

# Reduktionsprogramm chemischer Pflanzenschutz des BMELV

## Jahresbericht 2007

### 1. Zusammenfassung

Mit dem Jahresbericht 2007 liegt nunmehr der dritte Jahresbericht für das „Reduktionsprogramm chemischer Pflanzenschutz“ vor.

In dem vorliegenden Bericht wird auf die Beschreibung der einzelnen Maßnahmen und Elementen verzichtet. Ausführliche Informationen hierüber geben das Reduktionsprogramm chemischer Pflanzenschutz sowie die Jahresberichte zum Reduktionsprogramm 2005 und 2006.

Im Bericht werden ausgewählte Ergebnisse, die bei der Umsetzung der im Reduktionsprogramm chemischer Pflanzenschutz beschriebenen Elemente und Maßnahmen im Berichtsjahr erreicht worden sind, dargestellt.

Einen Schwerpunkt des Berichtes 2007 bilden die Ergebnisse der Langzeituntersuchungen zu den möglichen Folgen der Reduzierung der Intensität des chemischen Pflanzenschutzes. Neben den Ergebnissen aus den Dauerversuchen auf den Versuchsfeldern des JKI liegen Ergebnisse aus weiteren Langzeitstudien und aus Praxiserhebungen vor.

Die Bemühungen zur Einrichtung eines Netzes von Vergleichsbetrieben zur Bestimmung des notwendigen Maßes wurden fortgeführt. Das gemeinsam erarbeitete Konzept wurde weiterentwickelt. Mit seiner Umsetzung wurde begonnen; erste Ergebnisse werden vorgestellt.

Weiterentwickelt wurden die Methoden zur Berechnung der Risikoindikatoren. Die Ergebnisse werden vorgestellt.

## **2. Ausgewählte Ergebnisse der Umsetzung der Elemente und Maßnahmen im Berichtsjahr**

### **2.1 Sachkunde**

Im Berichtsjahr wurden in den Ländern zahlreiche Weiterbildungsveranstaltungen, Sachkundelehrgänge und sonstige Schulungen realisiert. Im Vordergrund standen Vortrags- und Weiterbildungsveranstaltungen für professionelle Anwender. In Schulungen wurde Wissen auch an nicht sachkundige Personen vermittelt. Ergänzt wurde das Angebot durch Veröffentlichungen in Fachzeitschriften und Informationen, die über das Internet bereitgestellt wurden.

Durchgeführt wurde auch eine Analyse des Qualifizierungsstandes der Berater und Sachkundetrainer sowie zum Umfang der Sachkundelehrgänge in Deutschland. Die Ergebnisse wurden anlässlich einer OECD-Veranstaltung „7<sup>th</sup> Risk Reduction Steering Group (RRSG) Seminar „Risk Reduction through Better Education / Training the Trainers“, OECD, am 15.11.07 in Mexiko-City vorgestellt. Die Analyse lieferte eine positive Bilanz. Von den ca. 1.100 Mitarbeitern der Landeseinrichtungen des Pflanzenschutzes sind etwa 500 in Beratung und Sachkundeunterweisung involviert. 29 % von ihnen haben einen Hochschul- und 38 % einen Fachhochschulabschluss. 209 Mitarbeiter haben besondere Aufgaben in der Sachkundeausbildung. Die Länder bildeten im Jahre 2007 ca. 4.800 Anwender und 1.300 Händler aus. Die Analyse zeigte aber auch, dass deutschlandweit nicht nur einheitliche Standards für die Sachkundezertifikate, sondern auch für die Qualifizierung der Berater und Sachkundeausbilder angestrebt werden sollten.

### **2.2 Schlagbezogene Dokumentation**

Das Reduktionsprogramm chemischer Pflanzenschutz sieht vor, dass die schlagbezogene Dokumentation der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln konsequent eingeführt wird. Eine wichtige Grundlage wurde durch die Neufassung der „Grundsätze für die Durchführung der guten fachlichen Praxis im Pflanzenschutz“, Bundesanzeiger vom 24.03.2005, gelegt. Unter dem Punkt 10 „Grundsätze für die Dokumentation der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln“ wird gefordert, die betriebliche Anwendung von Pflanzenschutzmitteln zeitnah und transparent zu dokumentieren. Der Abschnitt enthält auch Vorschläge, welche Angaben mindestens gemacht werden müssen. Mit der im Jahre 2007 von Bundestag und Bundesrat beschlossenen Änderung des Pflanzenschutzgesetzes wird die Aufzeichnungspflicht endgültig gesetzlich gefordert.

Auf EU-Ebene war die Aufzeichnungspflicht bei der Produktion von Nahrungsmitteln ohnehin schon obligatorisch. Hierfür steht die Verordnung (EG) Nr. 852/2004 über Lebensmittelhygiene, Anhang I, Teil A, Abschnitt III. Punkt 9, die fordert: „Lebensmittelunternehmer, die Pflanzenerzeugnisse erzeugen oder ernten, müssen insbesondere Buch führen über die Verwendung von Pflanzenschutzmitteln und Bioziden.“

Die Länder haben das Thema der Dokumentation wie auch im Vorjahr in die Weiterbildungsmaßnahmen einbezogen. Den Praktikern wurden Vorschläge für Schlagkarteien oder Formblätter für die Aufzeichnungen unterbreitet. Neben den Ländern bemühen sich auch die kommerziellen Hersteller und Anbieter von Schlagkarteien, den Anwendern geeignete Hilfsmittel für die Dokumentation der Pflanzenschutzmittel zur Verfügung zu stellen. Beispielsweise wurde die BASF-Schlagkartei so weiterentwickelt, dass bei der Dokumentation der Maßnahmen gleichzeitig auch die Behandlungsindices berechnet werden. Dies wird ermöglicht durch die Einbeziehung der aktuellen Zulassungsdaten des BVL.

### **2.3 Erarbeitung von Kulturpflanzen- bzw. Produktionsrichtungsspezifischen Richtlinien für den integrierten Pflanzenschutz**

In den Grundsätzen für die Durchführung der guten fachlichen Praxis im Pflanzenschutz wurden Grundsätze des integrierten Pflanzenschutzes formuliert und in der Publikation von Burth et al. (2002), Nachrichtenblatt Deut. Pflanzenschutzd. 54, 208-211, näher bestimmt. Diese Grundsätze reichen aber nicht aus, den Standard des integrierten Pflanzenschutz im Sinne einer Premiumqualität im Pflanzenschutz, die über den gegenwärtigen Handlungsrahmen der guten fachlichen Praxis hinausgeht, zu beschreiben.

Darüber hinaus sieht der Entwurf der EU-Rahmenrichtlinie „Directive of the European Parliament and the Council establishing a framework for Community action to achieve a sustainable use of pesticides“ (11896/06 COM(2006) 373 final) vor, dass in den Mitgliedsstaaten der EU bis zum Jahre 2014 „General principles of Integrated Pest Management“ (Article 13, Annex III) für alle Landwirte verbindlich sind. Die Landwirte sollen aufgefordert werden, auf freiwilliger Basis Kulturpflanzen- bzw. Produktionsrichtungsspezifische Richtlinien (guidelines) für den integrierten Pflanzenschutz anzuwenden. In verbindlichen „National Action Plans“ werden diese Maßnahmen verankert und der Europäischen Kommission mitgeteilt.

Unter Federführung der BBA wurde im Jahre 2007 eine „Leitlinie zur Erstellung von Kulturpflanzen- und Produktionsrichtungsspezifischen Richtlinien für den integrierten Pflanzenschutz“ und ein Entwurf für eine Richtlinie für den Ackerbau erarbeitet. Die Papiere sollen im Jahre 2008 in Fachkreisen diskutiert und in Abstimmung mit den Ländern fertig gestellt werden. Richtlinien sind für alle wichtigen Produktionsrichtungen und für den integrierten Vorratsschutz geplant:

- Ackerbau,
- Feldgemüsebau (ausgewählte Kulturen),
- unter Glas (ausgewählte Kulturen),
- Kernobst,
- Wein,
- Hopfen und
- Forst sowie
- Vorratsschutz.

### **2.4 Ökologischer Landbau**

Im Rahmen des „Bundesprogramms Ökologischer Landbau“ hat das BMELV in den vergangenen Jahren ein großzügiges Forschungsprogramm und die Einführung neuer Verfahren in die Praxis finanziert. In der Anlage sind ausgewählte Projekte dargestellt, die dem Bereich Pflanzenschutz zuzuordnen sind.

Durch die Ausweitung des Ökologischen Landbaus als nachhaltige Wirtschaftsweise wird zur Realisierung des Reduktionsprogramms beigetragen, da chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel nicht angewendet werden dürfen. Um den gestiegenen Anforderungen des Verbrauchers hinsichtlich der Vielfalt, Menge und Qualität der Produkte zu entsprechen, erlangen sowohl die kontinuierliche Entwicklung von Sorten mit hoher genetisch fixierter Widerstandsfähigkeit gegen Krankheiten und Schädlinge als auch der nichtchemische Pflanzenschutz im Ökolandbau als ertrags- und qualitätssichernde Maßnahmen immer größere Bedeutung.

Die komplexen Zusammenhänge, die das Auftreten und die Schadwirkung der Schadorganismen begünstigen, müssen im Ökologischen Landbau besonders beachtet werden. Dazu gehört neben der genauen Kenntnis der Biologie auch das Wissen über verschiedene acker- und pflanzenbauliche Maßnahmen, mit denen ihre Entwicklung gefördert oder gehemmt werden kann. Um den Landwirten die Informationen der alternativen Regulierungsmaßnahmen zugänglich zu machen, werden im Rahmen des Internetportals Ökologischer Landbau ([www.oekolandbau.de](http://www.oekolandbau.de)) auf mehr als 500 Seiten Text- und Bildmaterial zum Pflanzenschutz im Ökologischen Landbau bereitgestellt.

Im Mittelpunkt des Internetangebotes stehen Kurzporträts zu Schaderregern in den Bereichen Acker-, Obst-, Wein- und Gemüsebau sowie Vorratsschutz. Sie beinhalten eine charakteristische Darstellung zur Biologie der Schaderreger, eine Beschreibung des Schadbildes sowie vorbeugende und direkte Regulierungsstrategien. Ergänzt wird das Angebot durch Porträts der wichtigsten Nützlinge die im Rahmen biologischer Pflanzenschutzmaßnahmen eingesetzt werden können. Für die Praxis besonders hilfreich sind dabei die Informationen zu den Anwendungsempfehlungen der Nützlinge.

Weiterhin steht für die Bestimmung von Pflanzenkrankheiten ein „Online-Pflanzendoktor“ zur Verfügung, mit dem der Anwender mit Hilfe von Schadbildern schnell zu den betreffenden Schadorganismen geführt wird. Durch eine Verlinkung mit beschreibenden Seiten der Schaderreger können gleichzeitig deren Regulierungsmöglichkeiten aufgezeigt werden. Damit leistet diese Informationshilfe nicht nur einen Beitrag für den Ökologischen Landbau, sondern auch unmittelbar für das Reduktionsprogramm, da hier die alternativen Maßnahmen zum chemischen Pflanzenschutz übersichtlich und in entsprechend anschaulicher Form für die Landwirte und Gärtner aufgearbeitet sind.

Zum Themenkreis „Pflanzenschutz im Ökologischen Landbau – Probleme und Lösungsansätze“ führte die BBA seit 1998 regelmäßig Fachgespräche zu speziellen Themen durch. Ziel ist es, umfassende Informationen zum Pflanzenschutz anzubieten, geeignete Verfahren des Pflanzenschutzes vorzustellen und die Entwicklung von Mitteln und Methoden für den Ökologischen Landbau zu fördern. Das 12. Fachgespräch fand im September 2007 in Braunschweig statt und beschäftigte sich mit innovativen Pflanzenschutzverfahren und -wirkstoffen sowie um deren Applikationstechnik im Acker-, Wein- und Obstbau. Ein Thema befasste sich mit den Anwendungsmöglichkeiten eines in der Zulassungsprüfung befindlichen neuen biologischen Pflanzenschutzmittels auf der Basis von Quassia. Der aus dem tropischen Baum *Quassia amara* gewonnene Wirkstoff kann z. B. erfolgreich gegen die Hopfenblattlaus im Hopfen und die Apfelsägewespe im Apfelanbau eingesetzt werden. Das Mittel zeichnet sich durch eine sehr spezifische Wirkung und eine besonders hohe Umweltverträglichkeit aus. Die Ergebnisse des Fachgespräches wurden in einem Berichtsheft der BBA zusammengefasst und publiziert.

Unter Leitung von BBA-Wissenschaftlern wurde ein Fachbuch zur „Pflanzengesundheit im Ökologischen Landbau“ erarbeitet, in dem 40 Autoren aus Wissenschaft und Beratung mit Hilfe von mehr als 250 größtenteils farbigen Abbildungen Lösungen für die Probleme des Pflanzenschutzes und der Pflanzengesundheit im Ökologischen Landbau vermitteln. Das Fachbuch erschien im Sommer 2006 im Eugen-Ulmer-Verlag und ist im Berichtsjahr 2007 zu einem für die studentische Ausbildung an Hoch- und Fachschulen empfohlenen Fachbuch geworden.

