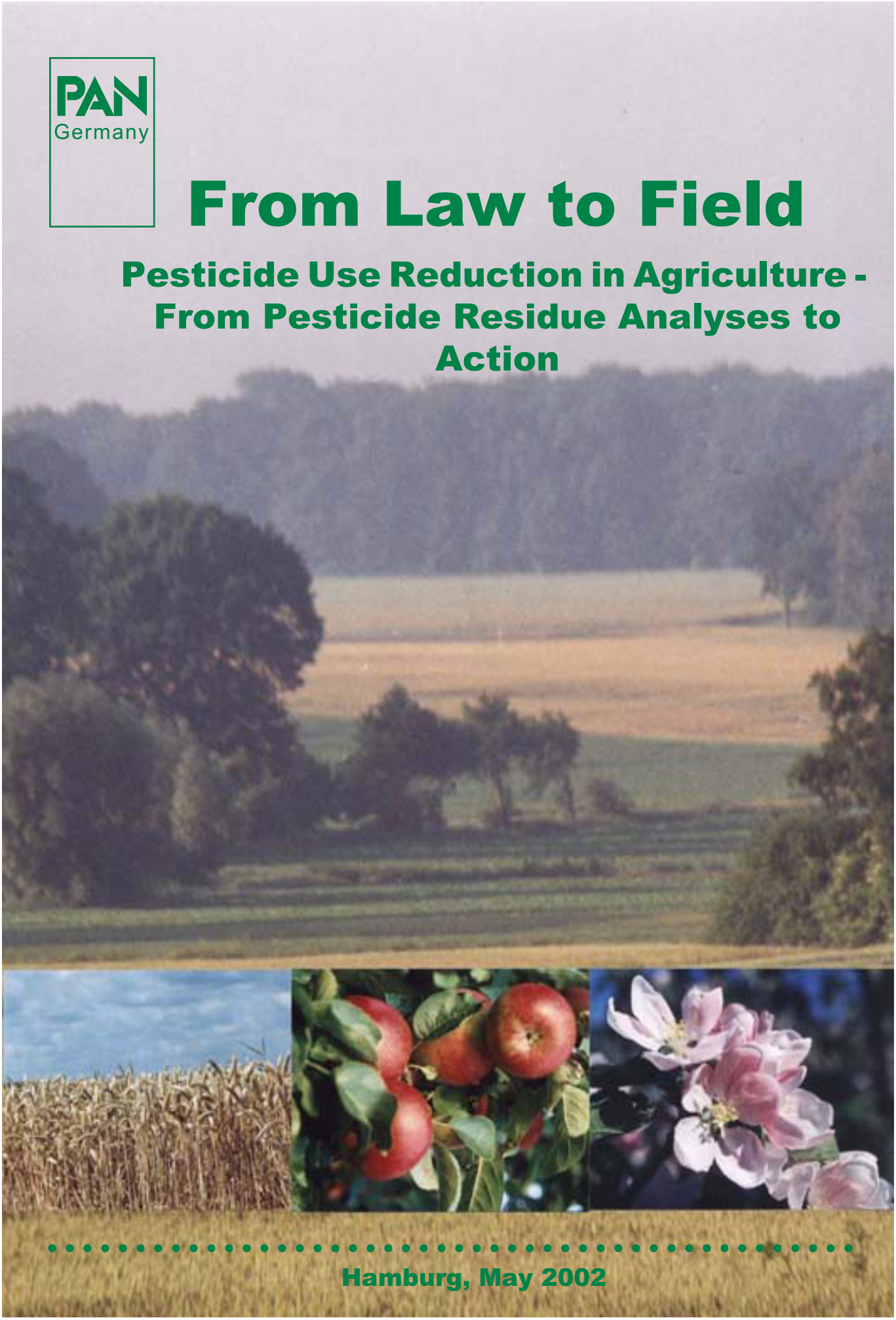
PAN Germany

From Law to Field

Pesticide Use Reduction in Agriculture - From Pesticide Residue Analyses to Action



Hamburg, May 2002

Pesticide Action Network (PAN)

Founded in 1982, the Pesticide Action Network is an international coalition of over 400 citizen groups in more than 60 countries working to oppose the misuse of pesticides and to promote sustainable agriculture and ecologically sound pest management.
PAN Germany was established in 1984 as part of this global network and has continually been involved in initiatives to reduce the use of hazardous pesticides and to promote sustainable pest management systems on national, European and global level.

Acknowledgements/ Danksagung

Several individuals contributed their comments, insights and experience to this study. We would like to thank Dr. Wolfgang Bödeker, Dr. Rolf Altenburger (PAN Germany) and Dr. Helmut Santl (GfU) for giving their useful input and for reviewing several drafts of this study. Thanks also to Christine Schmitt (PAN Germany) for reviewing and proofreading.

Viele Menschen vermittelten uns ihre Kommentare, Einsichten und Erfahrungen für diese Studie. Wir danken insbesondere Dr. Wolfgang Bödeker, Dr. Rolf Altenburger (PAN Germany) und Dr. Helmut Santl (GfU) für ihre hilfreichen Gedanken und die Durchsicht verschiedener Entwürfe dieser Studie. Danke auch an Christine Schmitt (PAN Germany) für Durchsicht und Korrektur.

PAN Germany
Nernstweg 32
22765 Hamburg, Germany
phone: +49-40-399 19 10-0
fax: +49-40-390 75 20
Email: info@pan-germany.org
website: www.pan-germany.org

Principal Authors:
Preface - Carina Weber
Executive Summary - Carina Weber
Residue Study - Lars Neumeister
Risk Study - Lars Neumeister
Apple Study - Michael Ruhnau
Wheat Study - Markus Mücke

Funds to this project were made available by the European Commission, Directorate-General XI, Environment, Nuclear Safety and Civil Protection, Reference ADHOC99/3/246, and the Freudenberg Foundation, Germany. This support is gratefully acknowledged.

© 2001 by Pesticide Action Network Germany.
2nd revised and updated edition, May 2002.
Permission is granted to reproduce any and all portions of this report, provided the publisher, title and author are acknowledged. Cover pictures by C. Weber, L. Neumeister, M. Ruhnau.

Table of Contents

Preface	2
Vorwort	3
Executive Summary	5
Zusammenfassung	8
Part One - Residue Study	28 pages
Part Two - Risk Study	52 pages
Part Three A - Case Study on Apples (in German)	34 pages
Part Three B - Case Study on Wheat (in German)	34 pages

Preface

"One of the effects of intensive agricultural production in the Union is the pollution from plant protection products, which threatens groundwater, surface water, soil and air quality. These environmental problems appear to be more than local in nature, subsequently affecting a substantial number of EC Member States."

J. Currie (Director-General, European Commission, DG XI, 1998)[1]

Founded in 1982, the Pesticide Action Network (PAN) is an international coalition to oppose the misuse of pesticides and to promote sustainable agriculture and ecologically sound pest management. PAN Germany was established in 1984 as part of this global network and has continually been involved in initiatives to reduce the use of hazardous pesticides on national, European and global level. In co-operation with PAN UK, PAN Germany is facilitating organisation of PAN Europe. Thus, a focus of its activities has always been the European pesticide policy.

In 1993, the 5th Environmental Action Programme (EAP) was adopted by the EU Commission. One aim of this programme was to considerably reduce the use of agricultural pesticides by the year 2000. This objective has not been achieved. According to European pesticide market data, pesticide use in agriculture remains high. In 1998 for example, 322.000 tons of active ingredients for use in agriculture were sold in Europe. This was an increase of 13 % compared to 1995. More recent data on the pesticide market are not available, although the 5th EAP intended to establish a system that provides detailed and up-to-date data.

Today, the consequences of a high input of pesticides into the environment cannot be ignored. As numerous monitoring programmes have shown, pesticide residues can be found in ground-, rain-, and surface water, soil, air, food, animal and human tissue worldwide. It is a common understanding, though, that pesticides do not belong in food, water and air and that wildlife and humans need to be protected from pesticide exposure.

The 6th EAP, which sets out major priorities and objectives for environment policy until 2010, acknowledges this serious and growing pesticide problem. It calls for a Code of Good Practice on pesticide use and the uptake of low input or pesticide free agriculture. However, there is no deadline for implementation before 2007 and no definition of the statutory framework of these objectives. Considering these drawbacks as well as the tremendous delays in implementing the 5th EAP, serious commitment of all EU Member States is necessary in order to meet the ambitious goals of the 6th EAP as soon as possible.

The PAN Germany project "From Law to Field - How to put pesticide use reduction into practice" strives to facilitate the aim of the 5th EAP and 6th EAP by data analyses, capacity building, public awareness raising and lobbying. The project is divided into two areas:

(1) The analysis of pesticide use in agriculture on the basis of residue data in order to develop crop specific measures for an effective pesticide reduction. The results are documented in this publication.

(2) Dissemination and discussion of the results of the first project area among expert groups, multiplicators, concerned actors and the public.

1 Opening speech by J.Currie, Director-General, European Commission, DG-XI, Environment Nuclear Safety and Civil Protection at the Second Workshop on a Framework for Sustainable Use of Plant Protection Products in the European Union, Brussels, Belgium 1998

Vorwort

"Eine Auswirkung der intensiven Landwirtschaft in der Union ist die Verunreinigung durch Pflanzenschutzmittel, die die Qualität von Grundwasser, Oberflächengewässern, Boden und Luft beeinträchtigt. Diese Umweltprobleme treten nicht nur vereinzelt auf, sondern betreffen eine namhafte Anzahl an EU-Mitgliedsstaaten."

J. Currie (Generaldirektor, Europäische Kommission, DG XI, 1998)[1]

Das Pestizid Aktions-Netzwerk (PAN) entstand 1982 als internationale Koalition gegen den Missbrauch von Pestiziden und für die Förderung von nachhaltiger Landwirtschaft sowie ökologisch verträglichem Pflanzenschutz. PAN Germany wurde 1984 gegründet und arbeitet seitdem als Teil dieses globalen Netzwerks darauf hin, den Pestizideinsatz auf nationaler, europäischer und globaler Ebene zu reduzieren. Zusammen mit PAN UK ist PAN Germany Trägerorganisation von PAN Europe. Damit liegt ein Schwerpunkt der PAN Germany-Arbeit auf der europäischen Pestizidpolitik.

1993 wurde das 5. Umweltaktionsprogramm (UAP) von der EU-Kommission verabschiedet. Ein Ziel dieses Programms war es, die Anwendung von landwirtschaftlichen Pestiziden bis zum Jahr 2000 beträchtlich zu reduzieren. Dieses Ziel wurde nicht erreicht. Daten zum europäischen Pestizidmarkt zeigen, dass der Pestizideinsatz in der Landwirtschaft weiterhin hoch ist. Allein 1998 wurden in Europa 322.000 Tonnen chemischer Wirkstoffe für den Gebrauch in der Landwirtschaft verkauft. Im Vergleich zum Jahr 1995 ist das ein Anstieg von 13 %. Neuere Daten zum Pestizidmarkt sind nicht verfügbar, obwohl das 5. UAP vorsah, eine Datenbank mit aktuellen und detaillierten Daten zu etablieren.

Die Folgen eines hohen Pestizideintrages in die Umwelt sind heute nicht mehr zu übersehen. Wie zahlreiche Monitoring-Programme zeigen, können Pestizidrückstände weltweit im Grund-, Regen- und Oberflächenwasser, im Boden, in der Luft, in Lebensmitteln sowie in tierischen und menschlichen Geweben nachgewiesen werden. Es ist jedoch allgemein anerkannt, dass Pestizidrückstände nicht in Lebensmittel, Wasser und Luft gehören, und dass die Umwelt und der Mensch vor ihren negativen Auswirkungen geschützt werden müssen.

Das 6. UAP, das die wichtigsten Prioritäten und Ziele der gemeinschaftlichen Umweltpolitik bis 2010 beschreibt, erkennt dieses immer ernster werdende Pestizidproblem an. Er verlangt Leitsätze einer Guten fachlichen Praxis für die Verwendung von Pestiziden und die Förderung einer pestizidarmen oder pestizidfreien Landwirtschaft. Allerdings wird eine Umsetzung dieser Ziele nicht vor 2007 angestrebt, und es fehlen Aussagen über die gesetzliche Verbindlichkeit des Programmes. Angesichts dieser Missstände und angesichts der großen Versäumnisse bei der Umsetzung des 5. UAP ist es notwendig, dass sich alle EU-Mitgliedsstaaten nachdrücklich engagieren, um die ehrgeizigen Ziele des 6. UAP sobald wie möglich zu erreichen.

Das PAN Germany-Projekt "From Law to Field" – How to put pesticide use reduction into practice"[2] unterstützt mit Datenanalysen, Informationstransfer, Öffentlichkeits- und Lobbyarbeit die Reduzierung des Pestizideinsatzes in Europa und trägt damit dazu bei, die Vorgaben des 5. und 6. UAPs zu erfüllen. Das Projekt ist in zwei Bereiche unterteilt:

1 Eröffnungsrede von J.Currie, Generaldirektor, Europäische Kommission, DG-XI, Umwelt, nukleare Sicherheit, und Katastrophenschutz anlässlich des zweiten Workshops zu Rahmenbedingungen für den nachhaltigen Einsatz von Pflanzenschutzmitteln in der Europäischen Union, Brüssel, Belgien 1998

2 Vom Gesetz in die Praxis – Wie man eine Pestizidreduktion umsetzen kann

(1) Die Auswertung des Pestizideinsatzes in der Landwirtschaft anhand von Pestizidrückstandsdaten zur Entwicklung von fruchtartspezifischen Maßnahmen für eine effektive Pestizidreduktion. Die Ergebnisse werden in dieser Veröffentlichung dargestellt.

(2) Öffentlichkeits- und Lobbyarbeit zur Weitergabe und Diskussion der Ergebnisse des ersten Projektbereichs innerhalb von Expertengruppen, Multiplikatoren, betroffenen Akteuren und der breiten Öffentlichkeit.

Executive Summary

The study "From Law to Field: Pesticide Use Reduction in Agriculture - From pesticide residue analyses to action", which was developed within the PAN Germany project "From Law to Field - How to put pesticide use reduction into practice", points out the importance of a crop specific approach and of the commitment of political and economic stakeholders as well as consumers for achieving a pesticide use reduction in Europe.

Since patterns and modes of pesticides use, as well as the profile of unwanted side effects of chemical plant protection, differ from country to country and even from place to place, this study concentrates only on German research and data. However, the study provides a framework for analyses and action applicable to other crops and countries in the EU.

In November 1998, the German Federal Ministry of Agricultural constitutionally defined principles for good plant protection practice. This definition is quite general, though, and does not include crop specific guidelines. Therefore the PAN Germany study worked out crop specific plant protection principles and additionally developed strategies for pesticide use reduction beyond the farm level. The study consists of a 3 parts:

(1) the documentation of pesticide residues in food and the environment (part 1: Residue Study)

(2) the evaluation of these pesticides residues regarding their impact on human health and the environment (part 2: Risk Study), which allows the selection of priority crops for further investigation

(3) the development of crop specific measures for pesticide use reduction for the priority crops apple and wheat (part 3: Apple and Wheat Case Studies)

Part 1: Residue Study

This study documents German pesticide residue data for surface water, groundwater and 17 vegetable food items of German origin, covering the period of 1997 through 2001. Since pesticide use data organised by crop and active ingredient are unavailable in Germany, these residue data were used as a reflection of the current plant protection practice.

The data document 119 different pesticide residues including 58 in food, 59 in surface water, and 61 in groundwater. 52 of these pesticides were used as herbicides, 44 as insecticides, 20 as fungicides and 4 are for other purposes.

Only 58 of the 119 active ingredients are still authorised for use in Germany and for 7 of these the authorisation will expire within the next years.

Part 2: Risk Study

Based upon the findings presented in the Residue Study, a qualitative assessment was carried out taking into account:

(a) the toxicological classification of the detected pesticide residues according to nationally and internationally recognised risk classifications as those of the World Health Organisation (WHO), the European Union (EU) and the U.S. Environmental Protection Agency (U.S. EPA)

(b) the area of land covered by the crops, on which the pesticides were used.

The study only considered the 51 detected active ingredients, which are still authorised in Germany throughout the next years. The toxicological classification led to the result that most pesticides, which were found as residues in food and/or water, are dangerous to human health and the environment.

A ranking within the list of the 51 pesticides showed that the five most dangerous residues were dimethoate, chlorpyrifos, cypermethrin, cyfluthrin and lambda-cyhalothrin.

The results of the ranking were linked to the crops, on which the pesticides were used. Celery and spinach had the most toxic residues on average, while apple and wheat contained the highest number of residues. Apples and wheat were chosen as case studies because the crops have a high number of residues associated with their cultivation, are grown on a large scale, and represent different production systems.

Part 3: Case Studies on Apples and Wheat

Part 3 deals with the two crops selected for more detailed investigations.

The case studies describe the methods of conventional, integrated and organic crop protection in apple and wheat cultivation. They then evaluate obstacles and potentials for a pesticide use reduction in these crops. These include not only plant protection and crop production measures, but also factors beyond the farm level like fruit marketing and consumption patterns.

Apples

The apple case study showed that the almost complete transition from the very pesticide intensive conventional methods towards Integrated Pest Management (IPM) techniques in German apple orchards resulted in a first reduction of pesticide use in Germany. However, IPM techniques are still characterised by a high amount of pesticides used and by the application of many different pesticides.

In contrast, organic apple production does not use any herbicides and applies only biological formulas against insects. But fungal diseases like apple scab demand for the intensive use of sulphur and copper preparations in organic apple orchards. Especially copper is problematic regarding its environmental impacts.

Therefore a further pesticide use reduction on IPM farms as well as on organic farms can only be expected if scab resistant or scab tolerant apple varieties are cultivated. On the one hand, there are newer varieties that have been bred to meet these criteria, on the other hand, there are many old, regional varieties that are particularly pest resistant under their local soil and climate conditions.

The transition towards the cultivation of these apple varieties will only take place if measures are implemented also beyond the farm level. Important protagonists are for example European politicians who set quality standards for the fruit trade and retailers as well as supermarkets who are constituting the demand chain. Through their daily consumption choices, consumers also have a strong influence on which apple varieties farmers produce.

Wheat

The wheat case study indicated that prospects for reducing pesticide use through changes in plant protection measures are far greater for wheat than for apple production. Although the German plant protection law stipulates since 1986, that IPM principles should be applied in agriculture, IPM techniques have not been widely implemented yet on wheat crops in Germany.

Pesticide use, though, could be reduced without risking economic losses by the application of simple preventative practices of the IPM system such as diverse crop rotation, changing the timing of seed sowing, reduced application of nitrogenous fertiliser or pesticide application only if certain damage levels are exceeded. This knowledge still needs to be disseminated to farmers and to extension services on a broader scale.

A transition from conventional wheat cultivation to the IPM system can prevent some pesticide applications, but the highest reduction potential is the transition towards organic wheat production because it does not use any synthetic pesticides.

At present, the area under organic wheat production is limited and must grow in order to show a marked reduction effect in pesticide use. Like for apple production, measures beyond the farm are necessary in order to support the transition towards organic wheat production in Germany. These are for example a financial support for conventional farmers who want to convert to organic farming and the development of market instruments to make organic wheat and its secondary products like eggs, milk and meat more attractive to consumers.

Conclusions and measures

This study showed that measures for a pesticide use reduction are only effective if they are

1. crop specific and
2. incorporate parties beyond the farm such as politicians, food retailers and consumers.

It demonstrated in particular that

- the potentials of the different plant protection methods (IPM or organic) for pesticide use reduction depend on the particular crop and that the crop specific measures vary considerably.
- pesticide residue data are not an appropriate basis to develop, monitor and evaluate crop specific pesticide use reduction strategies. Therefore a reporting system for crop and site-specific pesticide use data needs to be implemented.
- it is an important task to convince consumers that without a change in their consumption patterns both, a considerable pesticide use reduction and an increase in organic production will not take place.
- the commercial sector such as retailers, shopkeepers and supermarkets play a crucial role through their marketing patterns and advertisement.
- politicians should change the EU-fruit standards that put down e.g. exaggerated claims on fruit skin quality, which can only be met by intensive pesticide use. Additionally, national and international subsidies for organic production should be raised in order to lower the prices of organic products. This would also reflect the society's need for environmentally sound and sustainable agriculture.
- regardless of the production system and the crop, further research needs to be done on how to facilitate a development towards environmentally sound and cost efficient crop production in Europe.

Zusammenfassung

Die Studie "From Law to Field: Pesticide Use Reduction in Agriculture - From pesticide residue analyses to action" , die innerhalb des PAN Germany Projektes "From Law to Field - How to put pesticide use reduction into practice" entstanden ist, verdeutlicht die Notwendigkeit eines kulturspezifischen Ansatzes und der Zusammenarbeit von politischen, wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Kräften für eine erfolgreiche Pestizidreduktion in Europa.

Da die Einsatzmuster und die Ausbringungsmethoden von Pestiziden sowie die möglichen unerwünschten Nebeneffekte des chemischen Pflanzenschutzes von Land zu Land und sogar von Ort zu Ort unterschiedlich sind, betrachtet die Studie zunächst überwiegend deutsches Datenmaterial und Forschungsergebnisse. Sie stellt jedoch ein Verfahren für die Datenanalyse und die Entwicklung praktischer Maßnahmen vor, das auch auf andere EU-Länder und auf andere Fruchtarten übertragbar ist.

Das deutsche Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten hat im November 1998 die "Grundsätze für die Durchführung der guten fachlichen Praxis im Pflanzenschutz" veröffentlicht. Diese Grundsätze sind jedoch sehr allgemein gehalten und beinhalten keine fruchtartspezifischen Empfehlungen. Deshalb entwickelte die PAN Germany-Studie fruchtartspezifische Pflanzenschutzprinzipien und erarbeitete zudem Pestizid-Reduktions-maßnahmen, die über die landwirtschaftliche Ebene herausgehen. Die Studie besteht aus drei Teilen:

(1) der Dokumentation von Pestizidrückständen in Lebensmitteln und der Umwelt (Teilstudie 1: Rückstands-Studie)

(2) der Bewertung dieser Pestizidrückstände hinsichtlich ihrer Auswirkung auf die menschliche Gesundheit und auf die Umwelt (Teilstudie 2: Risiko-Studie) als Grundlage für die Auswahl von Schlüssel-Fruchtarten, die eingehender untersucht werden, und

(3) der Entwicklung von fruchtartspezifischen Maßnahmen für eine Pestizidreduktion bei den Schlüssel-Fruchtarten Apfel und Weizen (Teilstudie 3: Apfel- und Weizenstudie).

Teilstudie 1: Rückstands-Studie

Diese Studie dokumentiert deutsche Rückstandsdaten aus den Jahren 1997-2001 für Oberflächengewässer, das Grundwasser und 17 pflanzliche, in Deutschland erzeugte Lebensmittel. Da es keine genauen Informationen darüber gibt, welche Pestizide in welchen Mengen und in welchen Anbaukulturen zum Einsatz kamen, wurden diese Rückstandsdaten als Spiegelbild der gängigen landwirtschaftlichen Praxis betrachtet.

Insgesamt wurden 119 verschiedene Rückstände nachgewiesen: 58 in Lebensmitteln, 59 in Oberflächengewässern und 61 im Grundwasser. Davon wurden 52 als Herbizide (Unkrautbekämpfungsmittel), 44 als Insektizide (Insektenbekämpfungsmittel), 20 als Fungizide (Pilzbekämpfungsmittel) und 4 für andere Zwecke genutzt.

Von den 119 Wirkstoffen sind in Deutschland nur noch 58 zugelassen, und für 7 von diesen läuft die Zulassung in den nächsten Jahren aus.

Teilstudie 2: Risiko-Studie

Basierend auf den in der Rückstands-Studie dokumentierten Daten wurde eine qualitative Auswertung durchgeführt, die folgende Parameter in Betracht zog:

(a) die toxikologische Einschätzung der nachgewiesenen Rückstände anhand von national und international anerkannten Risikoklassifikationen wie die der Weltgesundheitsorganisation (WHO), der Europäischen Union (EU) und der U.S.-Umweltschutzbehörde (U.S. EPA) und

(b) die Anbaufläche der Fruchtarten, aus denen die Rückstände kommen.

Die Rückstands-Studie betrachtete nur die 51 nachgewiesenen Wirkstoffe, die in Deutschland noch für die nächsten Jahre zugelassen sind. Die toxikologische Bewertung kam zu dem Ergebnis, dass die meisten Pestizide, die als Rückstände in Lebensmitteln und/oder im Wasser gefunden wurden, gefährlich für die menschliche Gesundheit und die Umwelt sind.

Ein vergleichendes Ranking (Rangordnungsverfahren) ergab, dass von den 51 Wirkstoffen Dimethoat, Chlorpyrifos, Cypermethrin, Cyfluthrin und Lambda-Cyhalothrin am problematischsten sind.

Die Ergebnisse des Rankings wurden auf die Kulturen übertragen, aus denen die Rückstände kommen. Sellerie- und Spinatanbau wurden mit den giftigeren Rückständen in Zusammenhang gebracht, Apfel- und Weizenanbau zeigten die höchste Anzahl an verschiedenen Rückständen. Da Weizen eine bedeutende Flächenkultur ist und Apfel eine Dauerkultur repräsentiert, wurde empfohlen, zunächst für diese beiden Kulturen praktische Maßnahmen zur Pestizidreduktion zu entwickeln.

Teilstudie 3: Fallstudien für den Apfel- und Weizenanbau

Teilstudie 3 befasst sich mit den beiden Fruchtarten, die für detailliertere Untersuchungen ausgewählt wurden.

Die Fallstudien stellen die Methoden des konventionellen, integrierten und ökologischen Pflanzenschutzes für Apfel- und Weizenanbau vor. Anschließend diskutieren sie Hindernisse und Potentiale für eine Pestizidreduktion in diesen Fruchtarten. Dazu gehören nicht nur Pflanzenschutzmaßnahmen und Anbaumethoden, sondern auch Faktoren außerhalb der Landwirtschaft wie Vermarktung und Konsumverhalten.

Apfelanbau

Die Fallstudie für den Apfelanbau zeigte, dass in Deutschland die fast flächendeckende Umstellung des äußerst pestizidintensiven konventionellen Apfelanbaus auf den integrierten Apfelanbau zu einer ersten Reduzierung des Pestizideinsatzes führte. Jedoch ist auch im integrierten Apfelanbau die Pestizidmenge und die Anzahl der unterschiedlichen eingesetzten Präparate immer noch hoch.

Der ökologische Apfelanbau verzichtet dagegen vollständig auf Herbizide und setzt nur biologische Wirkstoffe gegen Insekten ein. Allerdings erfordern Pilzerkrankungen wie der Apfelschorf auf ökologisch wirtschaftenden Betrieben den intensiven Einsatz von Schwefel- und Kupferpräparaten, von denen besonders Kupfer in Bezug auf seine Umweltbelastungen problematisch ist.

Deshalb ist ein wichtiger Schritt zu einer Pestizidreduktion, sowohl im integrierten als auch im ökologischen Anbau, das verstärkte Anpflanzen schorfresistenter oder schorftoleranter Apfel-

sorten. Zum einen gibt es neuere Sorten, die auf diese Eigenschaften hin gezüchtet wurden, zum anderen gibt es eine Vielzahl alter, regionaler Sorten, die unter ihren örtlichen Klima- und Bodenbedingungen besonders schädlingsresistent sind.

Die Umstellung auf diese Apfelsorten kann jedoch nur durch geänderte Rahmenbedingungen für den Apfelanbau erreicht werden. Wichtige Akteure sind zum Beispiel europäische Politiker, die die Qualitätsstandards für den Obsthandel festlegen und Großhändler sowie Supermärkte, die die Nachfragekette bestimmen. Die Konsumenten haben durch ihr tägliches Kaufverhalten ebenfalls einen starken Einfluss darauf, welche Apfelsorten angebaut werden.

Weizenanbau

Die Fallstudie zum Weizenanbau zeigte, dass das Potential für eine Pestizidreduktion durch eine Änderung der Pflanzenschutzmaßnahmen im Weizenanbau viel größer ist als im Apfelanbau. Obwohl im deutschen Pflanzenschutzgesetz die Forderung nach integrierten Pflanzenschutzmaßnahmen schon seit 1986 gesetzlich verankert ist, wurden integrierte Maßnahmen für den Weizenanbau noch nicht in die Praxis umgesetzt.

Dabei lässt sich eine Pestizidreduktion mit der Anwendung vorbeugender Maßnahmen des integrierten Weizenanbaus, wie zum Beispiel vielfältige Fruchtfolge, geänderte Saatzeit, reduzierte Stickstoffdüngung oder Einsatz von Pestiziden erst ab bestimmten Schadensschwellen, relativ einfach und ohne gravierende ökonomische Einbußen erreichen. Dieses Wissen muss noch viel nachdrücklicher an Landwirte und landwirtschaftliche Berater weitergegeben werden.

Mit einem Wechsel vom konventionellen zum integrierten Anbau werden zwar einige Pestizidanwendungen überflüssig, aber das größte Reduktionspotential liegt im Wechsel zu ökologischen Anbaumethoden, da dort keine synthetischen Pestizide eingesetzt werden.

Zur Zeit ist der Anteil des ökologischen Weizenanbaus begrenzt und muss noch stark zunehmen, um einen deutlichen Reduktionseffekt im Pestizideinsatz nach sich zu ziehen. Wie auch bei Äpfeln sind geänderte Rahmenbedingungen außerhalb des Anbaus notwendig, damit die Umstellungsbereitschaft auf ökologischen Weizenanbau in der Landwirtschaft gefördert wird. Dazu zählen zum Beispiel die finanzielle Unterstützung der Umstellung auf ökologischen Anbau und ein gezieltes Marketing, um ökologisch produzierten Weizen und seine Veredelungsprodukte wie Eier, Milch und Fleisch für die Verbraucher attraktiver zu machen.

Folgerungen und Maßnahmen

Diese Studie zeigte, dass Maßnahmen für eine Pestizidreduktion nur effizient sind, wenn sie

(1) fruchtartspezifisch definiert werden und

(2) Akteure außerhalb der landwirtschaftlichen Betriebe wie zum Beispiel Politiker, Großhändler und Verbraucher miteinbeziehen

Im Einzelnen wurde dargelegt, dass

- die Potentiale der verschiedenen Pflanzenschutzmaßnahmen (integriert oder ökologisch) für eine Pestizidreduktion von der Fruchtart abhängen und die fruchtartspezifischen Maßnahmen sehr stark variieren.
- Pestizidrückstands-Daten nicht ausreichen, um fruchtartspezifische Reduktionsmaßnahmen zu entwickeln, zu überwachen und auszuwerten. Deshalb ist es dringend

notwendig, dass Pestizidanwendungen getrennt für die verschiedenen Fruchtarten und Einsatzgebiete erfasst werden.

- es eine wichtige Aufgabe ist, die Verbraucher zu überzeugen, dass ohne eine Änderung ihres Konsumverhaltens weder eine deutliche Pestizidreduktion noch eine Ausdehnung der ökologischen Landwirtschaft stattfinden wird.
- der Vermarktungssektor wie Groß- und Einzelhandel sowie Supermärkte durch ihr Kaufverhalten und Werbung ebenfalls eine wichtige Rolle spielen.
- Politiker sich für eine Änderung der EU-Obststandards einsetzen sollten, die zum Beispiel überhöhte Anforderungen an die Schalenbeschaffenheit der Früchte stellen, welche nur durch einen intensiven Pestizideinsatz zu erreichen ist. Zusätzlich sollten nationale und internationale Subventionen für den Ökoanbau erhöht werden, damit die Preise für ökologisch angebaute Produkte sinken. Dies würde zudem die gesellschaftliche Notwendigkeit einer umweltverträglichen und nachhaltigen Landwirtschaft verdeutlichen.
- unabhängig vom Produktionssystem und der Fruchtart noch weitere Forschung notwendig ist, um die Entwicklung zu einer umweltverträglichen und kosteneffizienten Landwirtschaft in Europa zu ermöglichen.

From Law to Field

Pesticide Use Reduction in Agriculture - From Pesticide Analyses to Action

Part One: Residue Study

Table of Contents

1	Introduction	3
2	Objectives	3
3	Pesticide Use in Germany	3
4	Methods	6
5	Results	9
6	Discussion	14
7	Summary	15
	Appendix 1 - Pesticide Residues and Their Regulatory Status	17
	Appendix 2 - Pesticide Residues in German Surface Waters	23
	Appendix 3 - Pesticide Residues in German Groundwater by State	25
	Appendix 4 - Pesticide Residues in German Food with Plant and German Origin 1997 and 1998	27

List of Tables

Table 1:	List of Detected Pesticides in Food, Surface and Ground Water in Germany	11
Table 2:	List of Appendices	14

List of Figures

Fig. 1:	Amounts of Active Ingredients Marketed in Germany (without CO2)	4
Fig. 2:	Herbicides Marketed in Germany in 1991 and in 1999	4
Fig. 3:	Fungicides Marketed in Germany in 1991 and in 1999	5
Fig. 4:	Insecticides Marketed in Germany in 1991 and in 1999	5
Fig. 5:	Use Types of the Identified Pesticides	9
Fig. 6:	Regulatory Status of the Pesticides Detected According to Council Directive 91/414 EEC	10
Fig. 7:	Major Chemical Classes of the Detected Pesticides	10
Fig. 8:	Use Types of Pesticides in Food	11
Fig. 9:	Use Types of Pesticides in Water	11

1 Introduction

The Residue Study is the first part of the PAN Germany study “From Law to Field: Pesticide Use Reduction in Agriculture - From pesticide analysis to action”. The study “From Law to Field” represents a new approach to pesticide reduction. It looks at the current plant protection practice in Germany and develops an instrument how to reduce pesticide use, which is also applicable in other countries.

The Residue Study is a documentation of pesticide residues in Germany. Due to the absence of field and crop specific information on pesticide use, information on pesticide residues in food and the environment served as indicators of the current plant protection practice and its impacts on the environment. The results of the Residue Study serve as a database for the second part of the project, the Risk Study, a study, which links the residues to their source and evaluates the toxicology of the residues.

The result of the first two parts of the study “From Law to Field” is a list of crops ranked by the hazard of the pesticides that were linked to those particular crops. For two crops out of this list practicable guidelines for good plant protection practices will be developed.

2 Objectives

This Residue Study serves as a preparatory study for the Risk Study. Major goal of the Residue Study is the establishing of a residue database for the Risk Study. Commonly found pesticides will be identified, and their regulatory status in Germany and the EU, their chemical class and use type will be presented in this study.

3 Pesticide Use in Germany

In 1999, the latest data that were available, the estimated amount of agricultural pesticides sold in Germany was 30231 tons of active ingredients (excluding CO_2). The amount of pesticides used in Germany can only be estimated according to sales data collected by the Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry (BBA). According to § 19 Plant Protection Act it is required that, any manufacturer of plant protection products, any person who marketed a plant protection product for the first time, and in cases where plant protection products are imported, any person who puts the goods into circulation or causes them to be put into circulation submits an annual report to the BBA. This report has to contain information on the type and quantity of the plant protection products exported and/or sold to purchasers with residence or place of business in Germany and of the active substances contained in these products.[1] The BBA collects all reports and publishes a summary, in which the quantities of export and domestic pesticides sales data are sorted by use types and chemical classes. This summary is publicly available, but does neither contain the sales data on the individual active ingredients nor on individual products. Figure shows the amount of all active ingredients marketed 1991 through 1999 [2].

1 Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (1999): Das Pflanzenschutzgesetz, Bonn, Germany

2 Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA) (2000): Die Ergebnisse des Meldeverfahrens nach § 19 Pflanzenschutzgesetz aus den Jahren 1997 bis 1999 in der Bundesrepublik Deutschland, Kleinmachnow, Germany

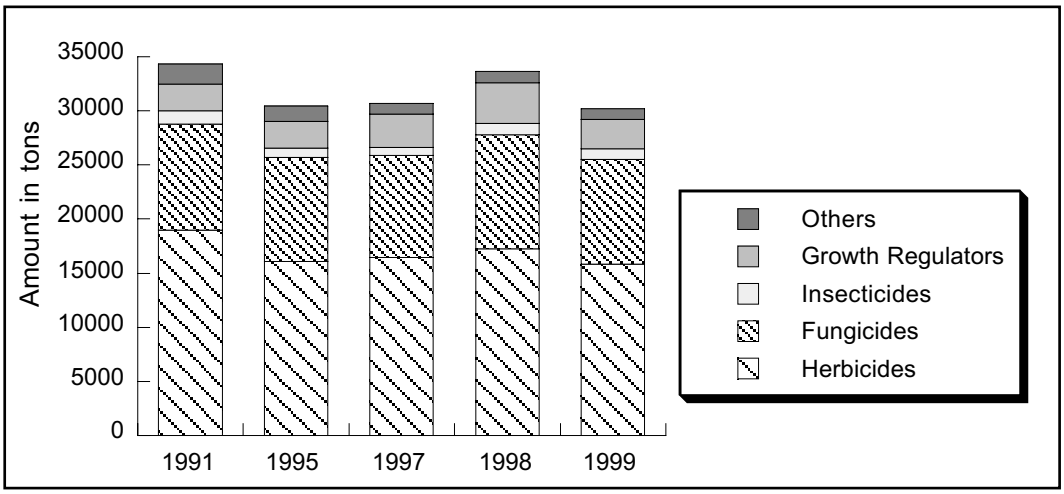


Figure 1: Amounts of Active Ingredients Marketed in Germany (without CO_2)

Figure shows that despite the 5th Environmental Action Programme the estimated pesticide use in the 1990ties remained almost constant. However, as Figures 2 - 4 show, pesticide use in terms of chemical classes changed considerably between 1991 and 1999.

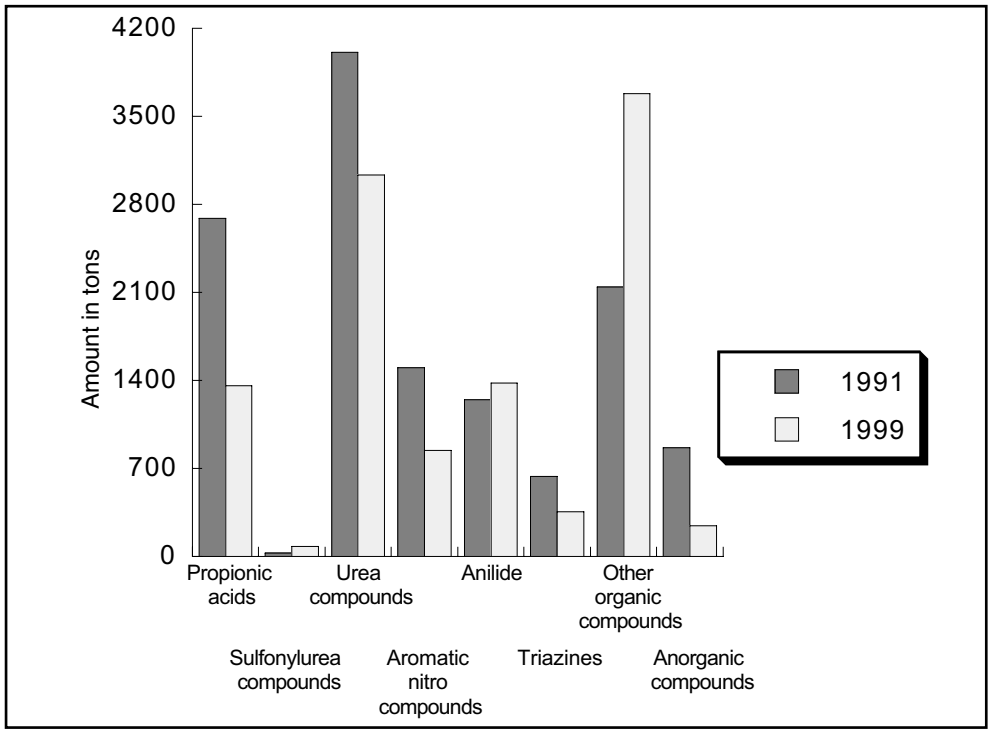


Figure 2: Herbicides Marketed in Germany in 1991 and in 1999

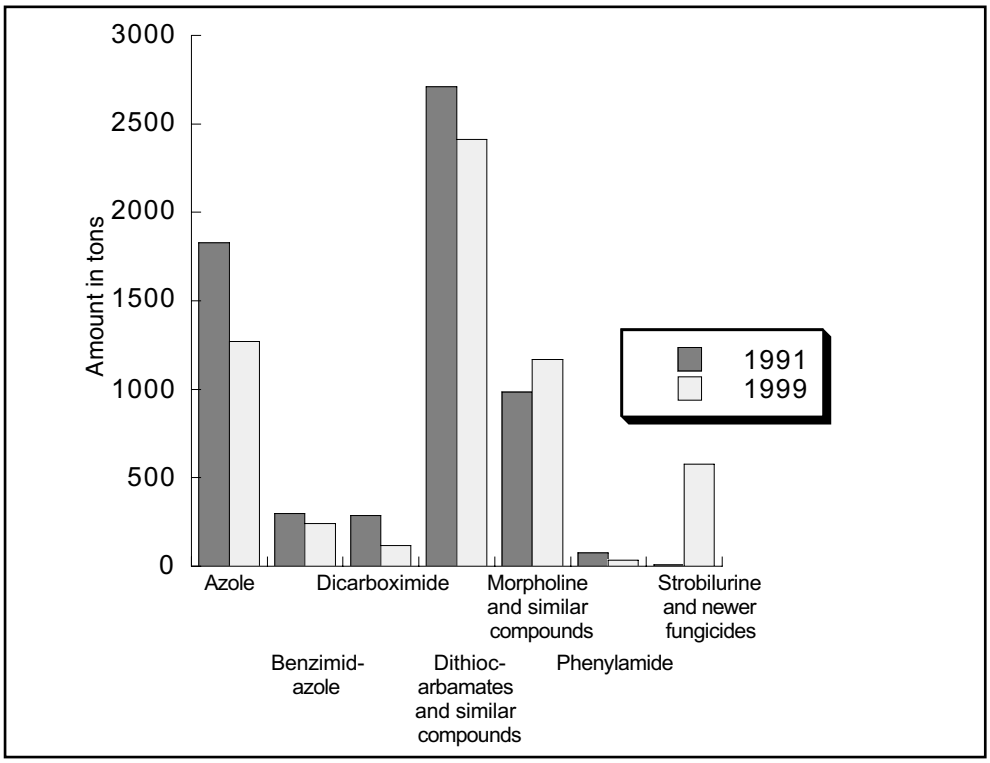


Figure 3: Fungicides Marketed in Germany in 1991 and in 1999

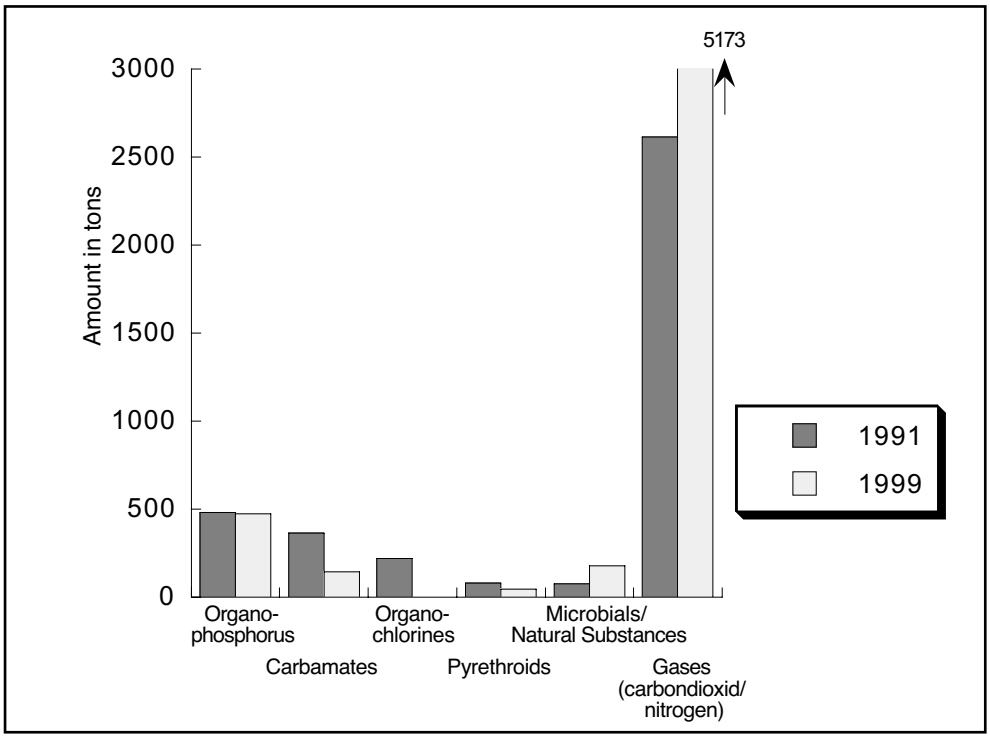


Figure 4: Insecticides Marketed in Germany in 1991 and in 1999

4 Methods

The first step was data collection. In Germany several monitoring programmes exist. Recent data from German federal organisations, which cover representative geographical areas and a wide spectrum of environmental media were obtained. Extensive and regular monitoring programmes exist for food, groundwater and surface water.

