart und Bodenqualität verschieden, aber in allen BKR gleich ist. Damit wird auch deutlich, dass in der Wirkungshierarchie die Witterung vor dem Boden steht. Die Verknüpfung der beiden



Konstanten - als dimensionslose komplexe Maßzahlen - mit einem jahresspezifischen Witterungswert (WWK), der aus der Witterung von drei Entwicklungsabschnitten (Compartments) gebildet wird, ergibt einen Algorithmus mit dem der Ertragsbildungsprozess abgebildet werden kann (Abb. 1).

Jedes Modell unterliegt Restriktionen. In diesem Fall sind es die Bedingungen des Anbauverfahrens. Das zugrundegelegte Anbauverfahren wurde aus den Versuchsvorschriften zur Sortenhauptprüfung für die amtliche Sortenzulassung bestimmt (ab 1970). Das sind:

- Hohe Bodenfruchtbarkeit (Bodenfruchtbarkeitsziffern im Soll-Wertbereich)
- Fruchtfolge mit ca. 50% Getreideanteil
- Normativgerechte Saatbettvorbereitung, Aussaattermine und Aussaatmengen
- Herbizideinsatz

Traditionelle Stickstoffdüngung, geteilte Gabe im Verhältnis 60 - 70% als 1. Gabe und 40 - 30% als zweite Gabe, sowie eine ausgewogene Grunddüngung.

Intensivierungsmaßnahmen wie

- mehrfach geteilte Stickstoffgaben nach Bedarf
- Flüssigdüngung (Ammonium-Harnstoff-Lösung (AHL) oder NPK-Flüssig)
- Halmstabilisatoreneinsatz zur Ertragssteigerung
- Fungizideinsatz
- sehr hohe Bodenfruchtbarkeit (Versorgungsstufen E und D der Hauptnährstoffe)
- Beregnung
- „Luxusfruchtfolgen“ (Leguminosen-Vorfrucht)

sind in den Versuchsbedingungen nicht enthalten und sind Gegenstand der Intensivierungsbewertung (Vi-Wert). Das aus heutiger Sicht relativ niedrige Intensivierungsniveau bei der Sortenhauptprüfung ist in diesem Modell die Basis an der die Wirkung von Intensivierungsmaßnahmen aus identischen Parallelversuchen gemessen werden konnte.

Die Versuchsstationen waren über den gesamten ostdeutschen Raum verteilt und repräsentierten die wichtigsten Böden bei unterschiedlichen Witterungsverläufen. Die Zuordnung der Versuchsstationen zu den BKR auf den verschiedenen Standorten führte schließlich zu regionalen, standortspezifischen Gesetzmäßigkeiten die durch das Modell abgebildet werden können.

Vor diesem Hintergrund ist der durch das Modell abgebildete Ertragsbildungsprozess ein „Ökologischer Basisertrag“ der noch wesentlich durch die ökologischen Rahmenbedingungen bestimmt war.

Die exakte Erfassung und Dokumentation der Versuche bei konstanten Versuchsvorschriften über 10 Jahre hinweg (1970 bis 1981), machten es möglich den konkreten Einfluss der Witterung standortsspezifisch zu isolieren und damit die jährlichen Ertragsschwankungen zu erklären. In den Ertragstafeln (Abb. 4 u. 5) sind die Funktionsgeraden regionale, bodenspezifische Ertragslinien, die in ihrer Abhängigkeit von den WWK die natürliche Schwankungsbreite der Ertragsbildung erkennen lassen (X-Achse).

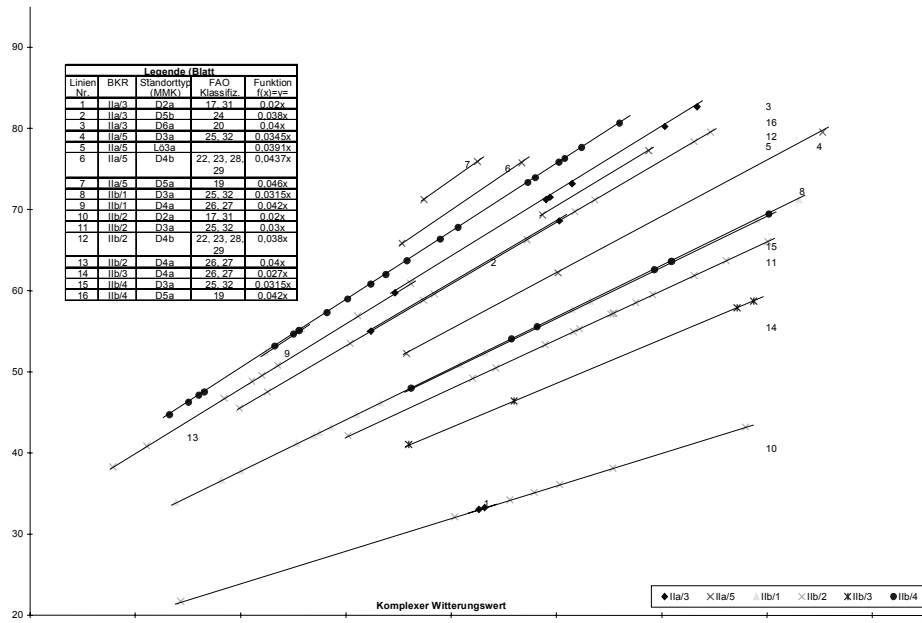


Abb. 4: Ertragstafel Winterweizen für den ökologischen Basisertrag dt/ha (Blatt 1)

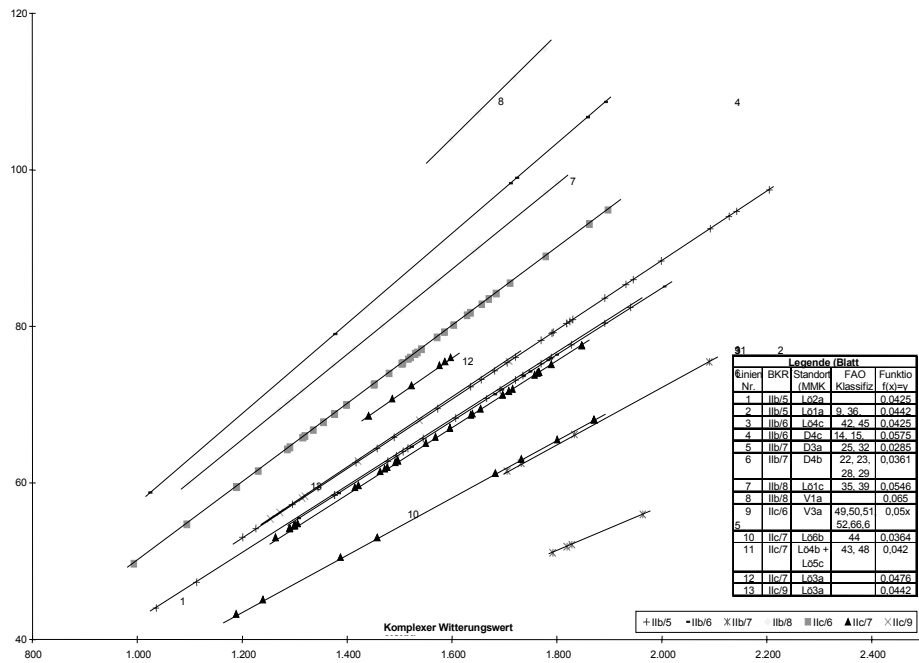


Abb. 5: Ertragstafel Winterweizen für den ökologischen Basisertrag dt/ha (Blatt 2)

Eine angeschlossene Häufigkeitsanalyse von gruppierten WWK-Bereichen im Zeitraum von 1971 bis 1985 ergibt interessante Aufschlüsse über regionale Möglichkeiten der Getreideproduktion (Tab.1).

Tab.1: Häufigkeitsverteilung der Witterungswerte in Ostdeutschland (Versuchsdaten) (Winterweizen)

n = 403

Klassen	Komplexe Witterungswerte (WWK)	Ertragsbildung	Insgesamt	Häufigkeitsverteilung der WWK												
				BKR												
Nr.	Grenzen			IIa/3	IIb/1	IIb/2	IIa/5	IIb/3	IIb/4	IIb/5	IIb/6	IIb/7	IIc/6	IIb/8	IIc/7	IIc/9
1	750 - 950	schlecht	1,2%	0,0%	0,0%	2,1%	5,9%	0,0%	0,0%	1,9%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	13,3%
2	950 - 1150		17,9%	16,7%	20,0%	18,8%	23,5%	25,0%	27,0%	9,3%	24,0%	23,5%	11,1%	23,3%	8,3%	40,0%
3	1150 - 1350	normal	21,6%	27,8%	44,0%	14,6%	17,6%	41,7%	16,2%	13,0%	16,0%	23,5%	26,7%	20,0%	21,7%	26,7%
4	1350 - 1550		17,6%	11,1%	12,0%	10,4%	17,6%	8,3%	16,2%	18,5%	12,0%	0,0%	33,3%	20,0%	25,0%	13,3%
5	1550 - 1750		17,6%	11,1%	8,0%	14,6%	11,8%	8,3%	10,8%	20,4%	24,0%	11,8%	20,0%	26,7%	26,7%	6,7%
6	1750 - 1950	sehr gut	16,6%	22,2%	8,0%	22,9%	11,8%	0,0%	16,2%	27,8%	20,0%	23,5%	8,9%	10,0%	18,3%	0,0%
7	1950 - 2150		5,2%	11,1%	0,0%	12,5%	5,9%	8,3%	10,8%	7,4%	4,0%	11,8%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
8	2150 - 2350		2,2%	0,0%	8,0%	4,2%	5,9%	8,3%	2,7%	1,9%	0,0%	5,9%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	Summe		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	Summe Klassen 3 - 6		73,4%	72,2%	72,0%	62,5%	58,8%	58,3%	59,5%	79,6%	72,0%	58,8%	88,9%	76,7%	91,7%	46,7%

Die Auswertung der genutzten Versuchsdaten hat weiterhin ergeben, das z.B. Fungizidwirkungen bei Befallsdruck in einer relativen Abhängigkeit zum ökologischen Basisertrag stehen. Die Relation bewegt sich um die 10% zum jahresspezifischen ökologischen Basisertrag. Bei einem niedrigen Basisertrag sind die Fungizidwirkungen (in absoluten Ertragswerten) kleiner als bei hohen Ertragspotentialen. Das führt zwangsläufig zu der ökonomischen Überlegung ob ein Fungizideinsatz einerseits noch vertretbar, andererseits aber unbedingt zum Schutz angelegter Ertragspotentiale notwendig ist. Diese Beziehung zwischen ökologischem Basisertrag und der Fungizidwirkung gilt prinzipiell auch für die Halmstabilisierung und beim Ertragsaufbau auch für die Höhe der Stickstoffgaben.

Dieses Beziehungsgeflecht lässt sich klassifizieren. Die einzelnen Verfahrensparameter ergeben aus Termin und Aufwandmenge einen Verfahrensindex (Vi-Wert), der mit dem ökologischen Basisertrag multipliziert den Modellertrag als Optimierungsziel ergibt (Abb. 6).

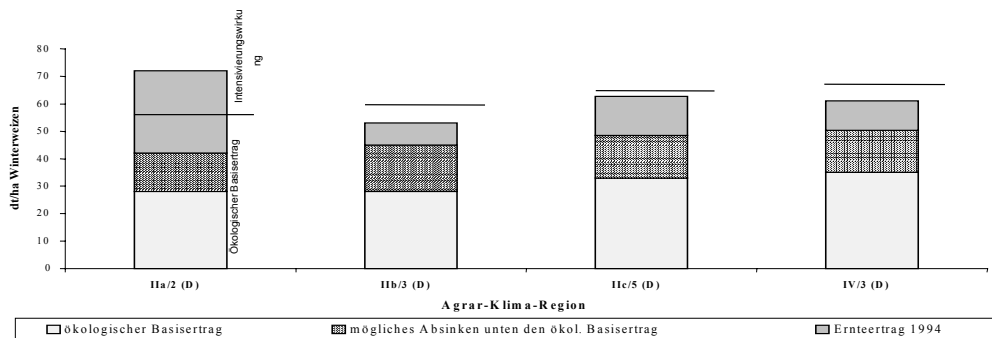


Abb. 6: Der Effekt der Intensivierung auf unterschiedliche ökologische Ertragspotentiale in einigen BKR in Deutschland (Beispiel Winterweizen 1994)

Die Ertragsmodellierung und die Abschätzung der Intensivierungswirkungen lassen sich für zwei Ebenen mit unterschiedlicher Schärfe darstellen.

Die eine Ebene ist die Boden-Klima-Region (BKR). Hier kann für die vorherrschenden Böden, den durchschnittlichen Auflaufterminen und durchschnittlichen Anbauverfahren ein regionaler Orientierungswert für die jahresspezifische Ertragsersparnis und Intensivierungswirkung ermittelt werden.

Die zweite Ebene ist der konkrete Schlag. Die Schnittstelle vom regionalen Orientierungswert zum Schlag sind die schlagspezifischen Daten vom Standort, der Vorfrucht, des Aufgangstermins, der Saatstärke, der Nährstoffversorgung und von Pflanzenschutzmassnahmen.

Die computergestützte Modellrechnung wird kurz vor dem Schossen nach Überschreitung einer Temperaturschwelle gestartet. Es erfolgt die Berechnung des ökologischen Basisertrages für den Schlag bzw. etwas unschärfer für die BKR.

Für den Schlag liegt damit eine Entscheidungsgrundlage für die Einsatzentscheidung von ertragsaufbauenden und Schutzmassnahmen vor. Die Anwendung des Modells verhindert einerseits ökonomische Verluste, wenn eingesetzte Energien nicht oder nur teilweise in Ertrag umgesetzt werden, andererseits können Umweltbelastungen durch ungenutzte Energieüberschüsse vermieden werden.

### **Ergebnisse**

Das Erkennen von Sensibilitäten der natürlichen Ressourcen und die Verhinderung von nachhaltigen Schädigungen an den Ressourcen durch die Landnutzung ist ein politisches Ziel und Gegenstand laufender Forschungsprojekte.

Wenn man dem Postulat folgt, dass

- Nachhaltigkeit im Sinne der Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit sowie dem Erhalt bzw. der Erhöhung der
- Lebensraumfunktionen der Kulturlandschaft zu verstehen ist, dass
- durch unnötigen Einsatz von Nährstoffen und Pflanzenschutzmitteln die Nachhaltigkeit negativ
- beeinflusst werden kann,
- durch Standortqualität, Witterungsverlauf und Klimacharakter regional definierte Wachstumsbedingungen unterschiedlich sind,

dann liegt es nahe, den Intensivierungsgrad den jährlichen Ertragsbildungsbedingungen anzupassen und nicht stetig einen theoretisch erreichbaren Höchstertrag anzustreben.