Neben diesen Arbeiten, mit denen das vorhandene Wissen über die Alternativen zum chemischen Pflanzenschutz im Internet und in Buchform aufgearbeitet und damit die Grundlagen für eine Überführung in die Praxis des Pflanzenschutzes geschaffen werden, erfolgte die Bewirtschaftung von Versuchsflächen der BBA

im Obst-, Weinbau und im Ackerbau an verschiedenen Standorten nach Richtlinien des Ökologischen Landbaus. Diese Flächen werden für die Erarbeitung neuer praktischer Lösungsansätze zur Regulierung von Schadorganismen genutzt. So konnte auf den Versuchsflächen in Dahnsdorf im Land Brandenburg eine neue Strategie zur Regulierung des Kartoffelkäfers erarbeitet werden, bei der durch die kombinierte Anwendung biologischer Präparate auf Basis des Neembaumes und des Bakteriums *Bacillus thuringiensis* ein synergistischer Effekt erzielt werden kann. Durch Veröffentlichungen in der Fachpresse hat das Verfahren schon 2007 Eingang in die Praxis des ökologischen Kartoffelanbaus gefunden.

Im Rahmen des „Bundesprogramm Ökologischer Landbau“ wurde durch die BBA eine Datenbank über Pflanzenstärkungsmittel erarbeitet und im Internet unter <http://pflanzenstaerkungsmittel.bba.de> bereitgestellt. Darin werden alle vom BVL gelisteten Mittel beschrieben, der aktuelle Stand der Forschung aufgezeigt und Praxisergebnisse fortlaufend dargestellt. Praktikern wird somit eine Möglichkeit geboten, Pflanzenstärkungsmittel entsprechend dem Behandlungsziel auszuwählen und erfolgreich in ihr Anbaukonzept zu integrieren. Ein Faltblatt über die Datenbank: „Pflanzenstärkungsmittel – Datenbank im Internet“ gibt Hintergrundinformationen und stellt die Suchmöglichkeiten dar.

## 2.5 Pflanzenschutzgeräte

Der von der EU-Kommission vorgelegte Entwurf einer Richtlinie für einen nachhaltigen Einsatz von Pflanzenschutzmitteln schafft den Rahmen für den europäischen Gesetzgebungsprozess. Die Rahmenrichtlinie enthält ein Bündel von Maßnahmen, die eine Verbesserung der Pflanzenschutzgerätetechnik zum Ziel haben.

Gemäß der EG-Entscheidung über Sofortmaßnahmen gegen die Ausbreitung des Maiswurzelbohrers, *Diabrotica virgifera virgifera* (2003/766/EG) hat eine Bekämpfung der adulten Käfer mit einem geeigneten Insektizid unmittelbar nach Feststellung des Befalls zu erfolgen. Zu diesem Zeitpunkt können die Maisbestände eine Höhe von bis zu 3,0 m und mehr aufweisen. Die Applikation mit herkömmlichen Bodengeräten bei den hohen Maisbeständen führt zu Bestandesschäden, da mangels ausreichender Bodenfreiheit der Geräte die Maisreihen zwischen den Fahrspuren stark umgelegt werden. Die Geräteindustrie hat ihr Geräteangebot entsprechend erweitert. So waren anlässlich der Agritechnica 2007 in Hannover von mehreren Herstellern Geräte ausgestellt, die sich besonders für Pflanzenschutzmaßnahmen in hohen Kulturen (wie z. B. Mais, Sonnenblumen, Raps) eignen. So verfügt z. B. das Trägerfahrzeug von Dammann (Highlander) über eine hydraulische Verstellung der Bodenfreiheit von 1,15 bis 2,0 m und über eine Spurweitenverstellung von 2,25 bis 3,05 m, die weit über die bisherige Verstellbarkeit hinausgeht. Damit kann das Trägerfahrzeug optimal an die Wachstumsstadien der Kulturen angepasst werden.

Nachdem die Erfahrungen der letzten Jahre gezeigt haben, dass erhöhte Pflanzenschutzmittelfunde in Oberflächengewässern insbesondere durch punktuelle Einträge verursacht werden, haben die Gerätehersteller diese Erkenntnisse in unterschiedlicher Weise umgesetzt. Die Gerätebehälter und die Reinigungseinrichtungen wurden optimiert. Es gibt bereits Geräte, bei denen die Innenreinigung vom Bordcomputer aus automatisch gesteuert wird und somit eine effektive und wassersparende Reinigung der Spritze sichergestellt ist. Bei der Inneneinigung des Gerätebehälters ist es zweckmäßig, das verfügbare Klarwasser in drei bis vier Teilmengen aufzuteilen. Durch das wiederholte Reinigen lässt sich bei gleicher Gesamtmenge des Klarwassers die Restkonzentration um 80 bis 90 % gegenüber einer einmaligen Reinigung senken.

Einige Hersteller von Feldspritzgeräten bieten eine automatische, GPS-unterstützte Teilbreitenschaltung an. Behandelte Flächen werden gespeichert; beim Ausweichen von Hindernissen auf dem Schlag oder bei der Behandlung von Keilen werden Teilbreiten automatisch abgeschaltet und dadurch Doppelbehandlungen vermieden.

Das Precision Farming findet schrittweise auch in den praktischen Pflanzenschutz Eingang. GPS- und GIS-Systeme werden zukünftig auch die Erfassung und Dokumentation von Pflanzenschutzmaßnahmen erleichtern. Mit der Direkteinspeisung werden wesentliche Voraussetzungen erfüllt, um Pflanzenschutzmittel teilflächenspezifisch auszubringen. Neben den bereits bekannten Systemen (MSR und Teejet) haben nun auch Amazone und Lechler nachgezogen und bieten eigene Lösungen an.

Das Pri-Mix-System der Firma Amazone arbeitet mit einem Vormischbehälter (10 % der Größe des Hauptbehälters), in dem Pflanzenschutzmittel zunächst in konzentrierter Form und in der gewünschten Kombination angesetzt werden. Die Aufbereitung der Spritzflüssigkeit erfolgt kontinuierlich während der Ausbringung durch Zudosieren des Konzentrates in den Wasserstrom zu den Düsen. Die Dosierung des Konzentrates kann bis auf 0 l/ha vermindert werden, so dass bei Beibehaltung des Flüssigkeitsaufwandes und des Tropfenspektrums an den Düsen der Pflanzenschutzmittelaufwand pro Hektar in einem weiten Bereich variiert werden kann. Die Direkteinspeisung der Firma Lechler verfügt über vier Dosierpumpen, um flüssige Pflanzenschutzmittel dem Wasserstrom zu den Düsen kontinuierlich und bedarfsgerecht zuzuführen. Durch die getrennte Ansteuerung der Dosierpumpen ist es möglich, das Mischungsverhältnis als auch die Menge der einzelnen Präparate den unterschiedlichen Gegebenheiten des Schlages optimal anzupassen. Der gewählte Flüssigkeitsaufwand und das Tropfenspektrum bleiben hierbei unverändert.

Die Prüfung von Pflanzenschutzgeräten auf Verlustminderung hinsichtlich Abdriftminderung und Pflanzenschutzmitteleinsparung stellt eine Erweiterung der BBA-Geräteprüfung nach § 33 Pflanzenschutzgesetz dar. In beiden Fällen muss der Hersteller für ein BBA-anerkanntes Gerät durch Versuchsergebnisse eine entsprechende Abdriftminderung (mindestens 50 %) bzw. eine Pflanzenschutzmitteleinsparung (mindestens 15 %) gegenüber der konventionellen Technik nachweisen.

Die Prüfung und Eintragung abdriftmindernder Geräte in das Verzeichnis "Verlustmindernde Geräte" hat mit 361 Positionen inzwischen einen beträchtlichen Umfang erreicht und bietet somit dem Landwirt umfassende Möglichkeiten zur nachhaltigen Applikation von Pflanzenschutzmitteln. Für die Ermittlung des Abdriftpotenzials von Düsen als Grundlage für die Eintragung in das Verzeichnis Verlustmindernde Geräte wurde eine Methodik entwickelt, die auch Eingang in ein internationales Normungsprojekt gefunden hat.

Durch technische Maßnahmen lassen sich bei der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln nicht nur die Abdrift vermindern, sondern auch beträchtliche Mengen an Pflanzenschutzmitteln einsparen. Zu nennen sind in erster Linie, Recyclinggeräte für den Wein- und Obstbau, sensorgesteuerte Sprühgeräte mit Lückenerkennung für den Ost- und Weinbau u. a. Im JKI wurde ein Prüfungsverfahren erarbeitet und in einer Richtlinie festgelegt, auf dessen Grundlage das Einsparungspotenzial an Pflanzenschutzmitteln für die verschiedensten gerätetechnischen Entwicklungen zuverlässig und nachvollziehbar bestimmt werden kann. Nach Vorlage entsprechender Versuchsergebnisse durch den Anmelder und positiver Prüfung durch das JKI erfolgt die Eintragung in den Abschnitt „Einsparung“ des Verzeichnisses „Verlustmindernde Geräte“. Im Jahr 2007 konnte vier Geräte im Abschnitt „Pflanzenschutzmitteleinsparung“ des oben genannten Verzeichnisses eingetragen werden. Damit sind auf Grundlage einer bewährten Prüfmethode Pflanzenschutzmitteleinsparungen bis nahezu 50 % nachgewiesen worden.

### **3. Folgenabschätzung zum notwendigen Maß bei der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln**

#### **3.1 Strategievergleich in Dahnsdorf**

Zur Ermittlung des notwendigen Maßes bei der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln bedarf es der Durchführung von Dauerfeldversuchen. Hierbei sind neben der Schaderregerentwicklung, insbesondere der Herausbildung von resistenten Schaderregerpopulationen, auch die Entwicklung der Wirtschaftlichkeit sowie der Stickstoff- und Energieeffizienz zu betrachten. Solche Versuche sind aber auch zur Abschätzung der zukünftigen Veränderung des Schaderregerauftretens infolge des Klimawandels erforderlich. Deshalb wurde im Jahre 1995 der Dauerfeldversuch „Strategievergleich – umweltverträglicher Pflanzenschutz“ angelegt. Er umfasste zwei Fruchtfolgen auf der Grundlage des integrierten Landbaues, 1. eine Fruchtfolge zur Abbildung des Marktfruchtbaues (Winterraps – Winterweizen 1 – Winterroggen – Erbse – Winterweizen 2 – Wintergerste) und 2. eine Fruchtfolge, welche den Futterbau exemplarisch darstellt (Winterraps – Wintergerste – Luzerne/Klee/Gras – Winterroggen – Mais – Winterweizen).

##### Verunkrautung, herbizide Wirkung und Mehrerträge

Die langfristige Halbierung der situationsbezogenen Herbiziddosierung in Getreide und Raps führte zu mittleren Wirkungsverlusten von etwa 10 % gegen dikotyle Unkräuter und von ca. 25 % gegen Windhalm. In einzelnen Jahren lagen die Wirkungsverluste mit 50 bis 70 % sogar wesentlich höher, woraus das zunehmende Bekämpfungsrisiko bei der Anwendung reduzierter Herbizidaufwandmengen deutlich wird.

Die verringerte Wirkung der halben Aufwandmenge hatte einen im Vergleich zur situationsbezogenen Dosierung höheren Unkrautauflauf zur Folge. Deutliche Differenzen zwischen den Herbiziddosierungen traten erst nach sechs Jahren auf. Nach Ablauf der zweiten Fruchtfolgerotation (12 Jahre) erhöhte sich der Auf- lauf dikotyler Unkräuter im Vergleich zur situationsbezogenen Herbizidaufwandmenge auf etwa das 1,7fache. Von der Halbierung der Herbiziddosis profitieren insbesondere Kamille-Arten und die Kornblume, deren Besatzstärken sich verdoppelten bzw. verfünffachten. Die ständige Anwendung halbiertes Herbizidaufwandmengen förderte das Auftreten schwer bekämpfbarer Unkräutern.

In der zweiten Rotation konnte mit der Anwendung der halben Herbizidaufwandmenge die Ausschöpfung des Ertragspotenzials des Getreides nicht mehr gewährleistet werden. Die herbizidbedingten Mehrerträge waren in diesem Zeitraum nach Anwendung der halben Herbizidaufwandmenge bei Roggen, Gerste und Weizen um 1,7 bzw. 10 dt/ha niedriger.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Anwendung reduzierter Herbizidaufwandmengen in Weizen und Gerste nur im Rahmen einer situationsbezogenen Herbiziddosierung mit Aufwandmengen von 50 bis 100 % der zugelassenen Dosis betrieben werden sollte. Dies trifft auch auf den Roggen zu, wobei der Herbizidaufwand im Roggen infolge seiner höheren Konkurrenzkraft auf Standorten mit leichten bis mittleren Böden sowie häufiger Vorsommertrockenheit stärker als in den anderen Getreidearten gesenkt werden kann. Routinemäßige oder schematisch vorgenommene Reduzierungen des Herbizidaufwandes sind mit einem nachhaltigen Pflanzenbau nicht vereinbar und verursachen nicht nur ein unzureichendes Bekämpfungsergebnis, sondern führen auch zu wirtschaftlichen Verlusten.