Food Residues

Data on pesticide residues in food were obtained from the Federal Institute for Health Protection of Consumers and Veterinary Medicine (BgVV). The BgVV started the current monitoring programme in 1995, based upon a 'Foodstuff Basket' which represents the entire food market in Germany. Every year until 2001 a new fraction of this 'Foodstuff Basket' has been analysed. According to a monitoring plan, approximately 4600 samples (domestic and foreign) are analysed each year by the federal states. The BgVV collects the data annually from the federal states and publishes them in the internet[3] and as hard copies.

The BgVV analyses different substances in different foodstuffs. Food with animal origin is tested for heavy metals, persistent organochlorine compounds (DDT and its metabolites, Dieldrin, Endrin, HCH etc.), PCB, moschus compounds and bromocycles. Food with plant origin is tested for pesticides, myco toxins, nitrate and plant surface treatment substances and heavy metals.

There are several criteria by which the BgVV chooses the pesticides to be determined:

- registration status
- acceptable daily intake (ADI) according to the World Health Organisation (WHO)
- experience
- maximum residue level (MRL)
- applicability of multiresidue method S 19, a detection method commonly used in Germany

The Residue Study has a regional and a crop specific approach. Therefore only data from samples with plant origin and with origin in Germany were included in the data collection. The latest data available are from the year 1998. Monitoring data from the year 1997 were also included because the food monitoring in 1998 only covered 11 food stuffs with plant and German origin.

Only samples with quantifiable detections were considered in the Residue Study. The concentration of a detected residue relates to several factors, e.g. the time span between the sampling and the last application of the pesticide, the chemical and physical properties of the pesticide, the weather conditions after the application, but less to the amount applied. Information on the quantity was therefore neglected. The number of detections of a pesticide was also not considered, because the monitoring data only represent a small number of relative randomly taken foodstuffs. This means that all quantifiable pesticide residues, independent of amount and number, were used in this study. Myco toxins, nitrat and plant surface treatment substances as well as heavy metals were excluded.

3 Website of the BgVV: http://www.BgVV.de/fbs/fb1/lebensmittel/monitor.htm

Groundwater

The Federal Working Group on Water (LAWA) collects data on water quality from all federal states and publishes them. The last report on pesticides in the groundwater was published in 1997 and contains data from the time span 1990 through 1995.[4] Those data were considered outdated, therefore the responsible federal state agencies were contacted and recent data were requested. The following states (out of 16) submitted recent data:

- Niedersachen (1997- 1998)
- Sachen-Anhalt (1997-1999)
- Sachsen (1997-1999)
- Schleswig-Holstein (1997-1999)
- Berlin[5] (1997 -2001)
- Bremen (1999)
- Nordrhein-Westfalen (1997-2001)
- Hamburg (1998, 1999)

The concentration of residues in groundwater relates to several factors, for example the time span between the sampling and the last application of the pesticide, the amounts applied, soil structure (biological activity, structure), precipitation and the environmental behaviour of the substance. Therefore, information on the concentration was neglected in the Residue Study. The number of detections of a pesticide was also not considered since monitoring data only represent a small number of samples.

Thus, any residue reported to be found in groundwater was used in this study.

Surface Water

There are several organisations, which sample pesticides in surface water. Federal states which have big streams in their area usually monitor pesticides on a regular schedule and publish Water Quality Reports. Some of those Water Quality Reports include CD ROMs with databases, some exist as hardcopy versions. Water Quality Reports from Nordrhein-Westfalen, Baden-Württemberg and Rheinland-Pfalz were obtained to get information on pesticides in the river Rhine. Data on pesticides in the river Elbe were obtained from the Working Group for a Clean Elbe (ARGE). Data on pesticides in the river Weser were obtained from the Working Group for a Clean Weser. Those working groups are founded and maintained by institutions of the federal states, which are concerned with the water quality in these rivers.

Additionally, all federal states were contacted and asked to submit data to this study. Since the data came in different qualities (sometimes as summaries, sometimes as very detailed divisions), data on the streams Rhine, Elbe and Weser were summarised independent of the State, while data on other surface water ways were summarised by state.

Monitoring programmes always reflect a momentary picture of a situation. Therefore the number of detections of a pesticide and the concentration were not considered in this study.

Seafish

Seafish is a good indicator for the overall pollution of the environment with persistent substances. They live in an environment wherein finally all persistent substances end up, and due to their place in the foodchain they accumulate those substances in their tissue.

4 Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (1997): Bericht zur Grundwasserbeschaffenheit - Pflanzenschutzmittel -, Kulturbuchverlag Berlin GmbH, Berlin, Germany

5 Only very few pesticides were tested, mostly organochlorines.

Monitoring of seafish tissue covers mostly persistent organic pollutants (POPs) and heavy metals. Pesticides, which are POPs, are not registered for use in Germany, and residues in seafish do not relate to current use in Germany. Other pesticides in seafish are not tested in German monitoring programme, therefore data do not exist.

Chemical Identification

The collected monitoring data were transferred from the sources (files, CD-ROM, hardcopies) into a database. Obvious spelling errors were corrected and double entries were deleted. Metabolites were replaced by their parent chemical, since this was the substance applied to the crop. Isomers were replaced by the usually registered molecule.

The Pesticide Action Network maintains several databases with chemical information. The data were obtained from sources such as the U.S Environmental Protection Agency (U.S. EPA)/ Office of Pesticide Programmes (OPP) Chemical Ingredients Database[6], the registration data from the Federal Biological Research Centre for Agriculture (BBA), the Compendium of Pesticides Common Names[7]and from the World Health Organisation (WHO) classification of pesticides[8].

Monitoring data usually come without Chemical Registry Abstract Numbers (CAS Numbers), therefore the existing databases were used to identify the CAS Number and the EC Number, they also delivered the information on chemical classes and use types (herbicide, fungicide, insecticide etc.)

Data Exclusion

POPs pesticides such as DDT and its metabolites, heptachlor, *alpha*-HCH, *beta*-HCH, aldrin, dieldrin, toxaphene (Parlar), chlordane are still found in food and water. They have not been registered for use in Germany for a long time. Thus, detected residues do not relate to recent use and residue data on them were excluded in this study.

Regulatory Status and Use Data

Information on the current regulatory status of the active ingredients in Germany were taken from list of authorized plant protection products of the BBA.[9] Information on the authorisation in the EU were taken from the authorisation process according to Council Directive 91/414/EEC, which concerns the placing of plant protection products on the European market and its amendments and implementing measures.[10]

Data on pesticide use in Germany were taken from the BBA report on classes and amounts of active substances in plant protection products sold in Germany and exported abroad.[11]

---

6 U.S Environmental Protection Agency (U.S. EPA)/ Office of Pesticide Programmes (OPP) (2000): Chemical Ingredients Database Query. Accessible through the website of the California EPA Department of Pesticide Regulation http://www.cdpr.ca.gov/docs/epa/epachem.htm

7 Wood, A. (2000): Compendium of Pesticide Common Names, http://www.hclrss.demon.co.uk/introduction.html

8 World Health Organisation (1999): The WHO Recommended Classification of Pesticides by Hazard and Guidelines to Classification 1998-99, (WHO/PSC/98.21/Rev.1), WHO, Vienne, Switzerland

9 Federal Republic of Germany (2001): Exchange of information according to article 12(2) Council Directive 91/414/EEC, Liste der zugelassenen Pflanzenschutzmittel (Stand: 2001-01-01), List of authorized plant protection products (2001-01-01), Berlin, Germany

10 European Commission (1991-2001): Website on Council Directive 91/414/EEC concerning the placing of plant protection product on the market, http:// europa.eu.int/comm/dfood/fs/ph_ps/pro/legal/index_en.htm, Brussels, Belgium

11 Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA) (2000): Die Ergebnisse des Meldeverfahrens nach § 19 Pflanzenschutzgesetz aus den Jahren 1997 bis 1999 in der Bundesrepublik Deutschland, Kleinmachnow, Germany

5 Results

The results of the Residue Study are displayed in Table 1 and more detailed in the appendices. Table 1 presents all detected pesticide residues and their place of occurrence. This chapter summarises the results and gives an overview of the regulatory status and the use types of the found pesticide residues in the different media.

The monitoring programmes for food, ground and surface water of the years 1997 through 2001, utilized in this study, covered some 187 pesticides, isomers and metabolites. Altogether 119 pesticides (POPs pesticides and metabolites not included) were detected: 58 in food, 59 in surface water and 61 in ground water (Table 1). The chemical class and regulatory status of these pesticides can be found in Appendix 1.

Figure 5 shows the division of the detected pesticides by type of use. 52 of the pesticides were used as herbicides, 44 as insecticides, 20 as fungicides and 4 of them were used for other purposes. The high occurrence of insecticides is quite remarkable, since they actually present only 2,5% or 755 tons of the total use in Germany (year 1997, inert gases excluded).[12]

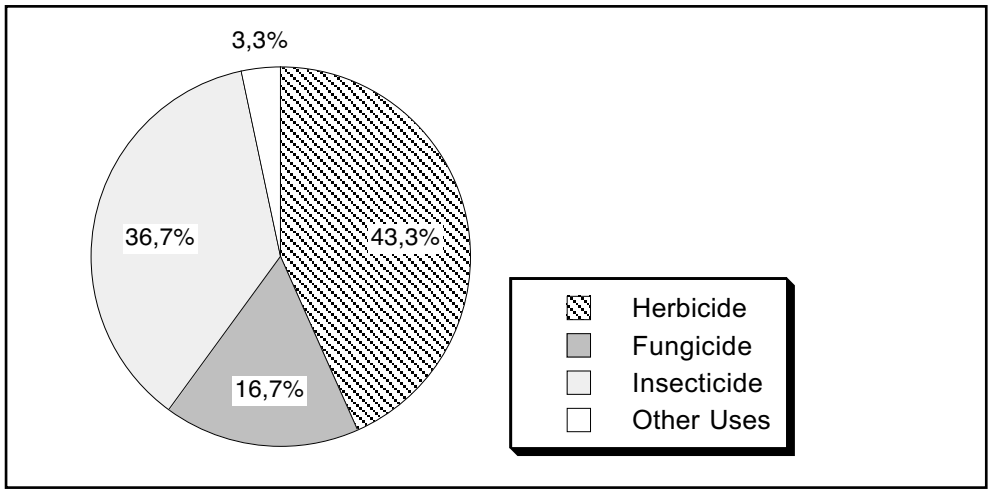


Figure 5: Use Types of the Identified Pesticides

Only 58 of the 119 active ingredients detected are still registered in Germany in 2001.

4 of the identified pesticides are newly authorised for use in the European Union and included in Annex 1 of Council Directive 91/414. 36 of the pesticides are excluded from Annex 1 and their approval will expire within the next years. 72 of the detected pesticides are still in the authorisation process of the European Union.[13]

7 registrations of the 58 pesticides registered in Germany will expire according to Council Directive 91/414. Figure 6 presents the regulatory status according to Directive 91/414 EEC.

12 Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA) (2000): Die Ergebnisse des Meldeverfahrens nach § 19 Pflanzenschutzgesetz aus den Jahren 1997 bis 1999 in der Bundesrepublik Deutschland, Kleinmachnow, Germany, data extracted from Table 8 (year 1997, total amount insecticides minus gases)

13 European Commission (1991-2001): Website on Council Directive 91/414/EEC concerning the placing of plant protection product on the market, http:// europa.eu.int/comm/dfood/fs/ph_ps/pro/legal/ index_en.htm, Brussels, Belgium

9 of the pesticides detected are believed to be ‘obsolete’ according to the World Health Organisation.[14]

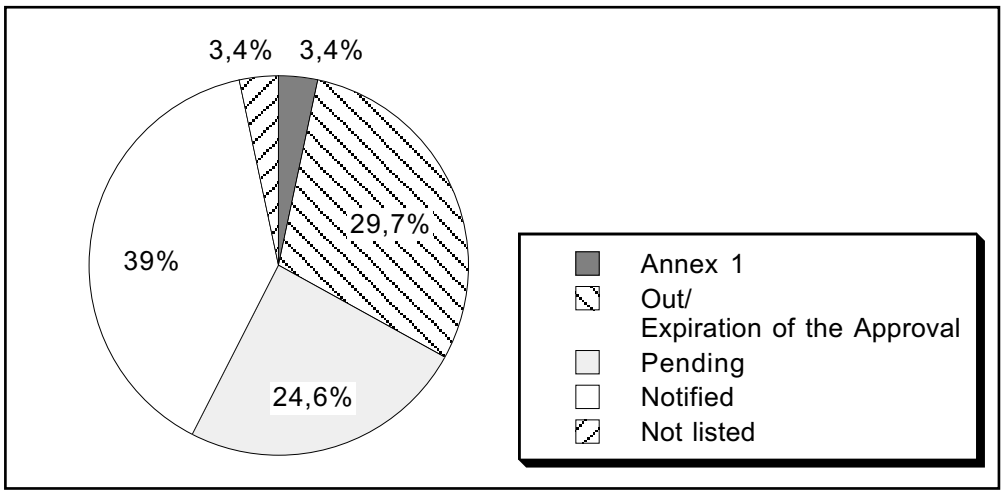


Figure 6: Regulatory Status of the Pesticides Detected According to Council Directive 91/414 EEC

Figure shows that pesticides belonging to the chemical classes organophosphorus, triazine, azole, urea and amide present over 50% of the detections. This does not necessarily reflect the reality of residue occurrences, since the detections methods and monitoring programmes do not cover all pesticides applied.

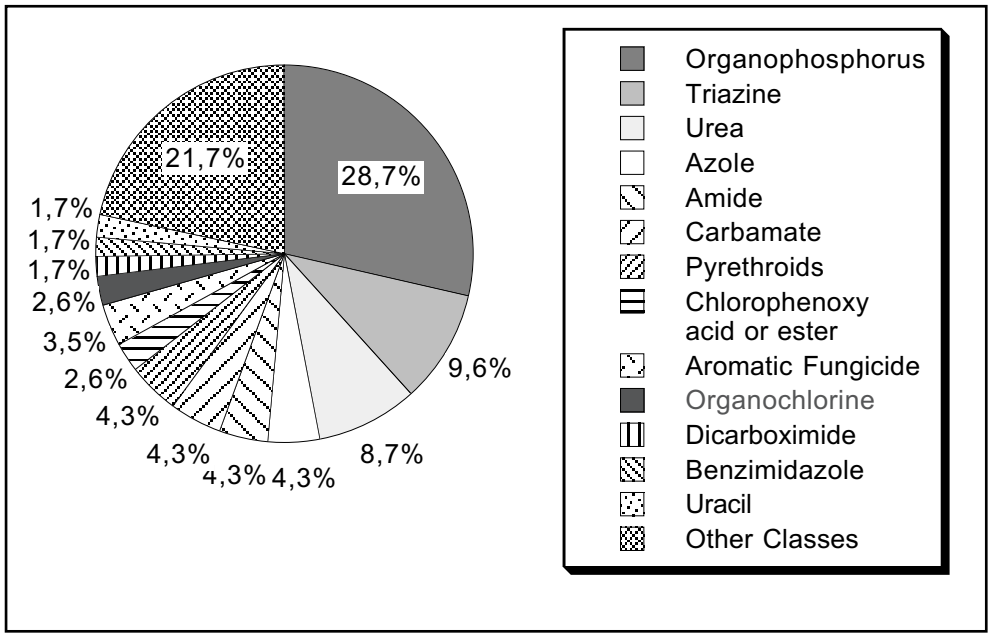


Figure 7: Major Chemical Classes of the Detected Pesticides

14 World Health Organisation (1998-99): The WHO Recommended Classification of Pesticides by Hazard And Guidelines to Classification 1998-99 (WHO/PCS/98.21/Rev.1), WHO, Vienne, Switzerland

Figure 8 and 9 show that in food, mostly insecticides and fungicides were detected, while in water (surface and groundwater) mostly herbicides and insecticides were detected. This re-

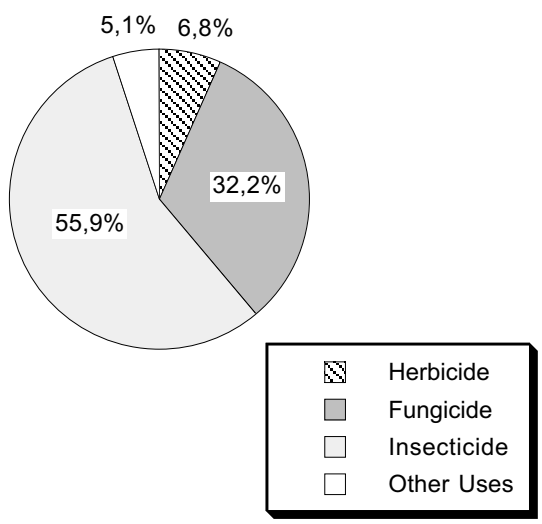


Figure 8: Use Types of Pesticides in Food

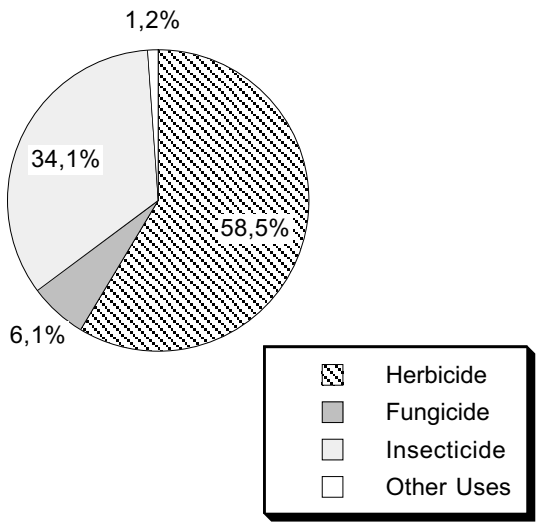


Figure 9: Use Types of Pesticides in Water

flects far more the methods of the monitoring programme, which differ considerably in frequency and detection methodology, than the actual amounts used.

Table 1: List of Detected Pesticides in Food, Surface and Ground Water in Germany[a]

Substance	CAS Number	Use Type	Food	Surface Water	Ground Water
1,2-Dichloropropane	78-87-5	Fumigant		x	x
2,4-D	94-75-7	Herbicide		x	
Alachlor	15972-60-8	Herbicide			x
Ametryn	834-12-8	Herbicide		x	x
Amitrole	61-82-5	Herbicide		x	x
Atrazine	1912-24-9	Herbicide	x	x	x
Azinphos-methyl	86-50-0	Insecticide	x	x	x
Aziprotryne	4658-28-0	Herbicide		x	
Bentazon	25057-89-0	Herbicide		x	x
Bromacil	314-40-9	Herbicide		x	x
Bromophos	2104-96-3	Insecticide	x		
Bromopropylate	18181-80-1	Acaricide	x		
Captan	133-06-2	Fungicide	x		
Carbaryl	63-25-2	Insecticide	x		
Carbendazim	10605-21-7	Fungicide	x		
Carbetamide	16118-49-3	Herbicide		x	x
Carbofuran	1563-66-2	Insecticide	x		x
Chlorfenvinphos	470-90-6	Insecticide	x		x
Chlorotoluron	15545-48-9	Herbicide		x	x
Chlorpropham	101-21-3	Herbicide	x		

Table 1: List of Detected Pesticides in Food, Surface and Ground Water in Germany[a]

Substance	CAS Number	Use Type	Food	Surface Water	Ground Water
Chlorpyrifos	2921-88-2	Insecticide	x		
Chlorpyrifos-methyl	5598-13-0	Insecticide	x		x
Cyanazine	21725-46-2	Herbicide			x
Cyfluthrin	68359-37-5	Insecticide	x		
Cypermethrin	52315-07-8	Insecticide	x		
DDVP/ dichlorvos	62-73-7	Insecticide	x		x
Deltamethrin	52918-63-5	Insecticide	x		
Demeton-s-methyl	8022-00-2	Insecticide	x		x
Desmetryne	1014-69-3	Herbicide		x	
Diazinon	333-41-5	Insecticide	x	x	x
Dichlobenil	1194-65-6	Herbicide			x
Dichlofluanid	1085-98-9	Fungicide	x		
Dichlorprop/ 2,4 DP	15165-67-0	Herbicide		x	x
Dicloran	99-30-9	Fungicide	x		
Dimefuron	34205-21-5	Herbicide		x	
Dimethoate	60-51-5	Insecticide	x	x	x
Diphenylamine	122-39-4	Fungicide	x		
Dioxathion	78-34-2	Insecticide	x		
Disulfoton	298-04-4	Insecticide	x		x
Diuron	330-54-1	Herbicide		x	x
Endosulfan	115-29-7	Insecticide	x		x
Ethidimuron	30043-49-3	Herbicide			x
Ethion	563-12-2	Insecticide	x		
Ethofumesate	26225-79-6	Herbicide			x
Etrimfos	38260-54-7	Insecticide			x
Fenamiphos	22224-92-6	Insecticide		x	
Fenchlorphos	299-84-3	Insecticide			x
Fenitrothion	122-14-5	Insecticide		x	
Fenpropimorph	67564-91-4	Fungicide	x		
Fenthion	55-38-9	Insecticide	x		x
Fenuron	101-42-8	Herbicide		x	x
Folpet	133-07-3	Fungicide	x		
Fonofos	944-22-9	Insecticide			x
Formothion	2540-82-1	Insecticide		x	
Glyphosate	1071-83-6	Herbicide		x	
Haloxyfop-R	72619-32-0	Herbicide			x
Hexazinone	51235-04-2	Herbicide		x	x
Iprodione	36734-19-7	Fungicide	x		
Isofenphos	25311-71-1	Insecticide		x	
Isoproturon	34123-59-6	Herbicide		x	x
Lambda Cyhalothrin	91465-08-6	Insecticide	x		
Lenacil	2164-08-1	Herbicide		x	
Lindane	58-89-9	Insecticide	x	x	x
Linuron	330-55-2	Herbicide		x	
Malathion	121-75-5	Insecticide	x		
MCPA	94-74-6	Herbicide		x	x
Mecoprop/ MCPP	7085-19-0	Herbicide		x	x
Metalaxyl	57837-19-1	Fungicide	x	x	x
Metamitron	41394-05-2	Herbicide		x	x

Table 1: List of Detected Pesticides in Food, Surface and Ground Water in Germany[a]

Substance	CAS Number	Use Type	Food	Surface Water	Ground Water
Metazachlor	67129-08-2	Herbicide		x	
Methabenzthiazuron	18691-97-9	Herbicide		x	x
Methamidophos	10265-92-6	Insecticide, Breakdown product	x		
Methoxychlor	72-43-5	Insecticide			x
Methyl Bromide	74-83-9	Fumigant	x		
Methyl Parathion	298-00-0	Insecticide	x	x	x
Metolachlor	51218-45-2	Herbicide		x	x
Metoxuron	19937-59-8	Herbicide		x	x
Metribuzin	21087-64-9	Herbicide		x	x
Mevinphos	7786-34-7	Insecticide	x		x
Monolinuron	1746-81-2	Herbicide			
Monuron	150-68-5	Herbicide			x
Myclobutanil	88671-89-0	Fungicide	x		
Napropamide	15299-99-7	Herbicide		x	
Nitrofen	1836-75-5	Herbicide			x
Nonachlor	3734-49-4	Insecticide			x
Norflurazon	27314-13-2	Herbicide		x	
Omethoate	1113-02-6	Insecticide, Breakdown product	x		
Oxadixyl	77732-09-3	Fungicide	x	x	x
Oxydemeton-methyl	301-12-2	Insecticide	x		
Parathion	56-38-2	Insecticide	x	x	x
PCNB/Quintozene	82-68-8	Fungicide, Wood Preservative	x		
Penconazole	66246-88-6	Fungicide		x	
Pendimethalin	40487-42-1	Herbicide		x	
Permethrin	52645-53-1	Insecticide	x		x
Phosalone	2310-17-0	Insecticide	x		
Pirimicarb	23103-98-2	Insecticide	x		x
Pirimiphos-methyl	29232-93-7	Insecticide	x		x
Procymidone	32809-16-8	Fungicide	x		
Prometryn	7287-19-6	Herbicide		x	x
Propazine	139-40-2	Herbicide		x	x
Propham	122-42-9	Herbicide	x		
Propyzamide	23950-58-5	Herbicide	x		
Pyrazon/chloridazon	1698-60-8	Herbicide		x	x
Quinalphos	13593-03-8	Insecticide		x	
Quinmerac	90717-03-6	Herbicide		x	
Sebuthylazine	7286-69-3	Herbicide		x	x
Simazine	122-34-9	Herbicide		x	x
Tebutam	35256-85-0	Herbicide		x	
Tecnazene	117-18-0	Fungicide	x		
Terbuthylazine	5915-41-3	Herbicide		x	x
Terbutryn	886-50-0	Herbicide		x	
Thiabendazole	148-79-8	Fungicide	x		
Thiometon	640-15-3	Insecticide		x	
Tolclofos-methyl	57018-04-9	Insecticide	x		
Tolylfluanid	731-27-1	Acaricide, fungicide	x		

Table 1: List of Detected Pesticides in Food, Surface and Ground Water in Germany[a]

Substance	CAS Number	Use Type	Food	Surface Water	Ground Water
Triadimefon	43121-43-3	Fungicide	x		
Triadimenol	55219-65-3	Fungicide	x		x
Trifluralin	1582-09-8	Herbicide		x	
Vinclozolin	50471-44-8	Fungicide	x		x

a The data sources can be found in the Appendices.

The results of the Residue Study are placed in Table 1 and the appendices. Table 2 summarises the contents of the appendices.

Table 2: List of Appendices

Appendix 1	Pesticide Residues and Their Regulatory Status: all detected pesticides (POPs and metabolites excluded), CAS and EC Number, use type, chemical class, residue origin, regulatory status WHO, Germany, EU-15. Data sources
Appendix 2	Pesticide Residues in German Surface Waters: detected pesticides in the rivers Rhine, Elbe and Weser, and in other surface waters by state. Data sources.
Appendix 3	Pesticide Residues in German Groundwater by State: detected pesticides in the groundwater of the states. Data sources
Appendix 4	Pesticide Residues in German Food with Plant and German Origin 1997 and 1998: detected pesticides in food by crop. Data sources

6 Discussion

In Germany a pesticide use reporting system, which delivers data on pesticide use per crop and location, does not exist. The existing monitoring programmes on pesticide residues in Germany are not related to the applications of pesticides and present only a momentary picture of the reality. However, the data presented in this study are the status quo of pesticide residue data in food and the environment in Germany.

There are a number of factors, which make the assessment of residue data difficult:

- monitoring programmes can only detect the pesticides which are looked for,
- in general, sampling in Germany does not correlate with the time of application and does not relate to the amounts of pesticides actually applied,
- the detected concentration depends on the time span between the sampling and the application,
- water monitoring programmes differ considerably from state to state.

Other major data gaps are related to the detection methods, which:

- do not cover all pesticides in food due to inexpensive and practical multi-method technologies,

- are very expensive for some substances and therefore not used on a larger scale,[15]
- typically extract only 30-90% of the residues present,[16]
- do not cover all breakdown products,
- do not cover 'inert' ingredients,[17] and
- may vary from year to year due to improved technologies, that can detect lower concentrations.

The federal food monitoring programme in Germany contains an additional error source. The detection limit is directed by the federal BgVV and only data above this particular detection limit can be reported by the state agencies.[18] Some laboratories of the state agencies, however, are actually able to detect residues below this BgVV detection limit. This means that in reality there are more pesticide residues detected in food than reported and published by the BgVV.[19]

While the German food monitoring programme distinguishes between nationally produced and imported food stuffs a comparison between food grown organically, conventionally or under IPM conditions (Integrated Pest Management) does not exist. A comparative evaluation between different productions system is therefore not possible.

Data availability in Germany is, in general, insufficient. Most water quality reports are not published annually and mostly only as raw summaries. Monitoring programme for surface waters only cover rivers. Just a fraction of the survey points sample pesticide residue at all. Lakes, ponds and drains which are valuable habitats for the reproduction of amphibia are neglected.

In addition, public data on pesticide residues in the air, in soil or in animal forage are hardly available.

7 Summary

In the Residue Study, data on pesticide residues in nationally produced food, ground and surface water are presented. The data were obtained from German Federal and State institutions.119 different pesticide residues were detected: 58 in food, 59 in surface water and 61 in groundwater.

Only 58 out of the 119 detected active ingredients are still registered in Germany in 2001. According to Directive 91/414EEC the authorization for 7 of these 58 registered pesticides will expire within the next years.

52 of the identified active ingredients are used as herbicides, 44 as insecticides, 20 as fungicides and 4 are used for other purposes.

While in food mainly insecticides (55,9%) were detected, in water mainly herbicides (58,5%) were found. A closer look at the chemical classes shows that over 50% of the detected pesti-

15 Personal communication with Dr. Domroese, Environmental Agency of Hamburg

16 Kegley, S. E., Neumeister, L., Martin, T., (1999): Disrupting the Balance, Ecological Impacts of Pesticides in California, Pesticide Action Network North America, Californians for Pesticide Reform, San Francisco, USA

17 Pesticide products contain active and 'inert' ingredients, which are substances which can enhance the efficiency of the active ingredient, make a product more degradable or easier to use. 'Inerts' are mostly handled as trade secrets of the manufacturer which means they are not labelled on the product.

18 The reporting software does not allow entries above the directed detection limit. (personal communication with Ms. Wiggers)

19 personal communication with Ms. Wiggers, Landesuntersuchungsamt für Chemie, Hygiene und Veterinärmedizin Bremen

cides belong to the chemical classes organophosphorus (28,7%), triazine (9,6%), urea (8,7%), azole (4,3%) and amide (4,3%).

These results do not reflect the amounts of pesticides sold or used in Germany since all insecticides sold present only 2,5% of the German marketshare. The high number of detected insecticides in food reflects far more the application of a certain detection methodology, which mainly detects insecticides belonging to certain chemical classes such as organophosphorus and organochlorines.

The data presented in this study can be seen as the status quo of pesticide residue data in Germany because information on pesticides in soil, air and animal tissue (except for POPs) are not available on a broader level. Monitoring programmes in Germany, except for the food monitoring, are not uniform. They differ from state to state in frequency, tested substances and detection methodology.

Monitoring data always reflect a momentary situation. In general, sampling is not related to time and amount of pesticide application and detection technologies are limited. Therefore, monitoring data are difficult to interpret.

Appendix 1 - Pesticide Residues and Their Regulatory Status

Chemical Identification					Residue Origin			Regulatory Status		
Pesticide Residue	CAS Number[a]	EC Number[b]	Use Type	Chemical Class	Food	Surface Water	Ground Water	WHO Obsolete[c]	BBA Registration[d]	Reg. Stat. 91/414
1,2-Dichloropropane	78-87-5	201-152-2	Fumigant	Halogenated organic		x	x	Yes		Notified
2,4-D	94-75-7	202-361-1	Herbicide	Chlorophenoxy acid or ester		x			2001	pending
Alachlor	15972-60-8	240-110-8	Herbicide	Amide			x			pending
Ametryn	834-12-8	212-634-7	Herbicide	Triazine		x	x			Out 7/03
Amitrole	61-82-5	200-521-5	Herbicide	Azole		x	x		2001	Annex I
Atrazine	1912-24-9	217-617-8	Herbicide	Triazine	x	x	x			pending
Azinphos-Methyl	86-50-0	201-676-1	Insecticide	Organophosphorus	x	x	x			pending
Aziprotryne	4658-28-0		Herbicide	Triazine		x		Yes		Out 7/03
Bentazon	25057-89-0	246-585-8	Herbicide	Others		x	x		2001	Annex I
Bromacil	314-40-9		Herbicide	Uracil		x	x			Out 7/03
Bromophos	2104-96-3	218-277-3	Insecticide	Organophosphorus	x			Yes		Out 7/03
Bromopropylate	18181-80-1		Acaricide	Benzilate	x					Out 7/03
Captan	133-06-2	205-087-0	Fungicide	Other organic fungicide	x				2001	Notified
Carbaryl	63-25-2	200-555-0	Insecticide	N-Methyl Carbamate	x					Notified
Carbendazim	10605-21-7	234-232-0	Fungicide	Benzimidazole	x				2001	pending
Carbetamide	16118-49-3		Herbicide	Carbanilate		x	x		2001	Notified
Carbofuran	1563-66-2	216-353-0	Insecticide	N-Methyl Carbamate	x		x		2001	Notified
Chlorfenvinphos	470-90-6	207-432-0	Insecticide	Organophosphorus	x		x		2001	Notified
Chloropropham	101-21-3		Herbicide	Other Carbamate	x				2001	pending
Chlorotoluron	15545-48-9		Herbicide	Urea		x	x		2001	pending
Chlorpyrifos	2921-88-2	220-864-4	Insecticide	Organophosphorus	x				2001	pending
Chlorpyrifos-Methyl	5598-13-0		Insecticide	Organophosphorus	x		x			pending
Cyanazine	21725-46-2	244-544-9	Herbicide	Triazine			x			Notified

Chemical Identification					Residue Origin			Regulatory Status		
Pesticide Residue	CAS Number[a]	EC Number[b]	Use Type	Chemical Class	Food	Surface Water	Ground Water	WHO Obsolete[c]	BBA Registration[d]	Reg. Stat. 91/414
Cyfluthrin	68359-37-5	269-855-7	Insecticide	Pyrethroid	x				2001	pending
Cypermethrin	52315-07-8		Insecticide	Pyrethroid	x				2001	pending
ddvp	62-73-7	200-547-7	Insecticide	Organophosphorus	x		x		2001	Notified
Deltamethrin	52918-63-5	258-256-6	Insecticide	Pyrethroid	x					pending
Demeton-S-methyl	8022-00-2		Insecticide	Organophosphorus	x		x			Out 7/03
Desmetryne	1014-69-3	213-800-1	Herbicide	Triazine		x				Out 7/03
Diazinon	333-41-5	206-373-8	Insecticide	Organophosphorus	x	x	x			Notified
Dichlobenil	1194-65-6	214-787-5	Herbicide	Nitrile			x		2001	Notified
Dichlofluanid	1085-98-9	214-118-7	Fungicide	Sulfonamide	x				2001	Out 7/03
Dichlorprop	15165-67-0	403-980-1	Herbicide	Chlorophenoxy acid or ester		x	x		2001	Out 7/03
Dicloran	99-30-9		Fungicide	Aromatic Fungicide	x					Notified
Dimefuron	34205-21-5		Herbicide	Urea		x			2001	Out 7/03
Dimethoate	60-51-5	200-480-3	Insecticide	Organophosphorus	x	x	x		2001	Notified
Dioxathion	78-34-2	201-107-7	Insecticide	Organophosphorus	x			Yes		Out 7/03
Diphenylamine	122-39-4	204-539-4	Fungicide	Others	x					Notified
Disulfoton	298-04-4	206-054-3	Insecticide	Organophosphorus	x		x			Out 7/03
Diuron	330-54-1	206-354-4	Herbicide	Urea		x	x		2001	Notified
Endosulfan	115-29-7	204-079-4	Insecticide	Organochlorine	x		x			pending
Ethidimuron	30043-49-3	250-010-6	Herbicide	Urea			x	Yes		Out 7/03
Ethion	563-12-2	209-242-3	Insecticide	Organophosphorus	x					Notified
Ethofumesate	26225-79-6	247-525-3	Herbicide	Other			x		2001	pending
Etrimfos	38260-54-7	253-855-9	Insecticide	Organophosphorus			x			Out 7/03
Fenamiphos	22224-92-6	244-848-1	Insecticide	Organophosphorus						Notified
Fenchlorphos	299-84-3	206-082-6	Insecticide	Organophosphorus			x	Yes		not listed
Fenitrothion	122-14-5	204-524-2	Insecticide	Organophosphorus						Notified

Chemical Identification					Residue Origin			Regulatory Status		
Pesticide Residue	CAS Number[a]	EC Number[b]	Use Type	Chemical Class	Food	Surface Water	Ground Water	WHO Obsolete[c]	BBA Registration[d]	Reg. Stat. 91/414
Fenpropimorph	67564-91-4	266-719-9	Fungicide	Morpholine	x				2001	Notified
Fenthion	55-38-9	200-231-9	Insecticide	Organophosphorus	x		x			pending
Fenuron	101-42-8		Herbicide	Urea			x			Out 7/03
Folpet	133-07-3	205-088-6	Fungicide	Other organic fungicide	x				2001	Notified
Fonofos	944-22-9	213-408-0	Insecticide	Organophosphorus			x			Out 7/03
Formothion	2540-82-1	219-818-6	Insecticide	Organophosphorus		x				Out 7/03
Glyphosate	1071-83-6	213-997-4	Herbicide	Organophosphorus		x			2001	pending
Haloxyfop-R	72619-32-0	406-250-0	Herbicide	Chlorophenoxy acid or ester			x		2001	Notified
Hexazinone	51235-04-2	257-074-4	Herbicide	Triazinone		x	x			Out 7/03
Iprodione	36734-19-7	253-178-9	Fungicide	Dicarboximide	x				2001	pending
Isofenphos	25311-71-1	246-814-1	Insecticide	Organophosphorus					2001	Out 7/03
Isoproturon	34123-59-6	251-835-4	Herbicide	Urea		x	x		2001	pending
Lambda-Cyhalothrin	91465-08-6	415-130-7	Insecticide	Pyrethroid	x				2001	Annex I
Lenacil	2164-08-1		Herbicide	Uracil		x				Notified
Lindane	58-89-9	200-401-2	Insecticide	Organochlorine	x	x	x			out 6/02
Linuron	330-55-2	206-356-5	Herbicide	Urea						pending
Malathion	121-75-5	204-497-7	Insecticide	Organophosphorus	x					Notified
MCPA	94-74-6	202-360-6	Herbicide	Chlorophenoxy acid or ester		x	x		2001	pending
Mecoprop	7085-19-0		Herbicide	Chlorophenoxy acid or ester		x	x			pending
Metalaxyl	57837-19-1		Fungicide	Alanine	x	x	x		2001	pending
Metamitron	41394-05-2	255-349-3	Herbicide	Triazinone		x	x		2001	Notified
Metazachlor	67129-08-2		Herbicide	Anilide		x	x		2001	Notified
Methabenzthiazuron	18691-97-9	242-505-0	Herbicide	Urea			x			Notified

Chemical Identification					Residue Origin			Regulatory Status		
Pesticide Residue	CAS Number[a]	EC Number[b]	Use Type	Chemical Class	Food	Surface Water	Ground Water	WHO Obsolete[c]	BBA Registration[d]	Reg. Stat. 91/414
Methamidophos	10265-92-6	233-606-0	Insecticide, Breakdown product	Organophosphorus	x				2001	pending
Methoxychlor	72-43-5		Insecticide	Organochlorine			x			Out 7/03
Methyl Bromide	74-83-9	200-813-2	Fumigant	Halogenated organic	x				2001	Notified
Metolachlor	51218-45-2		Herbicide	Amide		x	x		2001	Out 7/03
Metoxuron	19937-59-8	243-433-2	Herbicide	Urea						Out 7/03
Metribuzin	21087-64-9	244-209-7	Herbicide	Triazinone		x	x		2001	Notified
Mevinphos	7786-34-7	232-095-1	Insecticide	Organophosphorus	x		x			Notified
Monolinuron	1746-81-2	217-129-5	Herbicide	Urea						out 9/01
Monuron	150-68-5	205-766-1	Herbicide	Urea			x	Yes		Out 7/03
Myclobutanil	88671-89-0		Fungicide	Azole	x				2001	Notified
Napropamide	15299-99-7		Herbicide	Amide		x			2001	Notified
Nitrofen	1836-75-5	217-406-0	Herbicide	Diphenyl ether			x	Yes		not listed
Nonachlor	3734-49-4		Insecticide	Organochlorine			x			not listed
Norflurazon	27314-13-2		Herbicide	Pyridazinone		x				Out 7/03
Omethoate	1113-02-6	214-197-8	Insecticide, Breakdown product	Organophosphorus	x					Out 7/03
Oxadixyl	77732-09-3		Fungicide	Anilide	x	x	x			Out 7/03
Oxydemeton-Methyl	301-12-2	206-110-7	Insecticide	Organophosphorus	x				2001	Notified
Parathion	56-38-2	200-271-7	Insecticide	Organophosphorus	x	x	x		2001	Out
parathion-methyl	298-00-0	206-050-1	Insecticide	Organophosphorus	x	x	x		2001	pending
PCNB	82-68-8	201-435-0	Fungicide, Wood Pre-servative	Aromatic Fungicide	x					out 6/02