Solange in der konventionellen Landwirtschaft die eingesetzte Energie in Ertrag umgesetzt wird, werden grundsätzlich keine irreversiblen Schäden an der ökologischen Nachhaltigkeit entstehen. Wird dagegen jährlich ein Höchstertrag angestrebt, der statistisch im Jahrzehnt einmal zu erreichen ist (Tab. 1), dann besteht die Gefahr, dass die nicht in Ertrag umgesetzte Energie die Umwelt stark belasten kann und ökonomische Verluste unvermeidbar sind.

### **Kritische Bewertung der Modellanwendung**

Die Anbauggebiete vor 1960 kennzeichnen die Territorien, in denen der Winterweizen eine ökologische Nische besetzt hat. Hier konnte der Weizen auf dem damaligen Ertragsniveau ohne "Hilfsmittel" mit relativer Sicherheit angebaut werden. Die aktuelle Weizenanbaufläche hat sich dagegen regional sehr differenziert gegenüber 1960 verändert, insgesamt hat sie sich vergrößert (Tab. 2).

**Tab. 2:** Beispiele für die Anbauflächenerweiterung von 1960 bis 1995

AKR/BKR	Beispielgebiete	Mitte der 60ziger Jahre	1995
IIa/1,2,4 u.IIc/3	Niedersachsen	135.488	318.000
IIb/2,3,4,7	Brandenburg	27.221	108.000
IIc/2,5,8	Hessen	114.955	134.300
IIc/13,14	Bayern	105.778	106.800
IV/2,3	Baden-Württemberg	223.458	214.900

Vor dem Intensivierungsschub wurde der Weizen in folgenden Gebieten angebaut:

- um Oldenburg/Holstein
- um Malchim und Prenzlau
- zwischen Lippe und Haar
- um Fritzlar und Bad Homburg
- zwischen Velle und Düren
- Hildesheimer- und Magdeburger Börde, Erfurter Becken, Leipziger Ackerland, Lommatscher Pflege
- Lößebene zwischen Odenwald und Schwäbischer Alb (Kraichgau, Hohenlohe)
- Hegau und Linzgau
- zwischen Nördlingen-Ulm-Augsburg (Oberschwaben)
- zwischen Donau und Inn (Niederbayern)

Das Ertragsniveau in diesen Gebieten wurde hauptsächlich durch gute Nährstoffversorgung der Böden und witterungsbedingte „Gunstlagen“ getragen, aber auch begrenzt. Die nach 1970 einsetzenden Ertragssteigerungen gehen hauptsächlich auf die Verbesserung der Nährstoffversorgung und des Pflanzenschutzes zurück.

Parallel zu den Anbauerweiterungen sind auch die Flächenerträge gestiegen. Im Zeitraum ab 1978 bis 1995 um ca. 100% (Tab. 3).

**Tab. 3:** Ertragsentwicklung in den Agrar-Klima-Regionen (AKR) Deutschlands

AKR	Jahresgruppen und Erträge (dt/ha)		
	1978-1985	1985-1990	1990-1995
Ic/3	45 - 55 dt/ha	55 - 65 dt/ha	70 - 99 dt/ha
IIa/2	35 - 45 dt/ha	45 - 55 dt/ha	60 - 80 dt/ha
IIb/3	30 - 45 dt/ha	45 - 50 dt/ha	50 - 60 dt/ha
IIc/5	30 - 45 dt/ha	45 - 55 dt/ha	55 - 75 dt/ha
IV/3	45 - 50 dt/ha	55 - 65 dt/ha	
<b>Intensivierungsfaktoren</b>	<b>Züchtung + Technik + Düngung + Fungizide + Halmstabilisierung</b>		

Auf der Grundlage des Modells lassen sich für die einzelnen BKR die stabilen und die variablen Wachstumsfaktoren bestimmen. Dabei hat der jahresspezifische Witterungsverlauf den dominierenden Einfluss auf die Ertragsbildungsbedingungen des Wintergetreides. Die funktionalen Zusammenhänge zwischen WWK und ökologischem Basisertrag repräsentieren vor allem die Beziehung auf dem definierten Intensivierungsniveau im Anbauverfahren um 1970 (Sortenhauptprüfung - Abb.: 1). Die dargestellten Funktionen sind hochsignifikant. Hier entspricht der ökologische Basisertrag dem Ernteertrag mit einem Modellfehler von +/- 2,5 dt/ha.

Zur besseren Handhabung ist dieser Zustand mit 1.0 bewertet (Vi-Wert 1.0). Jede Abweichung von dieser Definition führt zu mehr oder weniger großen Streuungen. Die Abweichungen können sowohl positive Werte als auch negative Werte annehmen. Der ermittelte Wertebereich liegt zwischen 0.5 und 1.8. Das bedeutet, dass der ökologische Basisertrag im Produktionsprozess nicht erreicht, oder aber weit überschritten werden kann.

### **Wie ist das zu interpretieren?**

Die in der Tabelle 3 dargestellte Ertragsentwicklung ab 1978 ist beachtlich positiv. Die Ergebnisse sind bei sehr differenzierten regionalen Unterschieden auf die verbesserten Anbauverfahren zurückzuführen.

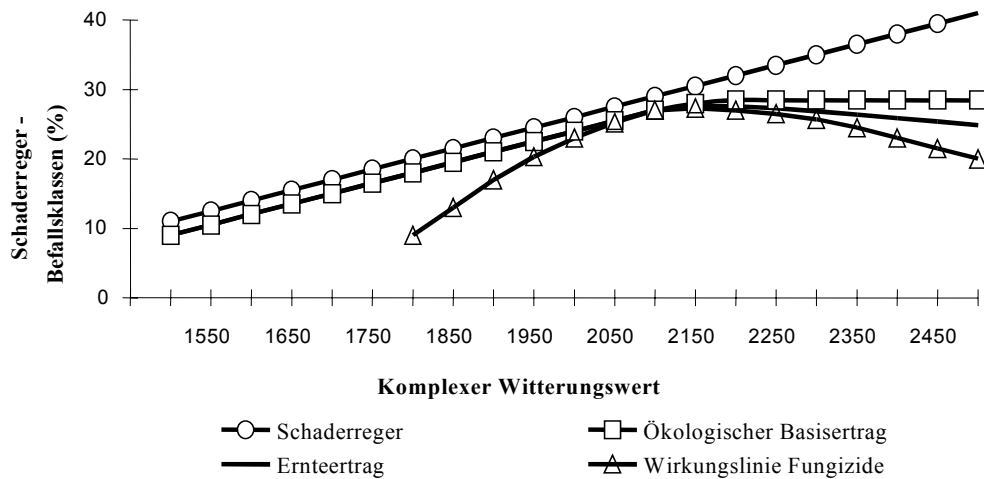
Der Ernteertrag ist das Ergebnis von ertragsaufbauenden Maßnahmen (Bodenfruchtbarkeit, Düngung) und ertragschützenden Maßnahmen (alle Pflanzenschutzmassnahmen). Wie beide Faktorengruppen auf die Ertragsbildung wirken hängt einerseits von der Menge und Wirksamkeit der eingesetzten Mittel ab und andererseits von den allgemeinen Wachstumsbedingungen, dem Witterungsverlauf.

Vor dem Hintergrund des Ertragsniveaus um 1960 hat jedes Gramm Stickstoff und jede - auch sparsame - Bekämpfungsmaßnahme einen messbaren Erfolg gehabt.

Heute ist die Situation in sofern verändert, als es bei der Pflanzenernährung im Prinzip keine Versorgungsengpässe gibt. Trotzdem schwanken die Erträge zwischen den Jahren und Regionen. Die Ursache dafür sind die regional unterschiedlichen Witterungsverläufe und die häufig daran gekoppelten phytosanitären Gegebenheiten.

Die konkreten Bonituren und Ertragsmessungen in Feldversuchen, sowie die Ertragsanalysen und Pflanzenschutzaufwendungen bzw. -wirkungen unter Praxisbedingungen haben zu folgendem Ergebnis geführt.

Der Wertebereich der WWK bewegt sich in den analysierten 30 Jahren und in allen Regionen zwischen 750 und 2350 Punkten. Aus der (Tab. 1) ist der regional unterschiedliche Anteil der WWK zu entnehmen. Diese regionale Häufung von Witterungsverläufen hat Einfluss auf die phytosanitäre Situation des Wintergetreides. Im kontinentaleren Osten treten z.B. Schadpilzbelastungen weniger auf und haben auch einen anderen epidemischen Verlauf als im atlantischeren Nordwesten (AKR Ic und IIa - siehe Karte). Wie sich die Beziehung zwischen dem WWK und den Schadpilzbonituren darstellt ist in Abb. 7 dargestellt.



**Abb. 7:** Beobachtete Zusammenhänge zwischen Witterungswert (WWK), Schaderregerbefall (Pilze), Fungizidwirkung und Ertragsentwicklung

Die Beziehung zwischen WWK und Ertrag verläuft bis etwa zum WWK 2000 positiv. Bei Werten über 2000 geht die Beziehung gegen Null. Das liegt nun nicht primär an der Witterung bzw. den Ertragskomponenten des Getreides, sondern an den z.B. Schadpilzbelastungen die im atlantischen Bereich bei WWK-Werten über 2000 so groß werden, dass ein ständiger Pflanzenschutz notwendig ist, aber nicht immer gewährleistet werden kann.

So erklärt sich der unterschiedliche Ernteertrag in den ausgewählten Jahren (Tab. 4). Der Ernteertrag spiegelt, gemessen am ökologischen Basisertrag, die Effektivität der eingesetzten Intensivierungsmaßnahmen wider.

**Tab. 4:** Vergleich der Ertragsleistung durch Witterung und Intensivierung in zwei BKR

BKR	Standort	Erntejahr	WWK	Ökolog. Basisertrag	Versuchsergebnisse <sup>1)</sup>				Praxis-Erträge (dt/ha) <sup>2)</sup>	Phytoparasitäre Belastung (Bonituren)	Phytoparasitäre Belastung (Bonituren)			
					I	Vi	II	III			(Kreise)Vi-Wert	Halm	Blatt	Ähre
IIa/2	sandiger	1989	2321	81,7dt/ha	65,7	0,8	72,3	79,0	51,5	0,6	0	5,0	5,4	0
		1991	2093	73,7dt/ha	78,9	1,1	91,2	94,9	71,4	1,0	0	8,0	4,8	0
	AZ 54	1994	1766	62,5dt/ha	59,0	0,9	70,9	70,7	71,7	1,1	0	8,0	3,7	0
		1995	2330	70,8dt/ha	72,0	1,0	82,6	85,4	72,7	1,0	3,4	9,0	3,4	1,5
IIb/2	sandiger	1994	1621	64,8dt/ha	57,2	0,9	56,6	--	44,3	0,7	0	5,0	3,3	1,2
		1995	1926	77,1dt/ha	72,0	0,9	84,4	--	52,6	0,7	0	5,0	3,3	1,5
	AZ 40													

Intensivierungswirkung Versuchsergebnisse des Bundessortenamtes, Kreisenerträge aus der Statistik, Vi-Wert = Verfahrensinde-  
 x bzw. Intensivierungseffekt

Der Vergleich in der Tab. 4 lässt folgende Interpretation zu:

- Die Intensivierungsstufen (I-III) beziehen sich auf die Versuchsvorschriften des Bundessortenamtes
- I = ohne Fungizidbehandlung und reduzierter N-Düngung (150 kg N/ha)
- II = Wachstumsregler, 1x Fungizide
- III = Wachstumsregler, Halmgrundbehandlung, 2x Fungizide bei 180 kg N/ha
- Die unterstrichenen Vi-Werte vergleichen die Intensivierungsstufe I mit dem ökologischen Basisertrag
- bzw. die Kreiserträge mit dem Prognosewert des ökologischen Basisertrags. Das heißt, die Praxis liegt in der Intensivierungswirkung nur auf der Intensivierungsstufe I, praktiziert aber die Intensivierungsstufen II und III.

Die Ertragssteigerungen sind das Ergebnis aus Pflanzenschutz, N-Düngung und Witterung. Sie fallen in den Jahren mit den höheren WWK - Werten auch höher aus.

In der Praxis können diese Ergebnisse seltener erreicht werden. Sie entsprechen im Durchschnitt der Intensivierungsstufe I

In der BKR IIb/2 liegen die Praxiserträge erheblich unter den Versuchsergebnissen. Aus Kostengründen wird sowohl am Stickstoff als auch beim Pflanzenschutz gespart. Der Hintergrund ist die Erfahrung, dass die Häufigkeit guter Ertragbedingungen hier nur in größeren Abständen vorkommt.

Damit werden häufig Ertragspotentiale nicht ausgeschöpft. Nährstoffüberschüsse werden aber dadurch vermieden, auch die phytosanitäre Situation passt sich der Ernährungslage an und nimmt ab.

Der WWK-Wert nimmt von West nach Ost ab.

Die Ökologischen Basiserträge unter Versuchsbedingungen bleiben aber in diesem WWK- Wertebereich vergleichbar.

Die Schadpilzbelastung ist in der BKR IIa/2 etwa doppelt so hoch wie in der BKR IIb/2. Die notwendige und durchgeführte Bekämpfung hat in den vergleichbaren Intensivierungsvarianten aber die gleiche Wirkung bei erheblich größerem Einsatz in der BKR IIa/2.

- Die Wachstumsbedingungen waren 1994 in beiden Gebieten relativ schlechter als 1995. Auch in diesem Vergleich sind die relativen Wirkungen ( Vi-Wert) vergleichbar. 1995 sind die Wirkungen aber absolut (dt/ha) erheblich größer. Damit bestätigt sich die Beobachtung, dass die Intensivierungswirkungen mit den Witterungsbedingungen korrelieren. Das gilt sowohl im positiven wie auch im negativen und lässt den Schluss zu, dass die WWK in 1994 eine höhere Biomasseleistung nicht zugelassen haben. Die ökologische Wirkung besteht in diesem Fall darin, dass höhere Stickstoffgaben für die Biomassabil-dung nicht genutzt werden können.

- Der Witterungsverlauf bestimmt das Verhältnis in dieser Wechselbeziehung.

Die notwendigen Pflanzenschutzmassnahmen werden zwar auch über das Stickstoffangebot beeinflusst, die Witterungsbedingungen sind aber prioritär. Der ökonomische Aufwand ist in der BKR IIa/2 für den gleichen Effekt höher als in der BKR IIb/2.

Wenn es gelingt das Ernährungsniveau den jährlichen Wachstumsbedingungen anzupassen, hat das auch Auswirkungen auf die Pflanzenschutzmassnahmen. Nach den vorliegenden Erfahrungen werden durch diesen Optimierungsschritt in der Regel die Aufwendungen reduziert.