## Krankheitsauftreten und Wirtschaftlichkeit der Fungizidanwendung

Langzeiteffekte wurden bei einer Halbierung der Fungizidaufwandmengen gegen Blattkrankheiten nicht festgestellt. Die Beurteilung der Wirkung der Behandlungen muss jedoch jahresbezogen nach der Stärke des jeweiligen Krankheitsauftretens erfolgen. Dominierende Krankheiten am Standort waren Braunrost (*Puccinia recondita*) und *Rhynchosporium*-Blattflecken (*Rhynchosporium secalis*) in Winterroggen, Netzflecken (*Drechslera teres*) in Wintergerste sowie *Septoria* spp. in Winterweizen. Die Fungizidanwendung erfolgte nach Überschreitung der entsprechenden Schwellenwerte.

Grundsätzlich war die Fungizidanwendung nur in Jahren mit starker Krankheitsentwicklung und für die Ertragsbildung günstigen Witterungsbedingungen wirtschaftlich. Bei starker Krankheitsentwicklung war der fungizidbedingte Mehrertrag bei Reduzierung der Aufwandmenge geringer. Die Anwendung halbiertes Fungizidaufwandmengen konnte in Jahren mit starkem Befall in anfälligen Sorten die Ausschöpfung des Ertragspotenzials nicht sichern, so dass wirtschaftliche Verluste entstanden.

In Jahren mit schwacher bis mittlerer Krankheitsentwicklung oder mit Trockenperioden, insbesondere Vorkommertrockenheit, wurden nur geringe oder keine Mehrerträge durch die Behandlungen erzielt. Unter den Standortbedingungen traf dies sowohl bei Winterroggen als auch bei Wintergerste in etwa der Hälfte der Jahre zu.

## Höhere Ressourceneffizienz durch Pflanzenschutz

Die gezielte Anwendung von Pflanzenschutzmitteln hat neben der Sicherung von Erträgen und der Qualität des Erntegutes auch positive Effekte auf wesentliche Umweltwirkungsbereiche. Die Verringerung von Ertragsverlusten, die durch Unkräuter, Insekten, Krankheiten oder andere Schaderreger verursacht werden, kann wesentlich zur Verbesserung der Effizienz knapper Ressourcen und teurer Betriebsmittel beitragen. Eine höhere Effizienz in der Pflanzenproduktion führt auch dazu, dass die Gefahr möglicher Umweltbelastungen deutlich gesenkt wird.

Ein wesentlicher Indikator zur Bewertung der Effizienz und der Umweltwirkungen eines Anbauverfahrens ist der Stickstoff-Saldo. Überschüssiger Stickstoff ist vor allem auf leichten Böden in Form von Nitrat auswaschungsgefährdet, wodurch das Grundwasser belastet werden kann. Folglich ist ein möglichst geringer N-Saldo anzustreben. Im Durchschnitt der Jahre 2002 bis 2006 wurde für den integrierten Landbau mit situationsbezogener Pflanzenschutzmittelanwendung am Standort Dahnsdorf ein N-Saldo von 38,6 kg N/ha ermittelt. Wurde die Intensität des chemischen Pflanzenschutzes im integrierten Landbau um 50 % gegenüber der situationsbezogenen Anwendung reduziert oder wurde völlig auf die Anwendung von chemischen Pflanzenschutzmitteln verzichtet, stieg der N-Saldo auf 44,7 kg N/ha bzw. 56,8 kg N/ha.

Der weltweit steigende Bedarf an Nahrungs- und Futtermitteln sowie Rohstoffen zur Erzeugung von Bioenergie erfordert, nachhaltig hohe Erträge pro Flächeneinheit zu erzielen. Dabei ist es jedoch notwendig, die im Anbauverfahren eingesetzte fossile Energie effizient zu nutzen. Im Zeitraum von 2002 bis 2006 lag der Energiegewinn (Netto-Energiebindung pro Flächeneinheit) im integrierten Landbau bei situationsbezogenem Pflanzenschutzmitteleinsatz infolge reduzierter Ertragsverluste um 22 % höher als in der Behandlungsstufe ohne Pflanzenschutzmittelanwendung (187,1 GJ/ha bzw. 153,7 GJ/ha).

Auch die Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>)-Emissionen pro Flächen- bzw. Produkteinheit im Pflanzenbau werden durch die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln maßgeblich beeinflusst. Untersuchungen zum Einfluss der Herbi-



zidbehandlung auf den CO<sub>2</sub>-Ausstoß im Zeitraum von 1997 bis 2006 zeigten, dass durch die Anwendung von Herbiziden im Getreideanbau durchschnittlich 4,4 % höhere CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Hektar verursacht wurden als in den Varianten ohne chemische Unkrautbekämpfung. Dem hingegen war der CO<sub>2</sub>-Ausstoß pro Produkteinheit um 36,4 % niedriger, wenn Herbizide angewandt wurden, da Mindererträge durch Unkräuter deutlich reduziert wurden.

### **3.2 Bundesweite Langzeitversuche zur Minderung der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln**

2002 bzw. 2003 wurden auf den Versuchsfeldern des JKI in Dahnsdorf und Ahlum sowie im Jahre 2005 mit finanzieller Unterstützung des BMELV auch auf den Standorten Freising und Oldenburg Langzeitversuche angelegt. Ziel der Versuche ist, die langfristigen Wirkungen verschiedener Pflanzenschutzstrategien und das regionalspezifische Reduktionspotenzial bei der Anwendung chemischer Pflanzenschutzmittel zu untersuchen. Aus bisher erzielten Ergebnissen lässt sich folgendes Fazit ziehen.

#### Dahnsdorf

Durch die Nutzung erhöhter Schwellenwerte wurde die Anwendung an chemischen Pflanzenschutzmitteln im Durchschnitt um ca. 25 % gesenkt; die Wirkungsgrade gegen die einzelnen Schaderreger wurden davon nur geringfügig beeinflusst. Aus der Verringerung resultierten Mindererträge im 5-jährigen Mittel im Weizen von 1 dt/ha sowie in Gerste und Roggen von ca. 3 bzw. 5 dt/ha. Bei Kartoffeln und Mais traten Ertragsdifferenzen von ca. 20 dt/ha Erntegut bzw. 5 dt/ha Trockenmasse ein.

Die Halbierung des Pflanzenschutzmitteleinsatzes führte in Weizen zu einer Ertragssenkung von ca. 5 dt/ha sowie in Kartoffeln von ca. 35 dt/ha, während sich die Ertragsminderung in Gerste, Roggen und Mais nicht wesentlich von der Variante mit der um 25 % verringerten Intensität der Pflanzenschutzmittelanwendung unterschied. Der gänzliche Verzicht auf die Anwendung chemisch-synthetischer Pflanzenschutzmittel führte trotz mechanischer Unkrautbekämpfung zu starken Ertragseinbußen, die beim Weizen- und Gerstenanbau bei 20 bis 25 dt/ha, bei Roggen bei ca. 15 dt/ha, bei Kartoffeln bei ca. 100 dt/ha und bei Mais bei ca. 70 dt/ha (Trockenmasse) lagen.

Im Jahr 2007 verursachte die durch die geringere Intensität des chemischen Pflanzenschutzes bedingte Ertragsminderung von mehr als 3 dt/ha ökonomische Verluste beim Getreideanbau. Zurückzuführen ist das insbesondere auf die gestiegenen Getreidepreise. Betroffen waren Winterroggen und -weizen in beiden Reduktionsstufen. Beim Kartoffelanbau führte die Halbierung der Aufwandmengen an chemischen Pflanzenschutzmitteln zu ökonomischen Mindererträgen.

Bei wirtschaftlichen Betrachtungen sind die drastischen Anstiege der Preise für landwirtschaftliche Erzeugnisse zu beachten. Routinemäßige Senkungen der Pflanzenschutzmittelaufwandmengen sind auch aus dieser Sicht durch situationsbezogene Anwendungen von Pflanzenschutzmitteln zu ersetzen, die die Nutzung situationsbezogener Schwellenwerte, die Auswahl des geeigneten Präparates und eine den Bedingungen angepasste Dosierung zur Grundlage haben.

## Freising und Oldenburg

Die in Dahnsdorf gewonnenen Ergebnisse werden durch die zweijährigen Resultate auf diesen Standorten grundsätzlich bestätigt. Der in Freising angelegte Versuch zeigt darüber hinaus, dass eine pfluglose Bodenbearbeitung eine höhere Intensität der Herbizidbehandlung erfordert, wenn Getreide nach Getreide angebaut wird. Aber auch beim Anbau von Mais deutet sich die Notwendigkeit einer erhöhten Herbizidintensität nach einem Pflugverzicht an.

## Ahlum

Der im Herbst 2003 angelegte Dauerversuch mit der Marktfruchtfolge Zuckerrüben, Winterweizen und Wintergerste lässt nach Ablauf einer Fruchtfolgerotation erste Schlüsse über die Reduktionsmöglichkeiten zu. Die Ergebnisse zeigen, dass durch die Nutzung von Expertenwissen und Prognosesystemen die Anwendung an chemischen Pflanzenschutzmitteln um ca. 35 % gesenkt werden kann. Anteilig konnten 30 % Herbizide, 35 % Fungizide, 60 % Insektizide und 25 % Wachstumsregler eingespart werden. Durch den Anbau resistenter Sorten wurde die Anwendung von Fungiziden um 25 % gesenkt.

Während mit Halbierung des chemischen Pflanzenschutzes in Jahren mit geringem Pilzbefall vergleichbare Ergebnisse in der fungiziden Wirkung gegenüber der guten fachlichen Praxis erzielt wurden, führt die 50%ige Reduktion der Herbizide bereits im vierten Versuchsjahr zu signifikant höheren Verunkrautungen. Aus dem Verzicht auf eine chemische Unkrautbekämpfung resultierte ein im Vergleich zur guten fachlichen Praxis sechs- bis achtfach höherer Unkrautauflauf. Damit bestätigte sich auch bei diesem Versuch, dass bei unzureichender Unkrautbekämpfung mit großen ökonomischen Verlusten zu rechnen ist.

Die kulturspezifischen Einsparmöglichkeiten können auf Grund der Untersuchungen in die Reihenfolge Winterweizen, Wintergerste und Zuckerrüben gebracht werden. Die Reduktion der Pflanzenschutzmittel in Zuckerrüben führte zu wirtschaftlichen Verlusten, während im Getreide auch Mehrerlöse realisiert werden konnten. Vor dem Hintergrund steigender Getreidepreise kehren sich diese ökonomischen Vorteile gegenüber dem Pflanzenschutzinsatz nach guter fachlicher Praxis jedoch ins negative. Die höheren Kosten der intensiveren Bestandesführung in der Expertenvariante sind in der Berechnung nicht enthalten.

### **3.3 Praxisstudie einer 50%igen Reduzierung der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln**

In den Jahren 2002 bis 2007 wurden in einem Betrieb in der Magdeburger Börde die Auswirkungen der dauerhaften Reduzierung der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln auf den Unkrautbesatz, den Befall von Schadorganismen sowie das Vorkommen und die Wirkung von Nützlingen untersucht. Die Felder wurden in „Pflanzenschutz nach guter fachlicher Praxis (100 %)“ und „Pflanzenschutzmittel-Anwendung mit halbierten Aufwandmenge (50 %)“ unterteilt und regelmäßig auf Schadorganismen und Nützlingen kontrolliert.

In einigen Fällen führten die reduzierten Aufwandmengen zu einer unzureichenden Kontrolle der Pilzkrankheiten. Blattläuse wurden in der 50 %-Variante immer dann unzureichend bekämpft, wenn der Befall deutlich über dem Schwellenwert lag. Bei den Herbizidbehandlungen konnte kein signifikanter Unterschied bei der Verunkrautung festgestellt werden. Allerdings waren Anzeichen eines Langzeiteffektes in Form einer höheren Verunkrautung in der 50 %-Variante zu erkennen. Die Auswertungen sind noch nicht abgeschlossen.

Die ökologischen Auswirkungen wurden anhand der tritrophischen Systeme Kulturpflanze (Winterweizen oder Erbse) – Unkraut – Blattläuse – Prädatoren hinsichtlich Populationsdichten und Biodiversität sowie des Potenzials der natürlichen Regelmechanismen untersucht. Dazu erfolgten jeweils vor und nach einer jeden Insektizidanwendung visuelle Kontrollen nach Blattläusen und deren Prädatoren und Unkräutern sowie Bodenfallenfänge zur Erfassung der Carabidae. Die an den Pflanzen lebenden Blattlausprädatoren, insbesondere Syrphidenlarven, profitierten signifikant von der reduzierten Insektizidanwendung. Dagegen konnte kein eindeutiger Effekt der reduzierten Insektizidanwendung auf die Aktivitätsdichte und Diversität von Carabiden auf dem Boden nachgewiesen werden. Spinnen zeigten hingegen in den sechs Jahren einen gewissen Trend der Schonung (akkumulierende Effekte) durch die Low-Input-Anwendung der Insektizide. Im Hinblick auf die Bewertung der natürlichen Regulation der Blattläuse durch die Gegenspieler zeigte sich ein interessantes Phänomen. Das deutliche höhere Potenzial der Gegenspieler in der 50 %-Variante führte wider Erwarten zu keinen größeren Effekten bei der natürlichen Regulation, weil die hohen Überlebensraten der Blattläuse die Räuber-Beute-Verhältnisse verschlechterten und den Effekt der Nützlinge verringerten.