Chemical Identification					Residue Origin			Regulatory Status		
Pesticide Residue	CAS Number[a]	EC Number[b]	Use Type	Chemical Class	Food	Surface Water	Ground Water	WHO Obsolete[c]	BBA Registration[d]	Reg. Stat. 91/414
Penconazole	66246-88-6		Fungicide	Azole		x			2001	Notified
Pendimethalin	40487-42-1	254-938-2	Herbicide	Dinitroaniline		x			2001	pending
Permethrin	52645-53-1	258-067-9	Insecticide	Pyrethroid	x		x		2001	out 12/03
Phosalone	2310-17-0	218-996-2	Insecticide	Organophosphorus	x					Notified
Pirimicarb	23103-98-2	245-430-1	Insecticide	N-Methyl Carbamate	x		x		2001	Notified
Pirimiphos-Methyl	29232-93-7	249-528-5	Insecticide	Organophosphorus	x		x		2001	Notified
Procymidone	32809-16-8		Fungicide	Dicarboximide	x					pending
Prometryn	7287-19-6		Herbicide	Triazine		x	x			Notified
Propazine	139-40-2	205-359-9	Herbicide	Triazine		x	x			Out 7/03
Propham	122-42-9		Herbicide	Other Carbamate	x					out 4/97
Propyzamide	23950-58-5	245-951-4	Herbicide	Amide	x					pending
Pyrazon	1698-60-8	216-920-2	Herbicide	Pyridazinone		x	x		2001	Notified
Quinalphos	13593-03-8	237-031-6	Insecticide	Organophosphorus		x				Notified
Quinmerac	90717-03-6		Herbicide	Aromatic Fungicide		x			2001	Notified
Sebuthylazine	7286-69-3		Herbicide	Triazine		x	x			not listed
Simazine	122-34-9	204-535-2	Herbicide	Triazine		x	x			pending
Tebutam	35256-85-0		Herbicide	Amide		x		Yes		Out 7/03
Tecnazene	117-18-0	204-178-2	Fungicide	Aromatic Fungicide	x					out 1/03
Terbuthylazine	5915-41-3		Herbicide	Triazine		x	x		2001	Notified
Terbutryn	886-50-0		Herbicide	Triazine		x			2001	Notified
Thiabendazole	148-79-8	205-725-8	Fungicide	Benzimidazole	x				2001	Annex I
Thiometon	640-15-3	211-362-6	Insecticide	Organophosphorus		x				Out 7/03
Tolclofos-methyl	57018-04-9		Insecticide	Organophosphorus	x				2001	Notified

Chemical Identification					Residue Origin			Regulatory Status		
Pesticide Residue	CAS Number[a]	EC Number[b]	Use Type	Chemical Class	Food	Surface Water	Ground Water	WHO Obsolete[c]	BBA Registration[d]	Reg. Stat. 91/414
Tolylfluanid	731-27-1	211-986-9	Acaricide, fungicide	Pheny-Sulfamide	x				2001	Notified
Triadimefon	43121-43-3	256-103-8	Fungicide	Azole	x				2001	Notified
Triadimenol	55219-65-3		Fungicide	Azole	x		x		2001	Notified
Trifluralin	1582-09-8	216-428-8	Herbicide	Dinitroaniline					2001	Notified
Vinclozolin	50471-44-8	256-599-6	Fungicide	Dicarboximide	x		x		2001	pending

a Chemical Registry Abstract Number
b European Commission Number
c World Health Organisation
d Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft

Appendix 2 - Pesticide Residues in German Surface Waters

Pesticide Residue	Elbe	Rhein	Weser	Schleswig-Holstein	Hamburg[a]	Nordrhein-Westfalen	Sachsen-Anhalt	Sachsen	Thüringen	Baden-Württemberg
1,2-Dichloropropane		x				x				
2,4-D				x		x		x	x	
Ametryn	x						x	x		
Amitrole			x							
Atrazine	x	x	x	x		x	x			x
Azinphos-Methyl										x
Aziprotryne		x								x
Bentazon				x	x	x			x	
Bromacil		x		x						x
Carbetamide						x				
Carbofuran				x						
Chlorotoluron	x		x	x	x	x		x	x	
Desmetryne		x								x
Diazinon		x								x
Dichlorprop	x		x	x		x		x	x	
Dimefuron						x				
Dimethoate	x	x		x			x		x	x
Diuron	x	x	x	x	x	x		x	x	
Endosulfan		x		x		x			x	
Fenamiphos						x				
Fenitrothion										x
Fenuron					x					
Formothion		x								x
Glyphosate		x				x				
Hexazinone	x	x		x			x	x		x
Isofenphos						x				
Isoproturon	x	x	x	x	x	x		x	x	x
Lenacil	x						x			
Lindane	x	x	x				x	x	x	
Linuron				x						
MCPA	x			x		x		x	x	
Mecoprop	x			x	x			x	x	
Metalaxyl		x								
Metamitron				x		x				
Metazachlor	x	x	x	x		x			x	x
Methabenzthiazuron	x			x				x	x	
Metolachlor	x	x		x		x		x		x
Metoxuron						x				
Metribuzin						x				
Monolinuron						x				
Napropamide		x								x
Norflurazon		x								x
Oxadixyl		x								x

Pesticide Residue	Elbe	Rhein	Weser	Schleswig-Holstein	Hamburg[a]	Nordrhein-Westfalen	Sachsen-Anhalt	Sachsen	Thüringen	Baden-Württemberg
Parathion				x						x
Parathion-methyl	x			x			x			x
Penconazole										x
Pendimethalin										x
Prometryn	x			x			x	x		
Propazine	x	x					x	x		x
Pyrazon		x		x						
Quinalphos		x								
Quinmerac				x						
Sebuthylazine		x						x		
Simazine	x	x	x			x	x	x	x	x
Tebutam		x								x
Terbuthylazine	x	x	x	x	x	x		x	x	x
Terbutryn		x		x		x		x		
Thiometon										x
Trifluralin									x	

a Results of the Elbe sampling in Hamburg are included in the column ‘Elbe’

Data Sources:

Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (2000): Beschaffenheit der Fließgewässer, Jahresdatenkatalog 1998 (CD-ROM), Karlsruhe, Germany

Ministerium für Raumordnung, Landwirtschaft und Umwelt des Landes Sachsen-Anhalt (2001): Pflanzenschutzmittel in Grund- und Oberflächenwasser 1997-2000, submitted as table via mail in April 2001, Magdeburg, Germany

Landesamt für Umwelt und Geologie Sachsen (2001): Pflanzenschutzmittelfunde im Wasser 1997-1999, submitted as table via mail in April 2001, Dresden, Germany

Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen (1999): Gewässergütebericht ‘97, Pflanzenbehandlungs-und Schädlingsbekämpfumgmittel in Oberflächengewässern (incl. CD-ROM based database), Essen, Germany

Ministerium für Umwelt, Natur und Forsten des Landes Schleswig-Holstein (2001): Herbizide und Pestizide, die in Schleswig-Holstein in den Jahren 1997 - 2000 nachgewiesen wurden (Fließgewässer), submitted as table via mail in Mai 2001, Kiel, Germany

Arbeitsgemeinschaft für die Reinhaltung der Elbe (1998): Wassergütedaten der Elbe 1998, downloadable: www.arge-elbe.de, Hamburg, Germany

Arbeitsgemeinschaft für die Reinhaltung der Weser (2001): Wassergütedaten 1997 -1999, downloadable: http://www.nloe.de/wgstw/index.html, Hildesheim, Germany

Ministerium für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt (2000): Thüringer Umweltberichte, Erfurt, Germany

Freie und Hansestadt Hamburg Umweltbehörde (1999): Wassergütemessnetz Hamburg, Elbe und Nebengewässer, Jahresbericht 1998, Hamburg, Germany

Appendix 3 - Pesticide Residues in German Groundwater by State

Pesticide Residue	Schleswig Holstein	Hamburg	Nieder-sachsen	Nordrhein-Westfalen	Sachsen-Anhalt	Sachsen
1,2-Dichloropropane	x	x				
Alachlor			x			
Ametryn			x			
Amitrole			x			
Atrazine	x	x	x	x	x	x
Azinphos-Methyl			x			
Bentazon	x	x				x
Bromacil	x	x	x	x	x	
Carbetamide	x					
Carbofuran			x			
Chlorfenvinphos			x			
Chlorotoluron	x	x	x	x		x
Chlorpyrifos-Methyl			x			
Cyanazine	x					
DDVP/Dichlorvos			x			
Demeton-S-methyl			x			
Diazinon			x			
Dichlobenil		x	x			
Dichlorprop		x	x	x	x	x
Dimethoate			x			
Disulfoton			x			
Diuron	x	x	x	x		x
Endosulfan			x			
Ethidimuron				x		
Ethofumesate				x		
Etrimfos			x			
Fenchlorphos			x			
Fenthion			x			
Fenuron						
Fonofos			x			
Haloxyfop-R				x		
Hexazinone	x	x	x	x		x
Isoproturon	x	x	x	x	x	
Lindane	x	x	x			
MCPA	x	x		x		
Mecoprop	x	x	x	x	x	
Metalaxyl		x	x	x		
Metamitron			x	x		
Metazachlor		x		x		x
Methabenzthiazuron			x			x
Methoxychlor			x			
Metolachlor	x	x		x		
Metoxuron						x
Metribuzin			x	x		

Pesticide Residue	Schleswig Holstein	Hamburg	Nieder-sachsen	Nordrhein-Westfalen	Sachsen-Anhalt	Sachsen
Mevinphos			x			
Monuron				x		
Nitrofen			x			
Nonachlor			x			
Oxadixyl	x					
Parathion			x			
Parathion-methyl			x			
Permethrin						
Pirimicarb			x			
Pirimiphos-Methyl			x			
Prometryn		x			x	x
Propazine		x	x	x	x	x
Pyrazon/Chloridazon	x	x		x		
Simazine	x	x		x	x	x
Terbuthylazine	x	x		x	x	
Triadimenol			x			
Vinclozolin			x			

Data Sources:

Ministerium für Raumordnung, Landwirtschaft und Umwelt des Landes Sachsen-Anhalt (2001): Pflanzenschutzmittel in Grund und Oberflächenwasser 1997-2000, submitted as table via mail in April 2001, Magdeburg, Germany

Freie und Hanse Stadt Hamburg Umweltbehörde (2001): Umwelt 4/2001, Hamburg, Germany

Freie und Hanse Stadt Hamburg Umweltbehörde (1999): PSM-Wirkstoffstatistik für die Jahre 1998, 1999, submitted as table via mail in May 2001, Hamburg, Germany

Landesamt für Umwelt und Geologie Sachsen (2001): Pflanzenschutzmittelfunde im Wasser 1997-1999, submitted as table via mail in April 2001, Dresden, Germany

Ministerium für Umwelt, Natur und Forsten des Landes Schleswig-Holstein (2001): Pflanzenschutzmittelfunde im Wasser 1997-1999, submitted as table via mail in Mai 2001, Kiel, Germany

Niedersächsisches Landesamt für Ökologie (1999): Grundwasserbericht 1997, Hildesheim, Germany

Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (2001): Grundwasserbeschaffenheit - Pflanzenschutzmittel, submitted as table via mail in Mai 2001, Düsseldorf, Germany

Appendix 4 - Pesticide Residues in German Food with Plant and German Origin 1997 and 1998

Pesticide Residue	Wheat	Rye	Apple	Pear	Plum	Sweet Cherries	Wine	Strawberries	Broccoli	Kale	Spinach	Carrots	Asparagus	Zucchini	Potatoe	Celery (roots)	Lettuce
Atrazine												x					
Azinphos-Methyl			x														
Bromophos			x														
Bromopropylate			x														
Captan			x	x			x	x									x
Carbaryl			x														
Carbendazim			x					x							x	x	x
Carbofuran								x									
Chlorfenvinphos												x				x	
Chloropropham															x		
Chlorpyrifos			x	x			x					x		x		x	
Chlorpyrifos-Methyl								x									
Cyfluthrin														x			
Cypermethrin									x					x		x	x
ddvp	x											x			x		
Deltamethrin			x				x				x						
Demeton-S-methyl														x			
Diazinon	x	x															
Dichlofluanid	x	x	x	x			x	x				x			x	x	
Dicloran		x															
Dimethoate	x	x	x								x	x	x		x	x	
Dioxathion											x						
Diphenylamine	x	x	x					x							x		
Disulfoton												x					
Endosulfan			x					x	x		x	x		x			
Ethion			x														
Fenpropimorph		x														x	
Fenthion						x											
Folpet									x								
Iprodione								x			x	x			x		x
Lambda-Cyhalothrin											x						
Lindane	x	x							x	x	x			x	x	x	

Pesticide Residue	Wheat	Rye	Apple	Pear	Plum	Sweet Cherries	Wine	Strawberries	Broccoli	Kale	Spinach	Carrots	Asparagus	Zucchini	Potatoe	Celery (roots)	Lettuce
Malathion	x	x	x														
Metalaxyl	x								x						x		x
Methamidophos																	x
Methyl Bromide	x	x							x								
Mevinphos			x					x									
Myclobutanil								x									
Omethoate											x						
Oxadixyl			x								x						
Oxydemeton-Methyl														x			
Parathion			x								x	x				x	
parathion-methyl			x									x			x	x	
PCNB								x									
Permethrin									x	x	x						
Phosalone			x		x												
Pirimicarb			x						x					x			x
Pirimiphos-Methyl	x	x															
Procymidone			x				x	x	x			x	x	x			
Propham															x	x	
Propyzamide								x						x	x		
Tecnazene													x				
Thiabendazole	x			x				x		x		x	x		x		
Tolclofos-methyl												x	x				x
Tolylfluanid			x					x									
Triadimefon											x					x	
Triadimenol		x						x									
Vinclozolin	x						x	x	x	x	x	x		x			x

Data Source:

Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin (BgVV) (2001): Lebensmittelmonitoring 1997 und 1998 (only foodstuffs with plant and German origin), submitted as table via mail, March 2001, Berlin, Germany

From Law to Field

Pesticide Use Reduction in Agriculture - From Pesticide Analyses to Action

Part Two: Risk Study

Table of Contents

1	Introduction	3
2	Objectives	3
3	Methods	3
4	Classification Systems and Adverse Effects of Pesticides	8
4.1	Human Toxicity	8
4.1.1	Acute Toxicity - World Health Organisation (WHO)	8
4.1.2	Acute Toxicity - European Union	9
4.1.3	Cholinesterase Inhibition	11
4.1.4	Carcinogenicity Classification - International Agency for Research on Cancer (IARC)	12
4.1.5	Carcinogenicity Classification - U.S. Environmental Protection Agency (U.S. EPA)	12
4.1.6	Classifications of Carcinogenic, Mutagenic and Reproductive Toxicants - European Union	13
4.1.7	Chronic Toxicity - Acceptable Daily Intake (WHO/FAO)	17
4.1.8	Classification of the Selected Pesticides in the Different Systems	18
4.2	Endocrine Disruption	19
4.3	Environmental Toxicity	21
4.3.1	Classification of the European Union	21
4.3.2	Cornell University	23
4.3.3	Classification of the Selected Pesticides in the Different Systems	25
5	PAN Residue Evaluation	27
5.1	Assessment Method: Rank-Order System	28
5.2	Results	31
5.2.1	Rank-Order System	31
5.2.2	Ranking by Crop	34
6	Discussion	35
7	Summary	37
	Appendix 1 - Human Toxicity of the Evaluated Residues	38
	Appendix 2 - Selected Residues and Their Listing as Endocrine Disruptors	46
	Appendix 3 - Selected Residues and Their Environmental Hazard Assessment	48

List of Tables

Table 1:	List of Registered Pesticides Detected in Food, Surface and Ground Water in Germany	4
Table 2:	Crops grown in Germany with an arable land size bigger than 100 000 ha	5
Table 3:	Linking of the Selected Crops to the 51 Detected Residues	6
Table 4:	WHO Recommended Classification of Pesticides by Hazard	9
Table 5:	Acute Toxicity Classification - Danger Symbols and Risk Phrases in the European Union	10
Table 6:	IARC Classification of Carcinogenicity	12
Table 7:	U.S. EPA Classification of Carcinogenic Substances	13
Table 8:	EU Classification of Carcinogenic Substances	15
Table 9:	EU Classification of Mutagenic Substances	16
Table 10:	EU Classification of Substances Toxic to Reproduction	17
Table 11:	Human Toxicity of the Selected Residues	18
Table 12:	EU Classification: “Dangerous for the Environment” (aquatic)	22
Table 13:	Rating System for the Environmental Impact Quotient	24
Table 14:	The 51 Pesticides and Their Environmental Hazard Assessment	25
Table 15:	Detected Pesticides and Their Toxicological Classification and/or Specific Effects	27
Table 16:	Criteria, Categories and their Numeric Values Chosen for the Rank-Order System	29
Table 17:	Fractional Results of the Rank-Order System for the Evaluated Pesticides	31
Table 18:	Final Results of the Rank-Order System for the Evaluated Pesticides	32
Table 19:	List of Crops Sorted by the Ranking Results of the Residues Related to Them	34

List of Figures

Fig. 1:	Steps One through Five in the Rank-Order System for the Criterion Acute Toxicity (WHO)	30

1 Introduction

The Risk Study is the second part of the PAN Germany study “From Law to Field: Pesticide Use Reduction in Agriculture - From pesticide residue analysis to action”. The study “From Law to Field” represents a new approach to pesticide reduction. It looks at the current plant protection practice in Germany and develops an instrument how to reduce pesticide use, which is also applicable in other countries.

Due to the absence of field and crop specific information on pesticide use, information on pesticide residues in food and the environment served as indicators of the current plant protection practice and its impacts on the environment.

The first study, the Residue Study, is a documentation of pesticide residues in Germany and serves as a database for this Risk Study, which links the residues to their source and evaluates the toxicology of the residues using acknowledged toxicity classification systems.

The result of the first two parts of the study “From Law to Field” is a list of crops ranked by the hazard of the pesticides that were linked to those particular crops. For two crops out of this list practicable guidelines for good plant protection practices will be developed.

2 Objectives

The first aim of the Risk Study is to trace back the pesticide residues in food, ground and surface waters to their crop origin. Second aim is to look at the human and environmental toxicity of the pesticides, which were detected as residues in food and water, and to compare them using a ranking system. Final result will be a list of crops indicating their role as residue source and the toxicity of these residues.

This study also presents a practicable instrument to compare and summarise existing knowledge on the toxicity of pesticides.

3 Methods

Data Source (Pesticides Residues)

Data source for the Risk Study is the Residue Study, which documents German residue data in food and water from 1997 through 2001. The Residue Study lists 119 different pesticides, their origin and regulatory status within Germany and the European Union.

Data Exclusion

Many of the pesticides found as residues in food and water are not registered for use in Germany any more and many authorisations will expire with implementation of Council Directive 91/414 EEC. In addition, some detected pesticides are believed to be obsolete by the World Health Organisation (WHO) (see Appendix 1 in the Residue Study). Those pesticides were excluded from this study.

Due to this exclusion only 51 of the 119 pesticides were considered further in this study (Table 1).

Table 1: List of 51 Registered Pesticides Detected in Food, Surface and Ground Water in Germany

			Residue Origin		
Substance	CAS Number [a]	Use Type	Food	Ground Water	Surface Water
2,4-D	94-75-7	Herbicide			x
Amitrole	61-82-5	Herbicide		x	x
Bentazon	25057-89-0	Herbicide		x	x
Captan	133-06-2	Fungicide	x		
Carbendazim	10605-21-7	Fungicide	x		
Carbetamide	16118-49-3	Herbicide		x	x
Carbofuran	1563-66-2	Insecticide	x	x	
Chlorfenvinphos	470-90-6	Insecticide	x	x	
Chloropropham	101-21-3	Herbicide	x		
Chlorotoluron	15545-48-9	Herbicide		x	x
Chlorpyrifos	2921-88-2	Insecticide	x		
Cyfluthrin	68359-37-5	Insecticide	x		
Cypermethrin	52315-07-8	Insecticide	x		
Dichlorvos (DDVP)	62-73-7	Insecticide	x	x	
Dichlobenil	1194-65-6	Herbicide		x	
Dimethoate	60-51-5	Insecticide	x	x	x
Diuron	330-54-1	Herbicide		x	x
Ethofumesate	26225-79-6	Herbicide		x	
Fenpropimorph	67564-91-4	Fungicide	x		
Folpet	133-07-3	Fungicide	x		
Glyphosate	1071-83-6	Herbicide			x
Haloxyfop-R	72619-32-0	Herbicide		x	
Iprodione	36734-19-7	Fungicide	x		
Isoproturon	34123-59-6	Herbicide		x	x
Lambda-Cyhalothrin	91465-08-6	Insecticide	x		
MCPA	94-74-6	Herbicide		x	x
Metalaxyl	57837-19-1	Fungicide	x	x	x
Metamitron	41394-05-2	Herbicide		x	x
Metazachlor	67129-08-2	herbicide		x	x
Methamidophos	10265-92-6	Insecticide, Breakdown prod.	x		
Methyl Bromide	74-83-9	Fumigant	x		
Metribuzin	21087-64-9	Herbicide		x	x
Myclobutanil	88671-89-0	Fungicide	x		
Napropamide	15299-99-7	Herbicide			x
Oxydemeton-Methyl	301-12-2	Insecticide	x		
Parathion-methyl	298-00-0	Insecticide	x	x	x
Penconazole	66246-88-6	Fungicide			x
Pendimethalin	40487-42-1	Herbicide			x
Pirimicarb	23103-98-2	Insecticide	x	x	
Pirimiphos-Methyl	29232-93-7	Insecticide	x	x	
Pyrazon	1698-60-8	Herbicide		x	x
Quinmerac	90717-03-6	Herbicide			x
Terbuthylazine	5915-41-3	Herbicide		x	x
Terbutryn	886-50-0	Herbicide			x
Thiabendazole	148-79-8	Fungicide	x		
Tolclofos-methyl	57018-04-9	Insecticide	x		
Tolylfluanid	731-27-1	Acaricide, Fungicide	x		
Triadimefon	43121-43-3	Fungicide	x		
Triadimenol	55219-65-3	Fungicide	x	x	
Trifluralin	1582-09-8	Herbicide			x
Vinclozolin	50471-44-8	Fungicide	x	x	

a Chemical Registry Abstract Number

Residue-Source Correlation

The Risk Study took into account 17 crops (Table 3), which were tested for food residues in 1997 and 1998 by the German Federal Institute for Health Protection of Consumers and Veterinary Medicine (BgVV), and 8 crops with an arable land size bigger than 100 000 ha as listed in the Agrarbericht 2000[1] (Agricultural Report 2000) in the year 1998. These 8 crops were added in order to avoid the neglection of major crops whose pesticide treatment might cause pesticide residues in the environment especially in water (Table 2).

Table 2: Crops grown in Germany with an arable land size bigger than 100 000 ha[a]

Crop	Arable Land in 1000 ha
Peas (fodder)	169
Oats	264
Corn	341
Triticale	469
Sugar beet	503
Summer barley	678
Rapeseed	1007
Winter barley	1502

a crops covered by the food monitoring not included

The following steps led to the linking of the selected crops (Table 3) to the 51 residues considered in this study (Table 1):

1. It was assumed that a pesticide detected as residue in a certain crop had been applied to this crop in the field. Therefore the residues can act as treatment indicators for the crops in which they were found. (Two food residues, methyl bromide and dichlorvos (DDVP), are used for storage and they cannot be linked to agricultural use in fields, nurseries or orchards.)

2. German plant protection products are authorised for specific crops. The 33 pesticides detected in water were matched with the crops they are registered for according to the German Plant Protection Product Directory of 2001[2]. If a pesticide detected in water is registered for only one of the 25 crops in Table 3 the residue was linked to this particular crop only. If a detected pesticide is registered for more than one crop, the residue was linked to all of the listed crops it is registered for. Pesticides registered for use on cereals for instance, were linked to rye, wheat, oats and barley.

For only one pesticide, dichlobenil, this procedure did not work. It is not registered for use on any of the 25 crops, but for use in forestry, ornamentals, hedges and meadows.

1 Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, (2000): Agrarbericht der Bundesregierung 2000, Table 8, Berlin, Germany

2 Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (2001): Pflanzenschutzmittel-Verzeichnis, Teil 1 - Teil 5 (also accessible under: www.bba.de), Braunschweig, Germany

Table 3 lists the 25 crops which are believed to be source for one or several of the 51 residues considered in this study.

Table 3: Linking of the Selected Crops to the 51 Detected Residues

Crop	Pesticides Detected in Food	Pesticides Detected in Water and Registered for Use in the Crop
Wheat[a,c]	Dichlorvos (DDVP), Dimethoate, Metalaxyl, Methyl bromide, Pirimiphos-Methyl, Thiabendazole, Vinclozolin	2,4-D, Bentazon, Isoproturon, MCPA, Chlorotoluron, Pendimethalin, Terbutryn, Trifluralin, Methyl-parathion, Pirimicarb, Dimethoate, Triadimenol, Glyphosate
Apple[b]	Captan, Carbendazim, Chlorpyrifos, Dimethoate, Methyl-parathion, Tolyfluanid, Pirimicarb	Penconazole, 2,4-D, Amitrole, Diuron Glyphosate, MCPA, Triadimenol, Dimethoate, Methyl-parathion, Pirimicarb
Broccoli	Vinclozolin, Metalaxyl, Pirimicarb, Folpet, Cypermethrin	Chlorfenvinphos, Metazachlor, Pendimethalin
Strawberry	Carbofuran, Tolyfluanid, Carbendazim, Vinclozolin, Triadimenol, Myclobutanil, Captan, Iprodione, Thiabendazole	Dimethoate, Metamitron, Vinclozolin
Kale	Vinclozolin, Thiabendazole, Trifluralin	Metazachlor, Chlorfenvinphos, Pirimicarb
Potatoe	Thiabendazole, Carbendazim, Dichlorvos (DDVP), Dimethoate, Metalaxyl, Methyl-parathion, Chloropropham	Bentazon, Metribuzin, Iprodione, Haloxyfop-R, Dimethoate, Metalaxyl, Pirimicarb
Carrots	Vinclozolin, Dichlorvos (DDVP), Chlorfenvinphos, Chlorpyrifos, Tolclofos-methyl, Dimethoate, Iprodione, Thiabendazole, Methyl-parathion	Pendimethalin, Chlorfenvinphos, Dimethoate, Pirimicarb
Rye[c]	Triadimenol, Pirimiphos-methyl, Dimethoate, Fenpropimorph	MCPA, 2,4-D, Bentazon, Chlorotoluron, Isoproturon, Pendimethalin, Terbutryn Glyphosate, Trifluralin, Dimethoate, Triadimenol
Asparagus	Tolclofos-methyl, Dimethoate, Thiabendazole	Metribuzin, Pendimethalin, Dimethoate Vinclozolin, Haloxyfop-R
Wine	Vinclozolin, Captan, Chlorpyrifos	Amitrole, 2,4-D, Diuron, Glyphosate, MCPA, Penconazole, Metalaxyl, Methyl parathion, Triadimenol, Vinclozolin
Zucchini	Oxydemeton-methyl, Cyfluthrin, Cypermethrin, Pirimicarb, Chlorpyrifos, Vinclozolin	Metamitron, Pendimethalin
Pears [b]	Chlorpyrifos, Captan, Thiabendazole	2,4-D, Amitrole, Diuron, Glyphosate, MCPA
Sweet Cherries[d]	none of the detected pesticides in sweet cherries are still registered for use in Germany or their authorization will expire with implementation of Council Directive 91/414	2,4-D, MCPA, Dimethoate, Pirimicarb
Plums [d]	none of the detected pesticides in plums are still registered for use in Germany or their authorization will expire with implementation od Council Directive 91/414	2,4-D, MCPA, Dimethoate, Pirimicarb
Spinach	Dimethoate, Vinclozolin, Lambda-Cyhalothrin, Iprodione, Triadimefon	Pirimicarb

Table 3: Linking of the Selected Crops to the 51 Detected Residues		
Crop	Pesticides Detected in Food	Pesticides Detected in Water and Registered for Use in the Crop
Celery, root	Chlorfenvinphos, Chlorpyrifos, Dimethoate, Carbendazim, Methyl-parathion, Triadimefon, Fenpropimorph, Cypermethrin	Chlorfenvinphos
Lettuce	Cypermethrin, Captan, Carbendazim, Iprodione, Metalaxyl, Methamidophos, Pirimicarb, Tolclofos-methyl, Vinclozolin	Dimethoate, Pirimicarb, Vinclozolin
Peas (fodder, added due to large planted area)	not tested in 1997 -1998	Bentazon, Carbetamide, Pendimethalin
Oats (added due to large planted area) [c]	not tested in 1997 -1998	Glyphosate, Parathion-methyl, Pirimicarb, 2,4-D, Bentazon, MCPA
Corn (added due to large planted area)	not tested in 1997 -1998	Bentazon, Carbofuran, Glyphosate, Metalaxyl, Pendimethalin, Terbuthylazine, Terbutryn
Triticale (added due to large planted area)	not tested in 1997 -1998	Glyphosate, Parathion-methyl, Pirimicarb, Bentazon, Isoproturon, MCPA, Pendimethalin
Sugar beet (added due to large planted area)	not tested in 1997 -1998	Carbetamide, Metazachlor, Napropamide, Quinmerac, Haloxyfop-R, Triadimenol, Vinclozolin, Metazachlor, Trifluralin, Chlorfenvinphos, Ethofumesate
Summer barley (added due to large planted area) [c]	not tested in 1997 -1998	Glyphosate, Parathion-methyl, Pirimicarb, 2,4-D, Bentazon, Isoproturon, MCPA
Rapeseed (added due to large planted area)	not tested in 1997 -1998	Carbetamide, Metazachlor, Napropamide Quinmerac, Haloxyfop-R, Trifluralin, Vinclozolin, Chlorfenvinphos
Winter barley (added due to large planted area) [c]	not tested in 1997 -1998	Glyphosate, Parathion-methyl, Pirimicarb 2,4-D, Bentazon, Chlorotoluron, Isoproturon, MCPA, Pendimethalin, Terbutryn, Trifluralin

a Since the food monitoring did not distinguish between winter wheat and summer wheat, pesticides registered for both crops and found in water are added to wheat in general
b Registered applications for ‘kernel fruit’ have been added to apples and pears
c Registered applications for ‘cereal’ have been added to rye, wheat, triticale, barley and oats
d Registered applications for ‘stone fruit’ have been added to sweet cherries and plums

Consulted Classification Systems

The different classification systems are described in Chapter 4.

Pesticide Evaluation: Rank-Order System

This evaluation method is described separately in Chapter 5. 1.

4 Classification Systems and Adverse Effects of Pesticides

4. 1 Human toxicity

Human toxicity defines the different types of chronic and acute toxicity pesticides cause in humans. Chronic toxicity and irreversible damages caused by pesticides include: cancer; mutagenic, developmental, and reproductive toxicity, endocrine disruption and potential after-effects of cholinesterase inhibition.

Various, internationally established criteria for the evaluation of the degree of human toxicity exist. The generally accepted “Recommended Classification of Pesticides by Hazard And Guidelines to Classification” published by the World Health Organisation (WHO) and the Acute Toxicity Classification of the European Union (EU) were used to evaluate the acute toxicity of the 51 selected residues.

Irreversible effects were evaluated using classifications of the International Agency of Research on Cancer (IARC), the European Union, the U.S. Environmental Protection Agency (U.S. EPA), Proposition 65 of the State of California and the acceptable daily intake (ADI) of the WHO. Additional information about adverse effects, such as endocrine disrupting effects and cholinesterase inhibition are provided as well.

The procedures by which most organisations classify chemicals as carcinogenic, mutagenic or developmental and reproductive toxicants are quite similar. Usually they first develop a list of chemicals to evaluate. Then they establish a board of scientists who evaluate the available data and work out a ranking, based upon the weight of the evidence. The data evaluated include in most cases epidemiological studies on humans exposed to the chemical, as well as studies on laboratory animals. Some organisations also use the evaluation results of other authorities and apply a new classification to it. Pesticides, which have been on the market for a longer time have often been studied more extensively than ‘newer’ chemicals. The more data bases there are available, the more accurate the ranking is.

Table 11 (page 18) displays the summarised listings and categories of the 51 selected pesticides for human toxicity according to the criteria described in the following chapters. This table and a condensed documentation of the classification systems can also be found in Appendix 1.

4. 1. 1 Acute Toxicity - World Health Organisation (WHO)

The acute toxicity of a substance is widely used and accepted as criteria for risk assessment. Standardised animal tests, primarily with rats, are employed to determine the LD_{50}, the estimated dose, which is lethal to 50 percent of the tested population.

In 1975 the WHO published, with approval from the 28th World Health Assembly, their first classification of pesticides by hazard. The guidelines on the classification of individual pesticides were established in 1978 and have been continuously revised at two-year intervals.[3] The WHO classification is based on the physical state of an active ingredient (“solid” or “liquid”) and on LD_{50} values for rats via dermal and oral routes. The recommended classification of pesticides are presented in Table 4. LD_{50} values via inhalation are not included in the classification. This is a major deficiency because users of pesticides are often exposed by air. Formulations and mixtures are also not included in the classification. But their acute toxicity can be calculat-

3 World Health Organisation (1998-99): The WHO Recommended Classification of Pesticides by Hazard And Guidelines to Classification 1998-99 (WHO/PCS/98.21/Rev.1), WHO, Vienne, Switzerland

ed with the percentages and the LD_{50} values of active ingredients in the formulation or mixture. The potential increase in acute toxicity due to so-called 'inert' ingredients[4 5] is neglected in this calculation. Health effects other than acute toxicity, such as carcinogenicity, were taken into account for many compounds as well and the classification was adjusted accordingly.

Table 4: WHO Recommended Classification of Pesticides by Hazard

Classification		LD_{50} in rat (mg/kg body weight)			
		Oral		Dermal	
		Solids	Liquids	Solids	Liquids
Ia	Extremely hazardous	5 or less	20 or less	10 or less	40 or less
Ib	Highly hazardous	5 - 50	20 - 200	10-100	40 - 400
II	Moderately hazardous	50 - 500	200 - 2000	100-1000	400 - 4000
III	Slightly hazardous	Over 500	Over 2000	Over 1000	Over 4000
U	Unlikely to present hazard in normal use	Over 2000	Over 3000	-	-

Source: World Health Organisation (1998-99): The WHO Recommended Classification of Pesticides by Hazard And Guidelines to Classification 1998-99

The WHO classification guidelines are based on a collection of submitted data reviewed by the International Programme on Chemical Safety (IPCS). Any interested party can propose new entries or comment on entries, provided tests and data are representative.

If several LD_{50} values are reported, the WHO/IPCS uses the lowest reliable value. Usually the oral route values are used, except when the dermal route value places the substance in a more hazardous class.

49 of the selected pesticides are listed in the WHO classifications (Table 11 and Appendix 1).

4. 1. 2 Acute Toxicity - European Union

The major legislative framework in force dealing with dangerous substances in the European Union is the Council Directive 67/548/EEC of 27 June 1967 on the approximation of laws, regulations and administrative provisions relating to the classification, packaging and labelling of dangerous substances.[6] 28 amendments, adoptions and/ or modifications were made since the establishing of this framework. Most of them can be found on the website of the European Union.[7] The list of chemicals, their risk classification, information on labelling, packaging and safe use can be found as Annex I of this directive. This Annex I was obtained as complete and updated version from the responsible European Chemicals Bureau.[8] The classification system

4 "inert" ingredient: substances which can enhance the efficiency of the active substance, make a product more degradable or easier to use. 'Inerts' are mostly handled as trade secrets of the manufacturer, which means they are not labelled on the product and therefore not included in the calculation. (More information see footnote 5.)

5 Marquardt, S., Cox, C., Knight, H. (1998): Toxic Secrets, "Inert" Ingredients in Pesticides 1987-1997, Northwest Coalition for Alternatives on Pesticides, Californians for Pesticide Reform

6 European Union (1967): Council Directive 67/548/EEC of 27 June 1967 on the approximation of laws, regulations and administrative provisions relating to the classification, packaging and labelling of dangerous substances, Official Journal 196, Brussels, Belgium

7 European Union (2000): Legislation in Force, http://www.europa.eu.int/eur-lex/en/lif/dat/1994/en_294A0103_51.html, Brussels, Belgium

of the EU goes further than the WHO acute toxicity classification. The combination of danger symbols for acute hazards with descriptive risk phrases for acute as well as subchronic and chronic toxicity, plus the categories for mutagenic, carcinogenic and reproductive effects, present a fairly comprehensive instrument for the evaluation of chemicals.

The symbols and risk phrases describe the following effects:

- acute toxicity (lethal and irreversible effects after a single exposure)
- subacute, subchronic or chronic toxicity
- corrosive and irritant effects
- sensitising effects
- specific effects on health (carcinogenicity, mutagenicity and reproductive toxicity)

The description of the criteria can be found in the amendment paper 393L0021 (Commission Directive 93/21/EEC of 27 April 1993), a modification to the directive 67/548/ EEC.

There are three acute toxicity levels (Table 5) and, in contrast to the WHO classification, the exposure routes via air are included in the classification system. Several entries into the toxicity category define different toxicities for different exposure routes. The risk phrases 24-26/28, for instance, mean “R24: Toxic in contact with skin” and “R26/28: Very toxic by inhalation and if swallowed” (Appendix 1).

The partly remarkable differences between the acute toxicity classification of the WHO and the EU are due to the fact that the WHO incorporates other health effects in addition to the acute toxicity for some substances. The EU considers specific effects on health such as carcinogenicity, mutagenicity and reproductive toxicity in additional classification systems (see Chapter 4. 1. 6).

Table 5: Acute Toxicity Classification - Danger Symbols and Risk Phrases in the European Union

Classification		LD50 in rat mg/kg body weight			Risk Phrases
		Oral	Dermal[a]	Inhalation[b]	
T+	Very toxic	25	50	0,25	28, 27, 26, 39[c]
T	Toxic	25 -200	50 - 400	0,25 to 1	23, 24, 25, 39, 48[d]
Xn	Harmful	200 - 2000	400 - 2000	1 to 5	(22)[e], 65, 40[f], 48

a test species rat or rabbit for “Dermal”
b Lethal Concentration = LC50 in rat mg/litre par 4 hours
c Danger of very serious irreversible effects - Strong evidence that irreversible damage is likely to be caused by a single exposure
d Danger of serious damage to health by prolonged exposure
e replaced by R65
f Possible risk of irreversible effects - strong evidence that irreversible damage is likely to be caused by a single exposure

8 Personal communication with Dr. Elisabet Berggren (Classification/Labelling and Export/Import), European Chemicals Bureau, Italy, April 2001

38 of the 51 pesticides are classified according to the classification of the European Union (Table 11 and Appendix 1). The risk phrases and the symbol descriptions are listed in Appendix 1.

4. 1. 3 Cholinesterase Inhibition

Pesticides have different modes of action: organophosphorus (OP) and N-methyl carbamate (CB) pesticides inhibit primarily the acetylcholinesterase (AChE) and butyrylcholinesterase (BuChE) enzymes by phosphorylation and carbamation, respectively. This simply means that these pesticides change the enzyme structure, and therefore the enzyme becomes inactivated. Acetylcholinesterase is responsible for turning off the signal flow ensured by the neurotransmitter acetylcholine between a nerve cell and a target cell; for instance, a muscle fiber, gland or another nerve cell. Since the neurotransmitters are in charge of passing on a signal which leads to a stimulation, the inhibition of the signal-stopping enzyme leads to an overstimulation. This overstimulation causes the death of the poisoned person, usually due to pulmonary secretion and respiratory failure.[9]

As in all poisoning, the grade of poisoning is dependant upon several parameters: exposure time, exposure dose, age, gender and constitution of the affected person.

There is very little knowledge regarding the function of butyrylcholinesterase (BuChE) in the nervous system. Several uncertainties still exist. For example, it is not known if BuChE plays a role in the development and/or functioning of the nervous system, nor is it known if BuChE and/ or AChE and other esterases play a more general role in cell growth and cell death, including carcinogenesis. Through cholinergic pathways, the neurotransmitter acetylcholine acts in the entire human body: in the central nervous system (brain and spinal cord) as well as in the peripheral nervous system. Little is known about the distribution of cholinergic pathways in the brain and their functions. Behavioural, cognitive, and psychological changes can only be observed on humans because animal testing fails here in most cases. There is also little knowledge about the effects of longer term/ low dose exposures. The complexity of cholinesterase inhibition caused by pesticides can therefore hardly be assessed.

The approach of the U.S. EPA Office of Pesticide Programmes (OPP) is to measure cholinesterase inhibition in blood cells, but they also admit that more research needs to be done to appropriately address the complex effects. The Science Advisory Panel of OPP notes that *"...under SOME circumstances, measurement of SOME blood-borne cholinesterases would be appropriate to consider in establishing RfDs*[10] *for anticholinesterases...."* and *"Measured inhibition of cholinesterase activities in any of the blood fractions is best regarded as an imperfect mirror of enzyme inhibition in the true target tissues...."*[11]

At least two organisations use the measurement of cholinesterase inhibition in the blood: the California Department of Health Services (CDHS) removes agricultural workers who were in contact with highly toxic organophosphorous or carbamate compounds and whose blood plasma or red blood cell levels show a certain percentage of cholinesterase inhibition from their workplace. The World Health Organisation (WHO) has similar guidelines as the CDHS and considers plasma inhibition of 50% a 'toxic' decrease.[12]

9 Reigart, J. R., Roberts, J. R. (1999): Recognition and Management of Pesticide Poisonings, Office of Prevention, Pesticides, and Toxic Substances, US Environmental Protection Agency, Washington, USA

10 Reference Dose, (note of the author)

11 U.S. EPA, Office of Pesticide Programmes (2000): Science Policy on The Use of Data on Cholinesterase Inhibition for Risk Assessments of Organophosphorous and Carbamate Pesticides, p. 16. Office of Pesticide Programme, US Environmental Protection Agency, Washington, USA

4. 1. 4 Carcinogenicity Classification - International Agency for Research on Cancer (IARC)

The International Agency for Research on Cancer (IARC) is part of the World Health Organisation (WHO). With the assistance of international expert working groups the IARC evaluates critical reviews and evaluations of evidence of carcinogenicity and publishes them in monographs. This series of monographs started in 1972 and since then, some 860 agents have been reviewed. Participants in the working groups are individual scientists who do not represent organisations, industry or governments.Their task is:

- to ensure that all appropriate data have been collected;
- to select the relevant data;
- to prepare summaries of the data to enable the reader to follow the reasoning of the working group;
- to evaluate the results of epidemiological and experimental studies on cancer;
- to evaluate data relevant to the understanding of mechanism of action; and
- to make an overall evaluation of the carcinogenicity of the exposure to humans.[13]

The evaluation leads to a classification which is divided into five groups as displayed in Table 6.