Die vorgenommenen Vergleiche sollen deutlich machen, dass sich die regionalen Unterschiede statistisch erfassen und trennen lassen und über den WWK-Wert jahresspezifisch zu prognostizieren sind.



### Schlussfolgerungen für die Praxis

Die agrarökologische Gebietsgliederung in Verbindung mit den jeweils zuordnungsbaaren Witterungswerten ergeben mit der Möglichkeit der modellgestützten Ertragsprognose eine Entscheidungsgrundlage für den ökonomisch und ökologisch vernünftigen Umgang mit Intensivierungsmaßnahmen. Die Berücksichtigung des Bodens und einzelner jahresspezifischer Verfahrensschritte eröffnet erstmalig eine objektiv zu begründende, am Ertrag orientierte, Optimierung des Betriebsmitteleinsatzes. Für den administrativen Bereich besteht die Möglichkeit gebietsspezifische Förderstrategien abzuleiten. Der Einsatz von Intensivierungsmaßnahmen kann den Sensibilitäten definierter Agrarräume angepasst werden und damit Umweltschäden vermieden sowie sparsamer mit öffentlichen und privatem Kapital umgegangen werden.

### Literatur

- BROEKHUIZEN, S. (1969): Atlas of cereal growing areas of Europe. Pudoc. Centre of Agricultural Publication and Documentation, Wageningen.
- HOFMANN, G. (1985): Die potentielle natürliche Nettoprimärproduktion an oberirdischer Pflanzentrockenmasse -Quantifizierung und Kartierung für das Gebiet der DDR. Beiträge für die Forstwirtschaft 19 H3 (Karte).
- KAULE, G. (1991): Arten- und Biotopschutz. Verlag Eugen Ulmer, 2. Aufl., Stuttgart.
- KOPP, D. et al. (1982): Naturräumliche Grundlagen der Landnutzung. Akademie-Verlag, Berlin.
- LEHMANN, E. (1958): Weltatlas - Die Staaten der Erde und ihre Wirtschaft. Verlag Enzyklopädie, Leipzig.
- SCAMONI, A. (1977): Natürliche Vegetation (1 : 750.000). Atlas der DDR Akademie der Wissenschaften, DDR.
- SCHMIDT, R. und DIEMANN, R. (1981): Mittelmaßstäbige Landwirtschaftliche Standortkartierung 1:100,000. Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR, VEB Kartografischer Dienst, Potsdam, 1976-1981.
- SCHULZKE, D.; und KAULE, G. (2000): Agro-ecological classification and spatial demarcation of Western Europe. Archiv of Agronomy and Soil (Archiv für Acker- u. Pflanzenbau und Bodenkunde) bei harwood academic publishers ISSN 0365 - 0340 (eingereicht).
- SCHULZKE, D. (1988a): Eine ökologisch begründete territoriale Gebietsgliederung der DDR für die Wintergetreideproduktion. Arch. Acker- Pflanzenbau Bodenkd., Berlin, 32 (12), S. 767-777.
- SCHULZKE, D. (1988b): Ein Ertragsbildungsmodell für Winterroggen, Wintergerste und Winterweizen auf der Grundlage „komplexer Maßzahlen“. Arch. Acker- Pflanzenbau Bodenkd., Berlin 32 (1988)12, 779-793
- SCHULZKE, D. (2000): Empfehlungen für die Landesentwicklungsplanung in Brandenburg anhand einer agrarökologischen Gebietgliederung. Beitr. Forstwirtsch. u. Landschaftsökologie, Berlin 34 (2000) 1, 1-48, ISSN 0323-4673, B 12329
- WALTER, H. und LIETH, H. (1967): Klimadiagramm - Weltatlas. Gustav Fischer Verlag, Jena

## **Agrarraumstrukturierung und Naturschutz durch kleinflächige Ackerstilllegungen**

G. Berger und H. Pfeffer

Zentrum für Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung e. V. (ZALF), Institut für Landnutzungssysteme und Landschaftsökologie, Eberswalder Str. 84, 15374 Müncheberg

### **Einführung**

Agrarlandschaften stellen komplexe Systeme dar, in denen die flächenhafte, landwirtschaftliche Nutzung dominiert. In Abhängigkeit von der Ausprägung dieser Nutzung waren und sind diese Landschaften neben Produktionsstandorten vor allem auch Gebiete, die eine Reihe von spezifischen Funktionen erfüllen können. Den vielschichtigen Wechselwirkungen zwischen bewirtschafteten Agrarflächen und gering genutzten oder nicht genutzten Arealen kommt z. B. für Fragen des Bodenschutzes, der Grundwasserneubildung oder der Landschaftsästhetik eine besondere Bedeutung zu.

Die Nutzflächen in heutigen Agrarlandschaften werden fast ausschließlich mit einer standortbezogenen, hohen Intensität bewirtschaftet. In Abhängigkeit von der spezifischen Produktionseignung einzelner Agrarräume sind große, zum Teil meliorierte Ackerschläge, enge Fruchtfolgen mit wenigen Kulturen, hohe Stoffinputs, vor allem an Agrochemikalien, und eine Techniknutzung, die hohe Schlagkraft mit guter Arbeiterledigung verbindet, die Regel. Die Lebensraumeignung solcher Produktionsräume für charakteristische Agrarbiozönosen ist verglichen mit historischen Zuständen oft deutlich eingeschränkt (KAULE 1991, BLAB 1993).

Den Landschaftsstrukturelementen, die alle nicht intensiv landwirtschaftlich genutzten Areale von Agrarlandschaften umfassen, kommt bezüglich der Lebensraumsicherung gerade auch deshalb eine besondere Bedeutung zu. Nachfolgend sollen bekannte Thesen zur Strukturierung von Agrarlandschaften aufgegriffen und vor allem hinsichtlich ihrer Umsetzungsmöglichkeiten diskutiert werden. Erklärtes Ziel ist es dabei, mit Hilfe kleinflächiger Ackerstilllegungen Wege und Möglichkeiten aufzuzeigen, wie die Lebensraumeignung der Agrarlandschaften für Flora und Fauna maßgeblich verbessert werden kann.

### **Thesen zur Agrarraumstrukturierung**

In einer Arbeit von KRETSCHMER et al. (2000) werden Thesen zur Agrarraumgestaltung abgeleitet. Grundlage für diese Thesen sind Untersuchungen zur Strukturierung mehrerer Agrargebiete Brandenburgs und Thüringens (KRETSCHMER et al. 1995). Neben dem Ausstattungsgrad dieser Landschaftsräume mit Kleinstrukturen stand vor allem auch deren Bedeutung für den Biotop- und Artenschutz im Mittelpunkt der Arbeiten.

#### **These 1:**

Aktuell wird Agrarlandschaften ein erhebliches Defizit im Vorhandensein von Landschaftsstrukturelementen zugewiesen. Beispielsweise liegt der Flächenanteil von Landschaftsstrukturen für den Großteil der Ackerbaugebiete im Land Brandenburg, die als durchaus vergleichbar mit vielen Gebieten in Ostdeutschland gelten können, in der Regel bei nur 2 - 5 %. Aufgrund der sehr engen Beziehung zwischen dem Flächenanteil von Strukturelementen und der Biodiversität sowie den agrarökologischen Forderungen nach 10 - 20 % Vorrangflächen für den Naturschutz in Agrarlandschaften, besteht ein erheblicher Bedarf zur Verbesserung der Landschaftsstruktur der agrarischen Regionen (BOHN et al. 1989, KAULE 1991, LANA 1992).

#### **These 2:**

Neben der notwendigen Erhöhung des Anteils von Flurgehölzen für Zwecke des Schutzes vor Bodenerosion, der Verbesserung des Landschaftsbildes sowie bestimmter Lebensraumfunktionen besteht für die meisten der gefährdeten Charakterarten in den Ackerbaugebieten Ostdeutschlands insbesondere Bedarf

an einem erhöhten Anteil von stark extensiv bzw. nur sporadisch genutzten Offenlandstrukturen wie z. B. Trocken- und Halbtrockenrasen, breiten Gras- und Krautsäumen, extensiv genutzten Feuchtgrünlandbereichen und Hochstaudenfluren.

### **These 3:**

Die meisten Charakterarten der Ackerbaugebiete sind relativ mobile Arten mit hoher Migrationsfähigkeit (neben Feldvögeln z. B. auch Knoblauchkröte *Pelobates fuscus*, Rotbauchunke *Bombina bombina*, Goldlaufkäfer *Carabus auratus*, Kleiner Perlmutterfalter *Issoria lathonia* u. a.), für die ein Mosaik ungenutzter bzw. extensiv genutzter Offenlandstrukturen mit hoher Biotopqualität oftmals wichtiger ist, als ein durch linienförmige Flurgehölzstrukturen (z. B. Hecken) eng gekammertes Biotopverbundsystem. Einige Charakterarten meiden sogar zu kleinräumig durch Flurgehölze strukturierte Agrarflächen, wie z. B. Grauwammer *Emberiza calandra*, Feldlerche *Alauda arvensis*, Kranich *Grus grus* und Saatgans *Anser fabalis*.

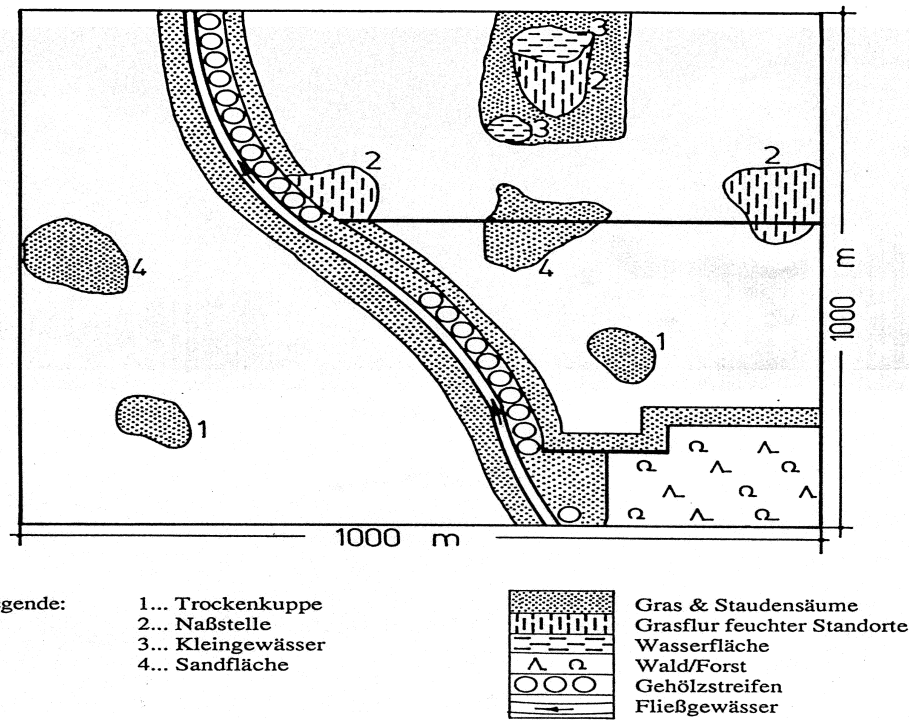
### **These 4:**

Die Biotopqualität der Landschaftsstrukturelemente wird hauptsächlich durch ihre Größe und damit ihr Pufferungsvermögen gegenüber Einflüssen aus der angrenzenden Bewirtschaftung (Hauptproblem: Eutrophierung durch Nährstoffeinträge) sowie durch ihre interne Struktur- und Biotopvielfalt (nährstoffarme Gras- und Krautstrukturen, Sukzessionsflächen, Altholzstrukturen, Wasserflächen, Hochstaudenbereiche, Schilfflächen u. a.) bestimmt. Wenige große und komplexe Landschaftsstrukturelemente sind daher in der Regel sinnvoller für den Naturschutz, als viele kleine bzw. zu schmale Strukturen mit nicht ausreichenden Pufferzonen gegenüber Sediment-, Nährstoff- und Pflanzenschutzmitteleinträgen.

### **Gezielte Flächenstilllegungen auf ökologisch bedeutsamen Ackerarealen**

Wirksame, aus Sicht des Biotop- und Artenschutzes bedeutsame Erhöhungen des Flächenanteils an Strukturelementen scheitern oft an den geringen Handlungsspielräumen der Landnutzer (ROTH & BERGER 1999). Ökonomische Zwänge der Betriebe in Kombination mit fehlenden Eigentumsrechten an Ackerflächen lassen zumindest aktuell im Osten Deutschlands allgemein keine relevante Veränderung der gegenwärtigen Landschaftsstruktur zu. Die Neuanlage von Hecken- oder Saumbiotopen bzw. die Umsetzung agrarökologisch motivierter Strukturierungskonzepte ist nur in Ausnahmefällen beobachtbar (KRETSCHMER & SCHÖNBRODT 1999).

Im Rahmen der EU-Agrarpolitik bietet sich seit geraumer Zeit jedoch die Möglichkeit, die mit dem Ziel der Marktentlastung geförderte Stilllegung von Ackerflächen gezielt für Belange des Arten- und Biotop-schutzes zu nutzen. Ackerbrachen erscheinen als durchaus geeignet, einen Großteil der formulierten Forderungen und damit wesentliche Belange des Naturschutzes in Agrarlandschaften erfüllen zu können. Mit Hilfe eines als „Schlaginterne Segregation“ bezeichneten Strukturierungsansatzes werden ökologisch bedeutsame Teilflächen von großen, einheitlich bewirtschafteten Ackerschlägen gezielt stillgelegt und einer naturschutzfachlich begründeten Pflege bzw. Bewirtschaftung unterzogen (Abb. 1). Diese Flächen müssen mindestens 0,3 ha groß sein und eine Mindestbreite von 20 m besitzen (VO [EG] 2316/1999).



**Abb. 1:** Strukturierungsansatz „Schlaginterne Segregation“ – Kleinflächige Stilllegungen auf ökologisch bedeutsamen Teilen von Ackerschlägen

### Sicherung bzw. Schutz bestehender Biotope der Agrarlandschaft

Die ungenügende Pufferung von Landschaftsstrukturelementen zur umgebenden Ackerfläche ist eine der wesentlichen Ursachen für ihre oftmals unbefriedigende Biotopqualität bzw. ihre z. T. geringe agrarökologische Wertigkeit (RECK 1995, RUTHESATZ & OTTE 1987, ZWÖLFER et al. 1984). Die langfristige Existenzsicherung von vor allem funktional noch intakten bzw. hochwertigen Strukturelementen gilt als eine der vordringlichen Aufgaben des Naturschutzes in Agrarlandschaften. Streifenförmige Brachflächen um bestehende Biotope, wie z. B. Fließ- oder Stillgewässer sowie um Gehölzflächen (Hecken, Baumgruppen, Waldränder u. a.), aber auch um wertvolle Ackersäume können den Einfluß von Bewirtschaftungsmaßnahmen auf diese Biotope durchaus wirksam minimieren. Sediment-, Nährstoff- und Pflanzenschutzmitteleinträge sind mit Hilfe von Randstreifen erheblich reduzierbar (KÖPP & STRELOKE 1994), Boden- oder Bestandesstörungen im unmittelbaren Randbereich der Biotope weitestgehend vermeidbar (DÜRR et al. 1999).