### **3.4 Validierung ökotoxikologischer Indikatoren zur Bewertung multifaktoriell beeinflusster Agrarökosysteme**

Wie in den Berichtsjahren zuvor, wurde der Langzeitsystemversuch „Strategievergleich - umweltschonender Pflanzenschutz“ auf dem Versuchsstandort in Dahnsdorf zur Bewertung der Indikatoreigenschaften verschiedener eingesetzter Testverfahren zur biologischen Charakterisierung eines landwirtschaftlich genutzten Standortes herangezogen. Zur Überprüfung der Habitatfunktion des Bodens unter Laborbedingungen wurden als Testsysteme faunistische Tests, Pflanzentests und mikrobiologische Tests verwendet. Begleitet wurde diese biologische Charakterisierung von chemisch-analytischen Untersuchungen zur Bestimmung der Pflanzenschutzmittelrückstände im Boden. Die Ergebnisse der langfristigen Erhebungen haben bislang keine Hinweise ergeben, dass die unterschiedliche Intensität des chemischen Pflanzenschutzes Auswirkungen auf Regenwürmer hat.

Der zur Darstellung des Einflusses der Intensität des chemischen Pflanzenschutzes auf die Zersetzergemeinschaft über einen Zeitraum von vier Monaten durchgeführte Streubeuteltest (Methode nach EPFES 2002), bei dem im Mai, Juni und nach der Ernte im Juli Teilmengen der im März eingegrabenen, mit Gerstestroh gefüllten Netzbeutel, zur Bestimmung des Abbaus der organischen Substanz entnommen wurden, hat keine statistisch signifikanten Unterschiede (Signifikanzniveau  $p = 0,05$ ) zwischen den Behandlungsvarianten erbracht. Die erreichten Abbauraten liegen im Erwartungsbereich unbehandelter Kontrollen. Als Validitätskriterium gelten 60 % Abbau in der Kontrolle zum Versuchsende. Der Vergleich mit den Ergebnissen von 2006 zeigt die Auswirkungen der Witterung, die im Jahr 2006 im Juli sehr trocken war und daher die Aktivität von Bodenmakro- und -mikroorganismen stark reduziert hat, was sich im stagnierenden Streuabbau ablesen lässt.

Ergebnisse aus Streubeuteltests bilden die gemeinsame Leistung der gesamten Zersetzergemeinschaft ab. Labortests mit mikrobiellen Parametern als Endpunkte wie der Basalatmung und der substratinduzierten Atmung können zusätzlich Hinweise zur mikrobiellen Aktivität zu den Probenahmezeitpunkten geben. Bei den beiden genannten Parametern zeigte sich im Versuchsjahr 2007 das gleiche Bild, wie in den letzten Untersuchungsjahren.

Die Fülle der aus der dreijährigen Beprobung vorliegenden Daten erfordert eine differenzierte Betrachtung unter Berücksichtigung aller Einflussfaktoren. Diese Gesamtschau steht noch aus. Eine vorläufige Sichtung des Materials und Einschätzung der Folgerungen aus den Ergebnissen zeigt, dass keine signifikanten Unterschiede zwischen den untersuchten Intensitäten des chemischen Pflanzenschutzes festzustellen sind. Die eingesetzten Testsysteme und das aktive Monitoring haben sich jedoch als empfindlich genug erwiesen, Unterschiede des Standortes und der Bewirtschaftung sichtbar zu machen.

### **3.5 Auswirkungen auf die Umwelt**

Seit Erlass einer Allgemeinverfügung zum Pflanzenschutz im Mai 2004 ist im Feldgemüsebau des gewässerreichen Spreewalds die Applikation ausgewählter Pflanzenschutzmittel nach einem Antrags- und Genehmigungsverfahren abweichend von den bundeseinheitlichen Vorschriften mit reduzierten Abständen zu angrenzenden Gewässern möglich. Gleichwohl ist der Schutz der aquatischen Lebensgemeinschaften zu gewährleisten. Dies soll durch Risiko mindernde Maßnahmen wie z. B. den Einsatz Abdrift reduzierender Technik erreicht werden. Zur Kontrolle der Einhaltung dieses Schutzziels wurde ein chemisches Monitoring konzipiert, das in den Jahren 2004 bis 2006 von der ehemaligen Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Zusammenarbeit mit dem Landesamt für Verbraucherschutz und Landwirtschaft Brandenburg durchgeführt wurde. Im Jahr 2007 wurde der Bericht zum Monitoring 2006 fertig gestellt.

Von den zu überwachenden relevanten Pflanzenschutzmitteln wurden innerhalb der drei Jahre an zehn Standorten 13 Anwendungen mit den Wirkstoffen Aclonifen, alpha-Cypermethrin, Dimethoat, Fosethyl-Aluminium und lambda-Cyhalothrin untersucht. Dafür wurden aus den angrenzenden Gräben vor und direkt nach der Applikation Wasserproben gezogen und teilweise auch die Abdrift auf Petrischalen überprüft. Die Rückstandsanalyse erfolgte wirkstoffbezogen durch Festphasen- oder Flüssig-Flüssig-Extraktion und Messung mit GC- bzw. LC-MS.

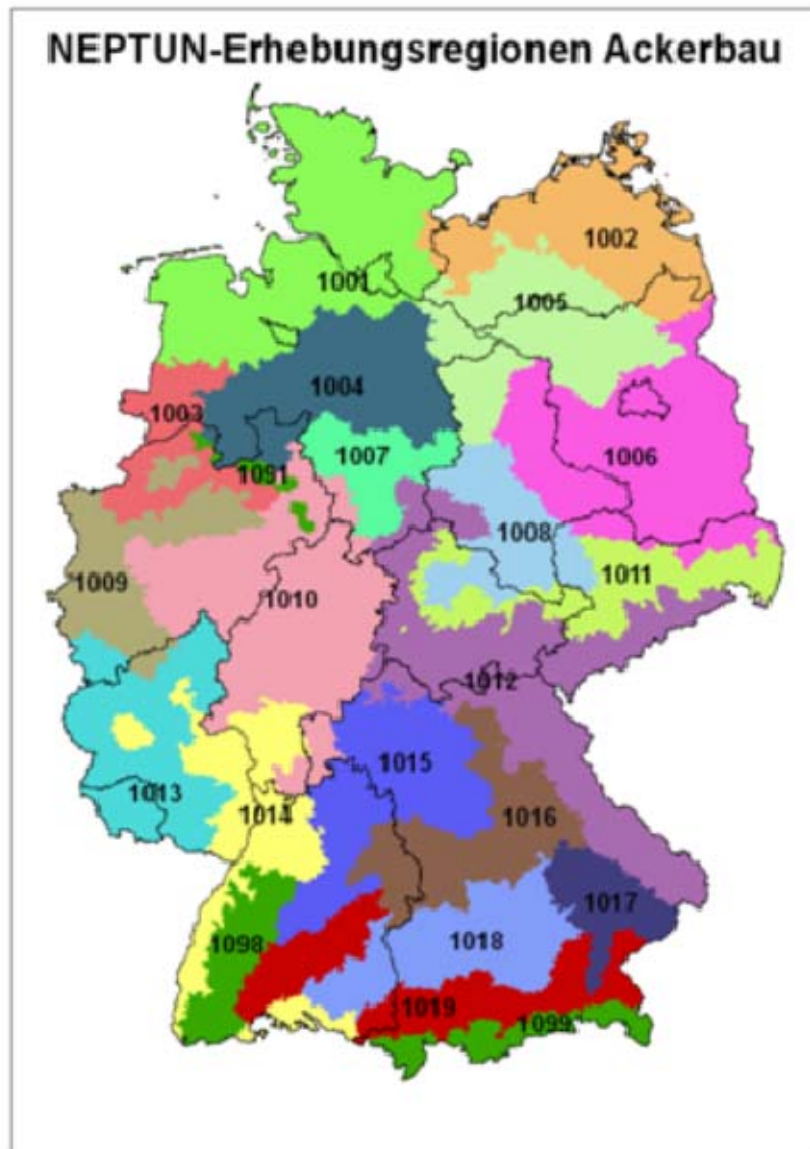
Anhand der Angaben zur Applikation und zu den Gewässerparametern erfolgte auf Basis der Abdrifteckwerte eine Abschätzung der zu erwartenden Exposition auf der Wasseroberfläche und im Wasserkörper. Die in der obersten Wasserschicht sowie auf Petrischalen gemessenen Konzentrationen wurden mit diesen Erwartungswerten und mit der einzuhaltenden Zielvorgabe verglichen. Für jede Applikation mit überwachungsrelevanten Wirkstoffen, bei der eine Beprobung realisierbar war, konnte somit die Einhaltung des Schutzziels im Sondergebiet überprüft und bewertet werden.

Eine Veröffentlichung der zusammengefassten Ergebnisse von 2004 bis 2006 erfolgt auf der Pflanzenschutztagung 2008 sowie im Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes.

## 4. Indikatoren

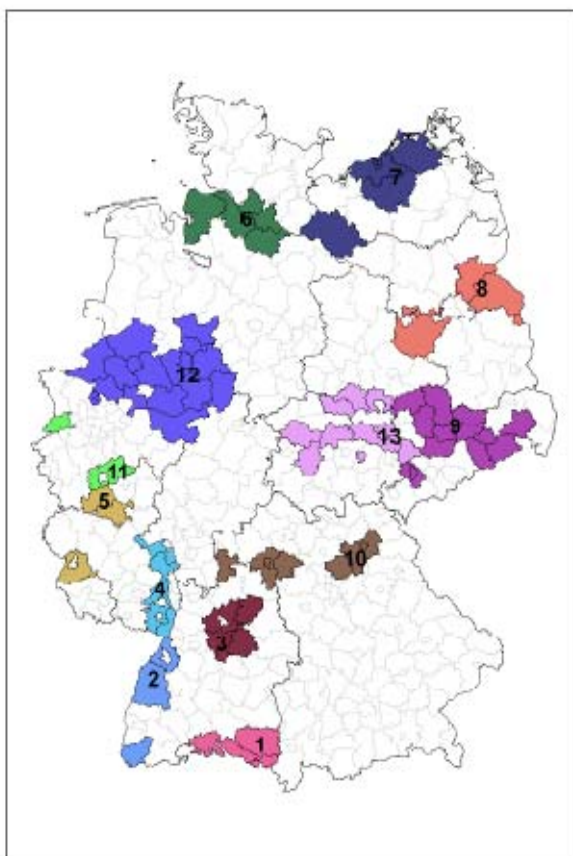
### 4.1 NEPTUN

Für den Ackerbau wurde die Gebietsgliederung für die NEPTUN-Erhebungen im Jahr 2007 in Zusammenarbeit mit dem Arbeitskreis Sortenversuchswesen nochmals überarbeitet. Die aktuellen Erhebungsregionen Ackerbau (ERA) sind in der Abbildung dargestellt.



**Abbildung 1:** NEPTUN-Erhebungsregionen im Ackerbau (ERA)

Im Jahr 2007 gab es statistische Erhebungen zur Anwendung von chemischen Pflanzenschutzmitteln in den Kulturen Apfel, Birnen, Pflaumen, Süß- und Sauerkirschen und Erdbeeren. Diese Erhebungen erfolgten durch die Fachgruppe Obstbau im Bundesausschuss Obst und Gemüse in 15 Erhebungsgebieten. Nicht gelungen ist es, den Öko-Obstbau in die Erhebung einzubeziehen.



**Abbildung 2:** NEPTUN-Erhebungsregionen im Obstbau (2007)

Die Daten der Erhebungen wurden in anonymisierter Form an die ehemalige BBA weitergeleitet und werden im ersten Halbjahr 2008 ausgewertet. Zur Beschreibung des quantitativen Umfangs der durchgeführten Pflanzenschutzmaßnahmen werden analog zu den bisherigen Auswertungen die zwei Kennziffern Behandlungshäufigkeit und Behandlungsindex berechnet. Zusätzlich wird ein Ranking bezüglich der eingesetzten Wirkstoffe für die jeweiligen Wirkstoffgruppen (Herbizide, Fungizide, Insektizide) ermittelt.

Im Jahr 2007 erfolgten NEPTUN-Erhebungen durch das Institut für Zuckerrübenforschung in 16 der oben dargestellten NEPTUN-Erhebungsregionen Ackerbau. Diese Daten liegen dem JKI noch nicht vor.

#### **4.2 Vergleichsbetriebe**

Nachdem das Konzept zum Aufbau eines Netzes von Vergleichsbetrieben in den Jahren 2005 und 2006 weiterentwickelt und mit den Ländern und Verbänden umfassend diskutiert worden war, konnte das Projekt im Jahre 2007 unter Beteiligung aller Flächenländer außer Bayern gestartet werden. Dazu wurde am 01.02.2007 in der BBA Kleinmachnow ein Fachgespräch durchgeführt, an dem sich 41 Vertreter aus den Ländern und anderen Einrichtungen beteiligten. Im Ergebnis wurde das nachfolgende Konzept bestätigt und die Mitwirkung der Länder vereinbart.