Table 6: IARC Classification of Carcinogenicity

Category	Description
Group 1	The agent (mixture) is carcinogenic to humans.
Group 2A	The agent (mixture) is probably carcinogenic to humans.
Group 2B	The agent (mixture) is possibly carcinogenic to humans.
Group 3	The agent (mixture) is not classifiable as to its carcinogenicity to humans.
Group 4	The agent (mixture) is probably not carcinogenic to humans.

7of the 51selected pesticides are classified by the IARC (Table 11 and Appendix 1).

4. 1. 5 Carcinogenicity Classification - U.S. Environmental Protection Agency (U.S. EPA)

The U.S. EPA Office of Pesticide Programmes maintains a List of Chemicals Evaluated for Carcinogenic Potential.[14]This list is a result of the general risk assessment included in the process of the pesticide registration. This classification is quite similar to the IARC classification system, but also includes the potential exposure of humans.[15] Therefore, a low exposure po-

12 U.S. EPA, Office of Pesticide Programmes (2000): Science Policy on The Use of Data on Cholinesterase Inhibition for Risk Assessments of Organophosphorous and Carbamate Pesticides, Office of Pesticide Programme, US Environmental Protection Agency, Washington, USA

13 International Agency for Research on Cancer (1999): Preamble to the IARC Monographs, IARS Monographs, accessible through: http://www.iarc.fr/, Lyon, France

14 US Environmental Protection Agency Office of Pesticide Programmes (2000): List of Chemicals Evaluated for Carcinogenic Potential, U.S. EPA Office of Pesticide Programmes, Washington, DC, USA

tential can place a pesticide in a lower category even when sufficient evidence of carcinogenicity exists. The categories used by U.S. EPA are:

Table 7: U.S. EPA Classification of Carcinogenic Substances

Category	Description
Category A	Known to cause cancer in humans. Generally based on epidemiological data showing sufficient evidence to support a causal association between exposure to the substance and cancer.
Category B	Known to cause cancer in animals but not yet definitively shown to cause cancer in humans. These chemicals are designated “probable human carcinogens.” Category B is further split into pesticides for which some evidence exists that it causes cancer in humans (B1) and those for which evidence exists only in animals (B2).
Category C	Possible human carcinogens, where the data show limited evidence of carcinogenicity in the absence of human data.
Category D	This category is for chemicals for which the data are either incomplete or ambiguous and is labelled “cannot be determined.” This category is appropriate when tumour effects or other key data are suggestive or conflicting or limited in quantity and are thus not adequate to convincingly demonstrate carcinogenic potential for humans. In general, further chemical-specific and generic research and testing are needed to be able to describe human carcinogenic potential.
Category E	Probably not carcinogenic, with no evidence of carcinogenicity in at least two adequate animal tests in different species in adequate epidemiological and animal studies. This classification is based on available evidence and does not mean that the agent will not be a carcinogen under any circumstances.

Source: EPA (2000): List of Chemicals Evaluated for Carcinogenic Potential

28 of the 51 pesticides are evaluated by the U.S. EPA (Table 11 and Appendix 1).

4. 1. 6 Classifications of Carcinogenic, Mutagenic and Reproductive Toxicants - European Union

The classification of carcinogenic, mutagenic and reproductive toxicants is part of the Council Directive 67/548/EEC of 27 June 1967 on the approximation of laws, regulations and administrative provisions relating to the classification, packaging and labelling of dangerous substances.[16] In the 18th amendment[17] of this directive the procedure of labelling and classification is described. The process of classification differs considerably from other organisations.

The manufacturers of a substance are required to implement the testing according to Annex V of the Directive 67/548/EEC, which describes the methods to determine the physical-chemical properties, the human and the environmental toxicity.[18] They have to submit all available relevant data to the Member State in which the substance is planned to be sold. In addition, the

15 Altenburger, R., Bödeker, W., Brückmann, S., Oetken, G., Weber, C. (1999): Zur Human- und Ökotoxizität von Pestiziden, die im Bananenanbau verwendet werden, Pestizid Aktions-Netzwerk e.V. (PAN Germany), Hamburg, Germany

16 European Union (1967): Council Directive 67/548/EEC of 27 June 1967 on the approximation of laws, regulations and administrative provisions relating to the classification, packaging and labelling of dangerous substance, Official Journal 196, Brussels, Belgium

17 European Union (1993): Council Directive 93/21/EEC of 27 April 1993 adapting to technical progress for the 18th time Council Directive 67/548/EEC on the approximation of laws, regulations and administrative provisions relating to the classification, packaging and labelling of dangerous substance, Official Journal L 110, Brussels, Belgium

manufacturers have to label their products provisionally according to the EU criteria. If the manufacturers gain new relevant data, these are also to be presented as soon as possible to the Member State. The preliminary classification applied by the manufacturer is valid as long as no other conclusions about the substance can be reached or as long as no Member State has relevant information justifying (or not) the categories. Member States which have relevant data on this substance are obligated to forward this information to the Commission. The Commission forwards the information about classification and labelling of the substance to all Member States, who may notify the Commission in case their own data prove the classification inappropriate. If no objections or newer relevant data arise, the preliminary classification is valid until the substance is officially classified and registered by the EU. The following paragraphs describe the EU classification for carcinogenic and mutagenic substances and reproductive toxicity. All three classification systems do not provide a category for substances that were proven to cause no harmful effects in humans. Therefore it is not possible to tell whether a substance that is not categorised was not examined or is without hazardous effect (Table 11 and Appendix 1).

Carcinogenicity

The European Union defines three categories for carcinogenicity (Table 8). There are inherent difficulties in assigning substances to Category 1 because this is done on the basis of epidemiological data.[19] Therefore it is impossible to classify products, which have been on the market for a short time, or products with a low volume of production, i.e. low exposure potential.

Placing a substance into Categories 2 and 3 is based primarily on animal experiments. To assign a substance to Category 2, two animal species should show positive results, or one species should show clear evidence of carcinogenicity. In addition, other supporting evidence must exist.

Category 3 comprises substances, which are well investigated but for which the evidence of carcinogenic effects are insufficient for classification in Category 2. Category 3 also contains substances, which are insufficiently investigated. The available data are inadequate, but they still raise concern for humans. This classification is temporary; further investigations are necessary before a final classification can be made. For a distinction between Category 3 and a classification as non-carcinogenic, the following criteria are valid:

- the substance should not be classified in any of the categories if the mechanism of experimental tumour formation is clearly identified, with good evidence that this process cannot be extrapolated to humans,
- the substance may not be classified in any of the categories if the only available tumour data are liver tumours in certain sensitive strains of mice, without any other additional evidence,
- particular attention should be paid to cases where the only available tumour data are the occurrence of neoplasms at sites and in strains

18 This Annex is updated regularly according to the technical progress. Test methods of the OECD are mostly being used.

19 European Union (1993): Council Directive 93/21/EEC of 27 April 1993 adapting to technical progress for the 18th time Council Directive 67/548/EEC on the approximation of laws, regulations and administrative provisions relating to the classification, packaging and labelling of dangerous substance, Official Journal L 110, Brussels, Belgium

where they are well known to occur spontaneously with a high incidence.

The EU description of the criteria fails to mention whether 'newer' substances are automatically placed into Category 3 due to insufficient investigation.

Table 8: EU Classification of Carcinogenic Substances

Category	Description	Symbol & Risk Phrases
Category 1	Substances known to be carcinogenic to humans. There is sufficient evidence to establish a causal association between human exposure to a substance and the development of cancer.	T; R45 May cause cancer; T; R49 May cause cancer by inhalation
Category 2	Substances which should be regarded as if they are carcinogenic to humans. There is sufficient evidence to provide a strong presumption that human exposure to a substance may result in the development of cancer, generally on the basis of appropriate long-term animal studies or other relevant information.	T; R45 May cause cancer T; R49 May cause cancer by inhalation
Category 3	Substances which cause concern for humans owing to possible carcinogenic effects but in respect of which the available information is not adequate for making a satisfactory assessment. There is some evidence from appropriate animal studies, but this is insufficient to place the substance in Category 2.	Xn; R40 Possible risk of irreversible effects

Mutagenicity

The European Union defines three categories for mutagenicity (Table 9). With Directive 2000/32/EEC of 19th May 2000 the European Union modified the Directive 67/548EEC for the 26th time.[20] This modification deals almost solely with testing methods for mutagenic substances and had to be enforced by the Member States by the 1st June of 2001. It is expected that the application of newer test methods will change the assessment and classification of substances in the EU.

To place a substance in Category 1, positive evidence from human mutation epidemiology studies is needed. According to the EU, examples of such substances are not known to date. For Category 1 in mutagenicity assessment the same objections as for Category 1 in the assessment of Carcinogenicity (page 14) may arise. To place a substance in Category 2, positive results are needed from experiments showing mutagenic effects or other cellular interactions relevant to mutagenicity in germ cells of mammals in vivo, or mutagenic effects in somatic cells of mammals in vivo in combination with clear evidence that the substance or a relevant metabolite reaches the germ cells.

20 European Union (2000): Council Directive 2000/32/EEC of 19 May 2000 adapting to technical progress for the 26th time Council Directive 67/548/EEC on the approximation of laws, regulations and administrative provisions relating to the classification, packaging and labelling of dangerous substance, Official Journal L 136, Brussels, Belgium

It is noteworthy that the Symbol “Xn” plus the Risk Phrase 40 is used to label the Category 3 of both carcinogenicity and mutagenicity. To place a substance in Category 3, positive results are needed from experiments, showing mutagenic effects or other cellular interaction relevant to mutagenicity, in somatic cells in mammals in vivo. A distinction between Category 3 and no classification is not described.

Table 9: EU Classification of Mutagenic Substances

Category	Description	Symbol & Risk Phrases
Category 1	Substances known to be mutagenic to humans. There is sufficient evidence to establish a causal association between human exposure to a substance and heritable genetic damage.	T; R46 May cause heritable genetic damage.
Category 2	Substances which should be regarded as if they are mutagenic to humans. There is sufficient evidence to provide a strong presumption that human exposure to the substance may result in the development of heritable genetic damage, generally on the basis of appropriate animal studies, or other relevant information.	T; R46 May cause heritable genetic damage.
Category 3	Substances which cause concern for humans owing to possible mutagenic effects. There is evidence from appropriate mutagenicity studies, but this is insufficient to place the substance in Category 2.	Xn; R40 Possible risk of irreversible effects.

Reproductive Toxicity

There are three categories for the classification of substances toxic to the reproduction (Table 10). To place a substance into Category 1 sufficient evidence must exist that there is a causal relationship between impaired fertility and/ or developmental toxic effects and human exposure. This actually means that a substance newly introduced on the market cannot be placed in Category 1. To place a substance into the Categories 2 and 3 animals studies must deliver information on impaired fertility or developmental toxic effects.[21]

21 European Union (1993): Council Directive 93/21/EEC of 27 April 1993 adapting to technical progress for the 18th time Council Directive 67/548/EEC on the approximation of laws, regulations and administrative provisions relating to the classification, packaging and labelling of dangerous substance, Official Journal L 110, Brussels, Belgium

Table 10: EU Classification of Substances Toxic to Reproduction		
Category	Description	Symbol & Risk Phrases
Category 1	1. Substances known to impair fertility in humans. 2. Substances known to cause developmental toxicity in humans.	T; R60: May impair fertility. T; R61: May cause harm to the unborn child.
Category 2	1. Substances which should be regarded as if they impair fertility in humans. 2. Substances which should be regarded as if they cause developmental toxicity to humans.	T; R60: May impair fertility. T; R61: May cause harm to the unborn child.
Category 3	1. Substances which cause concern for human fertility. 2. Substances which cause concern for humans owing to possible developmental toxic effects.	Xn; R62: Possible risk of impaired fertility. Xn; R63: Possible risk of harm to the unborn child.

4. 1. 7 Chronic Toxicity - Acceptable Daily Intake (WHO/FAO)

In absence of an international classification system for chronic toxicity, the acceptable daily intake (ADI) is used in this study as a measurement for chronic toxicity.

The acceptable daily intake (ADI) has been developed to assess chronic hazards posed by pesticide residues. It is the assumed amount a human can consume on a daily basis without causing damages to health. The ADI is assigned by the Joint FAO/WHO Meeting on Pesticide Residues (JMPR) on the basis of an examination of available information, including data on the biochemical, metabolic, pharmacological, and toxicological properties of the pesticide extracted from studies of experimental animals and observations in humans. Used as the starting-point is the no-observed-adverse-effect level (NOAEL) for the most sensitive toxicological parameter, usually in the most sensitive species of experimental animal. To take into account the type of effect, the severity or reversibility of the effect, and the problems of inter- and intraspecies variability, a safety factor is applied to the NOAEL to determine the ADI for humans.[22]

For 32 of the 51 pesticides an ADI value was assigned, which can be found in Table 11 and in Appendix 1.[23]

22 Global Environment Monitoring System – Food Contamination Monitoring and Assessment Programme (GEMS/Food) and Codex Committee on Pesticide Residues (1997): Guidelines for Predicting Dietary Intake of Pesticide Residues, WHO/FSF/FOS/97.7, Programme of Food Safety and Food Aid (FAO), World Health Organization (WHO)

23 World Health Organisation/ International Programme on Chemical Safety (2000): Inventory of IPCS and other WHO pesticide evaluation and summary of toxicological evaluations performed by the Joint Meeting on Pesticide Residues (JMPR) through 2000, WHO/IPCS, Vienne, Switzerland

4. 1. 8 Classification of the selected pesticides in the different system

Table 11 shows how the selected pesticide residues are classified in the different classification systems described in 4. 1. 1 - 4. 1. 7. This table and a condensed documentation of the classification systems can also be found in Appendix 1.

Table 11: Human Toxicity of the Selected Residues

			EU Classification				Cancer Classification				
Pesticides	**CAS Number**	**WHO**	**Symbol[a]**	**Risk Phrase**	**EU Reprod.**	**EU Mutagen.**	**EU Cancer**	**IARC**	**U.S.EPA**	**ChE**	**ADI mg/kg/bw**
2,4-D	94-75-7	II	Xn	65-37-41-43-52/53					D		0,3
Amitrole	61-82-5	U	Xn	40-48/65-51/53			3	2B	B2		0,002
Bentazon	25057-89-0	III	Xn	65-36-43-52/53					E		0,1
Captan	133-06-2	U	T	23-40-41-43-50			3	3	B2		0,1
Carbendazim	10605-21-7	U	Xn	40		3			C		0,03
Carbetamide	16118-49-3	U									
Carbofuran	1563-66-2	Ib	T+	26/28-50/53						Yes	0,01
Chlorfenvinphos	470-90-6	Ib	T+	24-28-50/53						Yes	0,0005
Chloropropham	101-21-3	U						3	E	Yes	
Chlorotoluron	15545-48-9	U									0,015
Chlorpyrifos	2921-88-2	II	T	24/25-50/53					E	Yes	0,01
Cyfluthrin	68359-37-5	II	T+	23-28-50/53							0,02
Cypermethrin	52315-07-8	II							C		0,05
Dichlorvos (DDVP)	62-73-7	Ib	T+	24/25-26-43-50				2B	C	Yes	0,004
Dichlobenil	1194-65-6	U	Xn	21-51/53					C		
Dimethoate	60-51-5	II	Xn	21/65					C	Yes	0,002
Diuron	330-54-1	U	Xn	65-40-48/22-50/53			3				
Ethofumesate	26225-79-6	U		51/53					D		
Fenpropimorph	67564-91-4	U	Xn	20-38-51/53							0,003
Folpet	133-07-3	U	Xn	20-36-40-43-50			3		B2		0,1
Glyphosate	1071-83-6	U	Xi	41-51/53					E		
Haloxyfop-R	72619-32-0		Xn	65-50/53							
Iprodione	36734-19-7	U	Xn	40-50/53			3				0,06
Isoproturon	34123-59-6	III	Xn	65-40-50/53			3				
Lambda-Cyhalothrin	91465-08-6	II	T+	21-25-26-50/53							
MCPA	94-74-6	III	Xn	65-38-41							
Metalaxyl	57837-19-1	III							E		0,03
Metamitron	41394-05-2	U	Xn	65-50/53							
Metazachlor	67129-08-2	U									
Methamidophos	10265-92-6	Ib	T+	24-28-36-50					E	Yes	0,004
Methyl Bromide	74-83-9		T	23/25-36/37/38-40-48/20-50-59				3	D		
Metribuzin	21087-64-9	U	Xn	65-50/53					D		
Myclobutanil	88671-89-0	III	Xn	65-36-51/53-63					E		0,03
Napropamide	15299-99-7	U									
Oxydemeton-Methyl	301-12-2	Ib	T	24/25-50						Yes	0,0003
Parathion-methyl	298-00-0	Ia	T+	24-28				3		Yes	0,003
Penconazole	66246-88-6	U									0,03
Pendimethalin	40487-42-1	III	Xi	43-50/53					C		0,005
Pirimicarb	23103-98-2	II	T	25-50/53						Yes	0,02

Table 11: Human Toxicity of the Selected Residues

			EU Classification				Cancer Classification				
Pesticides	**CAS Number**	**WHO**	**Symbol[a]**	**Risk Phrase**	**EU Reprod.**	**EU Mutagen.**	**EU Cancer**	**IARC**	**U.S.EPA**	**ChE**	**ADI mg/kg/bw**
Pirimiphos-Methyl	29232-93-7	III	Xn	65						Yes	0,03
Pyrazon	1698-60-8	U	Xi	43-50/53							
Quinmerac	90717-03-6	U									
Terbuthylazine	5915-41-3	U							D		
Terbutryn	886-50-0	U							C		
Thiabendazole	148-79-8	U		50/53							0,1
Tolclofos-methyl	57018-04-9	U								Yes	0,07
Tolylfluanid	731-27-1	U	T	23-36/37/38-43-48/ 20-50/53							0,1
Triadimefon	43121-43-3	III	Xn	65-51/53					C		0,03
Triadimenol	55219-65-3	III							C		0,05
Trifluralin	1582-09-8	U	Xi	36-43-50/53				3	C		0,048
Vinclozolin	50471-44-8	U	T	60-61-40-43-51/53	2		3		C		0,01

a The Symbol ‘N’ for the environmental hazard has been removed in this table.

4. 2 Endocrine Disruption

The issue of endocrine (hormone) disrupting effects of pesticides is a relatively new subject. Therefore there are no confirmed lists of pesticides with endocrine disrupting properties on an official national or international (e.g. WHO, EU) level. Only in the last ten years this issue has been addressed more intensively by a wide range of scientists in several organisations. It is important to notice that not even the endocrine system of the human body is fully understood, therefore the range of effects hormone mimicking or blocking chemicals may cause cannot yet be fully understood. This chapter attempts to summarise aspects of the existing knowledge on endocrine disrupting effects on humans and the environment.

In the human body two communication systems exist which regulate all responses and functions of the body: the endocrine system and the nervous system. The endocrine system functions through chemical messengers (hormones) which are produced by glands, whereas the nervous system functions through electrochemical messengers running along certain pathways to the brain and back to the peripheral nervous system (see also Chapter 4. 1. 3 Cholinesterase Inhibition on page 11). Hormones composed by the endocrine system instruct body cells more subtly and slowly than the messengers sent over the nervous system. There are several features of the endocrine system which make it a) very complex and complicated to understand, and b) susceptible to chemical input from the outside world. Hormones are specific, slow-acting chemical messengers which travel through the bloodstream and encounter special receptors. Their effects usually continue in the body for long periods of time. The ‘specific’ nature of hormones is a particularly striking feature: this means that a hormone fits into a particular receptor, precisely as a key fits only the lock it is made for. This simple description is only a symbol. It does not depict the reality that, while many keys may fit into the lock, not all of them induce the appropriate effect, but may instead block the receptor.[24] However, the spec-

24 McLachlan, J.A., Arnold, S.F.,(1996): Environmental Estrogens, American Scientist, accessible through http://www.amsci.org/amsci/articles/96articles/McLachla.html

ification does not exclude a certain flexibility. A specific receptor can be present on different kinds of cells in different organs of the body, which means that a hormone which belongs to this receptor can be used by the body to achieve different effects in different tissues.[25]

Hormones are responsible for the regulation of a large range of human activities and functions, including mutations in DNA nucleotides, biorhythm, mood, concentration of blood calcium and blood sugar, development of secondary sex characteristics and functioning of sex organs. Since certain hormones can alter gene expression and play important roles in regulating the growth and differentiation of cells, they are also involved in carcinogenesis. This is experimentally proven in cases of prostate and breast cancer. Possibilities of environmental contamination are of great concern, in that the introduction of very small amounts of chemicals can significantly effect hormones which play such an important part in the functioning of our bodies.

Most research dealing with endocrine disrupting chemicals has either been done on the alterations of reproductive organs or on the connection between cancer and hormones. As previously explained, hormones work with a kind of lock-key scheme and this is where environmental contaminants come into play. They may mimic other hormones, which means that there are suddenly “fake” hormones in the body which have not been induced by signals from endocrine glands and which subsequently log on to the receptors and stimulate an effect. What puzzles scientists is the fact that chemicals which mimic hormones do not necessarily resemble the chemical structure of the hormone. Blocking a hormone from inducing an effect is another way environmental contaminants can act.

There is evidence that certain pesticides are endocrine disruptors, for example the organochlorine POPs pesticides DDT, dieldrin, toxaphene and chlordane, mirex, and endosulfan.[26] These pesticides act as estrogens and can alter the sex organs and/or induce cancer. The high hazard potential of endocrine disrupting chemicals has been demonstrated in lab experiments, by incidents of contamination in wildlife, and by pesticide accidents. After exposure to estrogenic pollutants an effect called ‘feminisation’ occurred in wildlife: fish species and amphibia which were exposed developed more female offspring than usual, and experiments showed that eggs (turtle eggs in this case) exposed to estrogens only develop female offspring. As a result of an accident with Kepone (synonym *chlordecone*), exposed men had a lower sperm count. The dramatic decrease in sperm count in men all over the world may be due to unintentional exposure to endocrine disrupting chemicals.[27]

Unintentional endocrine disruption is a subtle and largely unknown process the symptoms of which may be apparent only decades later in humans and wildlife. Scientists all over the world have been alerted to these possible adverse effects. While research continues to assess the hazards of these chemicals, Non-Profit Organisations[28] which apply the precautionary principle have been calling for a ban of all known and suspected endocrine disrupting chemicals. Appendix 2 lists the selected residues and their potential to disrupt the endocrine system. In the

25 Eubanks, M. W. (1997): Environmental Health Perspectives Volume 105, Number 5, National Institute of Environmental Health Sciences (NIEHS), USA

26 McLachlan, J.A., Arnold, S.F., (1996): Environmental Estrogens, American Scientist, accessible through http://www.amsci.org/amsci/articles/96articles/McLachla.html

27 McLachlan, J.A., Arnold, S.F., (1996): Environmental Estrogens, American Scientist, accessible through http://www.amsci.org/amsci/articles/96articles/McLachla.html

28 Pesticide Action Network Europe Conference (2000): PAN Europe Position on pesticides with endocrine disrupting effects, 6th through 8th October 2000, Rhöndorf, Germany

absence of existing official national or international sources, this list was compiled from other sources.

The issue of endocrine disruption extends the scope of this study by far. A short list of references is included in Appendix 2 for further reading.

4. 3 Environmental Toxicity

Pesticides can be released into the environment in many ways. Through run-off from fields they make their way into ditches, rivers, lakes. Ultimately, they reach the oceans through the water cycle. They may also leach into groundwater, which is then discharged into streams or is subsequently used for irrigation. Drift, evaporation and precipitation carry pesticides into both, nearby and far habitats. Via the foodchain accumulated in animal tissue, they can travel far distances and arrive at places in which they were never applied. Entire ecosystems are effected by the use of pesticide. Birds, mammals, insects and all other living creatures are poisoned either directly or indirectly by feeding upon poisoned food. They also experience reductions in food supply and habitat for both, themselves and their prey due to the extensive use of pesticides. Pesticides have always been created to do harm, and the chemical input into the environment is more pervasive and insidious than any other impact humans have had on their habitat.

The fate and functioning of chemicals in the environment is still unknown to a great extent. The occurrence of multiple chemicals and their reactions with each other is another serious gap in the knowledge of modern science. Environmental symptoms such as a shift in sex ratios, cancer in wildlife animals, impaired fertility and/or other physical abnormalities can barely be explained at the current stage of scientific knowledge.[29]

The few toxicity tests implemented for the pesticide registration process such as testing of the lethal concentration to certain fish species or waterfleas do not mimic reality at all. The following chapters present different approaches to assess the environmental impact of pesticides. The effects of endocrine disruption were already addressed separately in Chapter 4. 2 on page 19 because it effects human health as well as the environmental.

4. 3. 1 Classification of the European Union

Aquatic Environment

The major legislative framework in force dealing with dangerous substances in the European Union is the Council Directive 67/548/EEC of 27 June 1967, on the approximation of laws, regulations and administrative provisions relating to the classification, packaging and labelling of dangerous substances.[30] The classification of dangerous substances regarding their environmental hazards can be found in the amendment paper 393L0021[31] (Commission Directive 93/

29 Kegley, S., Neumeister, L., Martin, T., (1999): Disrupting the Balance, Ecological Impacts of Pesticides in California, Pesticide Action Network North America, Californians for Pesticide Reform, San Francisco, USA

30 European Union (1967): Council Directive 67/548/EEC of 27 June 1967 on the approximation of laws, regulations and administrative provisions relating to the classification, packaging and labelling of dangerous substance, Official Journal 196, Brussels, Belgium

31 European Union (1993): Document 393L0021, Council Directive 93/21/EEC of 27 April 1993 adapting to technical progress for the 18th time Council Directive 67/548/EEC on the approximation of laws, regulations and administrative provisions relating to the classification, packaging and labelling of dangerous substance, Official Journal L 110, Brussels, Belgium

21/EEC of 27 April 1993), a modification to the directive 67/548/ EEC. The present criteria of this classification refer to aquatic ecosystems, but it is acknowledged that certain substances may affect other ecosystems as well. Table 12 displays the classification and the applied risk phrases valid in the European Union. The tests, on which this evaluation is based, are described in Annex V of the Directive 67/548 EEC. Amendments and modifications to this Annex were added and they can be found in separate documents. Comments on the determination of certain effects can be looked up in Document 393L0021.

Table 12: EU Classification: “Dangerous for the Environment” (aquatic)

Symbol	Acute Toxicity			Risk Phrase
	Fish LC_{50}[a], mg/L, 96h	Daphnia EC_{50}[b], mg/L, 96h	Algae IC_{50}[c], mg/L 72h	
N	1	1	1	R50
N	1	1	1	R50/53
N	1 ≥ 10	1 ≥ 10	1 ≥ 10	R51/53
-	10 ≥100	10 ≥100	10 ≥100	R52/53
-	-	-	-	R52

a The LC_{50} = lethal concentration defined as the amount of pesticide per liter of aqueous solution (mg/L (ppm) or µg/L (ppb)) that is lethal to 50% of the test organisms within the stated study time.

b The EC_{50} = effective concentration defined as the amount of pesticide per liter of aqueous solution (mg/L (ppm) or µg/L (ppb)) that produces a specific measurable effect in 50% of the test organisms within the stated study time. The measurable effect is lethality for zooplankton and a reduction in photosynthetic activity by 50% for phytoplankton.

c The IC_{50} = inhibitive concentration defined as the amount of pesticide per liter of aqueous solution (mg/L (ppm) or µg/L (ppb)) that inhibits the growth of a algae culture by 50% within the stated study time.

R50: Very toxic to aquatic organisms

R51: Toxic to aquatic organisms

R52: Harmful to aquatic organisms

R53: May cause long-term adverse effects in the aquatic environment

Combined Risk Phrases mean that the substance has both effects, e.g. in “R50/53: Very toxic to aquatic organisms, may cause long-term adverse effects in the aquatic environment”.

For aquatic organisms, tests are carried out using either static or flow-through methods. In the static method, the pesticide and test organisms are added to the test solution and kept there for the remainder of the experiment. In the flow-through method, a freshly prepared, pesticide-spiked test solution flows through the test chamber continuously for the duration of the test. The flow-through method provides a higher continuous dose of the pesticide than the static method. The latter, however, does not remove waste products and may accumulate toxic breakdown products. Neither method exactly mimics a natural system. In Document 398L0073[32] from 1998 the EU recommends the flow-through method for fish according to the test method of the Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) TG 305, but also approves

32 Europäische Gemeinschaft (1998): Dokument 398L0073, Richtlinie 98/73/EG der Kommission vom 18. September 1998 zur vierundzwanzigsten Anpassung der Richtlinie 67/548/EWG des Rates zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften für die Einstufung, Verpackung und Kennzeichnung gefährlicher Stoffe an den technischen Fortschritt, Amtsblatt Nr. L 305 vom 16/11/1998, EG, Brüssel, Belgien

data from other test methods. For *Daphnia* species (preferred *Daphnia magn*a, but *Daphnia pulex* is also possible) and algae (*Selenastrum capricornutum* and *Scenedesmus subspicatus*), the static method should be applied. The Risk Phrase “R53: May cause long-term adverse effects in the aquatic environment” is applied to substances, which are not readily degraded and therefore pose a long time threat to the environment. The test methods are described in Document 392L0069[33] 17th amendment of Directive 67/548 EEC. For fish, though, the test methods in Document 398L0073 replaces the test method in Document 392L0069.

Terrestrial Environment

The EU also classifies substances according to the dangers they pose to environments other than the aquatic environment. If one of the following Risk Phrases applies to a substance the Symbol “N: Dangerous for the Environment” is to assign:

R54: Toxic to flora
R55: Toxic to fauna
R56: Toxic to soil organisms
R57: Toxic to bees
R58: May cause long-term adverse effects in the environment
R59: Dangerous for the ozone layer

The EU does not require testing for those criteria and did not define any test method in Document 392L0069[33]. Document 393L0021[31] simply states that this classification is applicable if available evidence shows that pesticides may present a danger for ecosystems and that the criteria will be elaborated later. Classifying a substance as R59 occurs whether or not the substance is listed in Annex I Group I, II, III, IV and V to Council Regulation (EEC) No. 594/91 on substances that deplete the ozone layer.[34]

The EU Symbols and Risk Phrases of the selected pesticides can be found in Table 14 and in Appendix 3.

4. 3. 2 Cornell University

The IPM Programme of Cornell University (New York) has developed an elaborate approach to assess the impact of pesticides and pest management practises on the environment. Information on physical properties, toxicities and environmental fate were gathered to develop a model called the Environmental Impact Quotient (EIQ). The equation used in calculating the EIQ is based upon the three components of agricultural production systems: a farm worker component, a consumer component, and an ecological component.[35]

Since the health hazards of the selected residues are already described in Chapter 4.1 on human toxicity, only the ecological component of the EIQ model is used here. The EIQ model is

33 Europäische Gemeinschaft (1992): Dokument 392L0069, Richtlinie 92/69/EWG der Kommission vom 31. Juli 1992 zur siebzehnten Anpassung der Richtlinie 67/548/EWG des Rates zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften für die Einstufung, Verpackung und Kennzeichnung gefährlicher Stoffe an den technischen Fortschritt, Amtsblatt Nr. L 383 vom 29/12/1992, EG, Brüssel, Belgien

34 European Union (1993): Document 393L0021, Council Directive 93/21/EEC of 27 April 1993 adapting to technical progress for the 18th time Council Directive 67/548/EEC on the approximation of laws, regulations and administrative provisions relating to the classification, packaging and labelling of dangerous substance, Official Journal L 110, Brussels, Belgium

Please note all documents are available in multiple languages on the EC website; the prefix determines the document language e.g. en_392L0069.html, de_392L0069.html

35 IPM Programme, Cornell University, New York State Agricultural Experiment Station Geneva (1999): A Method to Measure the Environmental Impact of Pesticides, accessible through http://www.nysaes.cornell.edu/ipmnet/ny/Programme_news/EIQ.html, New York, USA

built on a rating system: for each pesticide, parameter values between 1 to 5 according to the properties of the pesticide are assigned. Low values mean low impact, high values the opposite. The parameter, the applied rating system and the main data sources are displayed in Table 13.

Table 13: Rating System for the Environmental Impact Quotient

Parameter	Rating System	Data Source
Mode of Action	non-systemic 1 all herbicides 1 systemic 3	EXTOXNET, CHEM-NEWS
Acute Dermal LD_{50} for Rabbits/ Rats	> 2000 1 200 - 2000 3 200 - 5 5	EXTOXNET, CHEM-NEWS
Long-Term Health Effects	little or none 1 possible 3 definite 5	EXTOXNET, CHEM-NEWS
Plant Surface Residue Half-Life	1 -2 weeks 1 2 - 4 weeks 3 > 4 weeks 5 pre-emergent herbicides 1 post-emergent herbicides 3	EXTOXNET, CHEM-NEWS
Soil Residue Half-life	< 30 days 1 30 - 100 days 3 > 100 days 5	USDA Agricultural Research Service and Soil Conservation Service
Toxicity to Fish-96 hr LC_{50}	> 10 mg/l 1 1 - 10 mg/l 3 < 1 mg/l 5	EXTOXNET, CHEM-NEWS
Toxicity to Birds-8 day LC_{50}	> 1000 mg/l 1 100 - 1000 mg/l 3 1 - 100 mg/l 5	EXTOXNET, CHEM-NEWS
Toxicity to Bees	relatively nontoxic 1 moderately toxic 3 highly toxic 5	New York State Pesticide Recommendations
Toxicity to Beneficials	low impact 1 moderate impact 3 severe impact 5	SELCTV (Oregon State)
Groundwater and Runoff Potential	small 1 medium 3 large 5	USDA Agricultural Research Service and Soil Conservation Service

Within the components, individual factors are weighed differently. To give additional weight to individual factors, coefficients are used based on a 1 to 5 scale. The factors with the most weight are multiplied times five, medium-impact factors are multiplied times three and least-impact factors are multiplied times one. The exposure potential is expressed through factors

as well. Fish toxicity, for example, is calculated by determining the toxicity of the pesticide to fish times the probability (run-off potential) that the fish will ne exposed to the pesticide.

Even if this model is quite comprehensive and closer to the real-life situation than other approaches to environmental assessment, there are some inherent weaknesses: toxicities for algae and zooplankton, critical elements of the aquatic environment, are left out; acute toxicity to mammals is only expressed as dermal LD_{50} (exposure through the skin) and toxicity to birds only as LC_{50} (lethal concentration). The last point is especially critical, since direct ingestion of contaminated food or granular forms of pesticides are often responsible for larger bird kills.[36] Potential endocrine disrupting effects are not considered in the model as well.

For 30 of the 51 pesticides the ecological impact according to the model of Cornell University is available (Table 14 and Appendix 3).

4. 3. 3 Classification of the selected pesticides in the different system

Table 14 shows how the selected pesticide residues are classified in the different classification systems described in 4. 3. 1 and 4. 3. 2. This table and a condensed documentation of the classification systems can also be found in Appendix 3.

Table 14: The 51 Pesticides and Their Environmental Hazard Assessment

		European Union		Evaluation Cornell University (New York)						
Residue	CAS Number	Symbol	Risk Phrases	Fish	Birds	Bees	Beneficial Organism	Groundwater and Run-off Potential	Terrestrial Organisms	Ecological Impact
2,4-D	94-75-7		52/53	1	18	9	60	3	87	88
Amitrole	61-82-5	N	51/53	3	3	3	17	3	23	26
Bentazon	25057-89-0		52/53	3	18	9	51	5	78	81
Captan	133-06-2	N	50	5	6	9	29,9	1	44,9	49,9
Carbendazim	10605-21-7									
Carbetamide	16118-49-3									
Carbofuran	1563-66-2	N	50/53	5	30	15	19,4	5	64,4	69,4
Chlorfenvinphos	470-90-6	N	50/53	16,1	20,6	28,5	23	2	72,1	88,2
Chloropropham	101-21-3			15	6	3	17	1	26	41
Chlorotoluron	15545-48-9									
Chlorpyrifos	2921-88-2	N	50/53	25	45	15	19,9	1	79,9	104,9
Cyfluthrin	68359-37-5	N	50/53	5	9	45	60	1	114	119
Cypermethrin	52315-07-8			25	9	45	61,2	1	115,2	140,2
DDVP/Dichlorvos	62-73-7	N	50	9,6	15	15	19,2	1	49,2	58,8
Dichlobenil	1194-65-6	N	51/54	3	6	3	17	5	26	29
Dimethoate	60-51-5			5	30	45	60,9	3	135,9	140,9
Diuron	330-54-1	N	50/53	15	9	3	9	3	21	36
Ethofumesate	26225-79-6	N	51/53							
Fenpropimorph	67564-91-4	N	51/53							

36 Kegley, S., Neumeister, L., Martin, T., (1999): Disrupting the Balance, Ecological Impacts of Pesticides in California, Pesticide Action Network North America, Californians for Pesticide Reform, San Francisco, USA

Table 14: The 51 Pesticides and Their Environmental Hazard Assessment

Residue	CAS Number	European Union		Evaluation Cornell University (New York)						
		Symbol	Risk Phrases	Fish	Birds	Bees	Beneficial Organism	Groundwater and Run-off Potential	Terrestrial Organisms	Ecological Impact
Folpet	133-07-3	N	50	10,8	12,2	9,3	20,6	1,6	42,1	52,9
Glyphosate	1071-83-6	N	51/53	15	9	9	41,3	1	59,3	74,3
Haloxyfop-R	72619-32-0	N	50/53							
Iprodione	36734-19-7	N	50/53	15	6,2	9,3	38,3	1	53,7	68,7
Isoproturon	34123-59-6	N	50/54							
Lambda-Cyhalothrin	91465-08-6	N	50/53	25	3	15	17,5	1	35,5	60,5
MCPA	94-74-6			3	6	9	51	1	66	69
Metalaxyl	57837-19-1			1	6	9	52,5	5	67,5	68,5
Metamitron	41394-05-2	N	50/55							
Metazachlor	67129-08-2									
Methamidophos	10265-92-6	N	50	1	30	45	65,3	5	140,3	141,3
Methyl Bromide	74-83-9	N	50-59							
Metribuzin	21087-64-9	N	50/56	3	27	9	51	5	87	90
Myclobutanil	88671-89-0	N	51/53	13,7	12,2	9,3	38,3	1,6	59,7	73,4
Napropamide	15299-99-7			3	9	3	17	5	29	32
Oxydemeton-Methyl	301-12-2	N	50	5	30	27	60,6	5	117,6	122,6
Parathion-methyl	298-00-0			9	3	15	20,7	1	38,7	47,7
Penconazole	66246-88-6									
Pendimethalin	40487-42-1	N	50/53	25	9	3	17	1	29	54
Pirimicarb	23103-98-2	N	50/53	3,2	24,8	3	15	2	42,7	45,9
Pirimiphos-Methyl	29232-93-7									
Pyrazon	1698-60-8	N	50/53							
Quinmerac	90717-03-6									
Terbuthylazine	5915-41-3									
Terbutryn	886-50-0									
Thiabendazole	148-79-8	N	50/53							
Tolclofos-methyl	57018-04-9									
Tolylfluanid	731-27-1	N	50/53							
Triadimefon	43121-43-3	N	51/53							
Triadimenol	55219-65-3									
Trifluralin	1582-09-8	N	50/53	25	9	3	20	1	32	57
Vinclozolin	50471-44-8	N	51/53	5	9,2	9,3	33,2	1	51,7	56,7

5 PAN Residue Evaluation

While the previous chapter describes different approaches to assess particular effects of pesticides on human health and the environment, the following chapters will attempt to provide an overall assessment.

Several problems emerge while comparing the toxicity of pesticides. One of the most severe problems is the occurrence of data gaps, since not all of pesticides were evaluated by the organisations mentioned in this study. Another substantial problem is that the various existing classification systems cannot easily be compared, because different test methods, data and parameters are being used.

The existing classification systems, which should finally lead to conclusions on the acceptance or non-acceptance of a pesticide in the human or natural environment, are mostly based on scientific approaches such as tests of the lethal dose or the lethal concentration to 50% of a tested population of mammals, birds, fishes, zooplankton etc. Those established scientific criteria lead to a science-based acceptance or non-acceptance of chemicals in the environment. But even if a pesticide is not classified in the highest toxicity category, public concern about its effects on the environment and on human health has to be taken serious.

Table 15 shows the number of the pesticides considered in this study that is classified within the different toxicity classification systems and that have specific health effects. It demonstrates that most of the pesticides fall into several toxicity categories.

Table 15: Detected Pesticides and Their Toxicological Classification and/or Specific Effects

		WHO Ia	WHO Ib	EU T+	EU T	EU N	U.S.EPA B2	U.S.EPA C	U.S.EPA D	IARC 2B	IARC 3	EU Cancer 3	EU Muta. 3	EU Reporo. 2	ED Y	ChE Y
WHO	Ia	1		1							1				1	1
WHO	Ib		6	4	1	5		2		1					1	5
EU	T+	1	4	7		6		1		1	1				3	5
EU	T		1		7	7	1	1	1		2	2		1	3	3
EU	N		5	6	7	31	3	6	3	1	3	7		1	11	7
U.S.EPA	B2				1	3	3			1	1	3			1	
U.S.EPA	C		2	1	1	6		11		1	1	1	1	1	6	2
U.S.EPA	D				2	3			5		1				4	
IARC	2B		1	1		1	1	1		2		1			1	1
IARC	3	1		1	2	3	1	1	1		5	1			3	2
EU Cancer	3				2	7	3	1		1		7			4	
EU Muta.	3							1					1		1	
EU Repro.	2				1	1		1				1		1	1	
ED	Y	1	1	3	4	11	1	6	4	1	3	4	1	1	16	3
ChE	Y	1	5	5	3	7		2		1	2				3	12

World Health Organisation (WHO) Ia = extremely hazardous
World Health Organisation (WHO) Ib = highly hazardous
European Union (EU) T+ = very toxic
European Union (EU) T = toxic
European Union (EU) N = dangerous for the environment
U.S. EPA Cancer Classification (Chapter 4. 1. 4, page 12)
IARC Cancer Classification (Chapter 4. 1. 5, page 12)
European Union (EU) Cancer Classification (Chapter 4. 1. 6, page 13)
European Union (EU) Mutagenicity Classification (Chapter 4. 1. 6, page 13)
European Union (EU) Classification for Reproductive Toxicity (Chapter 4. 1. 6, page 13)
ED = suspected endocrine disruptors (see Appendix 2)
ChE = cholinesterase inhibitor (Chapter4. 1. 3, page 11)

How to read this table: The grey boxes present the number of pesticides placed in one toxicity classification/effect. For example, 31 pesticides are classified as Dangerous for the Environment (Symbol 'N') by the EU. To see how many of those 31 pesticides are also categorised in the other classification systems (or effects), the column up or down or the row left and right of the grey box must be read.