Aus Sicht der landwirtschaftlichen Produktion wird das Argument zur Anlage streifenförmiger Stilllegung bzw. des kleinräumigen Verzichtes auf intensive Ackernutzung um bestehende Biotope durch die Pflicht zur Einhaltung von Abstandsauflagen bei Pflanzenschutzmitteln unterstützt. Auf einem 5 bis 20 m breiten Streifen um bestehende Biotope (Gewässer, zunehmend auch Landbiotope wie Gehölz-, Gras- oder Krautflächen) gilt auf Ackerflächen ein wirkstoffspezifisches Applikationsverbot von Herbiziden, Insektiziden und Fungiziden. Dieser beauftragte Anwendungsverzicht von PSM auf Ackerrandstreifen

führt in den Anbauverfahren nach „Guter fachlicher Praxis“ in der Regel zu vollkommen ungenügenden Ernteergebnissen hinsichtlich Ertragsmenge und -qualität (Tab. 1).

**Tab. 1:** Auswirkungen unterlassener PSM-Anwendungen im Randbereich von Ackerschlägen auf Ertragsmenge und -qualität von Ackerkulturen (ROTH, R.; KÜHN, G. & MORGENSTERN, M. 2000)

Fruchtart	PSM	Effekte	Hauptschadursachen
Wintergetreide	Herbizide	- Ertragsausfall 30 - 70 % - Erntegut mangelhaft (Schwarzbesatz) - Qualitätsverluste (Protein, TKM, HL) - ungleiche Abreife	Disteln, Klettenlabkraut, Windhalm Weißer Gänsefuß
	Insektizide	- Ertragsausfall 0 - 15 %	Blattläuse, Getreidehähnchen
	Fungizide	- Ertragsausfall 5 - 20 % (bis 50 % bei DTR)	Blattkrankheiten, Mehltau, Rost, Septoria, DTR
Winterraps	Herbizide	- Ertragsausfall 20 - 50 % - Schwarzbesatz - Qualitätsverluste	Ausfallgetreide, Kamille, Klettenlabkraut, Kornblume
	Insektizide	- Ertragsausfall 50 - 70 %	Rapsglanzkäfer, Stengelrüßler
	Fungizide	- Ertragsausfall 0 - 10 %	Weißstengeligkeit
Zuckerrüben	Herbizide	- Ertragsausfall 50 - 100 % (nicht erntbar)	Weißer Gänsefuß, Hirse, Kamille, Kornblume, Ackerstiefmütterchen
	Insektizide	- Ertragsausfall 5 - 20 %	Rübenfliege, Schwarze Rübenblattlaus
Silomais	Herbizide	- Ertragsausfall 30 - 90 % - drastische Reduzierung des Futterwertes der Silage	Weißer Gänsefuß, Nachtschatten, Hirse, Knötericharten
Erbsen	Herbizide	- Ertragsausfall 50 - 100 %	Kamille, Klettenlabkraut, Weißer Gänsefuß
	Insektizide	- Ertragsausfall 5 - 20 %	Grüne Erbsenblattlaus

Die Möglichkeiten der Betriebe, mittels alternativer Bewirtschaftungsmaßnahmen, z. B. Fruchtfolgegestaltung oder mechanischer Bestandespflege, diese Negativeffekte ausgleichen zu können, sind oft sehr eingeschränkt. Somit dürfte in der Mehrzahl der Fälle die Einhaltung von Abstandsaufgaben einzelner PSM zu einem bloßen Anwendungsverzicht ohne gegensteuernde Pflegemaßnahmen führen. Landwirte betrachten streifenförmige Ackerstilllegungen u. a. auch deshalb als eine Möglichkeit zur Vermeidung dieser Effekte (Tab. 2).

**Tab. 2:** Motivation von Landwirten zur Anlage streifenförmiger Stilllegungen um Kleingewässer und Waldränder (LIERMANN 2000; GELFORT 2000)

Saumstreifentyp	Motivation
Gewässerrand	Abstandsauflagen von PSM Bearbeitungserschwernisse und Ertragsverlust durch Ausuferung und Krümenvernässung bei flachen Ackersöllen
Waldrand	Wasser- und Nährstoffkonkurrenz durch Waldflächen zusätzliche Anbauprobleme auf Vorgewendelagen an Wäldern zunehmend Abstandsauflagen von PSM auch zu terrestrischen Biotopen

### **Ausweitung und Entwicklung bestehender Biotope der Agrarlandschaft**

Komplexstrukturen wird eine besonders hohe Bedeutung für den Biotop- und Artenschutz in Agrarlandschaften zugesprochen. Brachflächen im Randbereich der Biotope können durch die zusätzliche Bereitstellung störungsarmer, gras- und krautreicher Offenlandstrukturen die Komplexität und Strukturvielfalt von bereits existierenden Strukturelementen wirksam erhöhen. Eine Reihe naturschutzfachlicher Vorteilswirkungen steht damit im direkten Zusammenhang (Tab. 3). Beispielsweise wird streifenförmigen Brachflächen im Randbereich von Gehölzbiotopen eine hohe Bedeutung als Nahrungshabitat für gehölzbrütende Vogelarten zugesprochen (LILLE 1996, BIBER 1993). Ihre Funktion als Rückzugs- bzw. Refugialräume für eine Reihe von Tierarten wird ebenfalls vielfach hervorgehoben (DEWENTER & TSCHARNTKE 1996, DOBIAS 1997, FLADE 1994).

Die Verbindung eng benachbarter, bisher durch Ackernutzung jedoch nicht verbundener Biotope, z. B. Ackersölle, ist mittels Brachflächen ebenfalls sehr gut möglich. Naturschutzfachlich bedeutsam ist hierbei vor allem die Störungsarmut dieser Offenlandflächen. Amphibienarten wie z. B. Rotbauchunke oder Kammolch, die im Jahresverlauf oftmals zwischen benachbarten Gewässern migrieren, wird hinsichtlich des Bewirtschaftungseinflusses eine gefahrlose Überquerung dieser Zwischenräume ermöglicht (DÜRR et al. 1999). Somit können gezielt angelegte Stilllegungsflächen auch wesentliche Funktionen des Biotopverbundes in Agrarlandschaften erfüllen.

**Tab. 3:** Bedeutsame Vorteilswirkungen für den Biotop- und Artenschutz durch Ergänzung bestehender Strukturelemente mittels Ackerstilllegungen (Auswahl)

<b>Biotoptyp</b>	<b>Naturschutzfachliche Leistungen von Ackerbrachen</b>
Fließgewässer	. Schaffung störungsarmer Saumbereiche als Migrationskorridore für z. B. Fischotter ( <i>Lutra lutra</i> ), Amphibien
Ackersölle	. gefährdungsarme Sommer- bzw. Landlebensräume von Amphibien (Rotbauchunke, Kammmolch) . Nahrungshabitat von röhricht- und gehölzbrütenden Vogelarten (Rohrammer <i>Emberiza schoeniclus</i> ) . Rast- und Nahrungsplatz (Rotschenkel <i>Tringa totanus</i> , Brachvogel <i>Numenius arquata</i> , Bekassine <i>Gallinago gallinago</i> , Kranich) . gefährdungsarme Brutflächen (Graugans <i>Anser anser</i> , Kiebitz <i>Vanellus vanellus</i> ) . Lebensraum von Segetalarten krumenfeuchter Standorte ( <i>Limosella aquatica</i> , <i>Schoenoplectus supinus</i> ), vor allem ohne Herbizidbeeinträchtigung
Gehölzflächen	. Lebensraum für Saum-, z. T. Segetalarten, vor allem ohne Herbizidbeeinträchtigung . Nahrungshabitat vieler hecken- bzw. gehölzbrütender Vogelarten (Goldammer <i>Calandra citrinella</i> , Neuntöter <i>Lanius collurio</i> ) . Deckungs- und Nahrungshabitat für Niederwild (Feldhase <i>Lepus europaeus</i> , Wildkaninchen <i>Oryctolagus cuniculus</i> , Rebhuhn <i>Perdix perdix</i> )

### **Schaffung störungsarmer bzw. extensiv genutzter Offenlandbiotope auf Extremstandorten**

Einem erhöhten Anteil extensiv bzw. sporadisch genutzter Offenlandstrukturen kommt eine besondere Bedeutung für den Biotop- und Artenschutz zu. Vor allem Flächen, die durch extreme Standorteigenschaften bezüglich Wasser- und Nährstoffhaushalt, Bodenreaktion, Mikroklima u. a. gekennzeichnet sind, können eine besondere Bedeutung für den Naturschutz besitzen (KRETSCHMER et al. 1995). Durch die langjährige, ackerbauliche Intensivnutzung wurden diese extremen Standorteigenschaften jedoch vielfach überprägt. Viele, der zwangsläufig auf ein immer höheres Produktionsergebnis ausgerichteten Bewirtschaftungsmaßnahmen, wie z. B. tiefe Bodenbearbeitung, intensiver Pflanzenschutzmitteleinsatz oder hohe Nährstoff- und Kalkgaben sind die Hauptursachen dafür. Als Resultat dieser standortnivellierenden Bewirtschaftung sind die dort ursprünglich typischen Pflanzengesellschaften der Äcker, wie z. B. die Lammkrautfluren der extrem sandigen, nährstoffarmen und sauren Böden, nur noch sehr selten zu finden. Auch auf diesen relativ armen Standorten kommen aktuell fast ausschließlich vergleichsweise dicht schließende und nahezu unkrautfreie Kulturpflanzenbestände vor. Die entscheidende Voraussetzung für die Existenz naturschutzfachlich besonders wertvoller Ackerbegleitfloren besteht, wie für die Lebensraumeignung vieler anderer agrarischer Nutzbiootope auch, in einer stark aufwandsreduzierten bzw. extensivierten Produktionsweise. Diese jedoch kann aus ökonomischen Gründen gegenwärtig keine Bedeutung besitzen (ROTH & BERGER 1999).

Gezielte Ackerstilllegungen auf Extremstandorten ermöglichen es demgegenüber, in Abhängigkeit vom Pflegemanagement, eine Reihe von naturschutzfachlich bedeutsamen Biotopentwicklungsrichtungen einschlagen zu können (Tab. 4). Unterstützt werden diese Entwicklungen vor allem durch das Verbot der

Erzeugung von Marktfrüchten sowie der Durchführung bestimmter Bewirtschaftungsmaßnahmen, wie z. B. Dünge- oder Pflanzenschutzmittelanwendungen (VO [EG] 2316/1999). Eine, auf die Belange des Biotop- und Artenschutzes offensiv ausgerichtete Flächenstilllegung ermöglicht es u. a. auch, Biotopunterschiedlichster Mutarität einzurichten. Bodenbearbeitung außerhalb des Verpflichtungszeitraumes vom 15.01. bis zum 31.08. sowie zeitlich variierte Mahd- bzw. Mulchtermine ermöglichen ein breites Spektrum sehr unterschiedlicher Biotopentwicklungsrichtungen sowie eine große Bandbreite an Strukturvielfalt der einzelnen Stilllegungsflächen. Damit ist eine wesentliche Grundlage für die Schaffung eines qualitativ hochwertigen Mosaiks verschiedenster, stark extensiv genutzter Areale in Agrarlandschaften gegeben (RECK et al. 1999).

Fehlende Bodenstörungen vorausgesetzt, können sich die extrem sandigen Bereiche von Ackerschlägen nach Stilllegung langfristig zu sandtrockenrasenähnlichen Vegetationstypen entwickeln. Wird demgegenüber periodisch eine Bodenbearbeitung vorgenommen, sind Entwicklungsrichtungen zu Ackerwildkrautfluren sandiger Standorte möglich (Tab. 4).

**Tab. 4:** Biotopentwicklungsrichtungen auf schlaginternen Extremstandorten nach Ackerstilllegung in Abhängigkeit von der Bewirtschaftungsform

Standortkennzeichnung ackerschlaginterner Extremstandorte			Biotopentwicklungsrichtung	Bewirtschaftungsform
"Erscheinungsform des Standortes"	Bodenform	Reliefposition, z. T. Exposition		
Sandlinse, -fläche	Sand-Rosterde	indifferent	Sandtrockenrasen	Bei Bedarf: Gehölzaufwuchsunterdrückung durch Mulchen
	Sand-Ranker		Lämmersalat-Ackerwildkrautflur	Bodenbearbeitung (Herbst)
	Sand-Podsol z. T. Sand-Braunerde		Sandmohn-Ackerwildkrautflur	Bodenbearbeitung (Herbst)
trockene, geringer kalkhaltige Kuppe	lehmmige Parabraunerde	Hang, Top ost-süd	Halbtrockenrasen	Bei Bedarf: Mulchgang, u.a. gegen Problemunkräuter
			Kamillen-Flur/ Sandmohn-Ackerwildkrautflur	Bodenbearbeitung (Herbst)
trockene, kalkreiche Kuppe	lehmmige Rendzina	Hang, Top ost-süd	Kalktrockenrasen	Bei Bedarf: Mulchgang, u.a. gegen Problemunkräuter
			Lichtnelken-Ackerwildkrautflur	Bodenbearbeitung (Herbst)
Nassstelle	Staugleye, z. T. Grundgleye	Senke	Zwergbinsen-/ Schlammflur	Bodenbearbeitung (Herbst)
			Gras- und Krautfluren	Bei Bedarf: Mulchgang gegen Gehölzaufwuchs und Problemunkräuter

In den kleingewässerreichen Ackerbaugebieten, wie z. B. den Grundmoränenplatten Nordostdeutschlands, stellen ackerschlaginterne Nassstellen bedeutsame Teillebensräume für eine Reihe von Amphibienarten dar. Moorfrosch, Rotbauchunke, Knoblauch- und Wechselkröte können diese Ackerareale in erheblichen Abundanzen besiedeln. Beispielsweise wurden innerhalb eines Jahres in einer nur etwa 1.000 qm großen, schlaginternen Nassstelle mehr als 1.200 Individuen dieser vier Amphibienarten nachgewiesen (LANGER 1999). Die übliche Ackernutzung, insbesondere die Grundbodenbearbeitung mittels



Pflug, vernichtet die dort lebenden Bestände vollständig (DÜRR et al. 1999). Schlaginterne Nassstellen, die in feuchtgrünlandarmen Ackerbau Landschaften bevorzugte Landlebensräume der Amphibien darstellen, besitzen somit eine erhebliche Fallenwirkung. Nur durch den Verzicht auf Bodenstörungen, der allgemein durch Flächenstilllegung erreichbar ist, kann diese „Senkeneigenschaft“ von Nassstellen wirksam vermieden und ein wichtiger Teillebensraum von Amphibien langfristig erhalten werden.