Ziel des Netzes von Vergleichsbetrieben ist es, in beispielhaft ausgewählten Betrieben die Intensität der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln, gemessen am Behandlungsindex (BI), in einzelnen Kulturen zu erfassen und aus fachlicher Sicht zu bewerten. Dadurch lassen sich betriebs- und jahresspezifische sowie regionale Besonderheiten bezüglich der Aufwendungen an Pflanzenschutzmitteln in einzelnen Kulturen sichtbar machen.

Die jährliche Auswertung erfolgt unter Einbeziehung der NEPTUN-Daten, die alle drei oder vier Jahre erhoben werden. Aufgrund der hohen Stichprobenzahlen der NEPTUN-Daten ist es möglich, die Häufigkeitsverteilung der Intensität und einen Korridor für die mittlere Intensität bei der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln in den einzelnen Regionen zu ermitteln. Diese statistischen Auswertungen sind mit den in den Vergleichsbetrieben erhobenen Daten aufgrund der geringen Stichprobenzahlen nicht möglich, da aufgrund des hohen Aufwandes in jeder Region nur wenige Betriebe als Vergleichsbetriebe herangezogen werden können. Vergleichsbetriebe liefern somit keine statistisch repräsentativen Mittelwerte pro Region; sie fungieren vielmehr als Beispiele innerhalb der Grundgesamtheit von Betrieben einer Region, dies wird auch dadurch deutlich, dass sie innerhalb des mittleren BI-Korridors der NEPTUN-Daten der entsprechenden Region liegen. Von Vorteil bei dem Netz von Vergleichsbetrieben ist, dass jährlich Daten geliefert werden, die durch fachliche Hintergrundinformationen ergänzt und von Fachleuten der Landeseinrichtungen des Pflanzenschutzes kommentiert werden.

Die statistischen Auswertungen und die fachlichen Kommentare geben den Betrieben einer Region eine Orientierung für das notwendige Maß. Die Informationen tragen somit auch zur Identifizierung von Reduktionspotenzialen bei und leisten zudem einen entscheidenden Beitrag zur Transparenz im Pflanzenschutz. So kann man z. B. anhand der Daten erkennen, wie objektive Faktoren (z. B. Witterung, Schaderregerauftreten, Kosten und Erlöse) und subjektive Einflüsse (z. B. Kenntnisse, Risikoverhalten) die Intensität der Pflanzenschutzmittel-Anwendung regional bzw. jahresspezifisch bestimmen. Die Erkenntnisse sollen längerfristig dazu beitragen, den Pflanzenschutz noch stärker auf das notwendige Maß und insgesamt auf das Konzept des integrierten Pflanzenschutzes unter Beachtung regionaler Bedingungen auszurichten.

#### Erhebung und Auswertung der Daten

Das Netz von Vergleichsbetrieben ist ein gemeinsames Projekt des BMELV, der Länder und des JKI. In den Ländern wurden Ansprechpartner für Vergleichsbetriebe festgelegt, die eng mit dem JKI, Institut für Strategien und Folgenabschätzung im Pflanzenschutz, Kleinmachnow, zusammenarbeiten, wo die Daten aufbereitet werden. Im JKI wurden hierfür eine spezielle Datenbank erstellt und Prozeduren zur Berechnung kultur- und schlagspezifischer Behandlungsindices zur Analyse von Einflussgrößen auf den Behandlungsindex entwickelt. Die beteiligten Betriebe und Pflanzenschutzdienste der Länder werden durch das BMELV finanziell unterstützt.

Vorgehensweise:

- Jährliche Erfassung der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln in Hauptkulturen (je drei Felder) und Erfassung anderer Pflanzenschutzrelevanter Informationen (Schlagkartei)
- Berechnung der Behandlungsindices für die einzelnen Felder und Kulturen
- Einschätzung der Befallsverhältnisse in Hauptkulturen
- Einzelbetriebliche anonyme Bewertung der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln mit Bezug auf das notwendige Maß und evtl. Hinweisen auf Reduktionspotenziale
- Publikation der Ergebnisse in anonymisierter Form.

### Anzahl und Auswahl der Vergleichsbetriebe

Die Bestimmung der Anzahl und die Auswahl der Vergleichsbetriebe erfolgten durch die Länder in Abstimmung mit dem JKI. Der Aufbau des Netzes von Vergleichsbetrieben begann im Jahre 2007 bereits sehr erfolgreich, wobei erwartungsgemäß noch keine ausreichenden Anzahlen erreicht wurden. Grundlage für die Verteilung der Vergleichsbetriebe im Ackerbau waren die neu definierten Erhebungsregionen für den Ackerbau (ERA). Die nachfolgende Übersicht zeigt die Zielgrößen und in Klammern den Ist-Stand im Einführungsjahr 2007.

Ackerbau: 64 (49) Betriebe.

Zwei bis drei Betriebe ohne oder mit nur gelegentlich pfluglosem Anbau und ein Betrieb mit überwiegend pfluglosem Anbau je Erhebungsregion. Je Vergleichsbetrieb 3 Hauptkulturen, Winterweizen, Wintergerste (Alternative: Winterroggen) und Winterraps (Alternative: Kartoffel, Zuckerrübe oder Mais), mit je 3 Feldern.

Feldgemüsebau: Weißkohl: 12 (6), Bundmöhren: 12 (11), Zwiebeln: 12 (1), Spargel 12 (4) Betriebe.

Zwei bis drei Betriebe pro Erhebungsregion (Anbaugesamt bzw. zusammengefasste Anbaugesamte) der NEPTUN-Erhebungen.

Obstbau (Apfel): 20 (14) Betriebe.

Zwei bis drei Betriebe pro Erhebungsregion (Anbaugesamt bzw. zusammengefasste Anbaugesamte).

Weinbau: 11 (9) Betriebe.

Ein bis drei Betriebe pro Anbaugesamt, die sich nur in einigen Boden-Klima-Regionen befinden.

Hopfen: 7 (2) Betriebe.

Drei Betriebe in der Hallertau und vier weitere Betriebe in anderen Anbaugesamten.

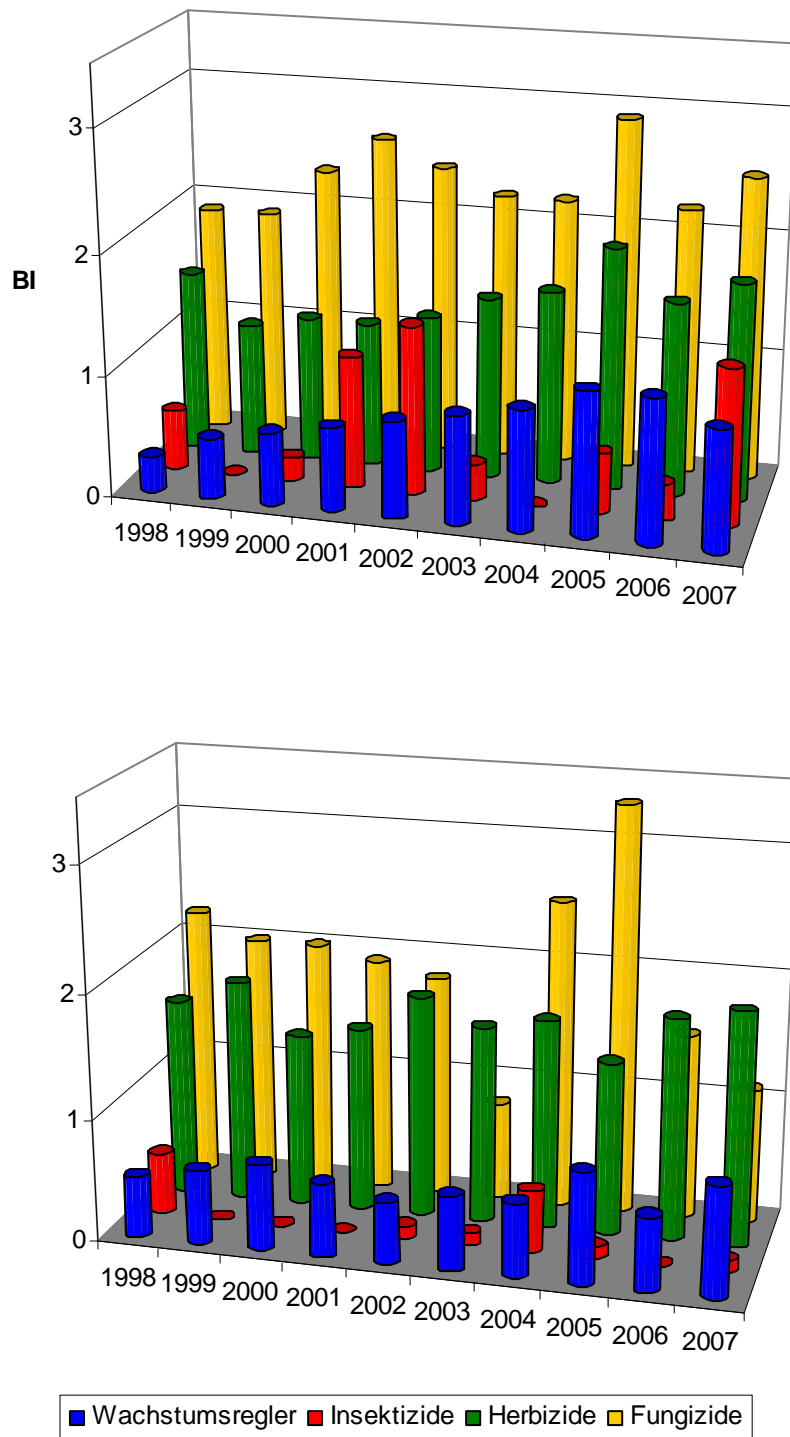
### Vorlaufuntersuchungen zum Aufbau eines Netzes von Vergleichsbetrieben

Ziel der zweijährigen Vorlauftforschung war es, die methodischen Grundlagen zum Aufbau eines bundesweiten Netzes von Vergleichsbetrieben zu erarbeiten. Mit Unterstützung der Pflanzenschutzdienste der Länder wurden beispielhaft sechs Ackerbaubetriebe in Brandenburg, Sachsen, Niedersachsen, Sachsen-Anhalt und Mecklenburg-Vorpommern ausgewählt. Die Betriebe sind bezüglich ihrer Betriebsform und dem Kulturartenverhältnis repräsentativ für die jeweilige Boden-Klima-Region. Ziel der Untersuchung war, das Verhalten der Landwirte im Hinblick auf die Anwendung von Herbiziden, Fungiziden, Insektiziden und Wachstumsreglern langfristig zu analysieren. Beantwortet werden sollte zudem die Frage, welchen zeitlichen Aufwand Untersuchungen in Beispielbetrieben verursachen. Weiterhin soll abgeleitet werden, wie umfangreich Untersuchungen in Vergleichsbetrieben sein müssen, um Aussagen zur Ermittlung des notwendigen Maßes bei der Anwendung chemischer Pflanzenschutzmittel treffen und in einem weiteren Schritt ein Netz von Vergleichsbetrieben etablieren zu können.

In den Betrieben wurden die Anwendungsdaten von Pflanzenschutzmitteln aus den Erntejahren 1998 bis 2007 in den Kulturen Winterraps, Winterweizen, Wintergerste und Zuckerrüben erfasst. Um Ursachen für die Höhe und Schwankungen des BI zu ermitteln, wurden zudem weitere Daten, wie Vorfrucht, Aussaat-



termin und Sortenwahl erhoben. Mit Hilfe dieser Daten konnten statistische Analysen durchgeführt werden, um zu ermitteln, ob und in welchem Umfang die Höhe des Behandlungsindex durch diese Faktoren beeinflusst wird. In den Erntejahren 2006 und 2007 erfolgten umfangreiche Erhebungen zum Schaderregertreten auf ausgewählten Winterweizen- und Winterrapsschlägen. Die Untersuchungen zeigten, dass die Pflanzenschutzmittel-Intensität zwischen den Jahren, Pflanzenschutzmittel-Kategorien und Betrieben erheblich schwankte; Trends hinsichtlich der Veränderung des Behandlungsindex wurden nicht festgestellt.



**Abbildung 3:** Intensität der Pflanzenschutzmittelanwendung (Behandlungsindex) in Winterweizen in zwei Betrieben der NEPTUN-Erhebungsregion Ackerbau 08

**Tabelle 1:** Behandlungshäufigkeit (Anzahl Überfahrten) und Behandlungsindex in Winterweizen bei den Pflanzenschutzmittelgruppen im Mittel der 6 Betriebe (1998 – 2007)

	Überfahrten	BI	Schläge	Schläge (%)
Herbizide	0	0,0	0	0
	1	1,1	564	50
	2	1,5	443	39
	3	2,0	99	9
	4	2,5	20	2
	5	2,4	5	0
Fungizide	0	0,0	5	0
	1	1,0	173	15
	2	2,0	542	48
	3	2,8	175	15
	4	3,1	156	14
	5	2,6	41	4
	6	2,3	38	3
	7	2,6	1	0
Insektizide	0	0,0	425	38
	1	1,0	531	47
	2	1,4	123	11
	3	2,8	38	3
	4	3,4	12	1
	5	3,9	2	0

Die zugelassenen Aufwandmengen der Pflanzenschutzmittel wurden selten ausgebracht (Tab.1). Zudem konnte festgestellt werden, dass die Winterweizenschläge am häufigsten mit einer Herbizid-, zwei Fungizid-, einer Insektizid- und zwei Wachstumsregler-Anwendung behandelt wurden. Höhere BI entstanden durch Mehrfachbehandlungen im Jahr und durch die Ausbringung von Tankmischungen.