5. 1 Assessment Method: Rank-Order System

The German Pesticide Action Network (PAN Germany) developed an assessment method which was first used in the "Toxicological and ecotoxicological evaluation of the EU 90-substance list"[37] and which is based upon work done at the University of Bremen.[38] This method is a rank-order system built on a comparative assessment and is applied in this study. The goal of the rank-order system is to mathematically combine several criteria such as shown in Table 15 and compare the results within an existing list of pesticides.

The *first step* in the procedure is the choice of criteria and categories, which must be included in the rank-order system in order to evaluate the pesticides. The criteria chosen in this study are the acute and chronic toxicity, the carcinogenicity, the ecological impact of Cornell University and the endocrine disruptor listings. There are several reasons for exclusion of criteria in the rank-order system. There are two criteria for acute toxicity mentioned in this study (EC, WHO). In those cases, categories were chosen which have more complete data bases and/or a more comprehensive evaluation approach. Categories with large data gaps and unclear evaluation approaches were left out. An exception is the issue of endocrine disrupting properties. This issue raises enormous concern for human health and the environment. In addition there is great uncertainty regarding the effects of endocrine disrupting chemicals. In contrast to other chemically induced effects, even very low exposure doses can lead to fatal consequences.

The *second step* in the process is to assign numeric values to the different categories of toxicities or exposure potencies. This simply means a translation from, for instance, IARC's cancer category: Group 2B (the agent is possibly carcinogenic to humans) to a number. The assignment of the numeric values is flexible and greatly depends upon the existing data in the evaluated list. For category values which are already numeric, such as the ADI value or the ecological impact value, the numbers are left unchanged; here it is important to notice that in

37 Altenburger, R., Boedeker, W., Keuneke, S., Weber, C. (1995): Toxicological and ecotoxicological evaluation of the EU 90-substance list, Pesticide Action Network Germany, Bremen and Hamburg, Germany

38 Altenburger, R., Bödeker, W., Faust, M., Grimme, L. H. (1993): Comparative Hazard Identification for Pesticides: Interrelations between Physico-Chemical Properties, Tonnages, and Occurrence in Surface Waters. Science of the Total Environment, Suppl. 1633-1654.

some cases (e.g. ADI) small values mean a high toxicity. The following table presents this second step for categories used in this study.

Table 16: Criteria, Categories and their Numeric Values Chosen for the Rank-Order System

Criteria	Category	Numeric Value
Acute Toxicity	WHO Category Ia	5
	WHO Category Ib	4
	WHO Category II	3
	WHO Category III	2
	WHO Category U	1
Carcinogenicity	U.S. EPA Category B2	3
	IARC Group 2B or U.S. EPA Category C	2
	IARC Group 3 or U.S.EPA Category D	1
Chronic Toxicity	WHO/FAO Acceptable Daily Intake value (ADI)	ADI value: inverse (low value = high toxicity)
Ecological Impact	Cornell Ecological Impact	Ecological Impact value: high value = high impact
Endocrine Disrupting	“yes”, “known”, “suspected”, “probable”, EC Category 1, EC Category 2[a]	1
	not listed	0

a see Appendix 2

The *third step* is to sort the pesticide list by the numeric value of one criterion. Depending on the existing data the list has to be sorted in either ascending or descending order. In cases where high numeric values also mean high toxicity, the list has to be sorted in descending order and vice versa. For example, pesticides with a numeric value of 5 for the criterion acute toxicity (WHO ‘Ia’) would be at the top of the list.

The *fourth step* is to rank the pesticides according to their place in the sorting order. All pesticides with the equal numeric value are assigned the same rank. The rank is assigned according to the number of categorised pesticides. For example, 49 of the 51 selected residues are categorised by the WHO, meaning that the highest rank in the sorting order for the highest toxicity is 49.

The *fifth step* is the division. The assigned ranks are now divided by the number of the categorised pesticides. The result for the highest toxicity is therefore always 1.00. For example, the highest rank for the acute toxicity is 49. This value divided by the number of categorised pesticides (49) results in 1.00. The disadvantage is that pesticides with no data cannot be included in this scheme, and therefore the final results have to be analysed again. Figure 1 displays the first five steps of the rank-order system for the criterion acute toxicity (WHO) for the 49 selected pesticides.

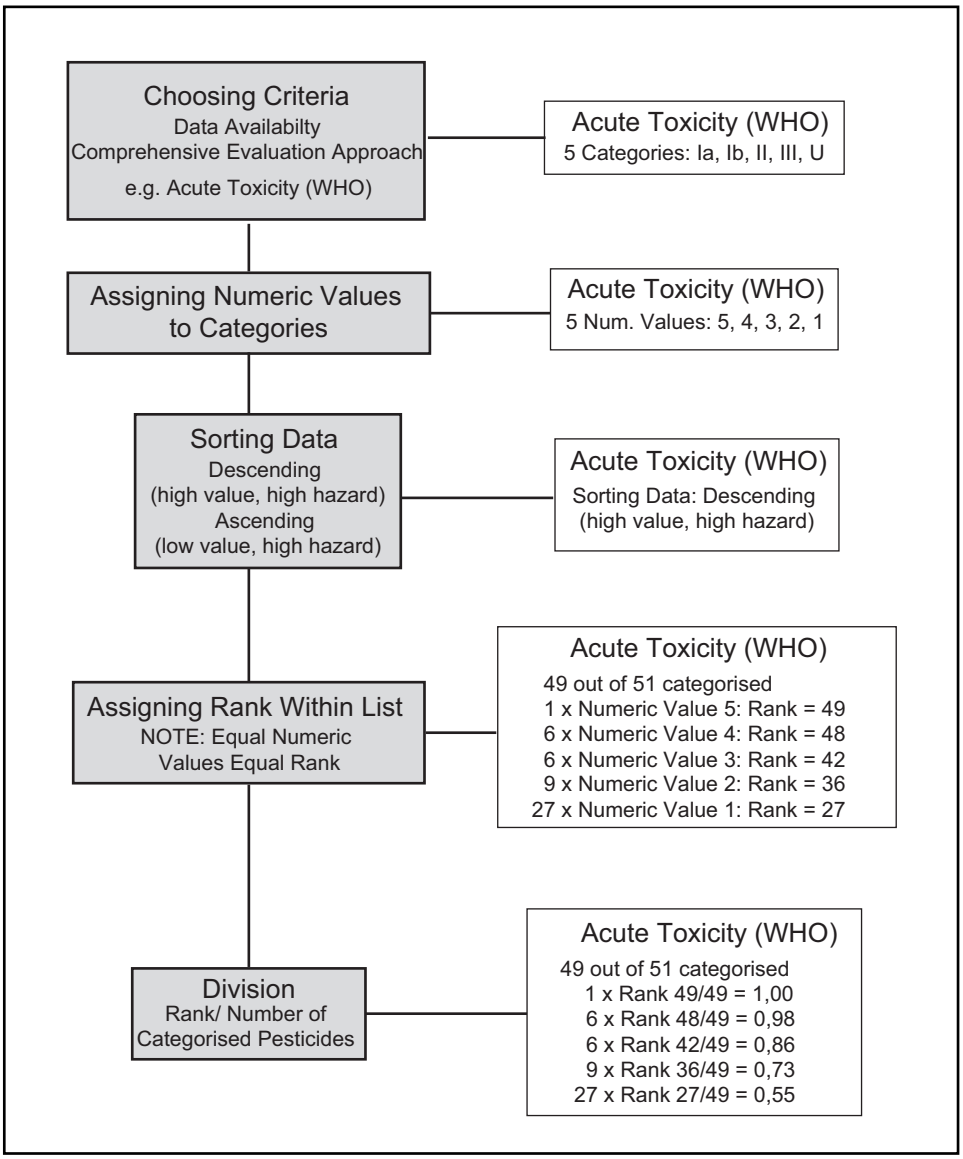


Figure 1: Steps One through Five in the Rank-Order System for the Criterion Acute Toxicity (WHO)

In this study, steps 1 through 5 were done for all pesticides with data entries in the categories presented in Table 16, with the exception of the criterion Endocrine Disrupting. Here no ranking was possible because only 1 and 0 were assigned as numeric values due to the absence of official national and international lists. The value 1 was chosen for the entries “yes”, “known”, “suspected”, “probable” and for the EC Categories 1 and 2.

The final step, the addition of the single outcomes from step five results in one value for each evaluated pesticide. Since only summarising mathematic functions were used in the rank-order scheme the final result is to interpret as follows: high values mean high toxicity. While this is true for pesticides without data gaps, pesticides with no or low data have to be evaluated differently.

5. 2 Results

5. 2. 1 Rank-Order System

Table 17 shows the rank values for the different pesticide residues within the selected classification systems (compare Table 16) as calculated with the rank-order system. The list of the evaluated pesticides in Table 17 is sorted in descending order according to the sum of the fractional ranks.

Table 17: Fractional Results of the Rank-Order System for the Evaluated Pesticides

Residue	CAS Number	Fractional Rank					Result
		Acute Toxicity (WHO)	Cancer	Chronic Toxicity (ADI)	Ecological Impact (Cornell)	ED	∑ (fractional ranks)
Dimethoate	60-51-5	0,88	0,88	0,94	0,97	1	4,66
Cypermethrin	52315-07-8	0,88	0,88	0,31	0,93	1	4,00
Parathion-methyl	298-00-0	1,00	0,42	0,88	0,23	1	3,53
Amitrole	61-82-5	0,55	1,00	0,94	0,03	1	3,52
Vinclozolin	50471-44-8	0,55	0,88	0,72	0,37	1	3,51
Chlorpyrifos	2921-88-2	0,88		0,72	0,83	1	3,43
Cyfluthrin	68359-37-5	0,88		0,59	0,87	1	3,34
Trifluralin	1582-09-8	0,55	0,88	0,34	0,40	1	3,17
Triadimefon	43121-43-3	0,73	0,88	0,53		1	3,14
Dichlorvos (DDVP)	62-73-7	0,98	0,88	0,81	0,43		3,10
2,4-D	94-75-7	0,88	0,42	0,03	0,73	1	3,06
Carbendazim	10605-21-7	0,55	0,88	0,53		1	2,96
Oxydemeton-Methyl	301-12-2	0,98		1,00	0,90		2,88
Methamidophos	10265-92-6	0,98		0,81	1,00		2,79
Metribuzin	21087-64-9	0,55	0,42		0,80	1	2,77
Iprodione	36734-19-7	0,55	0,42	0,25	0,53	1	2,75
Chlorfenvinphos	470-90-6	0,98		0,97	0,77		2,72
Pendimethalin	40487-42-1	0,73	0,88	0,75	0,33		2,69
Lambda-Cyhalothrin	91465-08-6	0,88			0,47	1	2,34
Carbofuran	1563-66-2	0,98		0,72	0,60		2,30
Diuron	330-54-1	0,55	0,42		0,13	1	2,10
Folpet	133-07-3	0,55	1,00	0,19	0,30		2,04
Captan	133-06-2	0,55	1,00	0,19	0,27		2,01
Triadimenol	55219-65-3	0,73	0,88	0,31			1,92
Myclobutanil	88671-89-0	0,73		0,53	0,63		1,90
Metalaxyl	57837-19-1	0,73		0,53	0,50		1,77
Pirimicarb	23103-98-2	0,88		0,59	0,20		1,67
Bentazon	25057-89-0	0,73		0,19	0,70		1,62
Dichlobenil	1194-65-6	0,55	0,88		0,07		1,49
Fenpropimorph	67564-91-4	0,55		0,88			1,43
Terbutryn	886-50-0	0,55	0,88				1,43

Table 17: Fractional Results of the Rank-Order System for the Evaluated Pesticides

Residue	CAS Number	Fractional Rank					Result
		Acute Toxicity (WHO)	Cancer	Chronic Toxicity (ADI)	Ecological Impact (Cornell)	ED	∑ (fractional ranks)
Methyl Bromide	74-83-9		0,42			1	1,42
MCPA	94-74-6	0,73			0,57		1,30
Pirimiphos-Methyl	29232-93-7	0,73		0,53			1,27
Glyphosate	1071-83-6	0,55			0,67		1,22
Chlorotoluron	15545-48-9	0,55		0,63			1,18
Isoproturon	34123-59-6	0,73	0,42				1,15
Chloropropham	101-21-3	0,55	0,42		0,17		1,13
Penconazole	66246-88-6	0,55		0,53			1,08
Ethofumesate	26225-79-6	0,55	0,42				0,97
Terbuthylazine	5915-41-3	0,55	0,42				0,97
Tolclofos-methyl	57018-04-9	0,55		0,22			0,77
Thiabendazole	148-79-8	0,55		0,19			0,74
Tolylfluanid	731-27-1	0,55		0,19			0,74
Napropamide	15299-99-7	0,55			0,10		0,65
Carbetamide	16118-49-3	0,55					0,55
Metamitron	41394-05-2	0,55					0,55
Metazachlor	67129-08-2	0,55					0,55
Pyrazon	1698-60-8	0,55					0,55
Quinmerac	90717-03-6	0,55					0,55
Haloxyfop-R	72619-32-0						0,00

In Table 17, three fractional ranks (chronic, acute toxicity and carcinogenicity) are assigned to human toxicity, one to environmental toxicity, and one to endocrine disruption (ED), which effects human beings as well as the environment. To treat human and environmental toxicity equally, the results for human toxicity were summarised. In order to create one human toxicity rank the fractional rank values for acute toxicity, chronic and carcinogenicity were added and divided by the number of entries (as not all of the pesticides have entries for all three values). The environmental impact rank as well as the ED rank remained unchanged. Table 18 lists the final results.

Table 18: Final Results of the Rank-Order System for the Evaluated Pesticides

Residue	CAS Number	Fractional Rank			Result
		Human Toxicity Rank (SUM)	Ecological Impact (Cornell)	ED	∑ (fractional ranks)
Dimethoate	60-51-5	0,90	0,97	1	2,86
Chlorpyrifos	2921-88-2	0,80	0,83	1	2,63
Cypermethrin	52315-07-8	0,69	0,93	1	2,62
Cyfluthrin	68359-37-5	0,74	0,87	1	2,60

Table 18: Final Results of the Rank-Order System for the Evaluated Pesticides

Residue	CAS Number	Fractional Rank			Result
		Human Toxicity Rank (SUM)	Ecological Impact (Cornell)	ED	∑ (fractional ranks)
Lambda-Cyhalothrin	91465-08-6	0,88	0,47	1	2,35
Metribuzin	21087-64-9	0,48	0,80	1	2,28
2,4-D	94-75-7	0,44	0,73	1	2,18
Vinclozolin	50471-44-8	0,71	0,37	1	2,08
methyl-parathion	298-00-0	0,76	0,23	1	2,00
Trifluralin	1582-09-8	0,59	0,40	1	1,99
Iprodione	36734-19-7	0,41	0,53	1	1,94
Methamidophos	10265-92-6	0,90	1,00		1,90
Oxydemeton-Methyl	301-12-2	0,99	0,90		1,89
Amitrole	61-82-5	0,83	0,03	1	1,86
Chlorfenvinphos	470-90-6	0,97	0,77		1,74
Triadimefon	43121-43-3	0,71		1	1,71
Carbendazim	10605-21-7	0,65		1	1,65
Diuron	330-54-1	0,48	0,13	1	1,62
Carbofuran	1563-66-2	0,85	0,60		1,45
Methyl Bromide	74-83-9	0,42		1	1,42
Dichlorvos (DDVP)	62-73-7	0,89	0,43		1,32
MCPA	94-74-6	0,73	0,57		1,30
Myclobutanil	88671-89-0	0,63	0,63		1,27
Glyphosate	1071-83-6	0,55	0,67		1,22
Bentazon	25057-89-0	0,46	0,70		1,16
Metalaxyl	57837-19-1	0,63	0,50		1,13
Pendimethalin	40487-42-1	0,79	0,33		1,12
Pirimicarb	23103-98-2	0,74	0,20		0,94
Folpet	133-07-3	0,58	0,30		0,88
Captan	133-06-2	0,58	0,27		0,85
Dichlobenil	1194-65-6	0,71	0,07		0,78
Fenpropimorph	67564-91-4	0,71			0,71
Terbutryn	886-50-0	0,71			0,71
Napropamide	15299-99-7	0,55	0,10		0,65
Chloropropham	101-21-3	0,48	0,17		0,65
Triadimenol	55219-65-3	0,64			0,64
Pirimiphos-Methyl	29232-93-7	0,63			0,63
Chlorotoluron	15545-48-9	0,59			0,59
Isoproturon	34123-59-6	0,58			0,58
Carbetamide	16118-49-3	0,55			0,55
Metamitron	41394-05-2	0,55			0,55
Metazachlor	67129-08-2	0,55			0,55

Table 18: Final Results of the Rank-Order System for the Evaluated Pesticides					
		Fractional Rank			Result
Residue	CAS Number	Human Toxicity Rank (SUM)	Ecological Impact (Cornell)	ED	$\sum$ (fractional ranks)
Pyrazon	1698-60-8	0,55			0,55
Quinmerac	90717-03-6	0,55			0,55
Penconazole	66246-88-6	0,54			0,54
Ethofumesate	26225-79-6	0,48			0,48
Terbuthylazine	5915-41-3	0,48			0,48
Tolclofos-methyl	57018-04-9	0,38			0,38
Thiabendazole	148-79-8	0,37			0,37
Tolylfluanid	731-27-1	0,37			0,37
Haloxyfop-R	72619-32-0	-			-

The assigned values cannot provide a valid evaluation for individual active ingredients. The objective of the ranking is rather to compare the different pesticide residues by using a limited number of criteria. Even due to data gaps it can be said, however, that the pesticides on top of the list are particularly dangerous to human health and the environment.

5. 2. 2 Ranking by Crop

The results of the rank-order method (Table 18) were used in order evaluate the toxicity of the pesticides used on the crops listed in Table 3. Two methods were applied for each crop: 1. the ranking results of all pesticides that were related to that particular crop (as residue in food or water) were added and 2. this sum was subsequently divided by the number of the related residues (Table 19). The pesticides dichlorvos (DDVP) and methyl bromide were excluded from the calculation, since they are not registered for agricultural use and the detected residues are rather linked to applications during the storage of the crops.

Table 19: List of Crops Sorted by the Ranking Results of the Residues Related to Them				
Crop	Number of Detected Pesticides	Sum of the Individual Ranking Results	Average Ranking Result	Planted Area in 1998 in 1000 ha
Wheat	17	35,88	1,26	2791
Apple	14	33,20	1,48	36
Wine	12	28,45	1,50	n.a.
Lettuce	10	26,89	1,64	n.a.
Carrots	10	26,47	1,61	n.a.
Rye	13	26,09	1,21	936
Celery, root	8	25,86	1,99	n.a.
Strawberry	11	24,03	1,28	n.a.
Potatoe	11	23,59	1,36	297
Sugar beets	12	23,12	1,20	503
Zucchini	8	22,08	1,80	n.a.
Winter barley	11	22,02	1,25	1502
Broccoli	8	18,95	1,38	n.a.

Table 19: List of Crops Sorted by the Ranking Results of the Residues Related to Them				
Crop	Number of Detected Pesticides	Sum of the Individual Ranking Results	Average Ranking Result	Planted Area in 1998 in 1000 ha
Spinach	6	18,08	1,98	n.a.
Pears	8	17,38	1,50	n.a.
Triticale	8	16,25	1,31	469
Asparagus	7	15,14	1,30	n.a.
Summer Barley	7	13,55	1,34	678
Oats	6	12,40	1,47	264
Kale	6	12,36	1,28	n.a.
Corn	7	11,99	1,04	341
Rape seed	8	11,70	1,01	1007
Sweet Cherries	4	10,70	1,82	n.a.
Plums	4	10,70	1,82	n.a.
Peas fodder	3	4,87	0,94	169

Table 19 also lists information on the planted area of the crops. The areas result in a total acreage of over 9 million hectare or 52% of the total German agricultural acreage, meadows and pastures included.[39] The table shows that the cultivation of wheat and apple is linked to the highest number of residues and also to the highest sum of the ranking values. In the cultivation of the 2 vegetables celery and spinach the number of applied pesticides was lower than in apple or wheat, but their average toxicity (column 4, Table 19) is higher than in all other crops examined.

6 Discussion

This study represents an instrument for a crop evaluation based upon the toxicity of detected residues in food and water. 17 crops were analysed for a certain number of pesticides within the German food monitoring 1997/1998. 8 crops were added to the list due to their large cultivation area in Germany.

The instrument was developed in absence of actual crop specific use data and contains therefore several weaknesses. The data are based on residue data.[40] While the food residues could be linked to the crop-source, for the water residues this could not be done easily. The crop-residue correlation for the water residues is basically an assumption based upon the registration database of the BBA. However, those 25 crops represent 52% of the total agricultural area and the probability that water residues originate partly from those 25 crops is reasonably high. Nevertheless, a crop and site specific pesticide use reporting system could deliver more exact data on the use of pesticides and the potential environmental impacts.

39 Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, (2000): Agrarbericht der Bundesregierung 2000, Table 8, Berlin, Germany

40 The monitoring programmes have already been discussed in the Chapter Discussion in the ‘Residue Study’.

A rank-order system was used to compare the 51 pesticides regarding their human and environmental toxicity. The criteria used in the ranking method are national, international and/or scientific classification systems, which are mostly extrapolations from animal studies, done with few species. Therefore toxicity classifications as presented in this study can reflect reality only partly. Nonetheless, the 7 different classifications systems and/or criteria on human and environmental toxicity used in this study, present a comprehensive picture of the toxicity information of the 51 pesticides.

The environmental and human health effect endocrine disruption was included in the ranking. The knowledge on the effects of pesticide on endocrine systems is small and an international classification does not exist. But in order to address this newly recognised effect it was still included.

The ranking-order system utilized here strongly depends on available data. Pesticides with data gaps appear to be ‘less toxic’ than those with comprehensive data. This underlines the urgent need for more detailed data on the hazardous effects of pesticides.

The results of the ranking of the crops by the toxicity of the pesticides, which are related to them, cannot provide a valid evaluation for the environmental hazard the cultivation of a certain crop constitutes. They can, however, help to decide, for which crops it is most crucial to develop more environmentally sound farming practices.

Wheat and apple cultivation are linked to the highest number of pesticides. This also results in the highest value for the sum of the individual ranking results of the related pesticides. The average ranking results for both crops, though, are relatively low because the high number of used pesticides contains some that are less toxic or for which were less data available.

On the other hand, Table 19 shows that there are some vegetables and fruits, e.g. celery, spinach and sweet cherries, that were related to fewer pesticides. Therefore the sums of the individual rankings are lower than in apple or wheat. But there average ranking results are remarkably high because the few pesticides used have a high toxicity value. This is most pronounced in celery, which has the highest average ranking result and is quite high up on the list for the sum of ranking results as well, even though only 8 different pesticides were linked to its cultivation.

It is difficult to decide whether the use of many different pesticides, some of which presumably are less toxic (apple and wheat), or the use of few, but highly hazardous pesticides on one crop (e.g. celery, spinach) has a more negative impact on humans and the environment. Regarding the big size of the planted area for apple and wheat compared to the other fruits and vegetables it is recommended to start with these two crops when developing practicable guidelines for good plant protection practices. Apples can serve as an example for a fruit grown in an orchard system. It would be interesting to evaluate why there are still so many residues derived from apple cultivation even though Integrated Pest Management (IPM) is already applied. Wine, sweet cherries and plums are also cultivated in an orchard system. Recommendations developed for apple cultivation can maybe be extrapolated to these crops.
Wheat is an example for cereals. Presumably there is a high potentials for residue reduction because an Integrated Pest Management (IPM) for wheat is not yet common practise.

Subsequently guidelines for crops from other farming systems should be developed, for example potatoes as fallow system and lettuce for vegetable cultivation.

7 Summary

Fifty-one pesticides, which were detected as residues in nationally produced food and/or water in a timespan from 1997 through 2001, *and* which are still registered for use in Germany, were evaluated regarding their environmental and human toxicity. The evaluation shows that:

- 33 are dangerous for the environment
- 14 are very toxic or toxic
- 12 are cholinesterase inhibitors
- 14 are possible or probable carcinogenic
- 7 raise concern due to possible carcinogenic effects
- 16 are suspected endocrine disruptors

The ranking within the list of 51 pesticides showed that the top five most toxic residues within the list were dimethoate, chlorpyrifos, cypermethrin, cyfluthrin and lambda-cyhalothrin.

The detected pesticide residues were linked to the cultivation of 25 crops, which represent over 50% of the total agricultural area in Germany. The results of the ranking system were used to evaluate the environmental impact of the pesticides applied in these crops. It was shown that the cultivation of wheat and apple was linked to the highest number of residues while, on average, the cultivation of the 2 vegetables celery and spinach was linked to more toxic residues.

In order to develop practical guidelines for good plant protection practices it is recommended to start with apple and wheat cultivation. Both crops are related to a high number of residues (apple 14, wheat 17) and are grown on large scale in Germany and Europe. Furthermore they are exemplary for two different cultivation systems and different pest management practices. Apples are grown in an orchard system and Integrated Pest Management (IPM) is applied in large areas. Wheat is typical for cereals cultivation and IPM is not widely applied yet.

Within this project, only two practical guidelines for good plant protection practices can be developed, but in the long-run those guidelines should be developed for all major crops.

Appendix 1 - Human Toxicity of the Evaluated Residues

Appendix 1 documents the human toxicity of the evaluated residues according to several organisations. The classifications were taken from the from the World Health Organisation (WHO), from the European Union (Directive 67/548EEC), from the International Agency on Research of Cancer (IARC) and from the U.S. Environmental Protection Agency (U.S. EPA). Additional information was taken from scientific literature as noted in the footnotes of Chapter 4.1 that describes the different classification systems in more detail. To make this appendix easier to read a list of abbreviations as well as a short repetition of the classifications will follow. The source of the data can be found at the end of each description.

List of Abbreviations

CAS Number	Chemical Registry Abstract Number
WHO	World Health Organisation
EC	European Community
IARC	International Agency on Research of Cancer
U.S. EPA	U.S. Environmental Protection Agency
ChE	Cholinesterase Inhibition
ADI	Acceptable Daily Intake in mg/kg/bw
bw	Body Weight
Muta	Mutagenicity
Reprod.	Reprod. Toxicant

Acute Toxicity - World Health Organisation (WHO)

Classification	
Ia	Extremely hazardous
Ib	Highly hazardous
II	Moderately hazardous
III	Slightly hazardous
U	Unlikely to present hazard in normal use

Source: World Health Organisation (1998-99): The WHO Recommended Classification of Pesticides by Hazard And Guidelines to Classification 1998-99

Acute Toxicity - European Union

Symbol	Description
T+	Very toxic
T	Toxic
Xn	Harmful
Xi	Irritant (without acute toxic effect)

List of EU Risk Phrases

The Risk Phrases also include environmental hazards (R50, R51, R53), which are described in more detail in Appendix 3.
Several entries into the toxicity category define different toxicities for different exposure routes. Risk Phrase R 24-26/28 for instance means “R24: Toxic in contact with skin” and “R26/28: Very toxic by inhalation and if swallowed”.

Risk Phrase	Explanation
R20	Harmful by inhalation.
R21	Harmful in contact with skin.
R23	Toxic by inhalation.
R24	Toxic in contact with skin.
R25	Toxic if swallowed.
R26	Very toxic by inhalation.
R27	Very toxic in contact with skin.
R28	Very toxic if swallowed.
R29	Contact with water liberates toxic gases.
R36	Irritating to eyes.
R37	Irritating to respiratory system.
R40	Possible risks of irreversible effects.
R41	Risk of serious damage to eyes.
R43	May cause sensitization by skin contact.
R60	May impair fertility.
R61	May cause harm to the unborn child.
R63	Possible risk of harm to the unborn child.
R65	Harmful: may cause lung damage if swallowed.
Combination of Risk Phrases	
R20/21/65	Harmful by inhalation, in contact with skin and if swallowed.
R21/65	Harmful in contact with skin and if swallowed.
R23/25	Toxic by inhalation and if swallowed.
R24/25	Toxic in contact with skin and if swallowed.
R26/28	Very toxic by inhalation and if swallowed.
R27/28	Very toxic in contact with skin and if swallowed.
R36/38	Irritating to eyes and skin.
R36/37/38	Irritating to eyes, respiratory system and skin.
R48/20	Harmful: danger of serious damage to health by prolonged exposure through inhalation.
R48/21	Harmful: danger of serious damage to health by prolonged exposure in contact with skin.
R48/25	Toxic: danger of serious damage to health by prolonged exposure if swallowed.
R48/65	Harmful: danger of serious damage to health by prolonged exposure if swallowed.

Cancer Classification of the IARC

Group	Description
Group 1	The agent (mixture) is carcinogenic to humans.
Group 2A	The agent (mixture) is probably carcinogenic to humans.
Group 2B	The agent (mixture) is possibly carcinogenic to humans.
Group 3	The agent (mixture or exposure circumstance) is not classifiable as to its carcinogenicity to humans.
Group 4	The agent (mixture) is probably not carcinogenic to humans.

Source: International Agency for Research on Cancer (1999): Preamble to the IARC Monographs, IARS Monographs, accessible through: http://www.iarc.fr/, Lyon, Franc

Cancer Classification of the U.S. EPA

Category	Description
Category A	Known to cause cancer in humans. Generally based on epidemiological data showing sufficient evidence to support a causal association between exposure to the substance and cancer.
Category B	Known to cause cancer in animals but not yet definitively shown to cause cancer in humans. These chemicals are designated “probable human carcinogens.” Category B is further split into pesticides for which some evidence exists that it causes cancer in humans (B1) and those for which evidence exists only in animals (B2).
Category C	Possible human carcinogens, where the data show limited evidence of carcinogenicity in the absence of human data.
Category D	This category is for chemicals for which the data are either incomplete or ambiguous and is labelled “cannot be determined.” This category is appropriate when tumour effects or other key data are suggestive or conflicting or limited in quantity and are thus not adequate to convincingly demonstrate carcinogenic potential for humans. In general, further chemical-specific and generic research and testing are needed to be able to describe human carcinogenic potential.
Category E	Probably not carcinogenic, with no evidence of carcinogenicity in at least two adequate animal tests in different species in adequate epidemiological and animal studies. This classification is based on available evidence and does not mean that the agent will not be a carcinogen under any circumstances.

Source: US Environmental Protection Agency Office of Pesticide Programmes (2000): List of Chemicals Evaluated for Carcinogenic Potential, U.S. EPA Office of Pesticide Programmes, Washington, DC, USA

Cancer Classification of the EU

Category	Description
Category 1	Substances known to be carcinogenic to humans. There is sufficient evidence to establish a causal association between human exposure to a substance and the development of cancer.
Category 2	Substances which should be regarded as if they are carcinogenic to humans. There is sufficient evidence to provide a strong presumption that human exposure to a substance may result in the development of cancer, generally on the basis of appropriate long-term animal studies or other relevant information.
Category 3	Substances which cause concern for humans owing to possible carcinogenic effects but in respect of which the available information is not adequate for making a satisfactory assessment. There is some evidence from appropriate animal studies, but this is insufficient to place the substance in Category 2.

Source: European Union (1967): Council Directive 67/548/EEC of 27 June 1967 on the approximation of laws, regulations and administrative provisions relating to the classification, packaging and labelling of dangerous substance, Official Journal 196, Brussels, Belgium, plus several amendments, adaptions and modifications as noted in the footnotes in Chapter 4.1.6

Mutagenicity Classification of the EU

Category	Description
Category 1	Substances known to be mutagenic to humans. There is sufficient evidence to establish a causal association between human exposure to a substance and heritable genetic damage.
Category 2	Substances which should be regarded as if they are mutagenic to humans. There is sufficient evidence to provide a strong presumption that human exposure to the substance may result in the development of heritable genetic damage, generally on the basis of appropriate animal studies, or other relevant information.
Category 3	Substances which cause concern for humans owing to possible mutagenic effects. There is evidence from appropriate mutagenicity studies, but this is insufficient to place the substance in Category 2.

Source: European Union (2000): Council Directive 2000/32/EEC of 19 May 2000 adapting to technical progress for the 26th time Council Directive 67/548/EEC on the approximation of laws, regulations and administrative provisions relating to the classification, packaging and labelling of dangerous substance, Official Journal L 136, Brussels, Belgium

EU Classification of Substances Toxic to Reproduction

Category	Description
Category 1	1. Substances known to impair fertility in humans.
	2. Substances known to cause developmental toxicity in humans.
Category 2	1. Substances which should be regarded as if they impair fertility in humans.
	2. Substances which should be regarded as if they cause developmental toxicity to humans.
Category 3	1. Substances which cause concern for human fertility.
	2.Substances which cause concern for humans owing to possible developmental toxic effects.

Source: European Union (1967): Council Directive 67/548/EEC of 27 June 1967 on the approximation of laws, regulations and administrative provisions relating to the classification, packaging and labelling of dangerous substance, Official Journal 196, Brussels, Belgium, plus several amendments, adaptions and modifications as noted in the footnotes of Chapter 4.1.6

Cholinesterase Inhibition

Sources: 1. U.S. EPA, Office of Pesticide Programmes (2000): Science Policy on The Use of Data on Cholinesterase Inhibition for Risk Assessments of Organophosphorous and Carbamate Pesticides, Office of Pesticide Programme, US Environmental Protection Agency, Washington, USA

2. U.S. EPA, Office of Pesticide Programmes (2000): Science Policy on The Use of Data on Cholinesterase Inhibition for Risk Assessments of Organophosphorous and Carbamate Pesticides, p. 16. Office of Pesticide Programme, US Environmental Protection Agency, Washington, USA

Acceptable Daily Intake (WHO)

The values in Appendix 4 should be interpreted as follows: the smaller the value, i.e. the amount a human can consume on a daily basis, the greater is the chronic toxicity of the pesticide. *Disulfoton* (0,0003 mg/kg/bw), *chlorfenvinphos, phorate, phosphamidon* (all 0,0005 mg/kg/bw) and *monocrotophos* with 0,0006 mg/kg/bw are therefore the pesticides with the highest chronic toxicity in the list of evaluated pesticides.

Source: World Health Organisation/ International Programme on Chemical Safety (1999): Inventory of IPCS and Other WHO Pesticide Evaluation and Summary of Toxicological Evaluations Performed by the Joint Meeting On Pesticide Residues (JMPR) through 1999, WHO/IPCS, Vienna, Switzerland

Pesticides	CAS Number			EU Classification			Cancer Classification				
		WHO	Symbol	Risk Phrase	EU Reprod.	EU Mutagen.	EU Cancer	IARC	U.S.EPA	ChE	ADI mg/kg/bw
2,4-D	94-75-7	II	Xn	22-37-41-43					D		0,3
Amitrole	61-82-5	U	Xn	40-48/22			3	2B	B2		0,002
Bentazon	25057-89-0	III	Xn	65-36-43					E		0,1
Captan	133-06-2	U	T	23-40-41-43			3	3	B2		0,1
Carbendazim	10605-21-7	U	Xn	40		3			C		0,03
Carbetamide	16118-49-3	U									
Carbofuran	1563-66-2	Ib	T+	26/28						Yes	0,01
Chlorfenvinphos	470-90-6	Ib	T+	24-28						Yes	0,0005
Chloropropham	101-21-3	U						3	E	Yes	
Chlorotoluron	15545-48-9	U									0,015
Chlorpyrifos	2921-88-2	II	T	24/25					E	Yes	0,01
Cyfluthrin	68359-37-5	II	T+	23-28							0,02
Cypermethrin	52315-07-8	II							C		0,05
ddvp	62-73-7	Ib	T+	24/25-26-43				2B	C	Yes	0,004
Dichlobenil	1194-65-6	U	Xn	21					C		

Pesticides	CAS Number	EU Classification					Cancer Classification				
		WHO	Symbol	Risk Phrase	EU Reprod.	EU Mutagen.	EU Cancer	IARC	U.S.EPA	ChE	ADI mg/kg/bw
Dimethoate	60-51-5	II	Xn	21/22					C	Yes	0,002
Diuron	330-54-1	U	Xn	22-40-48/22			3				
Ethofumesate	26225-79-6	U							D		
Fenpropimorph	67564-91-4	U	Xn	20-38							0,003
Folpet	133-07-3	U	Xn	20-36-40-43			3		B2		0,1
Glyphosate	1071-83-6	U	Xi	41					E		
Haloxyfop-R	72619-32-0		Xn	22							
Iprodione	36734-19-7	U	Xn	40			3				0,06
Isoproturon	34123-59-6	III	Xn	22-40			3				
Lambda-Cyha-lothrin	91465-08-6	II	T+	21-25-26							
MCPA	94-74-6	III	Xn	22-38-41							
Metalaxyl	57837-19-1	III							E		0,03
Metamitron	41394-05-2	U	Xn	22							
Metazachlor	67129-08-2	U									
Methamidophos	10265-92-6	Ib	T+	24-28-36					E	Yes	0,004
Methyl Bromide	74-83-9		T	23/25-36/37/38-40-48/20				3	D		
Metribuzin	21087-64-9	U	Xn	22					D		
Myclobutanil	88671-89-0	III	Xn	22-36-63					E		0,03
Napropamide	15299-99-7	U									

Pesticides	CAS Number	WHO	EU Classification Symbol	Risk Phrase	EU Reprod.	EU Mutagen.	Cancer Classification EU Cancer	IARC	U.S.EPA	ChE	ADI mg/kg/bw
Oxydemeton-Methyl	301-12-2	Ib	T	24/25						Yes	0,0003
Parathion-methyl	298-00-0	Ia	T+	24-28				3		Yes	0,003
Penconazole	66246-88-6	U									0,03
Pendimethalin	40487-42-1	III	Xi	43					C		0,005
Pirimicarb	23103-98-2	II	T	25						Yes	0,02
Pirimiphos-Methyl	29232-93-7	III	Xn	22						Yes	0,03
Pyrazon	1698-60-8	U	Xi	43							
Quinmerac	90717-03-6	U									
Terbuthylazine	5915-41-3	U							D		
Terbutryn	886-50-0	U							C		
Thiabendazole	148-79-8	U									0,1
Tolclofos-methyl	57018-04-9	U								Yes	0,07
Tolylfluanid	731-27-1	U	T	23-36/37/38-43-48/20							0,1
Triadimefon	43121-43-3	III	Xn	22					C		0,03
Triadimenol	55219-65-3	III							C		0,05
Trifluralin	1582-09-8	U	Xi	36-43				3	C		0,048
Vinclozolin	50471-44-8	U	T	60-61-40-43	2		3		C		0,01

Appendix 2 - Selected Residues and Their Listing as Endocrine Disruptors

Pesticide	CAS Number	Colborn	Benbrook	EPA Illinois	Keith	European Commission
2,4-D	94-75-7	Y	Y	P	Y	2
Amitrole	61-82-5	Y	NL	P	Y	1
Bentazon	25057-89-0					
Captan	133-06-2					
Carbendazim	10605-21-7					2
Carbetamide	16118-49-3					
Carbofuran	1563-66-2					
Chlorfenvinphos	470-90-6					
Chloropropham	101-21-3					
Chlorotoluron	15545-48-9					
Chlorpyrifos	2921-88-2	NL	Y	NL	Y	
Cyfluthrin	68359-37-5	Y				
Cypermethrin	52315-07-8	Y	Y	S	Y	
DDVP/Dichlorvos	62-73-7					
Dichlobenil	1194-65-6					
Dimethoate	60-51-5					2
Diuron	330-54-1					2
Ethofumesate	26225-79-6					
Fenpropimorph	67564-91-4					
Folpet	133-07-3					
Glyphosate	1071-83-6					
Haloxyfop-R	72619-32-0					
Iprodione	36734-19-7					2
Isoproturon	34123-59-6					
Lambda-Cyhalothrin	91465-08-6	Y				
MCPA	94-74-6					
Metalaxyl	57837-19-1					
Metamitron	41394-05-2					
Metazachlor	67129-08-2					
Methamidophos	10265-92-6					
Methyl Bromide	74-83-9					2
Metribuzin	21087-64-9	Y	Y	S	Y	
Myclobutanil	88671-89-0					
Napropamide	15299-99-7					
Oxydemeton-Methyl	301-12-2					
Parathion-methyl	298-00-0	NL	Y	P	NL	2
Penconazole	66246-88-6					
Pendimethalin	40487-42-1					
Pirimicarb	23103-98-2					
Pirimiphos-Methyl	29232-93-7					
Pyrazon/ Chloridazon	1698-60-8					

Pesticide	CAS Number	Colborn	Benbrook	EPA Illinois	Keith	European Commission
Quinmerac	90717-03-6					
Terbuthylazine	5915-41-3					
Terbutryn	886-50-0					
Thiabendazole	148-79-8					
Tolclofos-methyl	57018-04-9					
Tolylfluanid	731-27-1					
Triadimefon	43121-43-3					2
Triadimenol	55219-65-3					
Trifluralin	1582-09-8	Y	Y	P	Y	
Vinclozolin	50471-44-8	Y	Y	P	Y	1

P= Probable S= Suspected K= Known Yes = Listed

1 = At least one study providing evidence of endocrine disruption in an intact organism. Not a formal weight of evidence approach.