### Flächenkalkulation und Ausblick

Am Beispiel des Bundeslandes Brandenburg soll nachfolgend das Flächenpotential für naturschutzfachlich motivierte Ackerstilllegungen abgeschätzt werden.

**Streifenförmige Stilllegungen** um Kleingewässer und Flurgehölze sowie Wälderränder sind auf etwa 3 % bzw. 7 % der Ackerfläche möglich. Kalkulationsgrundlage dafür ist, dass die prämieneberechtigte Stilllegung eine Mindestbreite von 20 m aufweisen muss (Tab. 5).

**Tab. 5:** Flächenpotentiale für streifenförmige Ackerstilllegungen um Kleingewässer und Flurgehölze sowie Wälderränder im Land Brandenburg <sup>1)</sup>

Stilllegungen um	Kalkulationsbasis	Stilllegungsfläche (ha) <sup>2)</sup>	Prozentualer Anteil (%) <sup>3)</sup>
Kleingewässer	50.000 Ackersölle mit je 0,5 ha Fläche <sup>4)</sup>	31.500 ha	3 %
Gehölz- und Wälderränder	36.000 km <sup>5)</sup>	72.000 ha	7 %

1.000.000 ha Ackerfläche (STATISTISCHES JAHRBUCH 1999)

bei Stilllegungsbreite: 20 m

bezogen auf die Ackerfläche (siehe <sup>1)</sup>)

angenommene Anzahl sowie durchschnittliche Größe von Kleingewässern in Ackerflächen des Landes Brandenburg nach KALETTKA (1996 und 2000)

<sup>5)</sup> relative Gesamtgehölzlänge im Land Brandenburg = 3,57 km/km<sup>2</sup> LN (KRETSCHMER et. al. 1995)

**Schlaginterne Extremstandorte** mit einem hohen Potential für die Schaffung naturschutzfachlich besonders wertvoller Biotope sind auf fast allen ackerbaulich genutzten, besseren Diluvialstandorten des Landes Brandenburg vorhanden (Tab. 6).

Auf der Grundlage der mittelmaßstäbigen Standortkartierung der ehemaligen DDR (MMK, SCHMIDT & DIEMANN 1974) werden im Mittel der besseren D-Standorte Brandenburgs mehr als 5 % extreme Trockenstandorte, bestehend aus ärmsten Sandflächen in indifferenter Lage sowie Lehmböden in Hangpositionen, nachgewiesen. Die vernässten Areale werden durchschnittlich mit 7 % der Ackerfläche kalkuliert. Da die MMK jedoch einen Erfassungsstand von vor 1980 widerspiegelt und nach ihrer Erarbeitung eine Zeit intensiver Entwässerungsbemühungen folgte, weichen die tatsächlich vorhandenen Vernäsungsflächen vermutlich deutlich von dem ermittelten Umfang ab. Nimmt man deshalb aktuell nur 1 - 2 % Vernäsungsfläche an der Ackerfläche Brandenburgs an, kann man in den Diluviallandschaften Brandenburgs vom Vorhandensein von insgesamt 5 - 7 % schlaginternen Extremstandorten auf Ackerflächen ausgehen.

**Tab. 6:** Prozentuale Flächenanteile schlaginterner Extrema der besseren Diluvialstandorte des Landes Brandenburg (verändert nach PIERITZ 1999)

STT <sup>1)</sup>	Beschreibung des Standorttyps	Fläche (Tha)	Prozentualer Flächenanteil (%)			
			Sand- fläche <sup>2)</sup>	Trockene Kuppe <sup>3)</sup>	Nassstelle <sup>4)</sup>	Gesamt
D3a	Tieflehme und Sande, z. T. Decklehmsande, sickewasserbestimmt, z.T. stau- und grundvernässt	204,9	4,9	2,8	2,5	10,2
D3b		91,7	1,0	0,4	12,7	14,2
D3c		37,9	4,8	0,4	0,7	5,9
D4a	Tieflehme, z. T. Decksandlöß, sickewasserbestimmt, z.T. stau- und grundvernässt	95,1	1,0	6,4	3,7	11,1
D4b		50,9	0,5	2,9	16,5	19,8
D4c		5,7	0,5	0,2	6,0	6,7
D5a	Lehme und Tieflehme, z. T. Sandlöße, sickewasserbestimmt, z.T. stau- und grundvernässt	82,2	0,5 (3,4)	9,3	5,6	15,4
D5b		69,7	0,1 (1,0)	5,5	20,7	26,
D5c		16,9	0,4 (0,7)	0,1	12,2	12,7
D6a	Lehme und Tone,	2,5	0 (0,1)	16,8	2,2	19,0
D6b	sickewasserbestimmt, z.T. stau- und grundvernässt	2,5	0 (0,2)	4,3	22,6	26,9
D6c		0	0	0	0	0
alle D-Standorte		660,3	2,2	3,9	7,7	13,8

<sup>1)</sup> Standorttyp<sup>2)</sup> Basis: Sand-Ranker, Sand-Rosterde, Sand-Jungpodsol in indifferenter Reliefposition;

Werte in Klammern: einschließlich Sand-Braunerde

<sup>3)</sup> Basis: Parabraunerde (lehmig) und Rendzinen in Hang- und Topposition<sup>4)</sup> Basis: Grundwasser- und Stauwasserstufen 3+4 (stark und sehr stark vernässt)

In Ackerbau Landschaften beträgt der aktuelle Flächenanteil an Strukturelementen etwa 2 - 5 % (KRETSCHMER et al. 1995). Geht man davon aus, dass nur etwa die Hälfte der kalkulierten Flächenpotentiale von Ackerrandstreifen und schlaginternen Extremstandorten naturschutzfachlich begründet stillgelegt werden, könnte dies beispielsweise für die besseren Diluvialstandorte Brandenburgs eine Erhöhung des Anteils an Strukturelementen auf 10 bis 14 % Ackerfläche bewirken. Verglichen mit den Forderungen nach 10 - 20 % Strukturelementanteil wären durch die Einrichtung dieser nicht intensiv genutzten Offenlandflächen zumindest in diesen Landschaftsräumen gute Voraussetzungen für die Erfüllung von Naturschutzziele gegeben.

### Zusammenfassung

Die Ausstattung von Agrarlandschaften mit Landschaftsstrukturelementen weist in der Regel erhebliche Defizite auf. Während der geforderte Anteil für Vorrangflächen des Biotop- und Artenschutzes in diesen Räumen allgemein mit 10 - 20 % angegeben wird, werden für weite Teile Ostdeutschlands aktuelle Flächenanteile von nicht intensiv genutzten Agrarflächen in Höhe von 2 - 5 % genannt. Neben diesem erheblichen Flächendefizit ist die Qualität der vorhandenen Kleinstrukturen oft ungenügend. Insbesondere bei vielen schmalen Strukturelementen sind nachteilig wirkende Bewirtschaftungseinflüsse, vor allem hinsichtlich stärkerer Eutrophierung, unverkennbar. Der Sicherung der noch wertvollen Biotopreste kommt neben der Neuanlage von Strukturelementen eine wesentliche Bedeutung für den Biotop- und Artenschutz zu. Die gezielte Anwendung kleinflächiger Stilllegungen auf ökologisch bedeutsamen Teilen von Ackerflächen bietet gute Voraussetzungen für die Erhaltung sowie Verbesserung der Landschaftsstruktur von Ackerbaugebieten und letztlich ihrer Lebensraumeignung für charakteristische Agrarbiozöten.

## Literatur

- BIBER, O. (1993): Raumnutzung der Goldammer *Emberiza citrinella* für die Nahrungssuche zur Brutzeit in einer intensiv genutzten Agrarlandschaft. – Ornith. Beob. 90, S. 283 – 296.
- BLAB, J. (1993): Grundlagen des Biotopschutzes für Tiere. – SR f. Landschaftspflege und Naturschutz, H. 24, Bonn-Bad Godesberg.
- BOHN, U., K. BÜRGER & H. J. MADER (1989): Leitlinien des Naturschutzes und der Landschaftspflege. - Natur und Landschaft 64 (9), Sonderbeilage: 1 - 16.
- DEWENTER, I. S., & TSCHARNTKE, T. (1996): Profitieren Wildbienen oder Honigbienen von der Flächenstillegung in der Landwirtschaft? – Natur und Landschaft, (71), H. 6, S. 255-261.
- DOBIAS, K. (1997): Bio-Indikator mit Löffeln. – Wild und Hund, H. 6, S. 8 - 19.
- DÜRR, S., BERGER, G. & KRETSCHMER, H. (1999): Effekte acker- und pflanzenbaulicher Bewirtschaftung auf Amphibien und Empfehlungen für die Bewirtschaftung in Amphibien-Reproduktionszentren, RANA, Sonderheft 3, S. 101-116.
- FLADE, M. (1994): Die Brutvogelgemeinschaften Mittel- und Norddeutschlands. - 879 S.; Eching (IHW-Verlag).
- GELFORT (2000): Motivation zur Anlage streifenförmiger Stillegungen in der Agrarregionen-schaft Müncheberg e.G., mdl. Mitteilung.
- GÖRNER, M. & U. WEGENER (1978): Auswirkungen der Intensivierung in der Landwirtschaft auf die Vogelwelt. - Landschaftspflege und Naturschutz in Thüringen 15: 26 - 35.
- HOFFMANN, J. (1996): Zwei Vorkommen von *Schoenoplectus supinus* (L.) Palla in Ostbrandenburg. - Verh. Bot. Ver. Berlin Brandenburg, (129), S. 85 - 96.
- JEDICKE, E. (1990): Biotopverbund - Grundlagen und Maßnahmen einer neuen Naturschutzstrategie. - 249 S.; Stuttgart (Ulmer).
- KAULE, G. (1991): Arten- und Biotopschutz. - 2. Aufl.; 519 S.; Stuttgart (Eugen-Ulmer).
- KNAUER, N. (1993): Ökologie und Landwirtschaft. - 280 S.; Stuttgart (Ulmer).
- KÖPP, H., STRELOKE, M. (1994): Einfluß von Randstreifen und Bodenbearbeitung auf den Stoffeintrag in Gewässer. – Mitt. BBA, Heft 303, S. 77-86.
- KRETSCHMER, H., H. PFEFFER, J. HOFFMANN, G. SCHRÖDL & I. FUX (1995): Strukturelemente in Agrarlandschaften Ostdeutschlands. - (ZALF-Bericht 19): 233 S.; Müncheberg (Zentrum für Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung [ZALF] e. V.).
- KRETSCHMER, H., BERGER, G., PFEFFER, H. & HOFFMANN, J. (2000): Bedeutung und Neuanlage von Landschaftsstrukturelementen für den Arten- und Biotopschutz in Agrarlandschaften - von einem F+E-Vorhaben zu einem E+E-Vorhaben. – BfN Bonn, im Druck
- KRETSCHMER, H. & SCHÖNBRODT, TH. (1999): Flurneugestaltung und Biotopverbund – Gemarkung Falkenberg, bei Fürstenwalde, 28 S.
- LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT FÜR NATURSCHUTZ, LANDSCHAFTSPFLEGE UND ERHOLUNG [LANA] (1992): Lübecker Grundsätze des Naturschutzes. - Landschaftspflege und Naturschutz in Thüringen 29 (3): 57 - 62.
- LANGER, C. (1999): Ökologische Bedeutung temporärer Naßstellen in gering strukturierten Agrarlandschaften unter besonderer Berücksichtigung von Amphibien und Vegetation. - Diplomarbeit, Institut für Geographie der Universität Göttingen: 90 S. und Anlagen; Göttingen.
- LIERMANN (2000): Motivation zur Anlage streifenförmiger Stillegungen in der Quillowtal Agrar GmbH, mdl. Mitteilung.
- LILLE, R. (1996): Zur Bedeutung der Bracheflächen für die Avifauna der Agrarlandschaft: eine nahrungsökologische Studie an der Goldammer *Emberiza citrinella*. – Agrarökologie Bd. 21, Bern, Stuttgart, Wien, 150 S.
- PIERITZ, C. (1999): Abschätzung von Flächenanteilen für die Einrichtung ackerschlaginterner Naturschutzvorrangflächen in jungpleistozänen Agrarlandschaften mit Hilfe der Mittelmaßstäbigen Landwirtschaftlichen Standortkartierung. - Diplomarbeit, Universität Potsdam, Institut für Geographie und Geoökologie: 144 S.; Potsdam.
- RECK, H. (1995): Arten und populationsorientierte Grundlagen für die Planung - Beispiele aus der Flurbereinigung Hettlingen auf der Schwäbischen Alb (Baden-Württemberg). - In: RIECKEN, U. & E. SCHRÖDER: Biologische Daten für die Planung. - Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 43: 247 - 280.

- RECK, H, MÖRSDORF, S, TRAUTNER, J.  
KAULE, G. et al. (1999): Die Entwicklung neuer Lebensräume auf landwirtschaftlich genutzten Flächen. – Angewandte Landschaftsökologie, H. 21, Bonn-Bad Godesberg.
- ROTH, R.; KÜHN, G. UND MORGENSTERN, M. (2000): Expertenschätzung zur Ertragsbeeinträchtigung von Ackerkulturen bei beauflagtem Verzicht auf PSM-Anwendung im Randbereich von Ackerschlägen, ZALF Münchenberg, bisher unveröffentlicht.
- ROTH, D, & BERGER, W. (1999): Kosten der Landschaftspflege im Agrarraum. - in: KONOLD, W. BÖCKER, R, HAMPICKE, U. (1999): Handbuch Naturschutz und Landschaftspflege. ecomed, Landsberg.
- RUTHESATZ, B. & A. OTTE (1987): Kleinstrukturen im Raum Ingolstadt: Schutz und Zeigerwert. Teil III.: Feldwegränder und Ackeraine. - Tuxenia 7: 139 - 163.
- SCHMIDT, R. & R. DIEMANN (1974): Richtlinie für die mittelmaßstäbige landwirtschaftliche Standortkartierung. - Akad. Landw.-Wiss. der DDR, Inst. Bodenkd. Eberswalde (Selbstverlag).