Auch zwischen den Schlägen innerhalb eines Betriebes bei einer Fruchtart bestanden erhebliche Unterschiede bei der Pflanzenschutzmittelintensität, wie aus den Tabellen 2 und 3 abzulesen ist.

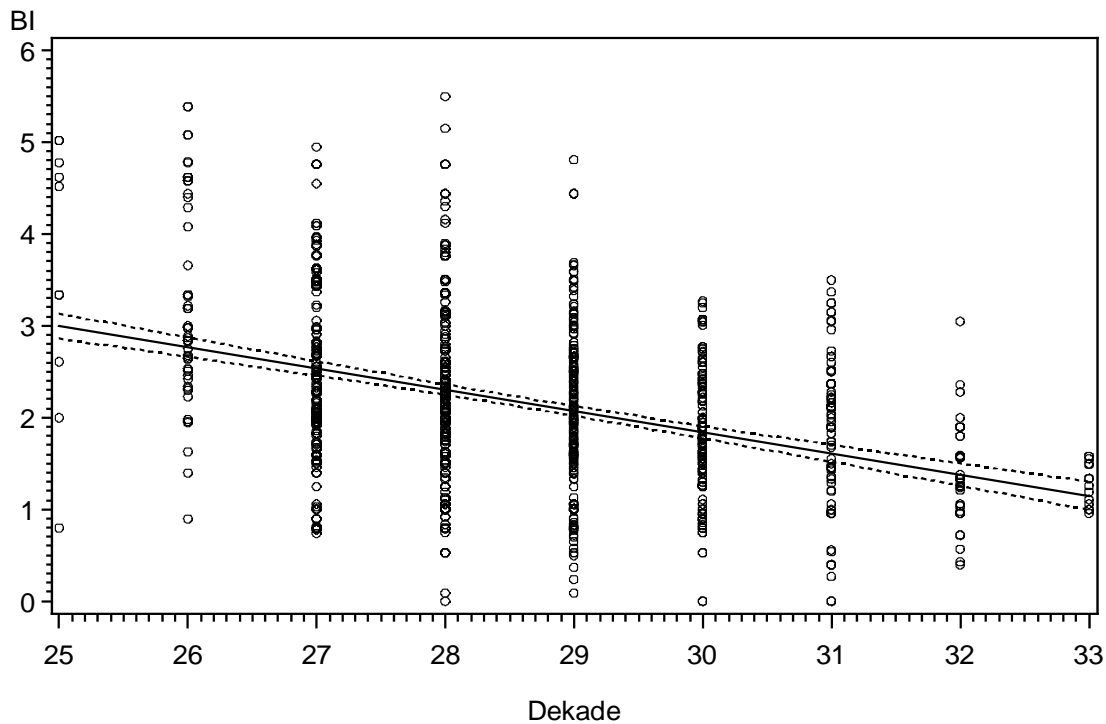
**Tabelle 2:** Arithmetisches Mittel und Streuungsmaße der Behandlungsindices für Herbizide in Winterweizen in den 6 Betrieben im Zeitraum von 1998 bis 2007

	1	2	3	4	5	6
Ø	1,5	1,7	0,9	1,2	1,4	1,4
s	0,6	0,6	0,4	0,4	0,5	0,7
s %	0,4	0,3	0,5	0,3	0,4	0,5
Min	0,5	0,4	0,5	0,4	0,4	0,6
Max	3,1	3,5	1,8	2,3	3,4	4,4
n	108	131	26	390	320	156

**Tabelle 3:** Arithmetisches Mittel und Streuungsmaße der Behandlungsindices für Herbizide in Winterraps in den 6 Betrieben im Zeitraum von 1998 bis 2007

	1	2	3	4	5	6
$\bar{x}$	1,9	1,9	1,7	1,5	1,4	1,9
s	0,5	0,7	0,4	0,4	0,4	0,7
s %	0,3	0,4	0,2	0,3	0,3	0,4
Min	1,1	0,8	0,6	0,8	0,5	1,4
Max	3,0	4,0	2,6	3,1	2,6	3,1
n	60	40	35	210	148	22

Die statistische Auswertung der Betriebsdaten zeigte einen Zusammenhang zwischen einzelnen oben genannten Einflussgrößen und der Höhe der Behandlungsindices. Beispielsweise bestand ein deutlicher Zusammenhang zwischen dem Behandlungsindex der Fungizide in Winterweizen und dem Aussaattermin (Abb. 4).



**Abbildung 4:** Zusammenhang zwischen dem Behandlungsindex der Fungizide (BI) in Winterweizen und dem Aussaattermin (Aussaatdekade)

Die Untersuchungsergebnisse der Studie werden 2008 in einem umfangreichen Forschungsbericht des JKI und in der Dissertation von Frau A. Günther vorgelegt.

### 4.3 Hot Spot-Management

Ein umfassendes System zum Erkennen potenziell höherer Risikobereiche (Hot Spots), die durch die praktische Anwendung chemischer Pflanzenschutzmittel entstehen können, sowie darauf aufbauende angepasste Vermeidungsmaßnahmen sollen wesentlich zum Gelingen des Reduktionsprogramms chemischer Pflanzenschutz beitragen. Der Aufbau eines solchen Systems wurde weiter vorangetrieben. Das Grundanliegen besteht darin, dass, dem Vorsorgegedanken folgend, Risiken erkannt werden sollen, bevor negative Wirkungen auftreten. Daten über die Exposition werden mit den Bedingungen der Anwendung modellhaft zusammengebracht. Die Verknüpfung erfolgt über die GIS-basierte Variante des Modells SYNOPS.

Mit der beschriebenen Datengrundlage kann SYNOPS theoretisch für alle 1,8 Millionen landwirtschaftlich genutzten Flächenstücke in Deutschland das akute und chronische Risikopotenzial analysieren. Dabei werden die Risikopotenziale als Quotient der Exposition und Toxizität (ETR) unter Berücksichtigung der Eintrittspfade Abrift, Run-Off und Drainage berechnet. Die so berechneten Risikopotenziale werden in einer Oracle-Datenbank gespeichert und im nächsten Schritt in der räumlichen Dimension dargestellt. Als aggregierte Werte werden für die einzelnen Raumeinheiten (z.B. Gemeinden) die 90. Perzentile und die Flächenanteile an der landwirtschaftlich genutzten Fläche ermittelt, die ein Risikopotential von  $ETR > 1$  oder  $ETR > 0.1$  überschreiten.

In diesem Bericht werden die Risikopotenziale für drei Obstanbaugebiete in Baden-Württemberg, Rheinebene (rot), Bodensee (blau) und Neckartal (grün) exemplarisch analysiert und ausgewertet. Die Verteilung der Obstarten basiert auf der statistischen Erhebung für den Obstanbau 2002 in Baden-Württemberg (Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, 2003). In den fünfzig Gemeinden mit den meisten Obstanbauflächen (Abb. 5, Top50) erfolgte die Verteilung auf Gemeinde-Ebenen für alle anderen Gemeinden auf Landkreis-Ebene. Die Applikationsdaten wurden aus den NEPTUN-Erhebungen Obstbau 2001 und 2004 entnommen, wobei ein Vergleich zwischen den beiden Jahren durchgeführt wurde.

**Abbildung 5:** Obstanbauregionen in Baden-Württemberg entsprechend der Anbaustatistik 2003 des Statistischen Landesamtes

In Tabelle 4 sind die Auswertungen des akuten Risikopotenzials für Wasserflöhe, Fische und Algen für die drei Obstanbauggebiete zusammengefasst. Basierend auf den NEPTUN Erhebungen 2001 und 2004 wurde je eine Berechnung für alle Obstanbauflächen (ca. 15.000) in Baden-Württemberg mit SYNOPS durchgeführt. 2001 lag das 90. Perzentil des akuten Risikopotenzials ( $P90(ETR)$ ) je nach Referenzorganismus und Obstanbauregion zwischen 0,02 und 0,52. 2004 lagen die Werte zwischen 0,07 und 0,35. 2004 betrug in Baden-Württemberg insgesamt, dies beinhaltet auch die Flächen außerhalb der geschlossenen Anbauggebiete, das 90. Perzentil des Risikopotenzials für Wasserflöhe 0,092 und für Fische 0,124 und ist damit um 44 bzw. 20 % niedriger als in 2001. Für Algen dagegen war das Risikopotential mit 0,269 um 75 % höher. Die Flächenanteile mit  $ETR$ -Werten  $>1$  variierten 2001 zwischen 8,00 und 0,47 % und betrug im Mittel 4,6 % für Daphnien, 3,4 % für Fische und 0,8 % für Algen. Für die NEPTUN Erhebung 2004 berechnete SYNOPS signifikant niedrigere Flächenanteile für Daphnien (2,6 %) und Fische (2,1 %), für Algen dagegen höhere Flächenanteile mit 1,6 %. Ein vergleichbarer Trend wurde auch für die Flächenanteile mit  $ETR$ -Werten  $>0,1$  ermittelt.

**Tabelle 4:** Akute Risikopotenziale für Daphnie, Alge und Fisch für Obstanbauregionen in Baden-Württemberg (einschließlich der Flächen außerhalb geschlossener Obstanbaugebiete)

Obstanbauregion	Flächenanteil in % mit		Perzentile des akuten Risikopotenzials (ETR)	
	ETR >1	ETR>0.1	P50(ETR)	P90(ETR)
<b>Neptun 2001</b>				
Rheinebene	4,69	13,54	0,007	0,144
Bodensee	8,00	20,17	0,012	0,520
Neckartal	1,71	5,21	0,001	0,051
<b>insgesamt</b>	<b>5,58</b>	<b>14,91</b>	<b>0,039</b>	<b>0,162</b>
Rheinebene	3,32	14,12	0,004	0,164
Bodensee	4,21	13,72	0,008	0,304
Neckartal	1,22	4,60	0,000	0,021
<b>insgesamt</b>	<b>3,37</b>	<b>12,62</b>	<b>0,024</b>	<b>0,155</b>
Rheinebene	1,44	20,02	0,001	0,232
Bodensee	0,09	10,13	0,001	0,101
Neckartal	0,64	9,08	0,000	0,072
<b>insgesamt</b>	<b>0,79</b>	<b>14,41</b>	<b>0,017</b>	<b>0,153</b>
<b>Neptun 2004</b>				
Rheinebene	3,24	10,63	0,007	0,110
Bodensee	1,50	9,30	0,008	0,090
Neckartal	1,02	6,35	0,001	0,067
<b>insgesamt</b>	<b>2,63</b>	<b>9,44</b>	<b>0,007</b>	<b>0,091</b>
Rheinebene	2,99	17,69	0,008	0,182
Bodensee	1,09	5,35	0,015	0,076
Neckartal	0,57	10,63	0,001	0,106
<b>insgesamt</b>	<b>2,01</b>	<b>11,82</b>	<b>0,009</b>	<b>0,124</b>
Rheinebene	2,51	30,38	0,004	0,353
Bodensee	0,17	29,20	0,021	0,197
Neckartal	2,11	27,42	0,001	0,330
<b>insgesamt</b>	<b>1,45</b>	<b>29,32</b>	<b>0,007</b>	<b>0,269</b>

Das Auftreten von Risikopotenzialen mit ETR-Werten >1 kann auf die simultane Berechnung der Exposition im Gewässer durch alle drei Eintrittspfade (Run-Off, Drainage und Abdrift) erklärt werden. Durch eine ungünstige Kombination von feldbezogenen Eingangsparemtern für alle drei Eintrittspfade kann ein ,worst-

case'-Szenario zustande kommen. Kommen dann noch ungünstige physikalische und ökotoxikologische Eigenschaften und eine mehrfache Applikation eines Wirkstoffs hinzu, können Risikopotenziale mit  $ETR > 1$  erreicht werden. In Tabelle 5 sind alle Wirkstoffe, die ein Risikopotenzial von  $ETR > 1$  verursachen können und die entsprechenden Flächenanteile zusammengefasst. Sowohl in 2001 als auch in 2004 sind im Obstbau insgesamt nur vier verschiedene Wirkstoffe für die hohen Risikopotenziale mit  $ETR > 1$  verantwortlich. Die Tabelle 2 zeigt, dass die hohen Risikopotenziale zum größten Anteil auf die Anwendung von kupferhaltigen Pflanzenschutzmitteln zurückzuführen sind. Ohne Kupferapplikationen würde der Flächenanteil mit  $ETR > 1$  sowohl in 2001 als auch in 2004 um ein vielfaches niedriger liegen für alle drei Referenzorganismen unter einem Wert von 0,2 % liegen.