2 = Potential for endocrine disruption. In vitro data indicating potential for endocrine disruption in intact organisms. Also includes effects in-vivo that may, or may not, be ED-mediated. May include structural analyses and metabolic considerations

Sources:

Illinois Environmental Protection Agency, (1997): Report on Endocrine Disrupting Chemicals, Illinois EPA, USA

L. H. Keith, (1997):Environmental Endocrine Disruptors: A Handbook of Property Data, Wiley Interscience, New York, USA

T. Colborn, D. Dumanoski, and J. P. Myers, (1996) Our Stolen Future, Penguin Books, New York, USA, accessible through http://www.osf-facts.org/

C. M. Benbrook, (1996):Growing Doubt: A Primer on Pesticides Identified as Endocrine Disruptors and/or Reproductive Toxicants, National Campaign for Pesticide Policy Reform

European Commission (2000): Towards the establishment of a priority list of substances for-further evaluation of their role in endocrine disruption - preparation of a candidate list of substances as a basis for priority setting, Delft

Further Readings

McLachlan, J.A., Arnold, S.F., (1996): Environmental Estrogens, American Scientist, accessible through http://www.amsci.org/amsci/articles/96articles/McLachla.html

Commission on Life Sciences, (2000): Hormonally Active Agents in the Environment, The National Academy of Science, Washington DC, USA, accessible through http://www.nap.edu/books/0309064198/html/

National Institute of Environmental Health Sciences (1997): Environmental Health Perspectives, Hormones and Health, USA, accessible http://ehpnet1.niehs.nih.gov/qa/105-5focus/focus.html

U.S. Environmental Protection Agency - Region 5 (1997): Proceedings Of The 1997 Great Lakes Endocrine Disrupters Symposium, U.S. EPA, Chicago, US

Appendix 3 - Selected Residues and Their Environmental Hazard Assessment

Appendix 3 shows the environmental toxicity of the 51 evaluated residues according to several organisations. The classifications were taken from the from the European Community (Directive 67/548EEC) and from the IPM (Integrated Pest Management) Programme of the University of Cornel.To make this Appendix easier to read a short repetition of the classifications will follow. Please note that the description of the classifications can be found in Chapter 4.3.

Aquatic Toxicity - European Union

	Acute Toxicity			
Symbol	Fish LC_{50}, mg/L, 96h	Daphnia EC_{50}, mg/L, 96h	Algae IC_{50}, mg/L 72h	Risk Phrase
N	1	1	1	R50
N	1	1	1	R50/53
N	1 ≥ 10	1 ≥ 10	1 ≥ 10	R51/53
-	10 ≥100	10 ≥100	10 ≥100	R52/53
-	-	-	-	R52

The Risk Phrases in the Appendix mean the following:

R50: Very toxic to aquatic organisms
R51: Toxic to aquatic organisms
R52: Harmful to aquatic organisms
R53: May cause long-term adverse effects in the aquatic environment
R54Toxic to flora.
R55Toxic to fauna.
R56Toxic to soil organisms.
R59: Dangerous for the ozone layer.

Combined Risk Phrases mean that the substance has both effects, e.g. in “R50/53: Very toxic to aquatic organisms, may cause long-term adverse effects in the aquatic environment”.

Source: European Union (1993): Document 393L0021, Council Directive 93/21/EEC of 27 April 1993 adapting to technical progress for the 18th time Council Directive 67/548/EEC on the approximation of laws, regulations and administrative provisions relating to the classification, packaging and labelling of dangerous substance, Official Journal L 110, Brussels, Belgium

Ecological Impact - University of Cornell

Source: IPM Programme, Cornell University, New York State Agricultural Experiment Station Geneva (1999):A Method to Measure the Environmental Impact of Pesticides, accessible through http://www.nysaes.cornell.edu/ipmnet/ny/Programme_news/EIQ.html, New York, USA

		European Union				Evaluation Cornell University (New York)				
Pesticide	**CAS Number**	**Symbol**	**Risk Phrases**	**Fish**	**Birds**	**Bees**	**Beneficial Organism**	**Groundwater and Runoff Potential**	**Terrestrial Organisms**	**Ecological Impact**
2,4-D	94-75-7		52/53	1	18	9	60	3	87	88
Amitrole	61-82-5	N	51/53	3	3	3	17	3	23	26
Bentazon	25057-89-0		52/53	3	18	9	51	5	78	81
Captan	133-06-2	N	50	5	6	9	29,9	1	44,9	49,9
Carbendazim	10605-21-7									
Carbetamide	16118-49-3									
Carbofuran	1563-66-2	N	50/53	5	30	15	19,4	5	64,4	69,4
Chlorfenvinphos	470-90-6	N	50/53	16,1	20,6	28,5	23	2	72,1	88,2
Chloropropham	101-21-3			15	6	3	17	1	26	41
Chlorotoluron	15545-48-9									
Chlorpyrifos	2921-88-2	N	50/53	25	45	15	19,9	1	79,9	104,9
Cyfluthrin	68359-37-5	N	50/53	5	9	45	60	1	114	119
Cypermethrin	52315-07-8			25	9	45	61,2	1	115,2	140,2
DDVP/Dichlorvos	62-73-7	N	50	9,6	15	15	19,2	1	49,2	58,8
Dichlobenil	1194-65-6	N	51/54	3	6	3	17	5	26	29
Dimethoate	60-51-5			5	30	45	60,9	3	135,9	140,9
Diuron	330-54-1	N	50/53	15	9	3	9	3	21	36
Ethofumesate	26225-79-6	N	51/53							
Fenpropimorph	67564-91-4	N	51/53							
Folpet	133-07-3	N	50	10,8	12,2	9,3	20,6	1,6	42,1	52,9

		European Union					Evaluation Cornell University (New York)			
Pesticide	CAS Number	Symbol	Risk Phrases	Fish	Birds	Bees	Beneficial Organism	Groundwater and Runoff Potential	Terrestrial Organisms	Ecological Impact
Glyphosate	1071-83-6	N	51/53	15	9	9	41,3	1	59,3	74,3
Haloxyfop-R	72619-32-0	N	50/53							
Iprodione	36734-19-7	N	50/53	15	6,2	9,3	38,3	1	53,7	68,7
Isoproturon	34123-59-6	N	50/54							
Lambda-Cyhalothrin	91465-08-6	N	50/53	25	3	15	17,5	1	35,5	60,5
MCPA	94-74-6			3	6	9	51	1	66	69
Metalaxyl	57837-19-1			1	6	9	52,5	5	67,5	68,5
Metamitron	41394-05-2	N	50/55							
Metazachlor	67129-08-2									
Methamidophos	10265-92-6	N	50	1	30	45	65,3	5	140,3	141,3
Methyl Bromide	74-83-9	N	50-59							
Metribuzin	21087-64-9	N	50/56	3	27	9	51	5	87	90
Myclobutanil	88671-89-0	N	51/53	13,7	12,2	9,3	38,3	1,6	59,7	73,4
Napropamide	15299-99-7			3	9	3	17	5	29	32
Oxydemeton-Methyl	301-12-2	N	50	5	30	27	60,6	5	117,6	122,6
Parathion-methyl	298-00-0			9	3	15	20,7	1	38,7	47,7
Penconazole	66246-88-6									
Pendimethalin	40487-42-1	N	50/53	25	9	3	17	1	29	54
Pirimicarb	23103-98-2	N	50/53	3,2	24,8	3	15	2	42,7	45,9
Pirimiphos-Methyl	29232-93-7									

		European Union		Evaluation Cornell University (New York)						
Pesticide	**CAS Number**	**Symbol**	**Risk Phrases**	**Fish**	**Birds**	**Bees**	**Beneficial Organism**	**Groundwater and Runoff Potential**	**Terrestrial Organisms**	**Ecological Impact**
Pyrazon	1698-60-8	N	50/53							
Quinmerac	90717-03-6									
Terbuthylazine	5915-41-3									
Terbutryn	886-50-0									
Thiabendazole	148-79-8	N	50/53							
Tolclofos-methyl	57018-04-9									
Tolylfluanid	731-27-1	N	50/53							
Triadimefon	43121-43-3	N	51/53							
Triadimenol	55219-65-3									
Trifluralin	1582-09-8	N	50/53	25	9	3	20	1	32	57
Vinclozolin	50471-44-8	N	51/53	5	9,2	9,3	33,2	1	51,7	56,7

From Law to Field

Pesticide Use Reduction in Agriculture - From Pesticide Analyses to Action

Part Three A: Apple Study

Äpfel - Hindernisse und Potentiale für eine Pestizid-Reduktion

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung - Ausgangssituation im Apfelanbau	3
2	Pflanzenschutzprobleme im Apfelanbau	3
3	Darstellung unterschiedlicher Obstanbau-Methoden	4
3.1	Historische Entwicklung in Deutschland	4
3.2	Konventioneller Obstanbau	6
3.2.1	Ziele	6
3.2.2	Definitionen	6
3.2.3	Anwendungsbeschränkungen - Reduktionen	7
3.2.4	Dokumentation	8
3.2.5	Kontrollen	8
3.3	Integrierter Obstanbau	9
3.3.1	Ziele	9
3.3.2	Definitionen	10
3.3.3	Anwendungsbeschränkungen - Reduktionen	10
3.3.4	Dokumentation	11
3.3.5	Kontrollen	11
3.4	Ökologischer Obstanbau	12
3.4.1	Ziele	12
3.4.2	Definitionen	12
3.4.3	Anwendungsbeschränkungen – Reduktionen	12
3.4.4	Dokumentation	13
3.4.5	Kontrollen	13
4	Bisheriger Beitrag des integrierten und ökologischen Anbaus zur angestrebten Pestizid-Reduktion	14
4.1	Reduktion der Pestizid-Menge	14
4.1.1	Fungizide	15
4.1.2	Insektizide und Akarizide	17
4.1.3	Herbizide	18
4.2	Reduktion der Anwendungshäufigkeit	18
4.3	Reduktion der Wirkstoff-Anzahl	22
4.4	Zusammenfassung	22
5	Reduktions-Hindernisse – Reduktions-Potentiale	24

5.1 Reduktions-Potentiale auf Produktions-Ebene 25
5.2 Reduktions-Potentiale auf Handels-Ebene 26
5.2.1 Erzeugerpreise 26
5.2.2 Handelsstrukturen 27
5.2.3 Qualitätsnormen 28
5.3 Reduktions-Potentiale auf Konsum-Ebene 29
5.4 Fallbeispiel „ Finkenwerder Herbstprinz“ 29
5.4.1 Ziele der Initiative 29
5.4.2 Geschichte der Vermarktungsinitiative 31
6 Zusammenfassung und Ausblick 32
7 Literatur 33

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Hauptschaderreger im Obstanbau 3
Tab. 2: Hinweise zur Aufstellung eines Spritzplanes zur intensiven Tafelapfelproduktion nach Friedrich, 1977 5
Tab. 3: Wirkstoffe in für den konventionellen Kernobstanbau zugelassenen Pflanzenschutzmitteln (Tiemann 2001) 8
Tab. 4: Pestizid-Wirkstoffe in für den integrierten Kernobstanbau zugelassenen Pflanzenschutzmitteln (Tiemann 2001) 11
Tab. 5: Pestizid-Wirkstoffe in für den ökologischen Kernobstanbau zugelassenen Pflanzenschutzmitteln nach der EU-Verordnung (Tiemann 2001, Beratungsdienst 2000) 13
Tab. 6: Schlüsselelemente der guten fachlichen Praxis und ihre Umsetzung im Apfelanbau 25

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Anzahl zugelassener Pestizid-Wirkstoffe im konventionellen, integrierten und ökologischen Apfel-Anbau 22

1 Einleitung - Ausgangssituation im Apfelanbau

Im 5. Umweltaktionsprogramm, das der Rat der EU 1993 verabschiedet hat, wurde das Ziel einer bedeutsamen Pestizidreduzierung bis zum Jahr 2000 festgeschrieben. Dieses Ziel wurde nicht erreicht. Der Apfelanbau zählt immer noch zu den landwirtschaftlichen Kulturen, in denen in jeder Vegetationsperiode in zahlreichen Spritzeinsätzen eine große Mengen an Pestiziden ausgebracht werden, und Äpfel sind nach wie vor mit Pestizid-Rückständen belastet.

Ziel dieses Teils der Studie "From Law to Field: Pesticide Use Reduction in Agriculture - From pesticide residue analysis to action" ist es, am Beispiel des Apfelanbaus aufzuzeigen, wo die Hindernisse für eine bedeutsame Reduktion des Pestizid-Einsatzes liegen. Dazu werden drei derzeit gängige Anbauverfahren im Hinblick auf die jeweils zum Einsatz kommenden Pestizide vergleichend betrachtet. Dabei wird sich zeigen, dass die größten Hindernisse und damit auch die bedeutsamsten Reduktions-Potentiale weniger in einer Optimierung eines der bereits bestehenden Anbauverfahren zu suchen sind, sondern vor allem außerhalb des eigentlichen Anbaus. Ziel ist es außerdem, einige Kenngrößen und einfach umzusetzende Mindestanforderungen für eine gute fachliche Praxis im Apfelanbau zu nennen.

Die folgende Betrachtung bezieht sich beispielhaft vor allem auf den Apfelanbau in Deutschland. Dies gilt insbesondere für die Abschnitte 2 bis 4.

2 Pflanzenschutzprobleme im Apfelanbau

Im Kernobstanbau (Äpfel, Birnen) können zahlreiche Organismen durch Schäden, die sie verursachen, eine wirtschaftliche Bedeutung erlangen. Die Hauptschaderreger im Kernobstanbau sind in der folgenden Übersicht zusammengestellt.

Tabelle 1: Hauptschaderreger im Obstanbau
Pilzliche Schaderreger
Apfel-/Birnenschorf, Apfelmehltau, Lagerungsfäulen (Nectria, Gloeosporium, Fusarium, Botrytis), Obstbaumkrebs
Tieriesche Schaderreger
Obstbaumspinnmilbe (Rote Spinne), Rostmilbe, Nordische Apfelwanze, Futterwanze, Apfelblattfaltenmotte, Obstbaumminiermotte, Grüne Apfelblattlaus, Blutlaus, Birnenblattsauger, Frühjahrseulen, Apfelblütenstecher, Sägewespe, Ampferblattwespe, Wickler-Arten

Quelle: G. Palm (1989)

Die weltweit wichtigste und gefährlichste Krankheit im Apfelanbau ist der Schorfpilz (Gross-Spangenberg, Weltzien, 1993). Nur in trocken-warmen Klimaten wie dem spanischen Apfel-Anbaugebiet Lerida kommt Mehltau eine größere Bedeutung zu (Landell Mills, 1996).

In zwei von drei untersuchten europäischen Apfel-Anbauregionen kommt nach Einschätzung der befragten Obstbauern den Fungiziden unter den Pestiziden der größte Einfluss auf die Profitabilität des Apfelanbaus zu (Landell Mills, 1996).

Der Infektionsdruck durch Schorf ist in starkem Maße von der Lage des Obstbaubetriebes, dem Witterungsverlauf in der Anbausaison, der Befallssituation im Vorjahr und der Anfälligkeit der aufgepflanzten Sorte abhängig. In ausgesprochenen Schorflagen oder Jahren, die durch

lange Perioden mit feuchter Witterung und hoher relativer Feuchtigkeit gekennzeichnet sind, können auch in integriert wirtschaftenden Betrieben 15 bis 20 Anwendungen mit unterschiedlichen Fungiziden pro Saison erforderlich sein. In Jahren mit einem günstigeren Witterungsverlauf oder auf günstiger gelegenen Teilflächen kann dasselbe Ergebnis möglicherweise bereits mit 8 Behandlungen erreicht werden.

Auch im ökologischen Apfelanbau werden direkte Schorfbekämpfungsmaßnahmen durchgeführt, wobei Schwefel- und Kupferpräparate zum Einsatz kommen. Bei entsprechenden Witterungsbedingungen sind auch hier zahlreiche Spritzungen erforderlich.

Allein das Beispiel des Schorfpilzes macht deutlich, dass der Apfelanbau hinsichtlich des Pestizid-Einsatzes zu den intensiv behandelten Kulturen zählt. 1992 wurden in Kern- und Steinobstkulturen in der Europäischen Union durchschnittlich 24,3 kg Pestizid-Wirkstoffe pro Hektar eingesetzt. Im Vergleich dazu kamen auf einen Hektar Getreideanbaufläche nur 1,9 kg Pestizid-Wirkstoffe. Nur Gemüse, Wein und Tabak wurde intensiver mit Pestiziden behandelt (Landell Mills, 1996).

3 Darstellung unterschiedlicher Obstanbau-Methoden

3. 1 Historische Entwicklung in Deutschland

Der Obstbau hat sich in Deutschland erst nach 1945 als spezialisierte landwirtschaftliche Betriebsform allmählich etabliert. Vorher war der Anbau von Obst auf den Höfen ein Betriebszweig neben Ackerbau und Viehhaltung. Äpfel, Birnen, Pflaumen und Kirschen wurden auf Obstwiesen mit hochstämmigen, starkwüchsigen Bäumen erzeugt, ein Anbauverfahren, das sich mit anderen Betriebszweigen kombinieren ließ. So erlaubte in den Regionen mit verbreiteter Milchvieh-Haltung die Kombination Obstwiese–Kälberweide eine intensive Nutzung der Flächen, während in den typischen Ackerbaugebieten Obstanbau mit ackerbaulichen Unterkulturen kombiniert wurde. Mit der Spezialisierung von landwirtschaftlichen Betrieben auf den Obstanbau als einzigen Betriebszweig ging eine fortschreitende Verkleinerung der Baumformen und die Veredlung auf zunehmend schwachwüchsigen Unterlagen einher. Wurden zunächst fast ausschließlich Hochstämme auf starkwüchsigen Sämlingsunterlagen verwendet, so setzten sich nach und nach Spindelbüsche auf schwachwüchsigen M9-Unterlagen durch. Gleichzeitig stieg die Anzahl der Bäume pro Hektar von 100 bis 150 bis hin zu 3.000, im Extremfall sogar bis zu 6.000 (Baab, 1998).

Durch ein ineinander greifendes Bündel von Maßnahmen wird dafür gesorgt, dass ein optimaler Fruchtbehang an den Bäumen zur Reife kommt. Der Begriff „optimal“ ist hier nicht nur hinsichtlich der Erntemenge in einem Jahr zu verstehen, sondern auch im Hinblick auf die Größe und Ausfärbung der Früchte und den Blüten- und Fruchtansatz im nächsten Jahr. Die früher üblichen Hochstämme trugen meistens jedes zweite Jahr Unmengen an Früchten und erholten sich dafür in der darauf folgenden Saison. Diese Alternanz ist in den heutigen Erwerbsobstbetrieben nicht akzeptabel.

Durch Schnittmaßnahmen und die Intensität der Düngung bis hin zur Blüten- und Fruchtausdünnung wird dafür Sorge getragen, dass sich nur die Menge an Früchten entwickelt, welche die Pflanzen hinsichtlich der für die Vermarktung erforderlichen Fruchtqualität (Größe, Ausfärbung) zu einer optimalen Reife bringen können - ohne den potentiellen Ertrag des nächsten

Jahres durch einen zu starken Fruchtbehang zu gefährden. Der an den Bäumen verbleibende Fruchtbehang wird durch intensive chemische (und inzwischen teilweise auch ökologische) Bekämpfungsmaßnahmen vor Schädlingen und Pilzinfektionen geschützt, um ihn weitestgehend für die Ernte zu sichern.

Pflanzenschutzmaßnahmen wurden an Obstbäumen bereits frühzeitig vorgenommen. Wencel (o. J.) stellte in den 30er Jahren fest: „Die Schädlingsbekämpfung ist eine der wichtigsten Pflegearbeiten im Obstgarten. Ohne ihre rationelle Durchführung ist ein Erfolg einfach unmöglich“. Neben Schnittmaßnahmen kamen bereits in den 30er Jahren eine Reihe von vor allem für die Anwender sehr giftigen Präparaten zum Einsatz, wie z. B. Arsen-Kupferkalk und Nikotin-Seifenbrühe. Im Laufe der Zeit etablierte sich im Obstbau eine feste Spritzfolge (siehe Tabelle 2). Während genau festgelegter Entwicklungsstadien wurde vorbeugend gegen Krankheiten und Schädlinge gespritzt.

Tabelle 2: Hinweise zur Aufstellung eines Spritzplanes zur intensiven Tafelapfelproduktion nach Friedrich (1977)

Spritzung Nr.	Bezeichnung der Spritzung	vorgeschlagene Wirkstoffe und Hinweise	Zielorganismen
1	Austriebsspritzung (vom Knospenschwellen bis Mausohrstadium)	Parathionmethyl + Kupfer	Eier von Blattläusen, Apfelblattsauger, Frostspanner, Spinnmilben, Apfelblütenstecher, Raupen, Schildläuse
2	1. Vorblütespritzung (Mausohrstadium)	Wenn Insektenbefall, noch Parathionmethyl, organische Fungizide	Noch vorhandene Schädlinge, Schorf
3	2. Vorblütespritzung (bis Ballonstadium)	Organische Fungizide oder Schwefelmittel; bei Verdacht auf bereits erfolgte Schorfinfektionen Benomyl	Schorf-Ascosporen, schlüpfende Milben
4	3. Kurzvorblütespritzung nur bei mehltauanfälligen Sorten	Dinocap, Triforine, Chinimethionat, Netzschwefel	Mehltau
5	Blütespritzung	Benomyl, Triforine, keine bienenschädigenden Mittel verwenden!	Schorf, Apfelmehltau
6	1. Nachblütespritzung (nach Abfall der Blütenblätter)	Captan, Chinomethionat, Thiuram + Insektizid (z. B. Dimethionat, Carbaryl)	Schorf, Apfelmehltau, Sägewespe, Blattläuse u. a. Insekten, Spinnmilben
7	2. Nachblütespritzung (Obstmadespritzung, Ende Mai bis Mitte Juni, Flugtermin beachten!)	Fungizide + Carbaryl, Dimethoat, Lindan, Parathionmethyl	Apfelwickler, Sägewespe, Apfelschalenwickler, Schorf, Mehltau
8	Weitere Nachblütespritzungen je nach Befallslage	Fungizide, bei mehltauanfälligen Sorten etwa alle 8–10 Tage	Apfelmehltau, Schorf, 2. Generation des Apfelwicklers beachten
9	Lagerspritzung (Spätschorfspritzung)	Captan, evtl. + Insektizid (z. B. Parathionmethyl)	Schorf u. a. Infektionen, welche die Lagerfähigkeit der Früchte mindern
10	Sonderspritzungen (ab Walnussgröße)	Kalziumchlorid (sechs- bis zehnmal)	Stippigkeit bei stippeempfindlichen Sorten
11	Sonderspritzungen	Harnstoff (etwa vier- bis sechsmal)	Förderung der Assimilationsleistung

Friedrich (1977) weist im Vorspann zu obiger Tabelle bereits darauf hin, „dass nicht versucht werden soll, einen allgemeingültigen Spritzkalender vorzulegen, weil ein Spritzplan nur dann pflanzenbaulich richtig und ökonomisch zweckmäßig sein kann, wenn er die Befallslage und den Standort exakt berücksichtigt“.

Heute lassen sich grundsätzlich drei verschiedene Obstanbau-Methoden unterschieden: der konventionelle Anbau, der integrierte Anbau und der ökologische Anbau. An der Niederelbe im Norden Deutschlands, dem größten zusammenhängenden Obstanbaugebiet Deutschlands, nimmt der integrierte Obstbau derzeit etwa 80% der Anbaufläche ein, auf den ökologischen Anbau entfallen etwa 3%, während die Restflächen von 17% konventionell bewirtschaftet werden (Hauschildt 1998).

Im folgenden werden die drei Anbau-Verfahren definiert und im Hinblick auf Ziele, Geschichte, Philosophie und erlaubte Pestizide charakterisiert.

3. 2 Konventioneller Obstanbau

Unter konventionellem Anbau wird jenes Anbausystem verstanden, das sich im Verlauf der oben beschriebenen historischen Entwicklung des Apfelanbaus gegenwärtig etabliert hat.

Insgesamt kommt dem konventionellen Obstbau in deutschen Obstanbaugebieten keine große Bedeutung mehr zu, da der überwiegende Anteil der Flächen inzwischen integriert bewirtschaftet wird (Flächenanteile siehe oben). Zwar wird der ökologische Obstbau gegenwärtig auf einer noch geringeren Fläche betrieben, dafür ist er aber im Wachsen begriffen. Beim konventionellen Obstbau handelt es sich dagegen offenbar um ein Auslaufmodell, das sich ohnehin am integrierten Anbau orientiert, ohne die dort geltenden Auflagen und Selbstbeschränkungen vollständig zu erfüllen. Seine Produkte dürfen daher nicht unter dem Begriff „Integriert“ vermarktet werden.

3. 2. 1 Ziele

Der konventionelle Obstbau verfolgt keinerlei Ziele im Hinblick auf eine Reduktion des Einsatzes von Pestiziden, soweit dies nicht aus ökonomischen Gründen ohnehin geboten ist.

3. 2. 2 Definitionen

Für den konventionellen Obstbau existiert keine gesonderte Definition. In dieser Studie wird darunter eine Anbaupraxis verstanden, die im Einklang mit gesetzlichen Bestimmungen wie dem Pflanzenschutzgesetz oder der EU-Richtlinie 91/414 durchgeführt wird, sich hinsichtlich der Anwendung von Pestiziden aber auch keine weitergehenden Einschränkungen auferlegt.

Als Anforderung dazu, „wie“ Pestizide in der Landwirtschaft eingesetzt werden, wurde 1986 erstmalig im Pflanzenschutzgesetz (PflSchG) festgelegt: „Pflanzenschutzmittel dürfen nur nach guter fachlicher Praxis angewendet werden. Zur guten fachlichen Praxis gehört, dass die Grundsätze des integrierten Pflanzenschutzes berücksichtigt werden.“ Damit scheint die Einführung des integrierten Pflanzenschutzes bereits gesetzlich festgeschrieben, doch handelt es sich bei der Formulierung "dazu gehört,...dass berücksichtigt werden..." um eine im juristischen Sinne sehr schwache Formulierung, die auch bei Nichtbeachtung keinerlei Sanktionen nach sich zieht. 1998 wurden durch das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten erstmals gemäß dem Pflanzenschutzgesetz die Grundsätze der guten fachlichen Praxis formuliert und veröffentlicht.

Dabei wird deutlich gemacht, dass die gute fachliche Praxis im Pflanzenschutz den Status quo darstellt. Sie beinhaltet Pflanzenschutzmaßnahmen, die

- in der Wissenschaft als gesichert gelten,
- aufgrund praktischer Erfahrungen als geeignet, angemessen und notwendig anerkannt sind,
- von der amtlichen Beratung empfohlen werden und
- den sachkundigen Anwendern bekannt sind.

Weiterhin wird prognostiziert: „Auf längere Sicht wird sich der Standard der guten fachlichen Praxis im Pflanzenschutz, wenn auch in unterschiedlichem Maße, bei entsprechenden Rahmenbedingungen immer mehr dem heutigen Bild des integrierten Pflanzenschutzes annähern.“ (BML, 1998)

Damit stellt die „gute fachliche Praxis“ nicht mehr als den Durchschnitt dar, und das Wirtschaften nach diesen Regeln beinhaltet lediglich, dass gesetzliche Regeln eingehalten werden. Der Begriff „gute fachliche Praxis“ ist insofern missverständlich, als er eine Qualität erwarten lässt, die sich positiv vom Standard abhebt. Diese Erwartung wird nicht erfüllt. Angemessener wäre daher der Begriff „gängige fachliche Praxis“.

3. 2. 3 Anwendungsbeschränkungen - Reduktionen

Die Auswahl der für den konventionellen Apfelanbau zur Verfügung stehenden Pestizide wird in Deutschland mit der Zulassung der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft festgelegt und im Pflanzenschutzmittel-Verzeichnis Teil 2 (Gemüsebau, Obstbau, Zierpflanzenbau) dokumentiert (Tab. 3).

Einschränkungen in Bezug auf die Auswahl der Mittel können durch besondere Vorgaben im Rahmen des Vertragsanbaus bestehen oder aufgrund spezieller naturräumlicher Gegebenheiten. So wurde an der Niederelbe am 24.05.2000 auf Antrag des Pflanzenschutzamtes ein Sondergebiet eingerichtet, da Pestizidanwendungen nach den Regeln der „guten fachlichen Praxis“ (vergleiche Abschnitt 4.2.2) nicht möglich sind. Die Mindestabstände zu Gewässern können wegen der zahlreichen Wasserzüge, welche die Obstanbauflächen entwässern, nicht eingehalten werden. Im Sondergebiet sind die Regelabstände auf ein Zehntel reduziert worden, gleichzeitig wurde die Anzahl der einsetzbaren Mittel und Anwendungen reduziert. Nicht erlaubt sind folgende Wirkstoffe (Tiemann, 2001):

> Bitertanol, Cyprodinil, Diuron, Ethephon, Fenarimol, Flusilazol, Glyphosat, Kali-Seife, Lezithin, Mancozeb, MCPA, Mineralöl, Myclobutanil, Pyrethrum, Rapsöl, Streptomycin, Thiophanat-methyl, Triadimenol.

Tabelle 3: Wirkstoffe in für den konventionellen Kernobstanbau zugelassenen Pflanzenschutzmitteln (Tiemann 2001)

Fungizide	Insektizide Akarizide	Herbizide	Sonstige
1. Benomyl 2. Bitertanol 3. Captan 4. Cyprodinil 1. Dichlofluanid 2. Dithianon 3. Fenarimol 4. Fluquinconacol 5. Kresoximmethyl 6. Kupferhydroxid 7. Kupferoxichlorid 8. Lezithin 9. Mancozeb 10. Metiram 11. Myclobutanil 12. Penconazol 13. Propineb 14. Pyrimethanil 15. Schwefel 16. Tolylfluanid 17. Triadimenol	1. Amitraz 2. Apfelwickler-Granulosevirus 3. Bacillus thuringiensis 4. Clofentezin 5. Cyfluthrin 6. beta-Cyfluthrin 7. Diflubenzuron 8. Dimethoat 9. Ethiofencarb 10. Fenazaquin 11. Fenoxycarb 12. Fenpyroximat 13. Imidacloprid 14. Kali-Seife 15. Mineralöle 16. Neem 17. Oxydemethon-methyl 18. Parathion-methyl 19. Phosphamidon 20. Piperonylbutoxid 21. Pirimicarb 22. Pyrethrine 23. Rapsöl 24. Schalenwickler-Granulosevirus 25. Schwefel 26. Tebufenozid 27. Tebufenpyrad	1. Amitrol 2. Diuron 3. Glufosinat 4. Glyphosat 5. Glyphosat-trimesium 6. MCPA 7. Mecoprop-P 8. Propyzamid 9. Simazin	*Pheromone*: 1. Codlemone *Rodentizide*: 1. Chlorphacinon 2. Zinkphosphid 3. Difenacoum 4. Sulfonamide *Bakterizide:* 1. Streptomycin[a] *Wachstumsregulatoren*: 1. Harnstoff 2. Ammoniumthiosulfat 3. Ethephon

a Zulassung ruht bis zum 15.03.01 (BBA, 2001)

3. 2. 4 Dokumentation

Die Grundsätze der guten fachlichen Praxis empfehlen die Dokumentation der durchgeführten Pflanzenschutzmaßnahmen (BML, 1998). Diese Empfehlung hat keinerlei bindenden Charakter.

3. 2. 5 Kontrollen

Eine Kontrolle hinsichtlich der Anwendung von Pestiziden findet in konventionellen Betrieben nicht statt. Lediglich auf der Produkt-Ebene erfolgt im Rahmen der amtlichen Lebensmittelüberwachung eine stichprobenartige Überprüfung auf Pestizid-Rückstände.

3. 3 Integrierter Obstanbau

Im Hinblick auf die Entwicklung integrierter Verfahren zur Schädlingsbekämpfung kam dem Obstbau eine Vorreiterrolle zu. Als Motiv für diese Bemühungen nennt Diercks (1986) das Sichtbarwerden der ökonomischen und ökologischen Grenzen eines forcierten, überintensiven chemischen Pflanzenschutzes Ende der 50er Jahre. Zu den „ökologischen Nebenwirkungen“ des chemischen Pflanzenschutzes zählt Diercks Resistenzerscheinungen, die Häufung von Schädlingskalamitäten sowie ständig steigende Kosten (Pestizid-Syndrom). Schulz (1993) nennt als ein weiteres Motiv ein verstärktes Verbraucherinteresse nach möglichst rückstandsarmen Nahrungsmitteln.

Der Schwerpunkt der Forschungs- und Entwicklungsarbeiten mit dem Ziel einer integrierten Obstproduktion lag seit den 70er Jahren vor allem in Baden-Württemberg, in der Schweiz und in Oberitalien. 1986 gab es in der Schweiz ein erstes Markenzeichen für den integrierten Obstbau (Schulz, 1993), seit 1988 gibt es in Südtirol Richtlinien für die integrierte Produktion, noch im selben Jahr wurden Rahmenrichtlinien für den integrierten Obstanbau in Deutschland erarbeitet. In verschiedenen deutschen Obstanbaugebieten, wie der Niederelbe, in Rheinland-Pfalz und in Baden-Württemberg, entstanden regionale Richtlinien und Markenzeichen (Tiemann, Großgebauer, 1998). Im Oktober 1994 verabschiedeten die Internationale Organisation für Biologische Schädlingsbekämpfung (IOBC/WPRS) und die Internationale Gesellschaft für Gartenbauwissenschaften (ISHS) allgemeine Prinzipien, Mindestanforderungen und Richtlinien für die integrierte Kernobstproduktion in Europa.

Die zentrale Größe des integrierten Pflanzenschutzes ist die wirtschaftliche Schadensschwelle. Diese wird im integrierten Obstbau für die einzelnen Entwicklungsstadien des Apfels (z. B. Winterruhe bis Knospenaufbruch, Mausohrstadium bis grüne Knospe, Haselnussgröße bis Walnussgröße usw.) bzw. für bestimmte Perioden im Jahr (z. B. Anfang August bis Ende August, November bis Dezember) jeweils für die bedeutendsten Schädlinge als ein Befallswert wiedergegeben (beispielsweise für die Grüne Apfelblattlaus: 10–15 Kolonien je 100 Blattbüschel oder für die Apfelsägewespe: 3%–5% befallene Blüten bzw. Früchte). Bei Überschreiten dieser Werte wird eine Bekämpfung als erforderlich erachtet. Da die Werte von verschiedenen Faktoren beeinflusst werden (Preis für das Obst, Fruchtertrag, Witterung, Auftreten von Nützlingen), können sie nur als Richtwerte gelten (Tiemann, 2001).

Auch Pilzbekämpfungsmaßnahmen erfolgen nicht mehr prophylaktisch, sondern Fungizid-Spritzungen z. B. gegen Schorf werden in integrierten Betrieben erst vorgenommen, wenn eine Infektion mit diesem Pilz bei Eintreten entsprechender Witterungsverhältnisse wahrscheinlich wird. In integrierten Obstbaugebieten wie dem Alten Land steht den Betrieben ein Schorfprognosenetz zur Verfügung. Durch die Verwendung von Blattnassschreibern und Thermohydrographen können Schorf-Infektionstermine ermittelt und entsprechende Behandlungsempfehlungen ausgesprochen werden.

3. 3. 1 Ziele

Ziel des integrierten Anbaus ist es, Obst optimaler innerer und äußerer Qualität auf möglichst umweltschonende Art zu erzeugen (Schulz, 1993).

Neben dem ökologischen Obstbau wird der integrierte Obstanbau vom Vorsitzenden der Fachgruppe Obst (ein Zusammenschluss der Obstbauorganisationen, der die berufsständischen und wirtschaftlichen Interessen seiner Mitgliedsunternehmen vertritt) des Bundesausschusses Obst und Gemüse, Gerhard Kneib, als das zweite existierende umweltschonende Anbauver-

fahren bezeichnet. Dabei sei der integrierte Anbau stärker nach wissenschaftlichen Erkenntnissen ausgerichtet und beachte in höherem Maße wirtschaftliche Prinzipien, so Kneib (1998).

3. 3. 2 Definitionen

Der integrierte Pflanzenschutz wird im Pflanzenschutzgesetz vom 15.9.86 definiert als: „eine Kombination von Verfahren, bei denen unter vorrangiger Berücksichtigung biologischer, biotechnischer, pflanzenzüchterischer sowie anbau- und kulturtechnischer Maßnahmen die Anwendung chemischer Pflanzenschutzmaßnahmen auf das notwendige Maß beschränkt wird."

Als international üblich bezeichnet Diercks (1986) folgende Definition: „Die integrierte Bekämpfung ist ein Verfahren, bei dem alle wirtschaftlich, ökologisch und toxikologisch vertretbaren Methoden verwertet werden, um Schadorganismen unter der wirtschaftlichen Schadensschwelle zu halten, wobei die bewusste Ausnutzung natürlicher Begrenzungsfaktoren im Vordergrund steht". Es handelt sich hierbei um die Arbeitsdefinition der Westpaläarktischen Sektion (WPRS) der Internationalen Organisation für Biologische Schädlingsbekämpfung (IOBC) in Anlehnung an eine Definition der Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation (FAO).

Im Rahmen der IOBC-Definition für integrierte Produktion wird die integrierte Obstproduktion definiert als: „die wirtschaftliche Produktion qualitativ hochwertiger Früchte unter vorrangiger Berücksichtigung ökologisch sicherer Methoden, um die unerwünschten Nebenwirkungen und die Anwendung von Agrochemikalien zu minimieren mit dem Ziel eines besseren Schutzes der Umwelt und der menschlichen Gesundheit" (IOBC/WRPS, 1994).

3. 3. 3 Anwendungsbeschränkungen - Reduktionen

Zur Schädlingsbekämpfung dürfen die Betriebsleiter im integrierten Obstbau nur eine eingeschränkte Auswahl an Pestiziden einsetzen. Neben einer wirksamen Bekämpfung von Schädlingen, Krankheiten oder Unkräutern sollen die ausgewählten Präparate gemäß den oben genannten Richtlinien der IOBC/WPRS Mensch, Vieh und Umwelt so wenig wie möglich gefährden.

Die Liste der zugelassenen Pestizide ist von Land zu Land unterschiedlich, wobei es die stärksten Einschränkungen wahrscheinlich in den deutschen Richtlinien gibt, was bis heute zu Wettbewerbsverzerrungen führt (Schulz 1993).

Die Liste der in Deutschland für den integrierten Obstanbau zugelassenen Pestizide wird von einem Expertengremium unter Leitung der Fachgruppe Obstbau im Bundesausschuß Obst und Gemüse zusammengestellt (Tab. 4).

Tabelle 4: Wirkstoffe in für den integrierten Kernobstanbau zugelassenen Pflanzenschutzmitteln (Tiemann 2001)

Fungizide	Insektizide Akarizide	Herbizide	Sonstige
1. Benomyl 2. Bitertanol 3. Captan 4. Cyprodinil 5. Dichlofluanid 6. Dithianon 7. Fenarimol 8. Kresoxinmethyl 9. Kupferhydroxid 10. Kupferoxichlorid 11. Mancozeb 12. Metiram 13. Myclobutanil 14. Penconazol 15. Pyrimethanil 16. Schwefel 17. Triadimenol	1. Apfelwickler-Granulosevirus 2. Bacillus thuringiensis 3. Clofentezin 4. Diflubenzuron 1. Fenoxycarb 2. Fenpyroximat 3. Imidacloprid 4. Kali-Seife 5. Mineralöle 6. Neem 7. Parathion-methyl 8. Phosphamidon 9. Piperonylbutoxid 10. Pirimicarb 11. Pyrethrine 12. Rapsöl 13. Schalenwickler-Granulosevirus 14. Schwefel 15. Tebufenozid 16. Tebufenpyrad	1. Amitrol 2. Diuron 3. Glufosinat 4. Glyphosat 5. MCPA 1. Mecoprop-P 2. Propyzamid	*Pheromone* 1. Codlemone *Rodentizide* 1. Chlorphacinon 2. Zinkphosphid *Bakterizide* 1. Streptomycin [a] *Wachstumsregulatoren* 1. Amidthin[b] 2. Etephon

a Zulassung ruht bis zum 15.03.01 (BBA, 2001)
b z. Z. keine Zulassung

3. 3. 4 Dokumentation

Voraussetzung für die Feststellung der Schadensschwellen-Werte ist die Beobachtung der Schädlinge, die für die Anerkennung als integrierter Obstbaubetrieb in einem Betriebsheft dokumentiert werden muss (Hauschildt, 1998).

Weiterhin verlangen die Richtlinien für den kontrollierten integrierten Kern- und Steinobstanbau (4. Ausgabe 1999) die vollständige Aufzeichnung der durchgeführten Pflanzenschutzmaßnahmen. Über sämtliche Mittelanwendungen ist ein Tagebuch zu führen, das folgende Angaben enthält: Datum/Uhrzeit, Parzelle/Sorte, Wassermenge in l/ha, Präparat-Aufwandmenge in kg bzw. l/ha und 1m Kronenhöhe, Gewässerart, Lufttemperatur, Windgeschwindigkeit, Windrichtung. (Tiemann, 2001)

3. 3. 5 Kontrollen

Die Betriebshefte sollen in allen Betrieben kontrolliert werden. Darüber hinausgehende Kontrollen sollen bei einem Teil der Betriebe erfolgen (mindestens 20 %). Dies wird nur in einigen Regionen erfüllt (Schulz, 1993).

Im Bezirk der Niederelbe werden die erforderlichen Aufzeichnungen ab 2001 auch vom zuständigen Pflanzenschutzamt eingesehen. (Tiemann, 2001)

3. 4 Ökologischer Obstanbau

Der ökologische Obstanbau strebt eine Lebensmittelerzeugung im Einklang mit der Natur an. Die Anfänge des ökologischen Landbaus reichen bis in die Zwanziger Jahre zurück. 1924 begründete Rudolf Steiner die biologisch-dynamische Wirtschaftsweise. In den 50er Jahren wurde der organisch-biologische Landbau durch Müller entwickelt. 1962 erfolgte die Begründung der Arbeitsgemeinschaft für naturnahen Obst-, Gemüse- und Feldfruchtanbau (ANOG) durch Leo Fürst, die zunächst speziell auf den Obst- und Gemüseanbau ausgerichtet war. (AGÖL 1996)

3. 4. 1 Ziele

Ziel des ökologischen Landbaus ist es

- Lebensmittel mit hohem gesundheitlichen Wert und geringst möglicher Schadstoffbelastung zu erzeugen,
- gleichzeitig die Lebensgrundlagen Boden, Wasser und Luft zu bewahren,
- die Artenvielfalt von Tieren und Pflanzen zu erhalten oder sogar wiederherzustellen und
- allgemeine Umweltbelastungen zu vermeiden.

Der ökologische Landbau strebt an, Pflanzen so anzubauen, dass ein Befall durch Schädlinge und Krankheiten keine oder nur geringe wirtschaftliche Bedeutung erlangt. Die Zufuhr externer Betriebsmittel soll auf das notwendigste Maß beschränkt bleiben.