## Wie gefährdet sind Saumbiotop und wie nützlich Nützlinge?

B. Freier\*, St. Kühne\* und R. Forster\*\*

\*Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für integrierten Pflanzenschutz, Stahnsdorfer Damm 81, 14532 Kleinmachnow

\*\*Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Fachgruppe Biologische Mittelprüfung, Messeweg 11/12, 38104 Braunschweig

### Einleitung

In Deutschland erstreckt sich die Länge von Nachbarschaften zwischen Ackerland und Kleinstrukturen auf ca. 1,6 Mio. km (Kühne et al., 2000). Diese Saumstrukturen sind potentiell durch Abtrift von Pflanzenschutzmitteln gefährdet. Im Zusammenhang mit der Richtlinie 97/57/EG des Rates zur Festlegung des Anhangs VI der Richtlinie 91/414/EWG über das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln wurden auf EU-Ebene (AMTSBLATT DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFTEN, 1997) und mit dem novellierten Pflanzenschutzgesetz vom 14.05.1998 (BGBl. I S. 971, 1527, 3512) auch in Deutschland höhere Anforderungen bezüglich der Bewertung von Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln auf Nutzarthropoden im Zulassungsverfahren eingeführt. Damit wurden nunmehr auch Auswirkungen auf Nichtzielflächen in Nachbarschaft zu den Kulturpflanzenbeständen in die Risikobewertung involviert. Diese erweiterte Perspektive ist insofern eine neue Herausforderung, dass nun nicht nur die Nützlinge sondern andere Arthropoden der Off-Crop-Habitats in die Risikobewertung einbezogen werden müssen. Nachfolgend soll das Augenmerk allerdings nur auf die Gefährdung der Nützlinge im Saum durch Pflanzenschutzmittelabtrift im Zusammenhang mit der quantitativen Dimension der befallsreduzierenden Effekte der Nützlinge auf den Kulturflächen diskutiert werden.

### Abtrift und potentielle Toxizität

Abtrifteckwerte und spezielle Untersuchungen im Ackerbau belegen, dass die Exposition bei stark abnehmender Tendenz mehrere m in den Saum hineinreichen kann (Ganzelmeier et al., 1995; Rautmann et al., 1997). Sehr geringe Einträge (<0,04 %) können sogar in Abständen von 100 m nachgewiesen werden und theoretisch auch noch in größerer Entfernung möglich sein (Anonym, 2000). Da oft keine Felddaten bezüglich der wirklichen Deposition und Auswirkungen von Abtrift auf Nichtzielorganismen vorliegen, werden im Zulassungsverfahren Toxizitätsdaten aus den Laborprüfungen und Abtrifteckwerte für theoretische Risikoabschätzungen herangezogen (Forster und Rothert, 1999). Mehrere Argumente sprechen dafür, dass diese Verfahrensweise eher die Gefahr einer Überschätzung als einer Unterschätzung der wirklichen Auswirkungen bzw. des wahrscheinlichen Risikos von Abtrift unter Feldbedingungen in sich birgt. So konnte für Glyphosat-Trimesium und dem Indikator *Aphidius* spp. festgestellt werden, dass die Verwendung von Pflanzenoberflächen im Vergleich zur Glasoberfläche bis zu 1500mal geringere Toxizitätswerte liefern kann. Zu bedenken ist auch, dass bei Verwendung der 95 %-Quantile keine mittleren sondern eher Grenzwertverhältnisse dokumentiert werden, die Mittelwerte betragen etwa nur 1/3 der 95 %-Quantile. Außerdem wird kaum berücksichtigt, dass der Blattindex (Blattfläche zu Bodenbedeckungsfläche), der z.B. bei Gramineen bei ca. 4 liegt, die Deposition der Pflanzenschutzmittel auf den Pflanzen bestimmt. Ferner müssten auch die Heterogenität der Saumstrukturen, die ganz unterschiedliche Abtriftwiderstände bzw. Depositionsverteilungsmuster verursachen kann, und die Streuung der Triftwolke Beachtung finden. Es dürfte sehr unwahrscheinlich sein, dass Populationen einer Art in Säumen durch Abtrift völlig eliminiert werden. Falls aber eine erhebliche Reduzierung der Population einer Art angenommen werden muss, ist angesichts der Kenntnisse zu Lebenszyklen, Verbreitung und Mobilität spezieller Arten in agrarischen Ökosystemen von enormen Wiedererholungsprozessen von einer zur nächsten Saison auszugehen. Aus den genannten Gründen erscheint die Einschaltung hoher Sicherheitsfaktoren bzw. die Vorgabe von TER-Werten (Toxicity-Exposure-Ratio) von 5-10 (Schulte et al., 1999) bei der Risikobewertung von Pflanzenschutzmitteln nicht unbedingt realistisch, selbst wenn davon ausgegangen werden muss, dass zum wirklichen Geschehen in den Populationen vieler Arthropodenarten in Saum-

strukturen im Zusammenhang mit Eintrag von Pflanzenschutzmitteln wenig bekannt und Forschungsbedarf angezeigt ist. Bezüglich des zeitweiligen Aussterbens von lokalen Populationen bedarf es spezieller Untersuchungen und theoretischer Ansätze unter dem Blickwinkel von Metapopulationen (regionale Populationen von lokalen Populationen) (Reich und Grimm, 1996).

### **Arthropoden in Saumstrukturen**

Saumstrukturen repräsentieren in der Regel ein hohes Schutzgut in der Kulturlandschaft. Die Wertmaßstäbe für dieses Schutzgut können aus Daten zur Vielfalt und Menge von Arthropoden nach dem Prinzip, je mehr desto besser, abgeleitet werden, was allerdings aus der Sicht des Naturschutzes Diskussionen provoziert. Ist ein 1 m-breiter Grasstreifen neben einem asphaltierten Feldwirtschaftsweg mit geringer Besiedlung von z. B. Spinnen, Carabiden, Chrysomeliden und Saltoria-Arten mit 2 Rote-Liste-Arten ein hohes Schutzgut?

Saumstrukturen sind oft naturnahe Strukturen und bedeutsam als Lebensraum für Nichtzielarthropoden:

1. Nutzarthropoden, die als Leistungsträger der natürlichen Kontrolle von Schädlingen Beachtung verdienen, einen großen Beitrag zur Stabilität der agrarischen Ökosysteme leisten und eine relativ geringe Saumhabitatbindung aufweisen.
2. Arten aller Trophieebenen, die im starken Austausch mit den landwirtschaftlichen Nutzflächen stehen, wesentlich zur Stabilität von agrarischen Ökosystemen beitragen und eine relativ geringe, zeitweilig auch stärkere Saumhabitatbindung zeigen.
3. Arten, die relativ unabhängig von den Ackerflächen an die Besonderheiten der Kleinstrukturen angepasst sind, demzufolge eine starke Saumhabitatbindung aufweisen und oft einen besonderen naturschutzbezogenen Wert besitzen.

In zahlreichen Studien wurden die Arthropodengesellschaften verschiedenster Kleinstrukturen untersucht. Dabei wurde deutlich, dass das floristische Inventar (Diversität und Artendominanz) sowie die Breite der Säume die Zusammensetzung, Vielfalt und Dichte der Arthropodenpopulationen bestimmen (Mükschel, 1997; Kühne et al., 2000).

Nachfolgend sollen sich die Ausführungen nur noch auf Nützlinge konzentrieren, die zur ersten genannten Gruppe gehören, aber auch eine große Zahl von Arten und Gilden der zweiten Gruppe betreffen. Nach mehreren Jahrzehnten nicht nur in Deutschland üppig geförderter Nützlingsforschung wissen wir gut Bescheid über viele Schädling-Nützling-Interaktionen und die wesentlichen populationsdynamischen Wechselwirkungen zwischen Kulturpflanzenbeständen und Saumstrukturen u. a. Nichtzielflächen. Eine Forschungsinvasion betraf die Interaktion Getreideblattläuse-Prädatoren/Parasitoide, wobei vor allem Syrphiden, Coccinelliden, die polyphagen Spinnen und Carabiden sowie die parasitischen Hymenopteren der Gattung *Aphidius* untersucht wurden.

Aber lohnt es sich, der Schonung und Förderung von Nützlingen so viel Augenmerk zu widmen? Was leisten sie wirklich bei der natürlichen Regulation von Pflanzenschädlingen?

### **Prädatorische Leistung der Nützlinge**

Während das Mapping von Nützlingsgesellschaften gut gelingt, haben wir immer noch methodische Schwierigkeiten, ein realistisches Bild über das quantitative trophische Wechselspiel zwischen Schädlingsauftreten und Nützlingspotentialen im Feld und in Saumstrukturen zu bekommen. Weil systematische Bonituren, Biocoenometeraufnahmen u. a. flächenbezogenen Erfassungsmethoden sehr aufwendig sind, werden für quantitative Auswertungen oft Methoden der Aktivitätsermittlung, insbesondere Bodenfallenfänge, herangezogen. Allerdings muss immer wieder vor einer Überinterpretation dieser Ergebnisse im Hinblick auf flächenbezogene Populationsdichten gewarnt werden.

In einer seit 1993 an 2 Standorten (Fläming und Magdeburger Börde) laufenden Studie in Winterweizenbeständen zur Präsenz der Nützlingspotentiale in Kulturpflanzenbeständen konnten grundlegende Erkenntnisse zur Stabilität und Varianz der Populationsdynamik der Leistungsträger der natürlichen

Regulation von Getreideblattläusen gewonnen werden (Freier et al., 1999). Für die Betrachtung des gesamten Prädatorpotentials von Getreideblattläusen hat sich die Anwendung von sogenannten Prädatorereinheiten (PU), die unterschiedliche Fraßleistungen der einzelnen Prädatorengruppen bei gleicher Temperatur berücksichtigt, bewährt (Freier et al., 1998). Im Durchschnitt von jährlich 8 Erhebungen zwischen Ährenschieben und Gelbreife des Weizens lag das Nützlingsauftreten mit 5,06 (Fläming) und 5,95 (Magdeburger Börde) PU/m<sup>2</sup> auf nahezu gleichem Niveau, obwohl sich das mittlere Blattlausauftreten an den beiden Standorten wie 1 : 2 unterschied. Aus den 7-jährigen Felddaten ließen sich befallsreduzierende Effekte als Regressionsgleichungen berechnen. Die höchsten r<sup>2</sup>-Werte lagen vor, wenn die Anzahl Prädatorereinheiten/m<sup>2</sup> (x) mit der nachfolgenden Dichteänderung der Getreideblattläuse (Individuen/m<sup>2</sup>) innerhalb von 2 Wochen (y) verglichen wurde. Für beide Standorte gilt:

$$y=5,0739x^2-329,19x+1397,2 \quad (r^2=0,2509, n=109, P<0,05).$$

Demnach ist bei einer Prädatordichte von >4,57 PU/m<sup>2</sup> eher mit einer Befallsabnahme als mit einer Dichtezunahme der Blattläuse zu rechnen.

Andere Wege der Berechnung der realen Effekte bestimmter Nützlinge sind Ausschlussversuche, wie sie wiederholt zur Bewertung prädatorischer Leistungen von epigäischen Raubarthropoden durchgeführt wurden (Holland & Thomas, 1997; Lang et al., 1999). Ein besonderer methodischer Ansatz stellt die Anwendung von Simulationsmodellen in Kombination mit Felddaten dar. Mit dem Simulationsmodell GTLAUS99, das die Populationsdynamik der Getreideblattläuse unter dem Einfluss der wichtigsten natürlichen Gegenspieler, des Wetters und der Pflanze berechnet, wurden anhand der Realdaten von den beiden oben erwähnten Standorten (Startpopulationen der Blattläuse und Nützlinge, Wetter- und Pflanzenentwicklung) die Befallsverläufe der Blattläuse nachsimuliert. Anschließend wurde für jeden Fall (je Standort 7 Jahre) die Wirkung der Nützlinge auf Null gesetzt und der Befallsunterschied als Nützlingswirkung interpretiert. Dabei zeigte sich, dass die Nützlingseffekte je nach Standort und Jahr extrem variieren können. Im Durchschnitt lag der theoretische Befall ohne Nützlinge am Standort Fläming ca. 6-mal und am Standort Magdeburger Börde ca. 2-mal höher, d. h. in den meisten Fällen deutlich über der Schadensschwelle, als im Feld bei entsprechender Nützlingspräsenz gemessen (Gosselke et al., 2000).

#### **Quantitative Wechselwirkungen der Nützlinge in Feld und Saum**

Bezüglich des Wechselspiels Feld-Saum konnten für das Modellsystem Getreideblattläuse-Prädatoren ebenfalls schon wesentliche quantitative Erkenntnisse gewonnen werden (Welling, 1990; Ruppert, 1993; Kühne et al., 2000). Kühne (1999) untersuchte den Einfluss unterschiedlicher Saumstrukturen auf das Auftreten von Syrphiden und anderen Nützlingen und deren Auswirkungen auf ihr Vorkommen im angrenzenden Feld. Die mehrjährige Studie zeigte in Übereinstimmung mit anderen Untersuchungen, dass Kombinationen von bestimmten blütenreichen Rainen mit Hecken hohe Attraktivität für Nützlinge hat, hier insbesondere für die Schwebfliege *Sphaerophoria scripta*, die dann auch mit deutlicher Präsenz im unmittelbaren Randbereich des Feldes und darüber hinaus reagieren. Unter bestimmten Bedingungen sind sogar entsprechende befallsreduzierende Effekte nachweisbar. Bei der Interpretation dieser Daten muss allerdings Behutsamkeit angemahnt werden, denn es gibt auch zahlreiche Erhebungen, die keinen Einfluss gut strukturierter Saumstrukturen auf das Nützlingsauftreten in den anliegenden Feldern über 20 m hinaus erkennen lassen. Ein wesentlicher Aspekt ist die quantitative Dimension der Arthropodenpräsenz/Flächeneinheit in Saumstrukturen im Vergleich zum Feld (Thomas & Marshall, 1999). Wie wichtig quantitative Verhältnisse im Wechselspiel Saum-Feld sind veranschaulicht die nachfolgende Kalkulation bei Annahme realistischer Verhältnisse:

In gut strukturierten Saumbiotopen überwintert eine hohe Anzahl von Carabiden (Frühjahrsbrüter), und es tritt hier ein hohes Potential von Blattlausparasitoiden bis Mitte Juni auf, zudem ist eine besonders hohe Aktivität von Schwebfliegenimagines (*Sphaerophoria scripta*, *Episyrphus balteatus*) im Sommer gegeben, und zudem befinden sich noch zahlreiche Imagines von *Propylaea quatuordecimpunctata* im Saum. Bei weiterer Unterstellung eines hohen Anteiles von Kleinstrukturen von 10 % der Agrarlandschaft, einer mittleren Feldgröße von ca. 10 ha und einer homogenen Verteilung des Nützlingspotentials

auf diesen Feldern lässt sich der Effekt der feldrandinduzierten natürlichen Regulation schätzen. Entsprechende Simulationsrechnungen mit dem Modell GTLAUS99 verdeutlichen, dass zusätzliche befalls-reduzierende Effekte durch die „Saumnützlinge“ im Feld um mehr als die Hälfte des Blattlausbefalls kaum zu erwarten sind (Gosselke et al., 2000). So muss davon ausgegangen werden, dass ein Saum in der Saison eher selten eine ergiebige Vorratskammer für das Nützlingsauftreten im Feld darstellt. Aus der Sicht des Risikos von Pflanzenschutzmittelabtrift ist ohnehin das Augenmerk weniger auf die Nützlinge als vielmehr auf die Arthropoden mit starker Habitatbindung und demzufolge besonderer Naturschutzrelevanz zu richten.