Die Flächenanteile mit  $ETR$ -Werten  $> 0,1$  sind in Tabelle 6 dargestellt. In 2001 triggern insgesamt 14 und in 2004 elf verschiedene Wirkstoffe ein Risikopotenzial von  $ETR > 0,1$ . Auch der Flächenanteil mit  $ETR > 0,1$  wird überwiegend durch Kupferapplikationen hervorgerufen. Ohne Kupferanwendungen wäre der Flächenanteil je nach Referenzorganismus und Erhebungsjahr um einen Faktor von 0,62 bis 0,073 geringer.

In allen drei Tabellen fällt auf, dass die Flächenanteile und  $ETR$ -Werte der Algen im Erhebungsjahr 2004 deutlich über den Werten der NEPTUN Erhebung in 2001 liegen. Diese höheren Werte bei Algen sind mit einer signifikant höheren Anwendung von Diuron und Kupferoxychlorid in allen drei Obstanbaugebieten zu erklären. Im Vergleich zu 2001 stieg bei Mehrfachbehandlungen der Anteil mit mindestens einer Applikation Kupferoxychlorid von 10 auf 50 % und der Anteil mit mindestens einer Applikation Diuron von 25 auf 43 %. Aufgrund der hohen Algen-Toxizität dieser beiden Wirkstoffe wurde in 2004 durch den gesteigerten Einsatz von Kupferoxychlorid und Diuron auf einem Flächenanteil von 29 % ein  $ETR$ -Wert  $> 0,1$  für Algen erreicht. Ohne Kupfer hätte dieser Wert bei 8,45 % gelegen; ohne Kupfer und Diuron hätte keine Fläche in Baden-Württemberg einen  $ETR$ -Wert größer 0,1 erreicht.

**Tabelle 5:** Akute Risikopotenziale für Obstanbauregionen in Baden-Württemberg; Darstellung der Wirkstoffe und Flächenanteile, die ein Risikopotenzial von  $ETR > 1$  verursachten

Wirkstoff	n	Fläche [ha]	Flächeanteil in % mit $ETR > 0,1$		
			einzel	Insgesamt	ohne Kupfer
<b>Neptun 2001</b>					
Kupferhydroxid	322	1352	5,54	<b>5,58</b>	<b>0,04</b>
Fenpyroximat			0,04		
Kupferhydroxid	438	791	3,24	<b>3,37</b>	<b>0,13</b>
Kupferoxychlorid			0,09		
Fenpyroximat	15	10	0,04		
Kupferoxychlorid	178	137	0,56		
Diuron	40	40	0,17	<b>0,79</b>	<b>0,23</b>
Fenpyroximat			0,07		

Neptun 2004						
Kupferhydroxid	Daphnie	309	557	2,28		
lambda-Cyhalothrin		12	18	0,08	<b>2,36</b>	<b>0,08</b>
Kupferhydroxid	Fisch	287	431	1,76		
Kupferoxychlorid		79	42	0,17		
lambda-Cyhalothrin		12	18	0,08	<b>2,01</b>	<b>0,08</b>
Kupferoxychlorid	Alge	391	311	1,27		
Diuron		37	42	0,17	<b>1,45</b>	<b>0,17</b>

**Tabelle 6:** Akute Risikopotenziale für Obstanbauregionen in Baden-Württemberg; Darstellung der Wirkstoffe und Flächenanteile, die ein Risikopotenzial von  $ETR > 0,1$  verursachten

Wirkstoff	n	Fläche [ha]	Flächeanteil in % mit $ETR > 0,1$			
			einzel	insgesamt	ohne Kupfer	
Neptun 2001						
Kupferhydroxid	918	1924	7,88			
Schwefel	560	1247	5,10			
Pirimicarb	183	230	0,94			
Parathion-methyl	68	96	0,39			
Kupferoxychlorid	45	32	0,13			
Oxydemeton-methyl	Daphnie	41	32	0,13	<b>14,91</b>	<b>6,90</b>
Rapsöl		17	46	0,19		
Fenpyroximat	19	12	0,05			
Diflubenzuron	5	4	0,02			
Dithianon	6	7	0,03			
Diazinon	6	11	0,04			
Kupferoxychlorid	794	972	3,98			
Kupferhydroxid	893	1884	7,71			
Dithianon	Fisch	57	104	0,43	<b>12,62</b>	<b>0,92</b>
Dichlofluanid		47	94	0,39		
Fenpyroximat		18	11	0,05		
Captan	13	16	0,06			
Kupferoxychlorid	1458	2422	9,92			
Diuron	Alge	590	1076	4,41	<b>14,41</b>	<b>4,50</b>
Fenpyroximat		19	12	0,05		
Trifloxystrobin		8	9	0,04		



Neptun 2004						
Schwefel		528	1181	4,83		
Kupferhydroxid		453	764	3,13		
Pirimicarb		169	220	0,90		
Kupferoxychlorid	<b>Daphnie</b>	127	81	0,33	<b>9,44</b>	<b>5,94</b>
lambda-Cyhalothrin		18	39	0,16		
Fenpyroximat		9	18	0,07		
Oxydemeton-methyl		4	3	0,01		
Kupferoxychlorid		1515	1988	8,14		
Kupferhydroxid		439	72	2,95		
Captan		39	72	0,30		
lambda-Cyhalothrin	<b>Fisch</b>	18	41	0,17	<b>11,82</b>	<b>0,73</b>
Tolyfluanid		17	26	0,11		
Dithianon		7	28	0,12		
Fenpyroximat		5	12	0,05		
Kupferoxychlorid		2969	5099	20,88		
Diuron	<b>Alge</b>	1076	2060	8,44	<b>29,32</b>	<b>8,45</b>

Die in den Tabellen 4 bis 6 dargestellte Auswertung der feldbezogenen Risikopotenziale auf einer räumlichen Aggregationsebene von Obstanbaugebieten ist geeignet, um einen Überblick über die Risikopotenziale zu erhalten und Obstanbaugebiete sowie Erhebungsjahre miteinander zu vergleichen. Eine detaillierte räumliche Analyse setzt eine Auswertung der feldbezogenen Risikopotenziale auf einer geringeren räumlichen Aggregationsebene voraus. Eine räumliche Analyse auf Gemeindeebene wird für die beiden NEPTUN Erhebungsjahre für die drei Referenzorganismen berechnet und in den Abbildungen dargestellt.

Diese Analyse wurde sowohl mit Berücksichtigung der Abstandsaufgaben (A) als auch ohne Berücksichtigung der Abstandsaufgaben (B) durchgeführt. Die Auswirkungen der gesetzlichen Abstandsaufgaben sind bei Betrachtung der Risikokarten in der Abbildung deutlich zu erkennen. Bei Berücksichtigung der Abstandsaufgaben wird die Anzahl der Gemeinden, die einen hohen *ETR*-Wert oder einen hohen Flächenanteil mit Risikowerten  $>0,1$  aufweisen, deutlich reduziert. Die Differenz macht auf Regionen aufmerksam, in denen eine Kontrolle der guten fachlichen Praxis, zu der auch die Einhaltung der Anwendungsbestimmungen von Pflanzenschutzmitteln zählt, besonders wichtig ist, weil hier Verstöße mit einer höheren Wahrscheinlichkeit zu negativen Umweltwirkungen führen könnten.

Vergleicht man die beiden Abbildungen miteinander, so kann man auch hier eine deutliche Abnahme des Risikos für Wasserflöhe und Fische im NEPTUN Erhebungsjahr 2004 erkennen. Rot ( $ETR > 1$ ) und orange ( $ETR > 0,1$ ) eingefärbte Gemeinden treten für die beiden Referenzorganismen in 2004 deutlich weniger auf, als in 2001. Wie auch in Tabellen 4 bis 6 dargestellt wird, ist dies für Algen nicht der Fall. Bei Algen kommt es zu einer Zunahme des Risikopotenzials in 2004.

<b>NEPTUN Obst 2001</b>	
<b>Akutes Risikopotenzial (90. Perzentil) auf Gemeindeebene</b>	<b>Flächenanteile in den Gemeinden mit akutem Risikopotenzial von ETR&gt;0.1</b>
<b>Daphnie</b>	
<b>Fisch</b>	
<b>Alge</b>	

**Abbildung 6:** Risikokarten des akuten Risikopotenzials in Oberflächengewässern für den Obstanbau in Baden-Württemberg. Die Ergebnisse wurden auf Gemeindeebene aggregiert: 90. Perzentile der Risikopotenziale (linke Spalte) und Flächenanteile mit ETR>0,1 je Gemeinde (rechte Spalte). Die SYNOPSIS-Berechnung wurde (A) mit Berücksichtigung der Abstandsauflagen und (B) ohne Berücksichtigung der Abstandsauflagen durchgeführt.

Neptun Obst 2004	
Akutes Risikopotenzial (90. Perzentil) auf Gemeindeebene	Flächenanteile in den Gemeinden mit akutem Risikopotenzial von $ETR > 0.1$
<b>Daphnie</b>	
<b>Fisch</b>	
<b>Alge</b>	

**Abbildung 7:** Risikokarten des akuten Risikopotenzials in Oberflächengewässern für den Obstanbau in Baden-Württemberg. Die Ergebnisse wurden auf Gemeindeebene aggregiert: 90. Perzentile der Risikopotenziale (linke Spalte) und Flächenanteile mit  $ETR > 0,1$  je Gemeinde (rechte Spalte). Die SYNOPSIS-Berechnung wurde (A) mit Berücksichtigung der Abstandsauflagen und (B) ohne Berücksichtigung der Abstandsauflagen durchgeführt.

### 3.4 Deutscher Pflanzenschutzindex (PIX)

Eine Zusammenfassung der Ergebnisse der jährlichen Berechnungen der Indikatoren und allgemeinverständliche Darstellung des Zwischenstandes der Ergebnisse des Reduktionsprogramms ist im Rahmen eines Deutschen Pflanzenschutzindex (PIX) vorgesehen. Dabei wird das Prinzip verfolgt, die Ergebnisse bezogen auf ein Basisjahr bzw. einen Basiszeitraum, der vor dem Beginn des Reduktionsprogramms liegt, darzustellen. Hierdurch werden Trends sichtbar gemacht.

Für die Berechnung des Risikoindex wird das Bewertungsmodell SYNOPSIS angewendet. Die Basis für die Daten bilden zum einen die nationalen Verkaufszahlen der Wirkstoffe und zum anderen die Ergebnisse der NEPTUN-Erhebungen. Damit eine Risikoberechnung aus den Verkaufszahlen überhaupt möglich wird, mussten zunächst wirkstoff- und kulturbezogene Anwendungsflächen errechnet, also eine Schätzung der Anwendung vorgenommen werden. Diese aufwändige Prozedur ist deshalb notwendig, weil die direkte Erhebung der Daten im Rahmen des NEPTUN-Projektes nur in größeren zeitlichen Abständen (4 bis 5 Jahre) erfolgt, während die Verkaufszahlen jährlich zur Verfügung stehen. Im Folgenden werden ausschließlich Ergebnisse, die sich aus der Anwendungsschätzung auf Grundlage der jährlichen Verkaufszahlen ergeben, dargestellt. Es erfolgt eine retrospektive Betrachtung des Zeitraumes 1987 bis 2006. Damit wird das Prinzip der zukünftigen Darstellung der SYNOPSIS-basierten Risikoindikatoren ersichtlich. Die in den Abbildungen veranschaulichten Trendkurven werden entsprechend fortgeschrieben.

Zur Darstellung des Trends des Risikos wurden die Jahre 1987, 1991, 1994, 1998, 2002, 2004, 2005 und 2006 herangezogen, wobei für 2006 zum Redaktionsschluss des Berichtes die Ergebnisse als vorläufig zu betrachten sind, eine tiefer gehende Prüfung steht noch aus.

Im Vergleich zur vorjährigen Rechnung wurde das SYNOPSIS Modell weiterentwickelt. Das betrifft insbesondere die Datenbasis der chemisch-physikalischen und ökotoxischen Eigenschaften der Wirkstoffe, wo für einige Wirkstoffe, darunter auch die Kupfer- und Schwefelpräparate, neuere Daten eingestellt wurden. Das ändert an den Aussagen zum allgemeinen Trend nichts, die Trendbilder weisen aber im Detail zwischen den beiden Rechnungen leichte Unterschiede auf.

In die Grundgesamtheit für die Anwendungsschätzung wurden alle Wirkstoffe aufgenommen, die in dem entsprechenden Jahr über einer Mindestverkaufsmenge lagen (Herbizide und Fungizide >5 t, Insektizide > 1 t), sowie Wirkstoffe mit sehr geringen Aufwandmengen (z. B. Sulfonylharnstoffe oder Pyrethroide), die trotz geringer Verkaufsmenge eine relativ hohe Applikationsfläche erwarten lassen.