3. 4. 2 Definitionen

Seit 1988 sind die unterschiedlichen in Deutschland existierenden Anbauverbände in der Arbeitsgemeinschaft Ökologischer Landbau (AGÖL) zusammengeschlossen und haben sich gemeinsamen Rahmenrichtlinien unterstellt. Mindeststandards des ökologischen Pflanzenbaus wurden EG-einheitlich erstmals 1991 in der Verordnung 2092/91/EWG über den ökologischen Landbau und die entsprechende Kennzeichnung der landwirtschaftlichen Erzeugnisse und Lebensmittel vom Agrarministerrat der Europäischen Gemeinschaft verabschiedet. Die Rahmenrichtlinien der AGÖL sind zum Teil strenger als die der EG-Richtlinie zum ökologischen Landbau (Schulz, 1993).

Seit April 2001 gehören die beiden großen Anbauverbände Bioland und Demeter, die 60% der Betriebe und 45% der Anbaufläche gestellt haben, nicht mehr der AGÖL an (Ökologie & Landbau, 2001).

3. 4. 3 Anwendungsbeschränkungen – Reduktionen

Die Anwendung „chemisch-synthetischer Pflanzenschutzmittel“ zur Bekämpfung von Schädlingen, zur Verhütung und Bekämpfung von Pilz-, Virus- und anderen Krankheiten sowie Unkräutern ist nicht zulässig(AGÖL, 1996). Daraus ergibt sich eine Reduzierung der Mittelpalette auf verhältnismäßig wenige, anorganische und pflanzliche Pflanzenschutzmittel sowie eine Reihe von Biologischen Bekämpfungsverfahren und Pflanzenstärkungsmitteln (Tab. 5).

Ein Problem im ökologischen Obstbau stellt der Einsatz von Kupfer gegen Pilzerkrankungen dar, das durch seine Ansammlung im Boden langfristige, negative Umweltauswirkungen hat. Der Verzicht auf Kupferpräparate ist beim derzeitigen Stand der Forschung jedoch nicht ohne erhebliche Ertragseinbußen möglich. Als Übergangslösung beschränken die deutschen Öko-

Anbauverbände den Kupfereinsatz auf 3 kg Reinkupfer pro Hektar und Jahr (Geier et al., 2001). Auf EU-Ebene gelten nach der Verordnung vom 15. März 2002 Jahreshöchstmengen, die deutlich über diesem Wert liegen.

Tabelle 5: Wirkstoffe in für den ökologischen Kernobstanbau zugelassenen Pflanzenschutzmitteln nach der EU-Verordnung (Tiemann 2001, Beratungsdienst 2000)

Fungizide	Insektizide Akarizide	Herbizide	Sonstige
1. Kupferhydroxid 2. Kupferoxichlorid 3. Schwefel 4. Schwefelkalk	1. Apfelwickler-Granulosevirus 2. Bacillus thuringiensis 3. Mineralöle 4. Neem 5. Piperonylbutoxid 6. Pyrethrine 7. Rapsöl 8. Schalenwickler-Granulosevirus		*Pheromone* 1. Codlemone *Pflanzenstärkungsmittel* 1. Algenextrakte 2. Algenkalk 3. Bentonit 4. Gesteinsmehle 5. Schachtelhalmextrakt 6. Schwefelsaure Tonerden *Nützlinge* 1. Trichogramma-Schlupfwespen

3. 4. 4 Dokumentation

Jeder Produzent ist verpflichtet, Aufzeichnungen von allen wichtigen Anbaumaßnahmen wie Düngung, Pflanzenschutz, Einsaat, Sorten, Ernte, Erntemenge usw. zu machen. Diese Aufzeichnungen und alle Belege sowie Rechnungen, die An- und Verkauf betreffen, müssen auf Anforderung den mit der Kontrolle beauftragten Personen vorgelegt werden (ANOG, 1997).

3. 4. 5 Kontrollen

Betriebs- und Betriebsheftkontrollen werden jährlich gemäß Artikel 9 VO EWG 2092/91 in allen Betrieben, die nach der EG-Verordnung produzieren, durch eine Kontrollbehörde oder eine behördlich zugelassene private Kontrollstelle durchgeführt (Schulz 1993).

4 Bisheriger Beitrag des integrierten und ökologischen Anbaus zur angestrebten Pestizid-Reduktion

Im Folgenden wird der Versuch unternommen, den Beitrag des integrierten und des ökologischen Obstbaus im Hinblick auf eine Pestizid-Reduktion abzuschätzen. Dabei wird

- die Pestizid-Menge,
- die Ausbringungshäufigkeit und
- die Anzahl der Mittel

gesondert betrachtet.

Bei dem Versuch, die zur Verfügung stehenden Daten zu vergleichen, wird sich zeigen, dass dies nicht ohne Schwierigkeiten möglich ist. Dafür gibt es folgende Gründe:

- Die Daten sind in Regionen mit unterschiedlichen klimatischen Bedingungen erhoben worden. Da Temperatur, Niederschlagsmenge, Luftfeuchtigkeit und andere Klimagrößen einen entscheidenden Einfluss auf den Befall mit Krankheitserregern und Schädlingen ausüben, verursachen sie Schwankungen in Anwendungsmenge und -häufigkeit.
- Das im Rahmen der unterschiedlichen Anbaumethoden verwendete Mittelspektrum hat aufgrund der Eigenschaften der angewendeten Präparate Einfluss auf Anwendungsmenge und -häufigkeit.

4. 1 Reduktion der Pestizid-Menge

Obwohl zwischen der Menge der ausgebrachten Pestizide und der Anwendungshäufigkeit ein enger Zusammenhang besteht (vgl. Kap. 5.2), sollen beide Phänomene zunächst getrennt dargestellt und diskutiert werden. Dabei müssen Angaben über eingesetzte Pestizid-Mengen aus folgenden Gründen vorsichtig interpretiert werden:

- Der Wirkstoffanteil in unterschiedlichen Präparaten variiert beträchtlich, je nach dem enthaltenen Wirkstoff. Da Mengenangaben in der Regel auf den Wirkstoffanteil bezogen sind, kann eine Mengenreduktion auch auf einer Verringerung des Wirkstoffanteils in den eingesetzten Präparaten beruhen (diese Phänomen wird ausführlicher in Abschnitt 4.1.1 und 4.1.2 erörtert)
- Wie am oben geschilderten Beispiel der Schorfproblematik bereits deutlich gemacht wurde, kann es von Jahr zu Jahr, bedingt durch den Witterungsverlauf oder andere Faktoren, zu großen Schwankungen bezüglich der Mengen eingesetzter Pestizide kommen, wodurch das Erkennen von Trends bezüglich des Pestizid-Mengeneinsatzes kurzfristig erschwert wird.

Nach Klingauf (1986), heute Präsident der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, wurden im Jahr 1983 im Rheinland auf einem Hektar Apfelanbaufläche pro Jahr etwa 27 kg Pestizid-Wirkstoffe ausgebracht.

Für Deutschland stehen keine aktuellen Marktdaten über Pestizidmengen, die im Obstanbau zur Anwendung kommen, zur Verfügung. Behörden, Obstbauversuchsanstalten und Hersteller-Firmen, bei denen diesbezüglich angefragt wurde, zeigten sich nicht in der Lage oder Willens, in dieser Frage Auskunft zu erteilen. Für eine Einschätzung, welche Auswirkungen eine Umstellung auf integrierten oder ökologischen Anbau auf die eingesetzte Pestizidmenge hat, wurden daher zwei Studien herangezogen, die im Auftrag der Europäische Union (Landell Mills, 1996) bzw. der Umweltbehörde der Freien und Hansestadt Hamburg (Geier et al., 2001) durchgeführt wurden.

Im Auftrag der Europäischen Union erfolgte eine Untersuchung von drei europäischen Apfel-Anbaugebieten in Spanien (Lerida), Frankreich (Provence/Languedoc,Rhone-Alps) und Italien (Trentino) im Hinblick auf Menge und Art der 1994 eingesetzten Pestizide. Dabei wurde das Anbaugebiet im norditalienischen Trentino komplett nach integrierten Grundsätzen (Int) bewirtschaftet, während es sich im nordspanischen und im südfranzösischen Anbaugebiet um konventionelle Betriebe (konv) handelte (Landell Mills, 1996). Geier et al. (2001) untersuchten integrierte und ökologische Apfel-Anbaubetriebe in Hamburg und erhoben in diesem Zusammenhang 1997 Daten über die Intensität des Pestizid-Einsatzes.

Dabei wurden folgende Mengen an Pestizid-Wirkstoffen pro Hektar Anbaufläche ermittelt (ohne Wachstumsregulatoren):

- Lerida (konv): 27,0 kg Pestizid-Wirkstoff
- Provence/Languedoc/Rhone-Alps (konv): 39,9 kg Pestizid-Wirkstoff
- Trentino (Int): 33,5 kg Pestizid-Wirkstoff
- Hamburg (Int): 19,9 kg Pestizid-Wirkstoff

Die Angaben für die integrierten Betriebe in Hamburg ergeben sich nach Umrechnung der ermittelten Aufwandmenge von 33,2 kg Handelspräparat unter Berücksichtigung der jeweiligen Wirkstoffanteile.

Vergleichszahlen für ökologische Obstbaubetriebe liegen für Pflanzenschutzmittel auf Wirkstoffbasis insgesamt nicht vor. Lediglich für Fungizide wird dieser Vergleich in Abschnitt 4.1.1 gezogen.

4. 1. 1 Fungizide

Fungizide machten in allen untersuchten Anbaugebieten den Hauptanteil der ausgebrachten Pestizide aus und bestimmten daher im Wesentlichen die eingesetzte Pestizid-Menge. Im einzelnen wurden nach Landell Mills (1996) bzw. Geier et al. (2001) folgende Fungizid-Wirkstoffmengen pro Hektar Anbaufläche ausgebracht:

- Lerida (konv): 11,07 kg Fungizid-Wirkstoffe
- Provence/Languedoc/Rhone-Alps (konv): 32,57 kg Fungizid-Wirkstoffe
- Trentino (Int): 27,56 kg Fungizid-Wirkstoffe
- Hamburg (Int): 18,25 kg Fungizid-Wirkstoffe

Die geringsten Mengen an Fungizid-Wirkstoffen kommen im konventionell bewirtschafteten Obstanbaugebiet Lerida zum Einsatz. Hier dürfte die Bewirtschaftungsweise jedoch einen geringeren Einfluss haben als klimatische Faktoren. Auch wenn Schorf in allen Anbaugebieten als wichtige Pilzkrankheit eingestuft wird, so ist die Bedeutung von Schorfinfektionen im trockeneren spanischen Lerida geringer als in den feuchteren Anbaugebieten in Norditalien oder an

der Niederelbe. Nach Einschätzung der Obstanbauern in Nordspanien spielt Schorf hier sogar eine geringere Rolle als Mehltaubefall. Insgesamt ist die Bedeutung von Pilzinfektionen in Lerida wahrscheinlich als Hauptursache für die geringeren Fungizid- und damit auch die geringen Gesamtpestizidmengen einzuschätzen.

Einen großen Einfluss auf die ausgebrachte Fungizidmenge hatte die Auswahl der verwendeten Präparate. Während im Gebiet Provence/Languedoc/Rhone-Alps vor allem Kontaktfungizide zur Anwendung kamen, die eine relativ hohe Aufwandmenge erfordern, wie z. B. Schwefel (Aufwandmenge 1 – 2 kg/ha) oder auch Captan (Aufwandmenge 0,6 kg/ha), Mancozeb und Metiram (Aufwandmenge jeweils 1 kg/ha), wurde im italienischen Trentino und im spanischen Lerida ausgiebiger Gebrauch von systemischen Fungiziden gemacht, die vergleichsweise geringe Aufwandmengen erfordern. Dazu gehören unter anderen Myclobutanil (Aufwandmenge 0,375 kg/ha) und Flusilazol (Aufwandmenge 0,0625 kg/ha) (BBA, 1997, Tiemann, 2001). Da vor allem der Gebrauch von Schwefelpräparaten die ausgebrachte Fungizidmenge beeinflusste, lohnt der Vergleich der Schwefelmengen, die durchschnittlich pro Hektar ausgebracht wurden:

- Lerida (konv.): 2,44 kg Schwefel
- Provence/Languedoc/Rhone-Alps (konv.): 19,24 kg Schwefel
- Trentino (Int): 4,77 kg Schwefel
- Hamburg (Int): 3,58 kg Schwefel

Diese Verringerung der Aufwandmenge aufgrund des Ersatzes "klassischer" Wirkstoffe wie Schwefel, von denen hohe Aufwandmengen für eine Schaderregerkontrolle benötigt werden, durch moderne systemische Fungizide lässt sich jedoch nicht beliebig ausweiten, da ein zu breiter Einsatz von systemischen Fungiziden mit ihrem lang anhaltenden Selektionsdruck das Auftreten von Resistenzen zur Folge haben kann (Landell Mills, 1996). Für Wirkstoffe wie Flusilazol ist dies in einigen Anbaugebieten bereits eingetreten (Palm, 1989).

Für den ökologischen Anbau sind höhere Aufwandmengen an Fungiziden zu erwarten als im integrierten und konventionellen Anbau, da die dort zugelassenen Mittel (Kupferhydroxid, Kupferoxichlorid, Schwefel) höhere Aufwandmengen erfordern als die organischen Fungizide, die im integrierten und konventionellen Apfelanbau verstärkt zum Einsatz kommen. Daten über die Menge von eingesetzten Präparaten pro Hektar, die von Geier et al. (2001) in Hamburg erhoben wurden, belegen diese Annahme. Während in den untersuchten integrierten Anlagen pro Hektar durchschnittlich 18,25 kg Fungizid-Wirkstoffe zum Einsatz kamen, wendeten ökologisch wirtschaftende Betriebe je nach angebauter Sorte durchschnittlich 26,98 kg bis 32,10 kg auf.

Dass die Aufwandmengen in den ökologischen Betrieben nicht noch höher liegen, ist dadurch begründet, dass es im ökologischen Obstbau gelungen ist, die Anwendung von Schwefel und Kupfer zu optimieren und damit die Aufwandmenge pro Hektar zu reduzieren. So ist der Einsatz von Kupferpräparaten im ökologischen Anbau auf 3 kg Reinkupfer pro Jahr und Hektar begrenzt (Geier et al., 2001). Tatsächlich lagen die Aufwandmengen von Kupfer aus den verwendeten Kupferpräparaten in den untersuchten ökologisch wirtschaftenden Hamburger Betrieben durchschnittlich zwischen 1,63 kg und 2,8 kg, während die integrierten Betriebe im selben Anbaugebiet durchschnittlich 4,47 kg pro Hektar einsetzten. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass nicht alle der sieben untersuchten integriert wirtschaftenden Betriebe Kupferpräparate verwendeten. Betrachtet man nur die Anbauflächen der anwendenden Betriebe, so ergibt

sich für den behandelnden Einzelbetrieb ein Flächenaufwand von 5,22 kg Kupfer pro Hektar. Für die ökologischen Betriebe ergibt diese auf den Einzelbetrieb bezogene Betrachtung Kupfer-Werte zwischen 3,05 kg/ha und 4,89 kg/ha. Damit wird die Begrenzung der Kupferaufwandmenge in den ökologischen Betrieben zwar im Durchschnitt über alle Betriebe erreicht, auf den Betrieben, die tatsächlich Kupfer anwenden, aber teilweise überschritten. Die Kupferaufwandmengen in den integrierten Betrieben lagen in jedem Falle höher als in den ökologischen Betrieben.

4. 1. 2 Insektizide und Akarizide

Verringerte Aufwandmengen durch den Einsatz moderner Wirkstoffe betreffen nicht nur Fungizide, sondern auch Insektizide und Akarizide. Hier sind die Unterschiede in der Dosis bezogenen Wirksamkeit zum Teil noch größer. Im Falle von Pyrethroiden verglichen mit Schwefel (Schwefel hat neben seiner fungiziden Wirkung auch eine befallsvermindernde Wirkung gegen Spinnmilben, BBA, 1997) erreichen sie sogar den Faktor 6000 (Landell Mills, 1996).

Auf diese Weise hat die Einführung neuer Wirkstoffe sowohl im integrierten als auch im konventionellen Apfel-Anbau zu einer Reduzierung der Wirkstoffmenge geführt. Für den integrierten verglichen mit dem konventionellen Anbau gibt es in Einzelfällen jedoch auch eine gegenläufige Tendenz. Auf der einen Seite kommen im integrierten Anbau gerade im Falle der Fungizide moderne Pestizide mit geringen Aufwandmengen zum Einsatz, auf der anderen Seite finden beispielsweise die vorgenannten Pyrethroide im integrierten Anbau wegen ihrer Raubmilben schädigenden Wirkung keine Anwendung. Dies zeigt sich im norditalienischen Apfel-Anbaugebiet Trentino, wo vermehrt Mineralöle zum Einsatz kamen, die vergleichsweise hohe Aufwandmengen erfordern (Landell Mills, 1996).

Für die drei vergleichend untersuchten Anbaugebiete (Landell Mills, 1996), ergänzt um die Daten, die Geier et al. (2001) in Hamburg erhoben haben, stellen sich die Aufwandmengen für Insektizid-/Akarizid-Wirkstoffe pro Hektar Anbaufläche folgendermaßen dar:

- Lerida (konv): 6,28 kg Insektizid-/Akarizid-Wirkstoffe
- Provence/Languedoc/Rhone-Alps (konv): 4,37 kg Insektizid-/Akarizid-Wirkstoffe
- Trentino (Int): 1,83 kg Insektizid-/Akarizid-Wirkstoffe
- Hamburg (Int): 0,62 kg Insektizid-/Akarizid-Wirkstoffe

Bei der Anwendung von Insektiziden und Akariziden macht sich der im Vergleich zum konventionellen Anbau gezieltere Ansatz des integrierten Anbaus (Anwendung nur nach vorausgegangener Befallskontrolle) im Hinblick auf die angewendeten Mengen bemerkbar. Relativiert wird das Ergebnis allerdings (zumindest im Hinblick auf das integrierte Anbaugebiet Trentino), wenn die Betrachtung auf Mineralöl-Präparate ausgeweitet wird. Diese werden vor allem zur Bekämpfung von Spinnmilben und Schildläusen eingesetzt und erfordern vergleichsweise hohe Einsatzmengen pro Hektar (siehe hierzu auch 4.1.1). An Mineralölen wurden pro Hektar Anbaufläche durchschnittlich folgende Mengen eingesetzt:

- Lerida (konv): 8,10 kg Mineralöle
- Provence/Languedoc/Rhone-Alps (konv): 0,85 kg Mineralöle
- Trentino (Int): 3,31 kg Mineralöle
- Hamburg (Int): 0,00 kg Mineralöle

In den ökologischen Hamburger Betrieben, die in der Studie von Geier et al. (2001) untersucht wurden, kamen 2,06 – 2,09 kg für den ökologischen Anbau zugelassene Mittel zur Insektenbekämpfung zum Einsatz. Da sich diese Angaben auf Handelspräparate und nicht auf den Wirkstoffanteil beziehen, sind sie nicht mit obigen Werten aus dem konventionellen und integrierten Anbau vergleichbar. Auf Wirkstoffebene sind für den ökologischen Anbau keine Einsatzmengen von Mitteln zur Insekten- und Milbenbekämpfung erfasst worden. Die oben für den integrierten Anbau genannten 0,62 kg an Insektizid- und Akarizid-Wirkstoffen in Hamburg entsprechen auf Präparate-Ebene einer Menge von 3,2 kg.

Auch mit dieser Angabe ist noch keine Vergleichbarkeit gegeben, da sich das von den Öko-Betrieben verwendete Mittelspektrum hinsichtlich der Zusammensetzung vollständig vom Mittelspektrum abweicht, das auf den integrierten Betrieben zur Anwendung kam. Auf den Öko-Betrieben wurden Naturstoff-Präparate wie Quassia, Neem, sowie Pyrethrum- und Viruspräparate eingesetzt [1], während die integrierten Betriebe ausschließlich chemisch-synthetische Präparate anwendeten.

4. 1. 3 Herbizide

Die Aufwandmengen für Herbizide pro Hektar Anbaufläche stellen sich, bezogen auf den Wirkstoffanteil, folgendermaßen dar:

- Lerida (konv): 1,43 kg Herbizid-Wirkstoffe
- Provence/Languedoc/Rhone-Alps (konv): 2,06 kg Herbizid-Wirkstoffe
- Trentino (Int): 0,81 kg Herbizid-Wirkstoffe
- Hamburg (Int): 2,00 kg Herbizid-Wirkstoffe

Bezogen auf die Herbizidmenge ist zwischen integrierten und konventionellen Betrieben kein deutlicher Unterschied auszumachen. In Südfrankreich ist die angewendete Herbizidmenge am größten. Hier ergab die Umfrage, dass einige der untersuchten Betriebe noch auf der gesamten Fläche Herbizide einsetzten, während dies in Spanien sehr viel seltener der Fall war und in Italien überhaupt nicht vorkam. Anderseits wurden in Lerida von 22% der Betriebe nur Teilbereiche der Kulturen behandelt, während diese Praktik im integriert bewirtschafteten Trentino nur auf 4% der Betriebe zur Anwendung kam (Landell Mills, 1996). Über Hamburg liegen keine spezifizierenden Angaben zur Herbizidanwendung auf den integrierten Betrieben vor.

Im Falle der Herbizide kann der ökologische Obstanbau eine klare Mengenreduzierung vorweisen, da diese Präparate nicht zugelassen sind und auch nicht angewendet werden. Eine Regulierung des Unterwuchses erfolgt auf mechanischem Wege.

4. 2 Reduktion der Anwendungshäufigkeit

Die Anwendungshäufigkeit von Pestiziden steht in engem Zusammenhang mit der ausgebrachten Pestizidmenge. Klingauf (1986) gibt an, dass die Anwendungshäufigkeit in Apfelkulturen 1983 im Rheinland bei durchschnittlich 27 Spritzungen lag. Im Hinblick auf die Häufigkeit des Pestizid-Einsatzes deutet vieles darauf hin, dass die Einführung des integrierten Anbaus

1 In der Untersuchung von Geier et al. (2000) werden bei der angegebenen Menge von 2,06 - 2,09 kg/ha eine Reihe von Präparaten nicht berücksichtigt, die zumindest eine mögliche insektizide Wirkung haben. Dazu zählen z. B. Schwefelkalkbrühe und Kokosseife, die in Aufwandmengen von 0 - 9,8 kg/ha (bezogen auf das Fertigpräparat) zur Anwendung kamen.

zu einem gezielteren Einsatz und damit zu einer Reduzierung der Anwendungen pro Saison geführt hat. Diese Reduktion scheint im Bereich der Insektizide deutlicher ausgefallen zu sein als im Bereich der Fungizide. So gibt Diercks (1986) an, dass die Zahl der Insektizidspritzungen in der West-Schweiz durch die Einführung integrierter Methoden im Apfelanbau von durchschnittlich 7 auf 4, die Fungizidanwendungen gegen Schorf und Mehltau von durchschnittlich 13 auf 10,7 gesenkt werden konnten. Hauschildt (1998) kommt bei einer Auswertung von 214 Betriebsheften an der Niederelbe zu dem Ergebnis, dass die Anzahl der Insektizid- und Akarizidbehandlungen im Jahre 1997 auf durchschnittlich 3 gesenkt werden konnte, während vor Einführung des integrierten Anbaues eher 5 die Regel waren.

Die durchschnittlichen Anwendungshäufigkeiten für Fungizide auf konventionellen und integrierten Anbauflächen (bezogen auf die anwendenden Betriebe), wie sie in den Untersuchungen von Geier et al. (2001) und Landell Mills (1996) festgestellt wurden, belaufen sich auf:

- Lerida (konv): 9,9 Anwendungen
- Provence/Languedoc/Rhone-Alps (konv): 15,5 Anwendungen
- Trentino (Int): 22,7 Anwendungen
- Hamburg (Int): 24,0 Anwendungen

Die durchschnittliche Anwendungshäufigkeit von Fungiziden spiegelt in erster LInie die klimatischen Bedingungen in den unterschiedlichen Obstbaugebieten und den daraus resultierenden Infektionsdruck durch Pilzerkrankungen wider. Die vergleichsweise geringe Anwendungshäufigkeit in Nordspanien dürfte hiermit zu erklären sein. In Trentino und mehr noch in Hamburg herrschen dagegen klimatische Bedingungen mit deutlich höherem Infektionsdruck durch Pilzerkrankungen (hohe Luftfeuchtigkeit, große Niederschlagsmengen).

Neben dem Klima dürfte auch die Art der verwendeten Fungizide Einfluss auf die Anwendungshäufigkeit haben. Präparate, die ihre Schutzfunktion nur bei Aufrechterhaltung eines lückenlosen Belags erfüllen, müssen häufiger angewendet werden als systemische Mittel, die auch in die neu zuwachsenden Organe transportiert werden.

Im Vergleich zu den integrierten Obstbauflächen wurden auf den ökologischen Betrieben in Hamburg zwischen 22 und 26 Anwendungen gegen Pilzerkrankungen vorgenommen (Geier et al. 2001). Obwohl hier ausschließlich Schwefel- und Kupferpräparate zum Einsatz kamen, deren Spritzbelag regelmäßig erneuert werden muss, damit die protektive Wirkung nicht nachlässt, gab es bei dieser Anbauvariante im Hinblick auf die Anwendungshäufigkeit keinen Unterschied zum integrierten Anbau.

Für Insektizide/Akarizide sehen die Anwendungshäufigkeiten im Vergleich folgendermaßen aus:

- Lerida (konv): 11,4 Anwendungen
- Provence/Languedoc/Rhone-Alps (konv): 14,2 Anwendungen
- Trentino (Int): 4,3 Anwendungen
- Hamburg (Int): 4,0 Anwendungen

Hier unterscheiden sich die integrierten Anbaugebiete deutlich von den konventionellen durch ihre geringere Anwendungshäufigkeit. Anders als bei den Fungiziden lässt sich der häufigere Einsatz von Insektiziden und Akariziden in Nordspanien und Südfrankreich nicht mit den dort herrschenden klimatischen Bedingungen und einem daraus etwa resultierenden höheren Schädlingsdruck erklären. Landell Mills (1996) stellen fest, dass der Einsatz von Akariziden

durch die Anwendung integrierter Methoden zurückgeht. Andererseits war besonders im konventionellen Anbaugebiet Lerida die Praxis verbreitet, nur Teile der Anbauflächen gezielt zu behandeln.

Die ökologischen Betriebe in Hamburg setzten, je nach Intensität des Anbaus im Durchschnitt der anwendenden Betriebe 1,7 mal (extensiv bewirtschaftete Anlage mit der Sorte Boskoop auf vorwiegend starkwachsenden Unterlagen) bzw. 3,2 (intensiv bewirtschaftete Anlage mit der Sorte Elstar auf vorwiegend schwachwachsenden Unterlagen) bis 4,0 mal (intensiv bewirtschaftete Anlage mit der Sorte Boskoop auf vorwiegend schwachwachsenden Unterlagen) Mittel ein, die im ökologischen Obstbau zur Insektenbekämpfung zugelassen sind (Viruspräparate, Spruzit, Neem und Quassia). Damit lag die Anwendungshäufigkeit in einer ähnlichen Größenordnung wie auf den integrierten Betrieben, obgleich auf den ökologischen Betrieben zum Teil sehr viel wirkungsspezifischere Mittel (z. B. Viruspräparate) zum Einsatz kamen als im integrierten Anbau.

Für Herbizide ergaben sich in den beiden Untersuchungen folgende Anwendungshäufigkeiten:

- Lerida (konv): 6,4 Anwendungen
- Provence/Languedoc/Rhone-Alps (konv): 5,3 Anwendungen
- Trentino (Int): 2,5 Anwendungen
- Hamburg (Int): 2,0 Anwendungen

Auch bei den Herbiziden schneiden die integrierten Betriebe besser als die konventionellen ab. Eine mechanische Unkrautkontrolle fand allerdings auch in Norditalien (integriert) genauso wenig wie in Nordspanien oder Südfrankreich (konventionell) statt (Landell Mills, 1996)

Für die ökologischen Betriebe gilt das bereits bei den Mengenvergleichen Gesagte: ökologische Obstbaubetriebe setzen keine Herbizide ein, sondern beseitigen unerwünschten Unterwuchs mechanisch.

Für das bessere Abschneiden der integrierten im Vergleich zu den konventionellen Betrieben hinsichtlich der Anwendungshäufigkeit von Pestiziden lassen sich zusammenfassend folgende Gründe festhalten:

- Eine Ausbringung von Pestiziden nach starren Spritzplänen, wie in der Vergangenheit üblich, hat im Obstbau an Bedeutung verloren, sowohl im integrierten als auch im konventionellen Anbau. Die Regel sind heute Pestizidanwendungen im Bedarfsfall. Das bedeutet beispielsweise für Pilzinfektionen und entsprechende Fungizidspritzungen, dass diese erst dann durchgeführt werden, wenn sich Witterungsbedingungen einstellen, die erfahrungsgemäß eine Infektion begünstigen. Hier stehen den Obstbauern in allen größeren Obstanbaugebieten inzwischen Warndienste zur Verfügung. Da sich der konventionelle Obstbau zumindest in Deutschland mittlerweile weitgehend an der Praxis des integrierten Anbaus orientiert, ist eine Verringerung von Pestizidanwendungen, die auf diese Vorgehensweise zurückzuführen sind, ein Verdienst, auf den sich der integrierte Anbau berufen kann.
  In einem der beiden konventionell bewirtschafteten Obstbaugebiete aus der Untersuchung von Landell Mills (1996), in der Provence, war die Bekämpfung des Apfelwicklers zu einem festgesetzten Termin für

einen nennenswerten Anteil der Obstbauern allerdings durchaus noch gängige Praxis. In Nordspanien hingegen, wo ebenfalls konventionell gewirtschaftet wurde, nutzten die Bauern die offiziellen Warnsysteme und legten danach die erste Spritzung fest.

- integriert wirtschaftende Betriebe machen zumindest in Deutschland inzwischen den Hauptanteil der Obstbaubetriebe aus (Angabe für das Alte Land siehe Kap. 3.1). Integrierter Obstbau stellt heute offenbar den Standard dar, während dem konventionellen Anbau mittlerweile eher eine marginale Rolle zukommt.

Eine gegenläufige Tendenz wäre theoretisch aus der Anwendung neuer, sehr wirkungsspezifischer Bekämpfungsverfahren ableitbar. Hierzu zählt beispielsweise der Apfelwickler-Granulosevirus, ein Präparat, das nur gegen die Raupen des Apfelwicklers wirksam ist. Da mit diesem Präparat nur ein Schadorganismus erfasst wird, wäre es denkbar, dass es in der Folge sogar zur Anwendung einer größeren Anzahl von Mitteln und damit u. U. auch größerer Mengen kommt, da die übrigen Schadorganismen mit anderen Präparaten bekämpft werden müssen.

Die Untersuchung von Geier et al. (2001) ergab, dass das sehr spezifisch wirksame und damit umweltschonende Apfelwickler-Granulosevirus in Hamburg ausschließlich von den Ökobetrieben genutzt wurde. Wenn die Anwendung wirkungsspezifischer Präparate zu einer erhöhten Anzahl von Applikationen geführt hat, so kann das also nur die untersuchten Ökobetriebe betreffen. Die ermittelten Anwendungshäufigkeiten für Insektizide und Akarizide zeigen jedoch, dass auf den ökologischen Betrieben durchschnittlich weniger häufig gegen Insekten und Spinnmilben vorgegangen wurde als auf den integrierten Betrieben.

Andererseits wäre zu prüfen, inwieweit die Anwendung breitenwirksamer Mittel nicht im Gegenzug weitere Anwendungen nach sich zieht, da Nützlinge und Nicht-Zielorganismen ebenso geschädigt und weitere Massenvermehrungen von Schädlingen dadurch begünstigt werden. Ein Beispiel für dieses Phänomen sind Pyrethroide, deren Einsatz aufgrund ihrer Raubmilben schädigenden Wirkung die Gefahr von Massenvermehrungen von Spinnmilben mit sich bringt und die deshalb im integrierten Anbau nicht verwendet werden (Landell Mills, 1996; siehe auch Kap. 4. 1. 2).

Die Allgemeingültigkeit der zuletzt aufgeworfenen Frage kann nicht im Rahmen dieser Studie beantwortet werden. Hier besteht weiterer Forschungsbedarf. Es wäre anhand verschiedener Schädlinge oder Pilzerkrankungen zu untersuchen, wie sich die jeweilige Bekämpfungsstrategie durch die Einführung des integrierten oder ökologischen Anbaus verändert hat und welchen Einfluss dies im Hinblick auf eine Pestizid-Reduzierung hatte. Unabdingbare Voraussetzungen zur Klärung dieser Fragen wären

- auf Herstellerebene, dass die Geschäftsgeheimnisse über den Umsatz mit Pestiziden für den Obstanbau aufgehoben werden und die der BBA gemeldeten Daten veröffentlicht werden,
- auf Betriebsebene, dass die Dokumentation aller Daten über den Einsatz von Pestiziden verpflichtend wird und
- dass diese Daten der Fachöffentlichkeit zugänglich gemacht werden.

4. 3 Reduktion der Wirkstoff-Anzahl

Zunächst soll hier noch einmal der Blick auf die Vielfalt der in den einzelnen Anbauverfahren zum Einsatz kommenden Wirkstoffe gerichtet werden (Abb. 1).

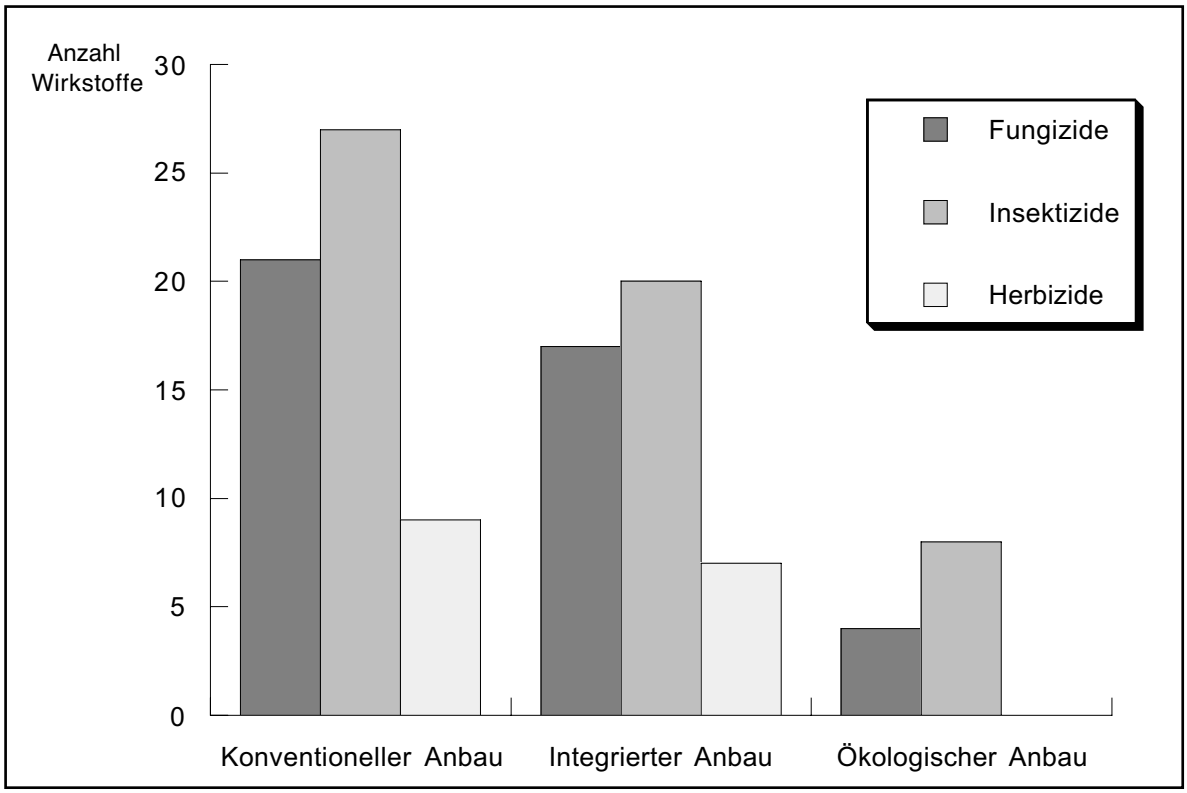


Abbildung 1: Anzahl zugelassener Pestizid-Wirkstoffe im konventionellen, integrierten und ökologischen Apfel-Anbau

Während im integrierten und mehr noch im konventionellen Kernobstanbau immer noch eine große Anzahl unterschiedlicher Wirkstoffe zum Einsatz kommen, ist die Anzahl der Mittel im ökologischen Apfelanbau stark eingeschränkt. Das System integrierter Obstbau fußt auf der Verfügbarkeit einer gewissen Vielzahl unterschiedlicher Präparate, allein schon um dem Auftreten von Resistenzen vorzubeugen. Der ökologische Obstbau kommt mit wenigen unterschiedlichen Präparaten aus, muss diese eingeschränkte Mittelpalette im Falle der Fungizide jedoch durch höhere Mengen kompensieren (siehe 4.1.1)

4. 4 Zusammenfassung

Im Gegensatz zum konventionellen Apfelanbau zeichnet sich der integrierte Anbau durch ein gezielteres Vorgehen gegen Schädlinge und Pilzkrankheiten aus. Dazu gehört die Etablierung von Befallskontrollen und, damit verbunden, das Abrücken von prophylaktischen Pestizidanwendungen. Dadurch kommt es, zumindest im Falle der Insektizide und Akarizide, zu einer Reduzierung der Aufwandmenge. Für Fungizide lassen die ausgewerteten Daten keinen klaren Trend erkennen. Hier unterscheiden sich die klimatischen Bedingungen in den untersuchten Anbaugebieten so stark, dass der Einfluss der Bewirtschaftungsweise überlagert wird. Für die aufgewendeten Herbizidmengen ist ebenfalls keine klare Tendenz erkennbar.

Hinsichtlich der Anwendungshäufigkeit führt der integrierte Anbau bei Insektiziden und Herbiziden zu deutlichen Reduktionen. Bei den Fungiziden ist das Gegenteil der Fall. Hier ist jedoch noch einmal auf die schwierigen klimatischen Bedingungen in den untersuchten integrierten Regionen hinzuweisen, die einen erheblich höheren Befallsdruck bedingen.

Im Hinblick auf die Anzahl der verwendeten Mittel führt der integrierte Anbau bei Äpfel nur zu einer geringen Reduktion.

Zusammenfassend bleibt festzuhalten, dass es sich beim integrierten Apfelanbau sicherlich nicht um eine Zwischenstufe auf dem Weg hin zu einer pestizidfreien Apfelkultur handelt. Der integrierte Anbau hat vor allem zu einer Optimierung des Pestizid-Einsatzes geführt und bezieht seine Motivation in erster Linie aus ökonomischen Erwägungen (aus Kostengründen nicht mehr als unbedingt nötig spritzen) und aus der begründeten Angst vor Resistenzen, die vor allem bei pilzlichen Schaderregern durch den zu häufigen Einsatz desselben Mittels sehr schnell provoziert werden können. Grundlegend andere Ansätze zur Lösung oder zum Umgang mit Schädlings- und Krankheitsproblemen sind nicht erkennbar.

Das Reduktions-Potenzial des integrierten Anbaus scheint zum gegenwärtigen Zeitpunkt ausgeschöpft. Eine weitere Reduzierung der Mittel-Vielfalt würde das Konzept insgesamt in Frage stellen, da durch die häufige Anwendung weniger Mittel Resistenzen provoziert werden.

Neben den hier beschriebenen direkten Effekten bezüglich einer Reduzierung von Pestizid-Einsätzen deutet sich eine indirekte Auswirkung der Umstellung auf den integrierten Anbau an. Die im Rahmen der integrierten Bewirtschaftung geforderten Kontrollen und Abwägungsprozesse im Hinblick auf die Notwendigkeit von Pestizideinsätzen stellen für die Betriebsleiter eine Art Training dar, das ihnen die Chance eröffnet, von dieser Art der Betriebsführung noch einen Schritt weiter hin zu einem Umstellen auf den ökologischen Obstbau zu tun.

Im ökologischen Anbau von Äpfeln ist die Anzahl der Pestizide deutlich reduziert. Auch die Menge eingesetzter Wirkstoffe liegt bei den Mitteln gegen Insekten unter der des integrierten Anbaus. Dafür werden bei den Fungiziden größere Mengen eingesetzt. Dies ergibt sich aus der Art der verwendeten Mittel; die darin enthaltenen Wirkstoffe erfordern höhere Aufwandmengen und müssen häufiger eingesetzt werden als die Wirkstoffe in den Präparaten des integrierten Anbaus. Dennoch liegen die Anwendungshäufigkeiten von Fungiziden nicht über denen des integrierten Anbaus, bei Insektiziden liegen sie tendenziell etwas niedriger.

Zu einer klaren Reduktion hinsichtlich Menge, Ausbringungshäufigkeit und Anzahl der Mittel führt der Öko-Anbau bei den Herbiziden, da solche nicht zur Anwendung kommen und Unkräuter stattdessen vollständig mechanisch entfernt werden.

Anders als der integrierte Apfel-Anbau, der sich vom konventionellen nicht prinzipiell, sondern eher graduell unterscheidet, ist der ökologische Obstbau, wie der ökologische Landbau insgesamt, durch eine völlig andere Sichtweise gekennzeichnet. Hier wird durch vielfältige Pflegemaßnahmen versucht, die Pflanzen weitgehend gesund zu erhalten, das Auftreten von Krankheiten und Schädlingen im Vorfeld zu vermeiden und natürlichen Gegenspielern optimale Lebensbedingungen zu schaffen. Hierzu zählt unter anderem die Durchführung einer mehrjährigen Brache zwischen dem Roden von Bäumen und der Neuanpflanzung, die Bodenverbesserung mit Kompost, das Anlegen von Blühstreifen und die Duldung einer Begrünung der Baumstreifen zum Ende der Vegetationsperiode hin. Im integrierten Anbau werden ähnliche Maßnahmen zwar ebenfalls empfohlen aber nur selten in die Tat umgesetzt. Das Aufhängen von Nistkästen, das hier durchaus praktiziert wird (da man sich von den Vögeln eine

befallsreduzierende Wirkung erhofft), stellt dagegen eine eher fragwürdige Maßnahme dar: Die Bruterfolge in intensiv bewirtschafteten Anlagen sind meist sehr gering, wahrscheinlich dadurch, dass den Brutvögeln in der entscheidenden Zeit der Jungenaufzucht durch Insektizid-Spritzungen die Nahrungsgrundlage komplett entzogen wird (G. Hofmann, mdl. Mittlg.).