## Literatur

- AMTSBLATT DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFTEN (1997): Richtlinie 97/57/EG des Rates vom 22. September 1997 zur Festlegung des Anhangs VI der Richtlinie 97/414/EWG über das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln. **L 265**, 87-109.
- ANONYM (2000): Abtriftewerte. Bundesanzeiger **310** vom 01.05.00.
- FREIER, B.; MÖWES, M.; TRILTSCH, H.; RAPPAPORT, V. (1998): Predator units – an approach to evaluate coccinellids within the aphid predator community in winter wheat. IOBC wprs Bull. **21(8)**, 103-111.
- FREIER, B.; TRILTSCH, H.; GOSELKE, U. (1999): Die Dimension der natürlichen Kontrolle von Getreideblattläusen durch Prädatoren. *Gesunde Pflanzen* **51**, 65-71.
- GANZELMEIER, H.; RAUTMANN, D.; SPANGENBERG, R.; STRELOKE, M.; HERRMANN, M.; WENZELBURGER, H.-J.; WALTER, H.-F. (1995): Untersuchungen zur Abtrift von Pflanzenschutzmitteln: Ergebnisse eines bundesweiten Versuchsprogrammes. *Mitt. Biol. Bundesanst. Land-, Forstwirtschaft* **304**, 1-111.
- GOSELKE, U.; FREIER, B.; KRÜSSEL, S.; KREUTER, T.; LEOPOLD, J.; HASKEN, K.-H.; ULBER, B.; NIEHOFF, B.; POEHLING, H.-M.; VIDAL, S. (2000): Computer simulations on the impact of natural control of cereal aphids by predators in winter wheat fields. *Agriculture, Ecosystems, Environment* **73**, im Druck.
- GOSELKE, U.; ROßBERG, D.; FREIER, B.; TRILTSCH, H.: GTLAUS99 – the revised version of simulation model of wheat-aphid-predator interaction. *Agriculture, Ecosystems, Environment* **73**, im Druck.
- HOLLAND, J. M.; THOMAS, S. R. (1997): Quantifying the impact of polyphagous invertebrate predators in controlling cereal aphids and in preventing wheat yield and quality reductions. *Ann. appl. Biol.* **131**, 375-397.
- KÜHNE, S. (1999): Influence of field edges on aphids and their predators in adjacent fields. 8th European Ecological Congress, 18-23 September 1999, Porto Carras - Halkidiki, Greece, 301.
- KÜHNE, S.; ENZIAN, S.; JÜTTERSONKE, B.; FREIER, B.; FORSTER, R.; ROTHERT, H. (2000): Beschaffenheit und Funktion von Saumstrukturen in der Bundesrepublik Deutschland und ihre Berücksichtigung im Zulassungsverfahren im Hinblick auf die Schonung von Nichtzielarthropoden. *Mitt. BBA*, im Druck.
- LANG, A.; FILSER, J.; HENSCHEL, J. R. (1999): Predation by ground beetles and wolf spiders on herbivorous insects in a maize crop. *Agriculture Ecosystems Environment* **72**, 189-199.
- MÜKSCHEL, C. (1997): Literaturstudie über die Auswirkungen von Saumbiotopen und landespflegerischen Anlagen (Biotopvernetzung) auf angrenzende Acker- und Freilandgemüseflächen. *Ges. Boden-, Gewässerschutz e.V., Wettenberg*, 1-72.
- RAUTMANN, D.; FORSTER, R.; HEIMBACH, U. (1997): Untersuchungen zur Deposition von Pflanzenschutzmitteln in Getreide und angrenzenden Habitaten. *Mitt. Biol. Bundesanst. Land-, Forstwirtschaft* **333**, 11-18.
- REICH, M.; GRIMM, V. (1996): Das Metapopulationskonzept in Ökologie und Naturschutz. Eine kritische Bestandsaufnahme. *Z. Ökologie Naturschutz* **5**, 123-140.
- RUPPERT, V. (1993): Einfluss blütenreicher Feldrandstrukturen auf die Dichte blütenbesuchender Nutzinsekten insbesondere der Syrphinae (Diptera: Syrphidae). *Agrarökologie, Haupt-Verl. Bern, Stuttgart, Wien.*, **8**, 1-149.
- SCHULTE, C.; FÜLL, C.; KÜHNEN, U. (1999): Bewertungskriterien des Umweltbundesamtes: Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln auf terrestrische Arthropoden. *Z. Umweltchemie Ökotox.* **11**, 261-266.



- THOMAS, C. F. G.; MARSHALL, E. J. P. (1999):  
Arthropod abundance and diversity in dif-  
ferently vegetated margins of arable fields.  
*Agriculture Ecosystems Environment* **72**,  
131-144.
- WELLING, M. (1990): Förderung von Nutzinsekten,  
insbesondere Carabidae, durch Felldraine  
und herbizidfreie Ackerränder und Auswir-  
kungen auf den Blattlausbefall im Winter-  
weizen. Diss. Univ. Mainz, 1-160.

## **Pflanzenstärkungsmittel**

Marga Jahn

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für integrierten Pflanzenschutz, Stahnsdorfer Damm 81, 14532 Kleinmachnow

### **Wie sinnvoll sind Pflanzenstärkungsmittel?**

Der Begriff „Pflanzenstärkungsmittel“ ist erst mit dem Pflanzenschutzgesetz (PflSchG) vom 15. September 1986 eingeführt worden. Mit dieser Regelung sollte sichergestellt werden, dass bestimmte, traditionell gebräuchliche Mittel weiterhin zur Verfügung stehen, ohne dass diese in gleichem Maße wie die Pflanzenschutzmittel die „hohen Hürden“ der Zulassung nehmen müssen.

### **Was sind Pflanzenstärkungsmittel entsprechend der Definition?**

Nach PflSchG vom 15. September 1986 waren Pflanzenstärkungsmittel „ausschließlich dazu bestimmt, die Widerstandsfähigkeit von Pflanzen gegen Schadorganismen zu erhöhen, ohne dass diese Stoffe schädliche Auswirkungen auf die Gesundheit von Mensch und Tier oder auf den Naturhaushalt haben“. Mittel, die diese Voraussetzungen nicht erfüllten, waren per Definition keine Pflanzenstärkungsmittel, auch wenn sie ihrer Zweckbestimmung nach die Widerstandsfähigkeit von Pflanzen erhöhen sollten.

Mit Inkrafttreten des novellierten Pflanzenschutzgesetzes vom 14. Mai 1998 wurde das Spektrum der den Pflanzenstärkungsmitteln zuzuordnenden Produkte wesentlich erweitert. Neben den Stoffen, die „a) ausschließlich dazu bestimmt sind, die Widerstandsfähigkeit von Pflanzen gegen Schadorganismen zu erhöhen,“ sind Pflanzenstärkungsmittel nun auch Stoffe, die „b) dazu bestimmt sind, Pflanzen vor nicht-parasitären Beeinträchtigungen zu schützen,“ und Stoffe, die „c) für die Anwendung an abgeschnittenen Zierpflanzen außer Anbaumaterial bestimmt sind“ (§ 2 Nr. 10 PflSchG). Wichtig ist, dass das Nichtvorhandensein schädlicher Auswirkungen für die Gesundheit von Mensch und Tier und auf den Naturhaushalt nicht mehr per Definition geregelt ist und dem Mittel innewohnen muss, sondern dass dies – in wesentlich realistischer Weise – durch eine bestimmungsgemäße und sachgerechte Anwendung sicherzustellen ist.

Eine Abgrenzung der Pflanzenstärkungsmittel zu anderen Mittelkategorien erfolgte und erfolgt nicht anhand der Zusammensetzung des Mittels; für die Zuordnung maßgebend ist die Zweckbestimmung. Erfahrungsgemäß bereitet die Abgrenzung der Pflanzenstärkungsmittel zu den Pflanzenschutzmitteln einerseits und den Pflanzenhilfsmitteln bzw. Bodenhilfsstoffen im Sinne des Düngemittelgesetzes andererseits häufig Probleme. Es gibt durchaus die Möglichkeit, dass ein Mittel je nach Zweckbestimmung ein Pflanzenstärkungsmittel oder ein Pflanzenhilfsmittel („Stoffe ohne wesentlichen Nährstoffgehalt, die dazu bestimmt sind, auf Pflanzen einzuwirken“) oder Bodenhilfsstoff („Stoffe ohne wesentlichen Nährstoffgehalt, die den Boden biotisch, chemisch oder physikalisch beeinflussen, um seinen Zustand oder die Wirksamkeit von Düngemitteln zu verbessern, insbesondere Bodenimpfmittel, Bodenkrümler, Bodenstabilisatoren, Gesteinsmehle“) sein kann. Beispiele dafür finden sich in der großen Gruppe der Algenpräparate, aber auch bei den Gesteinsmehlpräparaten. Für diese Mittel werden in erster Linie Wirkungen im Sinne des Düngemittelgesetzes beschrieben. Fördert ein solches Mittel nach der Produktbeschreibung auch die Abwehr- und Widerstandskräfte gegen Schadorganismen, muss es den Pflanzenstärkungsmitteln zugeordnet werden. Wird für ein Mittel ein Schutzzweck im Sinne der Definition des § 2 Nr. 9 PflSchG beschrieben, ist das Mittel ein Pflanzenschutzmittel und als solches zulassungspflichtig.

### **Nach welchem Procedere werden Pflanzenstärkungsmittel in den Verkehr gebracht?**

Nach PflSchG vom 15. September 1986 mussten Pflanzenstärkungsmittel bei der Biologischen Bundesanstalt lediglich angemeldet werden, bevor sie in den Verkehr gebracht wurden.

Mit dem novellierten Pflanzenschutzgesetz vom 14. Mai 1998 traten am 1. Juli 1998 entscheidende neue Regelungen in Kraft. Für das in Verkehrbringen der Pflanzenstärkungsmittel gilt nunmehr, dass sie bei bestimmungsgemäßer und sachgerechter Anwendung oder als Folge einer solchen Anwendung keine schädlichen Auswirkungen, insbesondere auf die Gesundheit von Mensch und Tier, das Grundwasser und den Naturhaushalt, haben dürfen. Der Antragsteller muss mit dem Antrag erklären, dass diese Voraussetzungen erfüllt sind.

Aus dem Anmeldeverfahren wurde ein Antragsverfahren zur Aufnahme in eine Liste über Pflanzenstärkungsmittel; diese Liste wird im Bundesanzeiger veröffentlicht. Darüber hinaus veröffentlicht die Biologische Bundesanstalt eine beschreibende Liste der eingetragenen Pflanzenstärkungsmittel.

Bei der Entscheidung über die Aufnahme in die Liste wirken das Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin sowie das Umweltbundesamt mit. Wenn Bedenken bestehen, dass das Mittel nicht vertretbare Auswirkungen hat, wird die Aufnahme abgelehnt.

Das Antragsverfahren für Pflanzenstärkungsmittel ist detailliert bei JAHN u. KOHSIEK (1999) beschrieben.

### **Was sind Pflanzenstärkungsmittel entsprechend ihrer Natur?**

Auf Grund der über viele Jahre gesammelten Erfahrungen und der Dominanz auch nach nunmehr geltendem Gesetz der Pflanzenstärkungsmittel, die ausschließlich dazu bestimmt sind, die Widerstandsfähigkeit der Pflanzen gegen Schadorganismen zu erhöhen (§ 2 Nr. 10 a) PflSchG), wird in den folgenden Ausführungen nur auf diese Mittelgruppe Bezug genommen.

Pflanzenstärkungsmittel sind in überwiegender Zahl keine chemisch-synthetischen Produkte, sondern natürlichen Ursprungs. Es ist daher schwierig, eine Gruppierung vorzunehmen. Neben den stofflichen - anorganischen und organischen - Produkten werden als weitere wesentliche Gruppen die Homöopathika einschließlich der „energetisch beeinflussten“ Mittel sowie die Mittel auf mikrobieller Basis abgegrenzt (JAHN, 1999).

Von den Pflanzenstärkungsmitteln auf anorganischer Basis haben viele Silizium als Grundbestandteil, insbesondere als Siliziumdioxid und als Silikate (Gesteinsmehle); auch Tonerde, Kreide und weitere Karbonate sind enthalten.

Organische Pflanzenstärkungsmittel, die die größte Gruppe bilden, sind Extrakte und Aufbereitungen aus Algen und höheren Pflanzen, pflanzliche Öle, Huminsäuren sowie Aufbereitungen auch aus tierischem Material.

Bei den Homöopathika werden alle bisher beschriebenen Stoffe als Ausgangsstoffe verwendet, die dann in potenziert Form - in der Regel nicht stofflich - im Pflanzenstärkungsmittel vorhanden sind. Die Wirkung soll durch die Informationen, die diese Stoffe in ihrem Trägermedium hinterlassen, verursacht werden. Hier sind auch die Produkte, in denen einem Trägerstoff – häufig Kalziumkarbonat – durch „energetische Beeinflussung“ oder „Energieübertragung“ entsprechende, hier pflanzenstärkende Eigenschaften aufmoduliert werden, einzuordnen.

Nicht unproblematisch ist die Zuordnung von Präparaten auf der Basis von Mikroorganismen zu den Pflanzenstärkungsmitteln. Mikroorganismen verfügen meist über mehrere Wirkmechanismen. Es liegt in aller Regel in der Spezifität eines Stammes, ob direkte biozide oder pflanzenstärkende Eigenschaften überwiegen. Grundsätzlich gehören antagonistische Wirkungen, die mit der Bildung von Toxinen verbunden sind, in den Bereich der Pflanzenschutzmittel. Es liegt in der Verantwortung des Antragstellers, dass sein Mittel der Definition entspricht.

### **Wie wirken Pflanzenstärkungsmittel?**

Im Hinblick auf den Wirkungsmechanismus stehen zur Erhöhung der Widerstandsfähigkeit der Pflanzen gegen Schadorganismen nicht viele Möglichkeiten offen. Die gezielte Erhöhung des Resistenzpotentials durch äußere Faktoren ohne Veränderung des Genoms durch einen züchterischen Eingriff ist dabei sicher

die beste, aber auch die schwierigste Lösung. Diese Aktivierung einer Resistenz in der Pflanze durch spezifische Induktoren wird als Induzierte Resistenz bezeichnet (SCHÖNBECK u. a., 1993). Bisher sind nur wenige, meist synthetische Resistenzinduktoren mit aufgeklärtem Wirkungsmechanismus bekannt, die aber nicht als Pflanzenstärkungsmittel im Verkehr sind. Für viele Pflanzenstärkungsmittel pflanzlichen Ursprungs werden derartige Wirkungen ebenfalls genannt, ohne dass dieser Mechanismus detailliert untersucht und beschrieben wurde.