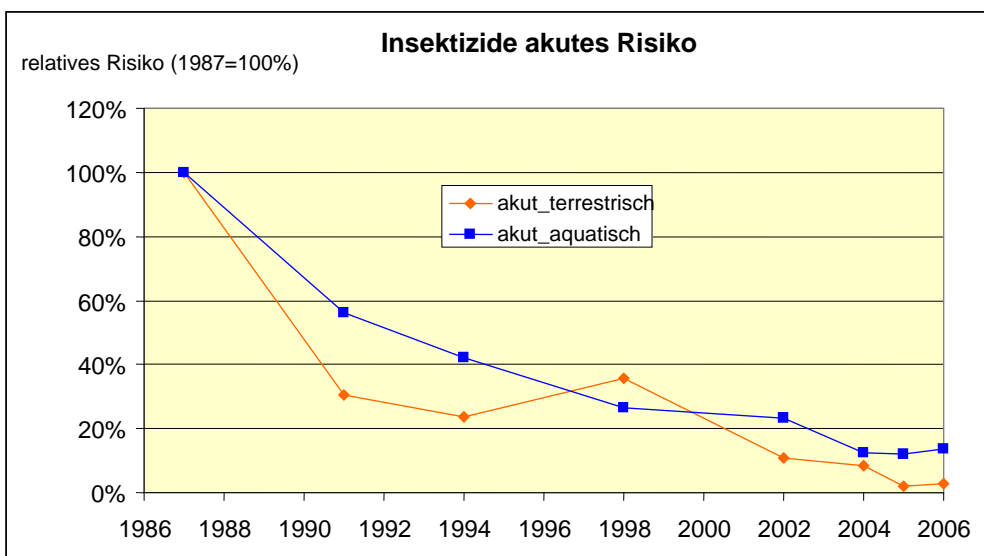
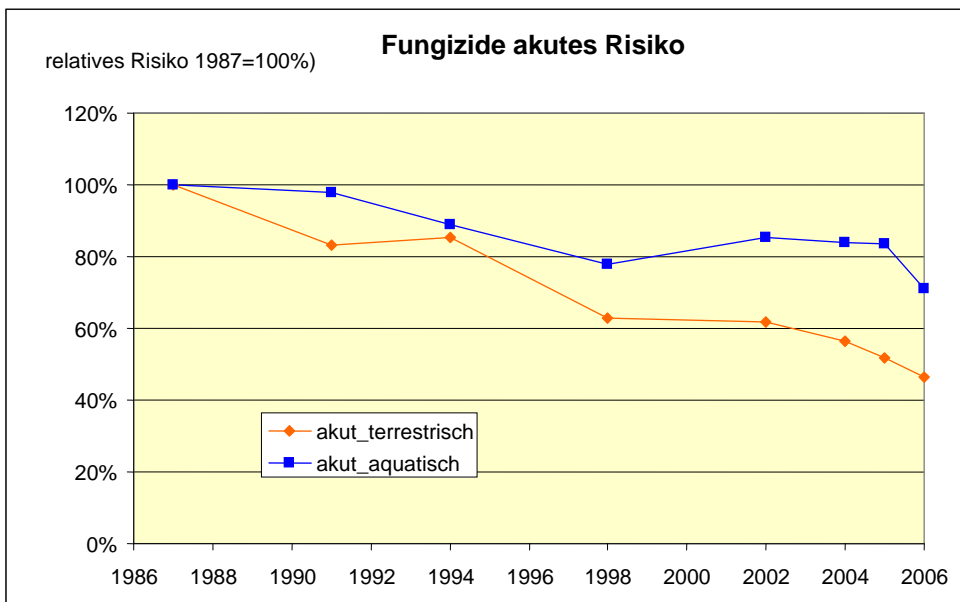
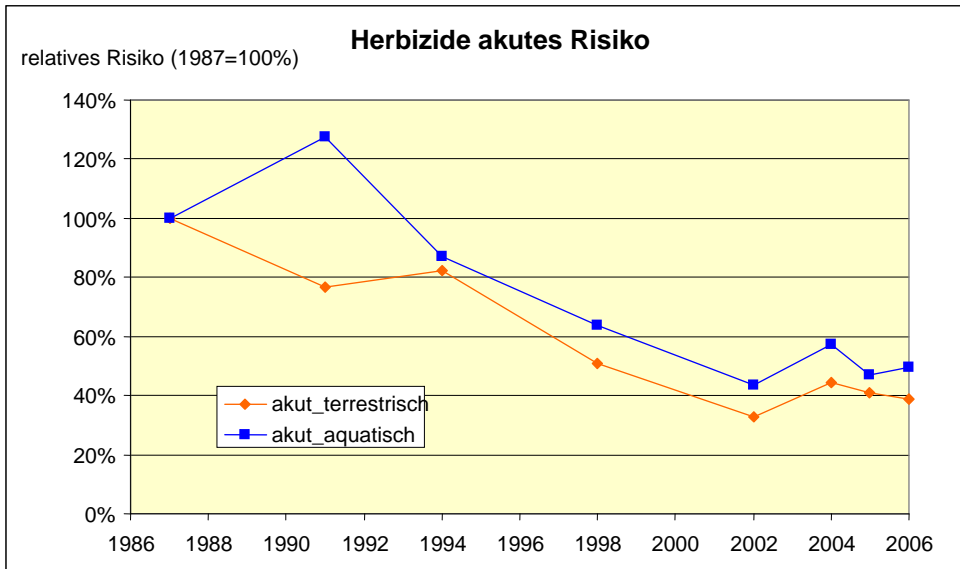
Für jeden Wirkstoff wurden alle im entsprechenden Jahr zugelassenen Indikationen<sup>1</sup> bestimmt. Für jede Indikation wurden mittels SYNOPSIS die Risikokennziffern berechnet, dabei wurden die folgenden Anwendungsbedingungen zu Grunde gelegt: lehmiger Sand-Boden mit 1,5 % orgC, Hangneigung 3 %, ein 1,50 m breiter Graben mit 30 cm Tiefe in 1 m Abstand, Starkregen von 30 l/m<sup>2</sup> drei Tage nach Applikation; Anwendungsbestimmungen wurden nicht betrachtet. Die errechneten Risikokennziffern charakterisieren demzufolge das Risikopotenzial der Indikationen unter worst-case-Bedingungen.

---

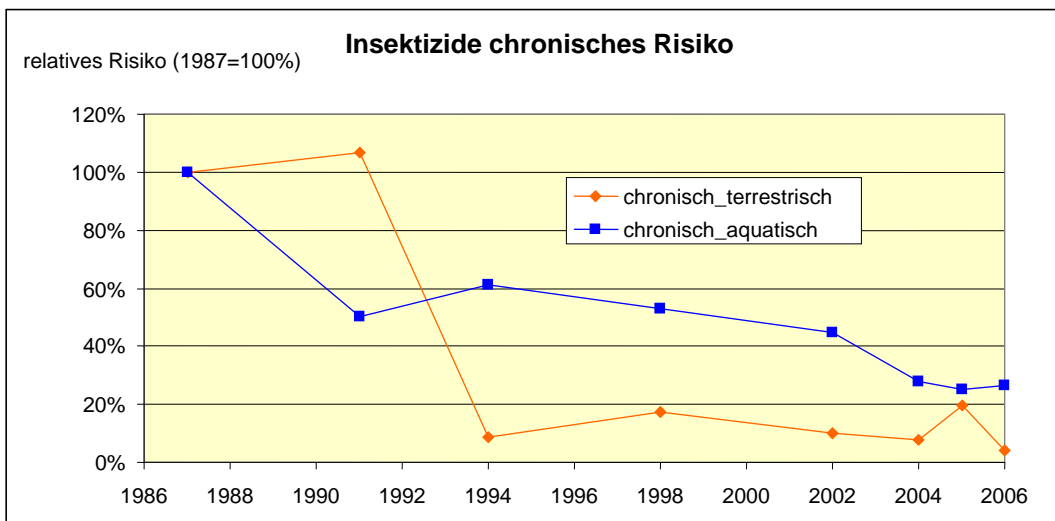
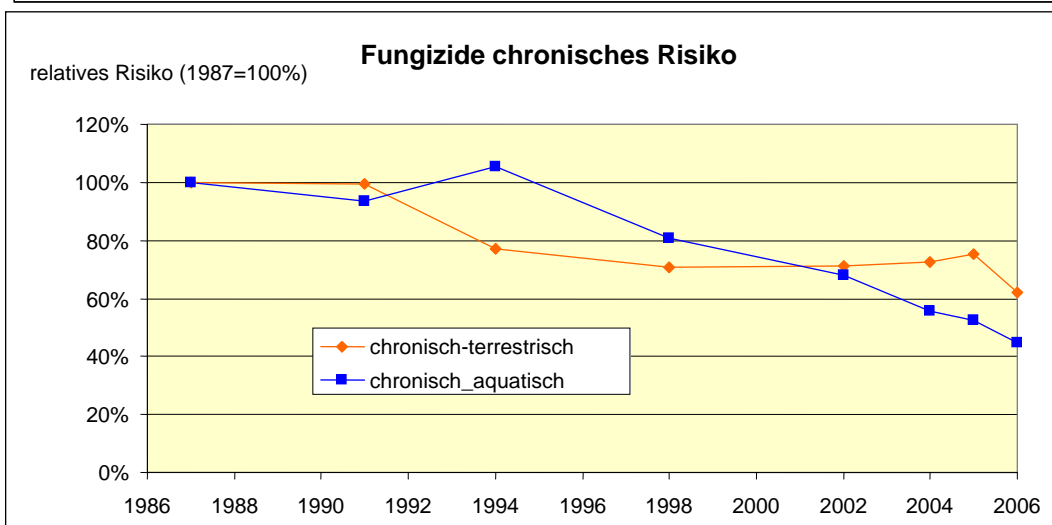
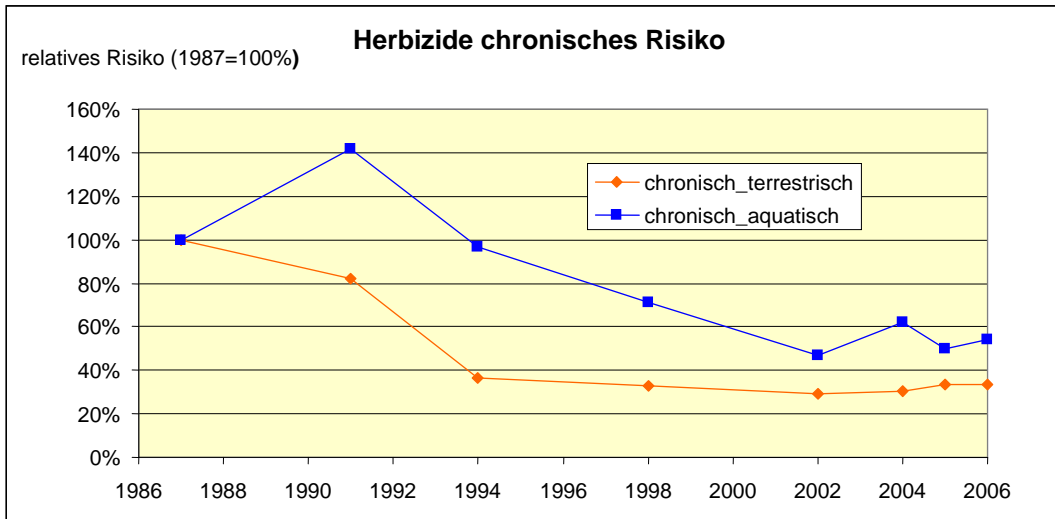
<sup>1</sup> Unter einer Indikation versteht man die Zulassung eines Wirkstoffs für eine bestimmte Kultur zu einem bestimmten Anwendungszweck (Schadorganismus) mit einer bestimmten Aufwandmenge zu einem bestimmten Anwendungszeitraum.

Anschließend werden die Risikokennziffern pro Jahr über alle Wirkstoffe und Indikationen, getrennt nach den drei Wirkungsbereichen und Kulturen bzw. Kulturgruppen, gewichtet zusammengefasst. Welches Gewicht dabei die einzelne Indikation erhält, richtet sich nach deren errechneten Applikationsfläche.

Um die abstrakten Risikokennziffern besser interpretieren zu können, werden sie alle mit den entsprechend berechneten Risikokennziffern aus dem Jahr 1987 verglichen. Das Jahr 1987 wurde deshalb als Ausgangsbasis gewählt, weil im Jahr zuvor eine wesentliche Novellierung des Pflanzenschutzgesetzes erfolgte und weitgehende Aspekte des Schutzes des Naturhaushaltes in dieses Gesetz aufgenommen wurden. Setzt man die für 1987 errechneten Werte jeweils auf 100 %, ergeben sich relative Trends des Risikos. Die Trends sind in den Abbildungen dargestellt. Da es sich durchweg um relative Zahlen zum Basisjahr 1987 handelt, war es möglich, die Stellvertreterarten im terrestrischen und im aquatischen Bereich durch Bildung entsprechender Mittelwerte zusammenzufassen. Ziel ist eine kompakte Darstellung der Entwicklung seit 1987. Die Ursachen für bestimmte Trendbilder lassen sich aber immer durch eine detailliert Analyse der Einzelergebnisse bei Bedarf zurückverfolgen.



**Abbildung 8:** Relativer Trend des akuten Risikopotenzials für terrestrische (Regenwurm, Biene) und aquatische Organismen (Wasserflöhe, Fische, Algen) seit 1987



**Abbildung 9:** Relativer Trend des chronischen Risikopotenzials für terrestrische (Regenwurm, Biene) und aquatische Organismen (Wasserflöhe, Fische, Algen) seit 1987