Eine indirekte Erhöhung der Widerstandsfähigkeit wird durch die Ausbildung einer dickeren Epidermis oder Einlagerung von Substanzen in die Epidermis erreicht; die Penetration wird dadurch gehemmt und ein Eindringen des Schadorganismus in die Pflanze verhindert. Dieser Wirkungsmechanismus trifft z. B. für silikathaltige Produkte zu (BUCHENAUER u. BORGHOFF, 1982).

Die Zweckbestimmung der Pflanzenstärkungsmittel zur Stärkung der Widerstandsfähigkeit der Pflanzen beinhaltet, dass sie in aller Regel nicht für eine Kultur gegen einen Schadorganismus, sondern für eine breite Anwendung vorgesehen sind. Dies schließt nicht aus, dass Mittel für spezielle Anwendungsgebiete entwickelt und empfohlen werden.

### **Wie ist die Wirksamkeit von Pflanzenstärkungsmitteln einzuschätzen?**

Ein Wirkungsnachweis ist im Antragsverfahren nicht gefordert. Im Unterschied zum Zulassungsverfahren für die Pflanzenschutzmittel muss der Antragsteller die Wirkung des Pflanzenstärkungsmittels nicht mit entsprechenden Daten belegen. Ergebnisse und Erfahrungen zeigen, dass eine Pflanzenstärkung durch die einzelnen Mittel von sehr unterschiedlicher Qualität sein kann, ein Ablehnungsgrund für eine Aufnahme in die Liste über Pflanzenstärkungsmittel ist dies jedoch nicht. Mit anderer Vorgehensweise muss folglich versucht werden, diesen Nachteil möglichst weitgehend auszuräumen. Im Verlauf der 90er Jahre wurden eine Vielzahl von Versuchen zu Wirkungen und Nebenwirkungen durchgeführt und praktische Erfahrungen gesammelt. Dies führte dazu, dass einige Pflanzenstärkungsmittel in einigen Anwendungsbereichen gut etabliert sind. Es gab aber auch negative Erfahrungen im Wirkungsbereich, so dass die Forderung nach neutraler Beurteilung der Wirkung eines Pflanzenstärkungsmittels vor der Markteinführung unterstrichen wurde. Als Beispiel ist hier das sogenannte Plocher-Energiesystem zu nennen. Durch das Mittel PENAC-P, dem mit diesem Energiesystem „spezielle Wirkungseigenschaften aufmoduliert wurden“, sind im baden-württembergischen Weinbau in amtlichen Versuchen deutliche Schäden entstanden (WOHLFARTH u. a., 1995).

Die meisten Ergebnisse zur Anwendung von Pflanzenstärkungsmitteln liegen im ökologischen Wein- und Obstbau vor. Im Weinbau haben sich vor allem die Tonerde-/Gesteinsmehlpräparate Myco-Sin (PATZWAHL u. KOPF, 1998) und Ulmasud bei einem nicht zu hohen Befallsdruck durch *Plasmopara viticola* als geeignet erwiesen. In einem Ringversuch im Zeitraum 1990 bis 1997 konnte demonstriert werden, dass mit diesen Pflanzenstärkungsmitteln, zum Teil in Kombination mit stark reduzierter Kupferanwendung, gute Ergebnisse zur Reduzierung des Falschen Mehltaus erzielt werden können (HOFMANN, 1999). Gut wirksam war auch das vorwiegend auf phosphoriger Säure basierende Pflanzenstärkungsmittel Ökofluid P.

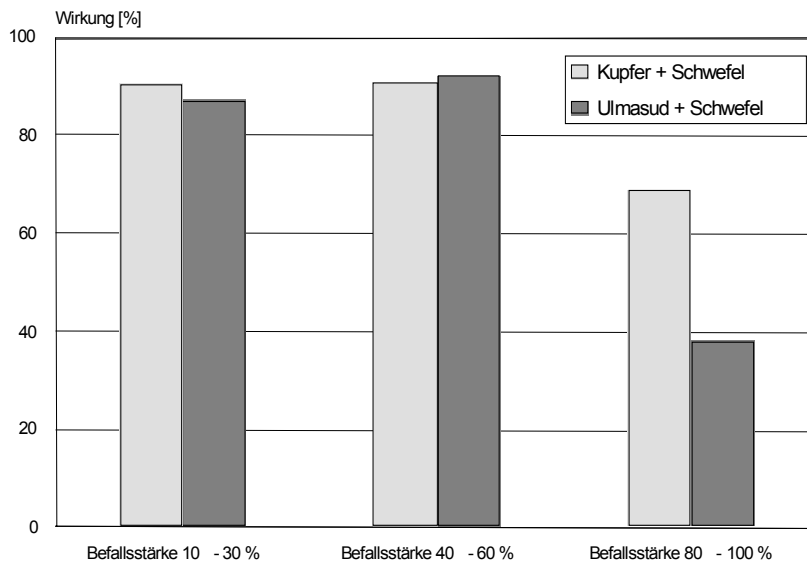
In Untersuchungen der Staatlichen Lehr- und Versuchsanstalt für Obst- und Weinbau Weinsberg zur Stärkung gegen Apfelschorf wurde nachgewiesen, dass einige der angewendeten Pflanzenstärkungsmittel sowohl an den Blättern als auch an den Früchten zu signifikant geringerem Befall führten. Zu diesen gehörten wiederum Myco-Sin und Ulmasud, aber auch Vitamin E, PLURAPRO (homöopathische Dosen von Propolis und Pflanzeninhaltsstoffen in alkoholischer Lösung) und ENVIREpel (Knoblauchpräparat) (STRAUB, 1995). Die Gesteinsmehlpräparate wurden auch gegen Feuerbrand im Kernobst mit einer beachtlichen Wirkung insbesondere von Myco-Sin untersucht (RÖMMELT u. a., 1999).

Im Kartoffelbau konnten durch regelmäßige Behandlungen mit Myco-Sin eine gute Wirkung gegen *Phytophthora infestans* und ein Mehrertrag erreicht werden (SCHÜLER, 1999). In einigen Versuchen stärkten auch Humin-Vital (Huminsäuren aus Leonardit) und Milsana (Auszug aus Sachalin-Staudenknöterich) die Pflanze ausreichend gegen die Krautfäule (PFLEIDERER u. MONKOS, 1996).

Im Gemüsebau sind systematische Untersuchungen noch weniger umfangreich vorhanden. Eine Reihe von Versuchen, unter anderem an Kopfsalat, Weißkohl, Blumenkohl, Tomaten, wurde in der Lehr- und Versuchsanstalt für Gartenbau Köln-Auweiler angestellt (LINDNER, 1999). Häufig konnte wegen geringen Befalls nur die Wirkung auf den Ertrag ermittelt werden. Bei Sellerie wurde, obwohl keine befallsmindernde Wirksamkeit gegen *Septoria* feststellbar war, der Ertrag durch Neudo-Vital (Fettsäure-/Algenextrakt-Präparat) und Bionomic-Pilzvorbeuge (Fenchel-Präparat) stärker erhöht als durch das Kupferpräparat Cupravit. Bei Tomaten wurden mit Myco-Sin ebenfalls tendenziell höhere Erträge erzielt. Es wurde ein etwas geringerer Befall mit Echtem Mehltau beobachtet, und die Pflanzen waren kräftiger. An Gurken (JÄCKEL u. a., 1995) wurde durch Neudo-Vital - Behandlungen ein Befall mit Falschem Mehltau signifikant vermindert.

Eine untergeordnete Rolle spielen Pflanzenstärkungsmittel derzeit noch im Zierpflanzenbau. Es fehlen auch hier spezielle Anwendungsempfehlungen für Pflanzenstärkungsmittel in wichtigen Zierpflanzenkulturen. JÄCKEL u. a. (1995) konnten den Befall mit Echtem Mehltau an Rosen mit den Pflanzenstärkungsmitteln Neudo-Vital und Milsana deutlich reduzieren; der Rosenrost konnte nicht beeinflusst werden.

In den meisten der hier zitierten Untersuchungen zeigte sich, dass bei starkem Befall eine Gesunderhaltung mit den Pflanzenstärkungsmitteln nicht möglich war. Der Befallsdruck ist als ein entscheidender Faktor für die Wirksamkeit und damit sinnvolle Anwendung zu berücksichtigen, da in Jahren mit starkem Befall keines der untersuchten Stärkungsmittel einen ausreichenden Schutz induzieren konnte. In der folgenden Abbildung wird dies am Beispiel des Falschen Mehltaus am Wein deutlich gemacht. Während bei schwachem bis mittlerem Befallsdruck die Wirkung von Ulmasud mit der des Kupfermittels vergleichbar war, war diese bei hohem Befallsdruck bei dem Pflanzenstärkungsmittel wesentlich geringer als bei dem Fungizid.



**Abb. 1:** Wirkung von Kupfer und Ulmasud gegen den Falschen Mehltau an Trauben in Abhängigkeit vom Befallsdruck (Ergebnisse aus HÄSELI, 1996)

## Diskussion

Die Pflanzenstärkungsmittel haben in den 13 Jahren ihrer gesetzlichen Existenz ständig an Bedeutung gewonnen. Im ökologischen Landbau, insbesondere dem Wein- und Obstbau, sind einige Mittel fester Bestandteil im Anbauverfahren.

Mit Inkrafttreten des novellierten Pflanzenschutzgesetzes wurden im Procedere des in Verkehrbringens von Pflanzenstärkungsmitteln wichtige positive Änderungen wirksam. Wichtigstes Problem bleibt nach wie vor die fehlende Sicherheit in der Wirkung, d. h. der nicht erforderliche Nachweis der Wirkung im Antragsverfahren. Im Interesse des praktischen Anbaus beschäftigen sich daher Anbauverbände des ökologischen Landbaus, öffentliche Forschungseinrichtungen und der amtliche Pflanzenschutzdienst mit der Prüfung der Wirkungen und Nebenwirkungen von Pflanzenstärkungsmitteln. Eine Optimierung von Anwendungsbedingungen und -empfehlungen auf der Grundlage gezielter Untersuchungen ist notwendig. Nur so wird es möglich sein, diese Mittelgruppe weiter zu etablieren und ungeeignete Produkte rechtzeitig zu erkennen und auszuschließen.

## Literatur

- BUCHENAUER, H., BORGHOFF, F., 1982: Einfluß von Silikatverbindungen und Borax auf den Befallsverlauf des Mehltaus bei Gersten- und Weizenkeimlingen. Meded. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent 47, 875-886.
- HÄSELI, A., 1996: Welche Präparate zur Krankheitsbekämpfung im biologischen Rebbau? Ökologie u. Landbau 24, 98, 57-60.
- HOFMANN, U., 1999: Einsatz von Pflanzenstärkungsmitteln im ökologischen Weinbau. In: Pflanzenschutz im ökologischen Landbau – Probleme und Lösungsansätze – Erstes Fachgespräch am 18. Juni 1998 in Kleinmachnow: Pflanzenstärkungsmittel, Elektronenbehandlung. Berichte aus der Biologischen Bundesanstalt 50, 21-24.
- JÄCKEL, B., SCHMIDT, H.-U., LEMKE, K., 1995: Pflanzenstärkungsmittel – Möglichkeiten und Grenzen der Anwendung im Hobbygarten. I. Reduzierung des Befalls pilzlicher Schadorganismen. Gesunde Pflanzen 47, 15-21.
- JAHN, M., 1999: Stand und Probleme der Anwendung von Pflanzenstärkungsmitteln mit dem Schwerpunkt rechtliche Situation. In: Pflanzenschutz im ökologischen Landbau – Probleme und Lösungsansätze – Erstes Fachgespräch am 18. Juni 1998 in Kleinmachnow: Pflanzenstärkungsmittel, Elektronenbehandlung. Berichte aus der Biologischen Bundesanstalt 50, 9-13.
- JAHN, M., KOHSIEK, H., 1999: Pflanzenstärkungsmittel – Neuregelungen im novellierten Pflanzenschutzgesetz. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. 51, 215-216.
- LINDNER, U., 1999: Die Anwendung von Pflanzenstärkungsmitteln im Gemüsebau. In: Pflanzenschutz im ökologischen Landbau – Probleme und Lösungsansätze – Erstes Fachgespräch am 18. Juni 1998 in Kleinmachnow: Pflanzenstärkungsmittel, Elektronenbehandlung. Berichte aus der Biologischen Bundesanstalt 50, 7-35.
- PATZWahl, W., KOPF, A., 1998: Ohne Kupfer erfolgreich gegen den Falschen Mehltau der Rebe? Ökologie u. Landbau 26, 105, 46-47.
- PFLEIDERER, H., MONKOS, A., 1996: Alternative Pflegepräparate im Kartoffelanbau gegen Kraut- und Knollenfäule. Informationen für die Pflanzenproduktion, LAP Forchheim, Heft 15, 40-42.
- RÖMMELT, S., PLAGGE, J., TREUTTER, D., ZELLER, W., 1999: Untersuchungen zur Bekämpfung des Feuerbrandes (*Erwinia amylovora*) an Apfel mit Gesteinsmehlpräparaten und anderen alternativen Präparaten. Gesunde Pflanzen 51, 72-74.
- SCHÖNBECK, F., STEINER, U., KRASKA, T., 1993: Induced resistance: Criteria, mechanisms, practical application and estimation. Z. Pflanzenkrankh. u. Pflanzenschutz 100, 541-557.

- SCHÜLER, C., 1999: Versuche zur Regulierung der Kraut- und Knollenfäule *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary an Kartoffeln im ökologischen Landbau. In: Pflanzenschutz im ökologischen Landbau – Probleme und Lösungsansätze – Zweites Fachgespräch am 5. November 1998 in Darmstadt: Die Anwendung kupferhaltiger Pflanzenschutzmittel, ihre Auswirkungen auf den Naturhaushalt und Erörterung der Möglichkeiten, unerwünschte Auswirkungen zu begrenzen. Berichte aus der Biologischen Bundesanstalt 53, 24-28.
- STRAUB, M., 1995: Ausgewählte Ergebnisse einer zweijährigen Leistungsprüfung biologischer Pflanzenbehandlungsmittel an Apfelbäumen. 7. Internat. Erfahrungsaustausch über Forschungsergebnisse zum Ökologischen Obstbau. Beiträge zur Tagung vom 14. bis 15. 12. 1995, 40-44.
- WOHLFARTH, P., HUBER, B., SCHRUF, G., 1995: Erfahrungen mit dem Pflanzenstärkungsmittel PENAC P der Fa. Plocher – Energiesysteme. Der Badische Winzer, Nr. 12, 5