Eine Reduzierung auf die Betrachtung der durchgeführten oder unterlassenen Spritzungen und der zur Anwendung kommenden Mittel wird dem ökologischen Apfelanbau nicht gerecht. Nicht zuletzt wegen der Tatsache, dass die im Öko-Obstbau erlaubten Mittel einen geringeren Wirkungsgrad haben als die des integrierten und konventionellen Anbaus, sind die Öko-Obstbauern immer wieder gefordert, grundlegend andere Strategien im Umgang mit Schädlingen und Pflanzenkrankheiten zu entwickeln. Diese setzen vor allem bei den Kulturbedingungen und der Gesundheit der Pflanzen an. Der integrierte Anbau ist genau wie der konventionelle viel mehr auf die unterschiedlichen Mittel, ihre Wirksamkeit und Verfügbarkeit fixiert. Während hier beispielsweise im Falle eines Blutlausbefalls die Auswahl des geeigneten Mittel im Mittelpunkt steht, ist der Öko-Obstbauer gehalten, seine Anbaupraxis insgesamt in Frage zu stellen. Er sollte zum Beispiel überprüfen, ob nicht die Düngung zu intensiv oder der Schnitt zu scharf gewesen sind, beides Maßnahmen, welche die Triebigkeit der Bäume und damit ihre Anfälligkeit für Blutlausbefall erhöhen, bzw. überlegen, warum die Ansiedlung der Blutlauszehrwespe (ein natürlicher Gegenspieler der Blutlaus) in der Obstanlage nicht gelingt.

Dennoch müssen Äpfel im ökologischen Landbau eher als eine Problemkultur betrachtet werden (keine Fruchtfolgen möglich, hoher Schädlings- und Krankheitsdruck), bei der man hinsichtlich der Reduzierung von Pflanzenschutzanwendungen (insbesondere gegen Pilzerkrankungen) schnell an Grenzen stößt.

Zwar gibt der integrierte Obstbau gegenüber dem konventionellen Anbau ein durchweg positives Bild ab: Ausgehend von einer Situation im Apfelanbau, die durch massive Pestizid-Einsätze gekennzeichnet war, ist es ihm gelungen, im Hinblick auf die Reduzierung von Pestizid-Anwendungen geradezu eine Vorreiterrolle einzunehmen. Das darf jedoch nicht darüber hinwegtäuschen, dass der ökologische Anbau von seinem Grundgedanken her sehr viel bessere Ansatzmöglichkeiten für weitere Reduktionsbemühungen bietet als der integrierte Anbau.

Die Analyse der Pestizidanwendungen in den drei vergleichend betrachteten Anbausystemen macht jedoch vor allem deutlich, dass weitere Reduktionsansätze über die eigentlichen Anbausysteme hinaus gehen müssen. Das Beispiel der Bekämpfung von Pilzkrankheiten wie Schorf zeigt, dass sich die Probleme hier kaum pflanzenschutztechnisch lösen lassen, wenn eine weitere Reduzierung des Einsatzes von Fungiziden erreicht werden soll. Erfolgversprechender erscheint es vielmehr, an anderer Stelle anzusetzen, wie das folgende Kapitel verdeutlicht.

5 Reduktions-Hindernisse – Reduktions-Potentiale

Vor dem Hintergrund der dargestellten Fakten stellt sich die Frage, wie die im 5. Umweltaktionsprogramm der EU geforderte bedeutsame Pestizid-Reduktion geleistet werden kann.

Chemischer Pflanzenschutz benötigt eine bestimmte Pestizid-Menge (die Wirksamkeit muss gewährleistet sein) und eine bestimmte Mittelvielfalt (die verschiedenen Schaderreger müssen erfasst und Resistenzen bei Schaderregern vermieden werden). Diese Tatsachen setzen dem Reduktions-Potential des chemischen Pflanzenschutzes Grenzen.

Hindernisse für die Reduzierung von Pestizid-Einsätzen sind heute weniger in den einzelnen Anbausystemen zu suchen, sondern mehr in den Rahmenbedingungen, die den Anbau und die Vermarktung von Äpfeln bestimmen. Eine Überwindung dieser Hindernisse könnte weitere Reduktions-Potentiale erschließen. Reduktionshindernisse und –potentiale lassen sich demnach auf drei Ebenen ausmachen:

- Produktion,
- Handel,
- Konsum.

5. 1 Reduktions-Potentiale auf Produktions-Ebene

Die meisten Pestizide werden im konventionellen Apfelanbau eingesetzt. Hier gilt als Anforderung die „gute fachliche Praxis“, die lediglich den Status quo beschreibt. Soll die angestrebte Pestizid-Reduktion im Bereich Pflanzenschutz (im engeren Sinne) umgesetzt werden, so ist es erforderlich, an die gute fachliche Praxis strengere Maßstäbe anzulegen.

In Tabelle 6 sind die Mindestanforderungen zusammengefasst, die PAN-Germany an eine gute fachliche Praxis im Apfelanbau stellt. Sie gehen über den status quo hinaus und sind verhältnismäßig einfach umzusetzen.

Tabelle 6: Schlüsselelemente der guten fachlichen Praxis und ihre Umsetzung im Apfelanbau

Schlüsselelemente der guten fachlichen Praxis	Umsetzung im Apfelanbau
1. Bodenstruktur	Staunasse Böden vermeiden (Begünstigung von Obstbaumkrebs)
2. Fruchtfolge	kaum anwendbar; Durchführung einer mehrjährigen Brache vor Neuanpflanzungen
3. Bewässerung	Keine Sprühbewässerung wegen Begünstigung von Schorfinfektionen
4. Sortenwahl	bevorzugt widerstandsfähige Sorten (angepasste regionale und resistente Sorten), keine schorfempfindlichen Sorten
5. Schadpilz-Management	Keine zu engen Pflanzabstände, Sortenwahl (s. o.), Förderung der Falllaub-Zersetzung durch Häckseln/Mulchen, keine die Bodenfauna schädigenden Pestizide, Schnittmaßnahmen gegen Mehltau und Krebs
6. Rückzugsstrukturen	Heckenanpflanzungen, Nisthilfen für Insekten und Vögel, Grabensysteme gegenüber Drainagerohren bevorzugen, Begrünung der Baumstreifen ab Sommermitte zulassen
7. Nährstoff-Versorgung	bedarfsgerechte Düngung nach Bodenanalyse, Bevorzugung organischer Dünger, Begrünung der Baumstreifen gegen Nährstoff-Verluste im Winter
8. Unkraut-Bekämpfung (Freihalten der Baumstreifen)	Keine Herbizid-Anwendungen, mechanische Unkrautbekämpfung, gezielte Begrünung der Baumstreifen im Sommer

9. Pestizid-Einsatz	keine vorbeugenden Behandlungen, keine nützlings- oder bodenfaunaschädigende Mittel (und damit schädlingfördernde wie Pyrethroide), keine Antibiotika, Nutzung des Schorf-Warndienstes, Behandlungen nur nach regelmäßigen Befallskontrollen (Lockstoff-Fallen, Klopfproben), wo möglich Teilbehandlung der Kulturen, Nutzung von Verwirr-Strategien
10. Nicht-chemische Pflanzeschutzmaßnahmen	Schnittmaßnahmen (Mehltau, Krebs), mechanische Baumstreifen-Freihaltung, Biologische Bekämpfungsverfahren (Apfelwickler-/Schalenwickler-Granulosevirus, Bacillus thuringiensis-Präparate)
11. Anbau-System	keine Beschränkung auf die Verwendung schwach wachsender Unterlagen und damit Ausschluss widerstandsfähiger Sorten, Unterlagenwahl auf die Sorten abstimmen
12. Ressourcen-Nutzung	bevorzugt regionale Vermarktung zur Energie-Einsparung
13. Dokumentation	Dokumentation aller Pflanzenschutzmaßnahmen

In Gebieten, in denen der integrierte Anbau noch nicht etabliert ist, könnte die Umstellung auf dieses Verfahren zu einer Reduzierung des Einsatzes von Pestiziden führen.

Eine weitergehende Reduzierung (außer bei Fungiziden) wäre durch die Umstellung auf ökologischen Anbau möglich.

5. 2 Reduktions-Potentiale auf Handels-Ebene

5. 2. 1 Erzeugerpreise

Die Intensivierung des Apfelanbaus hat einen hohen Druck auf die Erzeugerpreise ausgeübt, und diese haben ihrerseits die weitere Intensivierung bis hin zu kaum vorstellbaren Ausmaßen vorangetrieben. Diese Entwicklung hat auch vor dem ökologischen Obstbau nicht Halt gemacht.

In Kapitel 3 ist der moderne Erwerbsobstanbau kurz beschrieben worden. Bei einer derart genauen Steuerung des Fruchtbehanges, wie sie heute üblich ist, kann es sich der Betriebsleiter nicht leisten, seinen genau kalkulierten Fruchtertrag nennenswert durch Schadorganismen reduzieren zu lassen. In dieser Hinsicht unterscheidet sich die Situation grundlegend von der im häuslichen Obstgarten: Lässt sich ein Verlust durch wurmige Äpfel hier oft schon wegen der ohnehin überreichen Ernte verschmerzen, so muss in den Erwerbsobstanlagen der nach den Ausdünnungsmaßnahmen an den Bäumen verbleibende Fruchtbehang auch geerntet werden, um ein akzeptables Betriebsergebnis zu erzielen. Mehr noch: jeder Ersatz chemischer Bekämpfungsmaßnahmen durch mechanische, wie z. B. das Herausschneiden Mehltau befallener Triebspitzen, stört die empfindliche Balance von Neutrieb und Blütenansatz, die durch mechanische und chemische Maßnahmen zur Steuerung des Ertrags aufrecht erhalten wird.

Bei den derzeitigen Erzeugerpreisen ist kaum vorstellbar, dass sich an dieser Zwangslage etwas ändert. Erst eine Anhebung der Erzeugerpreise würde die Voraussetzung dafür schaffen, weniger Pestizide einzusetzen und damit größere Verluste durch Schadorganismen und sich daraus ergebende Ertragsschwankungen einzukalkulieren.

5. 2. 2 Handelsstrukturen

Obst wird heute europaweit oder sogar weltweit vermarktet. Ein Kennzeichen dieser überregionalen Obstvermarktung sind die langen und Energie aufwändigen Transporte. Diese Transportwege schlagen sich aufgrund geringer Transportkosten zwar nur unwesentlich im Preis nieder, wirken sich aber sehr negativ auf die Ökobilanz der gehandelten Äpfel aus und tragen über einen erhöhten CO_2-Ausstoß zum Treibhauseffekt bei.

Die für eine überregionale Vermarktung erforderlichen Strukturen lassen sich kaum mit regionalen Besonderheiten vereinbaren. Dies findet seinen Niederschlag im Anbau und Handel mit Obst, die heute durch ein kleines Sortenspektrum gekennzeichnet sind. In den Regalen der Supermärkte findet sich selten mehr als eine gute Handvoll unterschiedlicher Sorten. Noch 1941 wurden dagegen in den Handelslisten der Landwirtschaftskammer 190 Sorten genannt. Die europaweite Vermarktung von Obst haben hier ihren Tribut gefordert. Der Handel hat begreiflicherweise kein Interesse daran, sich mit Dutzenden unterschiedlicher Sorten auseinander zu setzen. Die Vermarktung eines kleinen, weitgehend EU-einheitlichen Handelssortiments ist bedeutend einfacher, als die Handhabung unterschiedlicher regionaler Sortimente. So wurde alles daran gesetzt, die ehemalige Vielfalt der Apfelsorten auf etwa 10 zu reduzieren, die in ganz Europa von Deutschland bis nach Italien gehandelt werden.

Hier hat der Fruchtgroßhandel einen bestimmenden Einfluss auf die Sortenwahl der Produzenten. Apfelsorten, die vom Handel nicht akzeptiert werden, haben im Anbau keine Chance, mögen sie auch noch so günstige Eigenschaften im Hinblick auf die Widerstandsfähigkeit gegenüber Krankheiten und Schädlingen aufweisen.

Selbst im Öko-Obstbau konnte in den letzten Jahren beobachtet werden, dass sich das Sortenspektrum zunehmend an dem des konventionellen und integrierten Anbaus orientierte und sich damit der Anteil von Sorten erhöhte, die hinsichtlich ihrer Widerstandsfähigkeit gegenüber Pilzerkrankungen als problematisch zu betrachten sind. Dieser Trend scheint sich erst in jüngster Zeit umzukehren.

Das eingeschränkte Sortenspektrum im Apfelanbau stellt ein Hindernis für die angestrebten Reduktionen von Pestizid-Anwendungen dar.

Im Laufe von Jahrhunderten des Obstanbaus sind in den unterschiedlichen Regionen Europas Tausende von Apfelsorten entstanden, von denen etliche eine gute Anpassung an die örtlichen Klima- und Standortbedingungen aufweisen. Hieraus resultiert z. T. eine beachtliche Widerstandsfähigkeit gegenüber bestimmten Schadorganismen. Als Beispiel sei hier die Widerstandsfähigkeit der vor allem in Norddeutschland verbreiteten Prinzenapfel-Sorten gegenüber Schorf genannt. Bei dieser Eigenschaft handelt es sich nicht um eine gezielt gezüchtete Resistenz, sondern eher um eine Toleranz. Das heißt, ein Schorfbefall ist zwar möglich, findet aber erst bei höherem Befallsdruck statt als bei normal empfindlichen oder sogar anfälligen Sorten, wie es einige aus dem Handelssortiment sind (z. B. Golden Delicious, Elstar).

Bei Friedrich wird der Golden Delicious bereits1977 als schorfempfindlich eingestuft, ein Urteil, das sich aus eigener Erfahrung aus norddeutschen Klimaverhältnissen bestätigen lässt. In Italien galt die Sorte Golden Delicious jedoch als einigermaßen widerstandsfähig gegenüber

Schorf. Allerdings musste diese Einschätzung in jüngerer Zeit revidiert werden. Dies wird auf geänderte, Schorf begünstigende Bedingungen zurückgeführt, sowie auf Pilzstämme, die die sorteneigene Widerstandsfähigkeit überwunden haben. Zudem bezieht sich diese Einschätzung der Widerstandsfähigkeit auf den Vergleich mit den noch empfindlicheren Sorten der Red Delicious Gruppe oder Morgenduft. Zwar ergaben die Recherchen von Landell Mills (1996), dass die Obstbauern im Trentino die Empfindlichkeit gegenüber Krankheiten und, in einem geringeren Ausmaß auch gegenüber Schädlingen, als bedeutsames Kriterium für die Sortenwahl einstufen. Dabei beziehen sie jedoch keine regionalen Sorten in den Vergleich ein und letztendlich spielen die ökonomischen Kenngrößen (Nachfrage auf dem Markt und die lange Lagerfähigkeit) der Sorte für die Praktiker in Norditalien die entscheidende Rolle bei der Sortenwahl.

In den letzten Jahren sind vermehrt gegen Schorf resistente Sorten gezüchtet worden. Es bleibt jedoch abzuwarten, ob sich diese Sorten in den klimatisch sehr unterschiedlichen Obstanbaugebieten Deutschlands (z. B. Bodensee, Altes Land) und mehr noch Europas gleichermaßen und auf längere Sicht bewähren. Ein gutes Zeichen ist, dass gerade von Öko-Anbauern mit einigen Sorten bereits positive Erfahrungen gesammelt wurden (z. B. mit der tschechischen Sorte Topaz im Alten Land).

Einer verstärkten Anpflanzung sowohl der neuen resistenten als mehr noch der alten, an besondere regionale Verhältnisse angepassten Lokalsorten stehen die oben skizzierten Vermarktungsstrukturen im Weg. Durch die Schaffung entsprechender regionaler Vermarktungsstrukturen und eine auf regionale Vielfalt abzielende Werbung vor Ort ließe sich der Weg für die Aufpflanzung weniger anfälliger Sorten ebnen und damit die Häufigkeit von Pestizideinsätzen reduzieren (siehe Fallbeispiel „Finkenwerder Herbstprinz“ in Kapitel 5.4).

5. 2. 3 Qualitätsnormen

Die EG Qualitätsnormen für Tafeläpfel (Amtsblatt Nr. L126 vom 17.05.97) untersagen eine Vermarktung von Äpfeln als Tafelobst, die mehr als 1 cm^2 Schalenfehler (z. B. Schorfflecken) aufweisen. Um bei den erzeugten Früchten diese Normen einzuhalten, sind häufige Fungizidspritzungen kaum zu vermeiden. Neben einem Ausweichen auf weniger anfällige Sorten wäre eine Lockerung dieser Qualitätsnorm eine wichtige Voraussetzung für die Reduzierung der Anzahl von Fungizidspritzungen. Dies wäre ohne Gefahr für die Gesundheit der Verbraucher möglich, da kleinere Schorfflecken allenfalls ein kosmetisches Problem darstellen und keine gesundheitliche Bedeutung haben.

Der ökologische Obstbau trägt dieser Tatsache insofern Rechnung, als er allein durch die Beschränkung der zur Anwendung kommenden Mittel Früchte erzeugt, die diesem zweifelhaften Schönheitsideal nicht vollkommen entsprechen. Deshalb wurde er von integrierter Seite immer wieder angefeindet, wie das Zitat von Tieman (1989) zeigt: "Sehr klar möchten wir uns andererseits von den sogenannten "biologischen" Richtungen abgrenzen; denn diese ermöglichen keine Obstproduktion, die in unserem Klimaraum den augenblicklichen inneren und äußeren Qualitätsanforderungen gerecht werden kann".

5. 3 Reduktions-Potentiale auf Konsum-Ebene

Damit weitere Reduktions-Potentiale erschlossen werden können, ist es auf Konsumebene notwendig, Aufklärungsarbeit zu leisten, um die Verbraucherakzeptanz für Früchte zu erhöhen, die von dem derzeitigen Bild des typischen Handelsapfels abweichen.

Dafür ist es im einzelnen wichtig, Verbrauchern durch geeignete Maßnahmen nahe zu bringen, dass Äpfel ohne Verlust von geschmacklichen Qualitäten und ohne nachteilige Auswirkungen auf die Gesundheit in Größe, Form, Farbe und Schalenbeschaffenheit differieren können. So wäre es wichtig, mit der immer wieder geschürten Angst aufzuräumen, kleinere Schorfflecken auf der Schale beeinträchtigten die Gesundheit.

Weiterhin wäre vorstellbar, unter bewusster Abgrenzung gegenüber dem derzeit gängigen Einheits-Apfelgeschmack (in erster Linie süß) und der vorherrschenden Überbewertung von „Knackigkeit“ die mögliche Geschmacks- und Konsistenzvielfalt von Apfelsorten hervor zu heben. Auf diese Weise würde die Vermarktungsmöglichkeit von Sorten vergrößert, die nicht dem gängigen Geschmacksideal entsprechen und stattdessen durch eine prickelnde Säure gekennzeichnet, nussig, beeren- oder rosenartig gewürzt sind, und, anstatt knackig zu sein, eine mürbe oder locker schaumige Konsistenz aufweisen. Mit einer Verbraucherarbeit, die in diese Richtung zielt, könnte der Boden für den Absatz neuer krankheitsresistenter oder alter widerstandsfähiger Sorten bereitet werden.

VerbraucherInnen können durch den Einkauf direkt beim Erzeuger, z. B. auf Wochenmärkten, die Nachfrage nach widerstandsfähigen Apfelsorten stärken. Durch Kauf von Früchten aus Öko-Anbau würde die Nachfrage erhöht und Landwirten die Umstellung ermöglicht. Hier mag für viele VerbraucherInnen der im Vergleich zu konventioneller und integrierter Ware höhere Preis ein Kaufhindernis darstellen. Auch in dieser Beziehung ist also Aufklärungsarbeit zu leisten und den VerbraucherInnen nahe zu bringen, dass sich Öko-Äpfel nicht kostengünstiger anbauen lassen, da der Arbeitsaufwand höher ist, die Erträge niedriger sind und auch das Ertragsrisiko höher ist. Angesichts des beständig sinkenden Anteils der Lebensmittelausgaben an den durchschnittlichen Ausgaben für Lebenshaltungskosten sollte es jedoch möglich sein, den VerbraucherInnen zu vermitteln, dass umwelt- und damit gesundheitsschonend erzeugte Lebensmittel höhere Erzeugerpreise bedingen.

5. 4 Fallbeispiel „ Finkenwerder Herbstprinz“

5. 4. 1 Ziele der Initiative

Im Raum Hamburg hat sich in den letzten Jahren eine Vermarktungsinitiative gegründet, deren Ziel es ist, eine inzwischen fast vollständig aus Handel und Anbau verdrängte Regionalsorte, den Finkenwerder Herbstprinz, bei den VerbraucherInnen wieder bekannt zu machen und auf diese Weise langfristig für verbesserte Absatzmöglichkeiten zu sorgen.

Mit dieser Initiative sind drei unterschiedliche Aspekte verknüpft, die miteinander in Beziehung stehen:

- die Erhaltung genetischer Vielfalt,
- die Reduzierung von Pestizideinsätzen und
- die Regionalisierung von Vermarktung.

Erhaltung der genetischen Vielfalt

Der Finkenwerder Prinz kann als ein Relikt der regionalen Obstsortenvielfalt der Niederelberegion angesehen werden. Die Geschichte seiner Entdeckung liest sich überaus spannend. Wie viele alte Sorten ist der Herbstprinz nicht planmäßig gezüchtet worden, sondern als Zufallssämling entstanden. Der Mutterbaum der Sorte wuchs wahrscheinlich seit etwa 1860 auf Finkenwerder im lüneburgischen Teil und wurde um die Jahrhundertwende von dem jungen Obstbauern Carsten Benitt auf dem Grundstück seines Nachbarn entdeckt. Benitt erkannte die Vorzüge der Sorte (guter Geschmack, vielseitige Verwertbarkeit, lange Lagerfähigkeit, Robustheit), ließ sie vermehren und pflanzte eine größere Anzahl Bäume des Herbstprinzen an. Von nun an gewann die Sorte im Niederelberaum ständig an Boden. In den 50er und 60er Jahren war der Finkenwerder Herbstprinz der am häufigsten angebaute Apfel auf Finkenwerder und im Alten Land, dem größten zusammenhängenden Obstanbaugebiet Deutschlands.

In den 70er und 80er Jahren ging es dann beständig bergab. Zwei Ursachen macht Eckart Brandt, Obstbauer und -händler, Sortenkenner und Sammler alter Obstsorten, für diese Entwicklung verantwortlich: Die weitere Intensivierung der Handelsbeziehungen im Rahmen der EWG bzw. EU führte zu einer Einengung des Sortenspektrums und zur Verdrängung vor allem regional verbreiteter und bekannter Obstsorten. Die Umstellung der Obstanlagen auf die besonders schwachwüchsigen M9-Unterlagen bewirkt bei dem an sich selbst ohne besondere Kühleinrichtungen sehr gut lagerfähigen Finkenwerder Prinz übergroße Früchte, die im Obstlager schnell zusammenbrechen.

Reduzierung von Pestizid-Einsätzen

Im Hinblick auf eine angestrebte Reduzierung von Pestizid-Einsätzen hat die Propagierung des Finkenwerder Prinzen eine besondere Relevanz. Dieser Apfel hat sich als sehr gut angepasst an die regionalen Klima- und Bodenverhältnisse erwiesen. Das drückt sich z. B. in einer hohen Widerstandsfähigkeit gegenüber Schorf aus. Anders als bei den heute zumeist angebauten Tafeläpfeln wie z. B. Elstar, lassen sich von Finkenwerder-Bäumen auch ganz ohne Behandlungen gegen Schorf nennenswerte Mengen an Tafelobst ernten. Hinzu kommt eine gute Widerstandsfähigkeit gegenüber Obstbaumkrebs, eine weitere Pilzerkrankung, deren Auftreten auf den schweren Marschböden der Niederelbe begünstigt wird.

Dabei handelt es sich beim Finkenwerder Prinzen, wie oben beschrieben, nicht um eine Sorte, die im Hinblick auf Krankheitsresistenzen gezielt gezüchtet worden ist, sondern um einen Zufallssämling, der sich unter den harten Auslesebedingungen des regionalen Standortes als widerstandsfähig erwiesen und durchgesetzt hat. Das bedeutet nicht zwangsläufig, dass es sinnvoll ist eine Sorte wie den Finkenwerder Prinzen in z. B. Obstanbaugebieten mit stärker kontinental geprägtem Klima anzubauen, da dort eine erhöhte Krankheitsanfälligkeit (z. B. gegenüber Mehltau) nicht ausgeschlossen werden kann. Hier müssten andere bewährte lokale Sorten in Betracht gezogen werden.

Regionalisierung von Vermarktung

In diesem Zusammenhang kommt der Finkenwerder-Aktion eine große Bedeutung zu, wird hier doch eine Sorte propagiert, die traditionell im Gebiet der Niederelbe angebaut wird. Ziel der Aktion ist es, eine verstärkte Nachfrage dieser regional erzeugten Obstsorte hervor zu rufen und den Herbstprinzen damit wieder verstärkt in den Anbau zu bringen. Eine Voraussetzung für die Aktion war die Tatsache, dass noch nennenswerte Restbestände von Finkenwerder-Herbstprinzen-Bäumen in der Umgebung Hamburgs existieren (Schätzungen gehen von

einer jährlichen Erntemenge von ca. 100 t aus). Weiterhin hilfreich war sicherlich auch, dass viele Hamburger den Herbstprinzen noch gut kennen und Wert schätzen.

5. 4. 2 Geschichte der Vermarktungsinitiative

Auslöser für die Erhaltungsbemühungen waren für Brandt die Schwierigkeiten der Ökoobstbauern, ihre geernteten Herbstprinzen als Tafelobst zu vermarkten. Nach mehreren Artikeln in Lokalzeitungen und einer Medienkampagne "Rettet den Finkenwerder Prinzen" verbesserte sich die Absatzsituation in der Region kurzzeitig. Da sich solche Kampagnen nicht beliebig oft wiederholen lassen, entstand die Idee, mit einem alljährlich zu einem festen Termin stattfindenden Aktionstag an fast vergessene Traditionen anzuknüpfen.

Der Aktionstag

Im Herbst 2000 wurde erstmalig ein in Zukunft regelmäßig stattfindender Aktionstag durchgeführt, der auf den Erntebeginn dieser regionalen Spezialität hinweisen sollte. Die Idee, die mit diesem Aktionstag verbunden ist, besteht im Anknüpfen an eine alte Tradition, nämlich den Transport der Apfelernte mit Kähnen von der Elbinsel Finkenwerder in die Innenstadt Hamburgs. Auf diese Weise soll den Hamburgern die Existenz dieser Regionalsorte jährlich regelmäßig in das Gedächtnis gerufen werden.

Auf der Elbinsel Finkenwerder, wo der Herbstprinz beheimatet ist, wurden symbolisch 20 Kisten Äpfel auf drei historische Kutter geladen. Unter Begleitung von Medien- und Regierungsvertretern wurde diese Fracht dann auf dem Elbwege, wie zu Beginn des 20. Jahrhunderts üblich, bis in den Hamburger Hafen gebracht.

In Hamburg angekommen, fand die symbolische Übergabe der kostbaren Fracht an die Hamburger Regierungsvertreter statt. Weiter ging es von hier aus mit einem historischen Trecker Richtung Innenstadt. Dort fand ein kleiner Markt rund um den Finkenwerder Prinzen statt. Hier konnten Interessierte frisch geerntete Herbstprinzen, Finkenwerder-Likör und -Brand erwerben. Darüber hinaus wurden junge Bäumchen dieser Apfelsorte verkauft, und eine regionale Mosterei bot Apfelsaft zum Kauf und zur Verkostung an.

Erfolg der Aktion

Der Aktionstag war nicht nur wegen des guten Verkaufs (an diesem Tag wurden trotz Regenwetter mehr als anderthalb Tonnen Äpfel verkauft) ein voller Erfolg. Viel wichtiger war, dass die Sorte Finkenwerder Prinz vielen Hamburgern an diesem Tag wieder ins Gedächtnis gerufen wurde. Doch die Aktion zieht auch längerfristig positive Konsequenzen nach sich: Aufgrund der großen Nachfrage, die durch die Aktionen hervorgerufen wurde, plant der beteiligte Öko-Obstbauer erstmals wieder eine Neuanpflanzung mit Herbstprinzen - ein schöner Erfolg für eine Sorte, die sich in den letzten Jahren aufgrund zu geringer Nachfrage fast nur noch als Most- oder Musapfel vermarkten ließ.

Bei der Aktion um den Finkenwerder Prinzen handelt es sich um ein in vieler Hinsicht beachtenswertes Beispiel, das anderen Obstbauregionen zur Nachahmung empfohlen werden kann. Dabei ist der Finkenwerder Prinz als ein regionales Beispiel zu sehen. Wenn ähnliche Vermarktungsinitiativen in anderen Regionen aufgegriffen werden, so müsste die Sorte dort durch entsprechend noch vorhandene regionale Sorten ersetzt werden, die sich durch eine vergleichbare Anpassung an die regionalen Verhältnisse und damit durch Widerstandsfähigkeit gegenüber Krankheiten und Schädlingen auszeichnen. Dies könnte einen Beitrag zur Reduzierung des Pestizid-Einsatzes in Apfel-Kulturen leisten.

6 Zusammenfassung und Ausblick

Trotz der Festschreibung einer bedeutsamen Pestizid-Reduktion bis zum Jahr 2000 durch die EU im Jahre 1993 ist der Apfelanbau in Europa immer noch durch intensiven Pestizid-Einsatz gekennzeichnet. Gegen Pilze, Insekten, Milben und konkurrierende Vegetation wird eine Vielzahl von Präparaten in zahlreichen Spritzungen pro Saison eingesetzt. In Abhängigkeit von den unterschiedlichen klimatischen Bedingungen in den verschiedenen europäischen Anbaugebieten erfordern entweder Pilzerkrankungen oder Schadinsekten bzw. -milben den höchsten Pestizid-Aufwand.

In Deutschland hat die fast flächendeckende Umstellung des konventionellen auf den integrierten Apfelanbau zu einer Reduzierung des Einsatzes von Pestiziden geführt. Gleichwohl ist auch der integrierte Apfelanbau durch einen intensiven Pestizid-Einsatz gekennzeichnet, wenn auch moderne Wirkstoffe häufig geringere Aufwandmengen erfordern. Die Vielzahl unterschiedlicher Präparate stellt erst die unverzichtbare Basis für das Funktionieren dieses Anbausystems dar. Eine weitere nennenswerte Reduzierung von Pestizid-Anwendungen ist im integrierten Anbau daher nicht zu erwarten.

Der ökologische Apfelanbau zeichnet sich durch eine noch weitergehende Reduktion von Insektizid-Anwendungen und mehr noch Herbizid-Anwendungen (vollständiger Verzicht) aus als der integrierte Anbau. Aufgrund des Ausschlusses chemisch-synthetischer Pestizide ist die Anzahl der Mittel zur Bekämpfung von Schaderregern sehr viel geringer als im integrierten und konventionellen Anbau. Im Falle von Pilzerkrankungen erfordert diese Reduktion bislang noch den intensiven Einsatz von Schwefel- und Kupferpräparaten, beides Wirkstoffe, die hohe Aufwandmengen erfordern. Besonders Kupfer ist in Bezug auf seine Umweltbelastungen als problematisch einzustufen. Es unterliegt deshalb im ökologischen Anbau Anwendungsbeschränkungen und wird in geringerem Umfang eingesetzt als im integrierten Anbau. Ein vollständiger Verzicht auf Kupfer würde beim Anbau der derzeit üblichen Apfelsorten zu hohen Ertragseinbußen führen.

Am Beispiel der Pilzbekämpfungsmaßnahmen wird deutlich, dass eine weitere Reduktion von Pestizid-Einsätzen nicht allein von den Erzeugern durch die Optimierung der Anbaumethoden erreicht werden kann, sondern dass die Reduktions-Potentiale stärker außerhalb des Anbaus liegen. So müssen die Rahmenbedingungen für den Handel mit Äpfeln und den Konsum von Äpfeln durch die Verbraucher verändert werden. Hier sind insbesondere die überhöhten Anforderungen an die Schalenbeschaffenheit der Früchte zu nennen, die nur durch intensive Pestizid-Einsätze zu erreichen sind. Weiterhin steht die in erster Linie durch den Handel forcierte Reduzierung der Sortenvielfalt dem Anbau regional angepasster Sorten, und damit einer weiteren Pestizid-Reduktion im Wege. VerbraucherInnen, die durch gezielte Aufklärungsmaßnahmen akzeptieren, dass Öko-Äpfel nicht zu den selben Preisen erzeugt werden können wie konventionell oder integriert erzeugte, können durch ihr Einkaufsverhalten die Nachfrage nach ökologisch erzeugten Äpfeln stärken und damit Obstbauern die Umstellung ihres Betriebes ermöglichen.

Doch die Umstellung auf Öko-Anbau reicht nicht aus. Der ökologische Anbau muss weiterentwickelt werden, um die Anwendung problematischer Substanzen wie Kupfer überflüssig zu machen. Hier können entsprechend aufgeklärte VerbraucherInnen wiederum durch die gezielte Nachfrage nach widerstandsfähigen Apfelsorten einen kleinen Teil dazu beitragen, dass solche Sorten verstärkt angebaut werden.

Die lokale Vermarktungsinitiative für den Finkenwerder Prinzen, eine an die Anbaubedingungen im Alten Land gut angepasste relativ schorftolerante Sorte, deren Anbau daher weniger Fungizid-Behandlungen erfordert, mag hier als ein ermutigendes Beispiel gelten.

7 Literatur

AGÖL (Arbeitsgemeinschaft Ökologischer Landbau e. V.) (1996): Rahmenrichtlinien für den ökologischen Landbau. 14. Aufl., SÖL (Stiftung Ökologie & Landbau) Sonderausgabe 17, Bad Dürkheim

ANOG (Arbeitsgemeinschaft für Naturnahen Obst-, Gemüse- und Feldfruchtanbau) (1997): ANOG-Richtlinien für ökologisch erzeugte landwirtschaftliche Produkte, Bonn

Baab, G. (1998): Apfelanbau gestern und heute. Obstbau 9, 23.Jahrgang

BBA (Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft) (1997): Pflanzenschutzmittelverzeichnis Teil 2: Gemüsebau, Obstbau, Zierpflanzenbau, Braunschweig

BBA (Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft) (2001): Vorläufiger Stopp der Plantomycin-Anwendung im Obstbau (Pressemitteilung), Braunschweig

Beratungsdienst Ökologischer Obstbau e. V. (2000): Marktübersicht für den Obstbau 2001: Alternative Pflanzenbehandlungsmittel, Düngemittel, Nützlinge Pheromone, Geräte zur Beikrautregulierung. 7. Aufl., Weinsberg

BML (Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten) (1998): Gute fachliche Praxis im Pflanzenschutz, Bonn

Diercks, R. (1986): Alternativen im Landbau: Eine kritische Gesamtbilanz. 2. Aufl., Stuttgart

Friedrich (1977): Der Obstbau, Leipzig, Radebeul

Geier, U.,Frieben, B., Gutsche, V., Köpke, U. (2001): Ökobilanz der Apfelerzeugung in Hamburg - Vergleich integrierter und ökologischer Bewirtschaftung, Berlin: Köster

Gross-Spangenberg, A., Weltzien, H. C. (1993): Kompost im Apfelanbau - ein neues Verfahren zur Regulierung des Apfelschorfes *Venturia inaequalis*. In: Ökologie & Landbau, Heft 88

Hauschildt, H. (1998): Erfahrungen und Perspektiven zur integrierten Schädlingsbekämpfung, Vortrag anlässlich der Norddeutschen Obstbautage, 11. 2. 1998, Jork

IOBC/WRPS (1994): Guidelines for Integrated Produktion of Pome Fruits in Europe. Technical Guideline III, 2nd Edition, Vol. 17(9), Montfavet, France

Klingauf (1986): Schlußbetrachtung: Wo steht der biologische Pflanzenschutz in der Bundesrepublik Deutschland heute? In: Biologischer Pflanzeschutz, Münster-Hiltrup

Kneib, G. (1998): Die Zukunft des umweltschonenden integrierten Anbaus von Obst, Obstbau 9, 23. Jahrgang

Landell Mills (Landell Mills Market Research) (1996): Regional Analysis of Use Patterns of Plant Protection Products in Six EU Countries, Report for the Commission of European Communities, Executive Summaries, Final Report, Bath, United Kingdom

Ökologie & Landbau (2001): Bioland und Demeter verlassen AGÖL , S. 58

OVR (Obstbauversuchsring des Alten Landes) (1998): Führer durch das Obstjahr unter besonderer Berücksichtigung des integrierten Anbaus, Jork

Palm, G. (1989): Pflanzenschutz im „Integrierten Obstanbau“ an der Niederelbe, Vortrag anlässlich der Norddeutschen Obstbautage, 8. 2. 89, Jork

Schulz, Christof (1993): Ökologischer Obstbau und integrierte Produktion. In: Ökologie & Landbau, Heft 88

Tiemann, Dr. K.-H. (1989): Integrierter Obstbau an der Niederelbe, Vortrag anlässlich der Norddeutschen Obstbautage, 1989

Tiemann, Dr. K.-H. (2001): Arbeitstagebuch für das Obstjahr 2001. Hrsg.: OVR (Obstbauversuchsring des Alten Landes), Jork

Tiemann, Dr. K.-H., Großgebauer, Dr. G. (1998): Kontrollierter intgrierter Anbau von Obst in Deutschland. Obstbau 9, 23. Jahrgang

Weigert, P., Blattmann-Greschniok, M., Niermann, R., König, F. (1990): Pestizide in pflanzlichen Lebensmitteln der Anlaufphase des Forschungsvorhabens „Bundesweites (Lebensmittel-) Monitoring, Arbeitsbericht 13. Hrsg.: Zentrale Erfassungs- und Bewertungsstelle für Umweltchemikalien des Bundesgesundheitsamtes, Berlin

Wencel, E. (o. J.): Der rationelle Obstbau nach rationellen Grundsätzen, Berlin

From Law to Field

Pesticide Use Reduction in Agriculture - From Pesticide Analyses to Action

Part Three B: Wheat Study

Weizen - Hindernisse und Potentiale für eine Pestizid-Reduktion

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	4
2	Bedeutung des Weizenanbaus	4
3	Die wichtigsten Schaderreger im Weizenanbau	5
3.1	Unkräuter und Ungräser	5
3.2	Pilzliche Schaderreger	6
3.3	Tierische Schaderreger	6
4	Darstellung der verschiedenen Verfahren des Weizenanbaus	7
4.1	integrierter Pflanzenschutz im Weizenanbau	7
4.1.1	Ziele	8
4.1.2	Definition	8
4.1.3	Dokumentation	8
4.1.4	Kontrollen	8
4.2	Konventioneller Weizenanbau	9
4.2.1	Ziele	9
4.2.2	Definition	9
4.2.3	Dokumentation	10
4.2.4	Kontrollen	10
4.3	Ökologischer Weizenanbau	10
4.3.1	Ziele	11
4.3.2	Definition	11
4.3.3	Dokumentation	11
4.3.4	Kontrollen	11
5	Derzeitige Pflanzenschutzpraxis der drei Weizenanbauverfahren	12
5.1	Pflanzenschutzpraxis im integrierten Weizenanbau	12
5.1.1	Fruchtfolge mit an den Standort angepassten Kulturen	12
5.1.2	Nutzung resistenter Sorten	13
5.1.3	Standortgerechte Bodenbearbeitung	13
5.1.4	Mechanische Unkrautbekämpfung	13
5.1.5	Bestandesführung	14
5.1.6	Einsatz von Pestiziden nach Anwendung des Schadensschwellenprinzips	14
5.1.7	Förderung von Nützlingen	15
5.2	Pflanzenschutzpraxis im konventionellen Weizenanbau	15

5.2.1 Fruchtfolge mit an den Standort angepassten Kulturen 15
5.2.2 Nutzung resistenter Sorten 16
5.2.3 Standortgerechte Bodenbearbeitung 16
5.2.4 Mechanische Unkrautbekämpfung 17
5.2.5 Einsatz von Pestiziden nach Anwendung des Schadensschwellenprinzips 17
5.3 Pflanzenschutzpraxis im ökologischen Weizenanbau 18
5.3.1 Unkrautregulierung 18
5.3.2 Regulierung von tierischen und pilzlichen Schaderregern 18
6 Vergleich der Weizenanbauverfahren hinsichtlich ihres Potentials zur Pestizidreduktion 19
7 Hindernisse für die Ausweitung des integrierten und ökologischen Weizenanbaus 26
7.1 Hindernisse im ökologischen Landbau 26
7.1.1 Betriebsstruktur und -standort 26
7.1.2 Emotionale Gründe 26
7.1.3 Vermarktung und Verbraucherverhalten 26
7.2 Hindernisse im integrierten Pflanzenschutz 27
7.2.1 Vermarktung 27
7.2.2 Beratung 27
8 Reduktions-Potentiale 28
8.1 Reduktions-Potentiale auf Produktions-Ebene 28
8.2 Reduktions-Potentiale auf Handels-Ebene 30
8.3 Reduktions-Potentiale auf Konsum-Ebene 31
9 Zusammenfassung und Ausblick 32
10 Literaturverzeichnis 33

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Hauptschaderreger im Weizenanbau 5
Tab. 2: Vergleich verschiedener Weizenanbauintensitäten hinsichtlich der Pestizidreduktion im Zeitraum von 1997 – 2000 aus 17 Versuchen 21
Tab. 3: Vergleich verschiedener Weizenanbauintensitäten hinsichtlich der Pestizidreduktion im Zeitraum von 1998 – 2000 aus 5 Versuchen 22
Tab. 4: Durchschnittliche Anzahl chemischer Pflanzenschutzmaßnahmen je Feldfrucht und Jahr (1996 – 1999). Zeitlich getrennte Maßnahmen differenziert nach Mittelgruppen 23

Tab. 5: Vergleich der Fruchtfolgedeckungsbeiträge zwischen konventioneller und integrierter Produktion (1996 bis 1998, 4 Standorte) 25

Tab. 6: Minimalanforderungen für den integrierten Pflanzenschutz im Weizenanbau 28

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Ausgebrachte Menge aktiver Wirksubstanz auf integriert bewirtschafteten Flächen im Vergleich zur konventionellen Bewirtschaftung 24

1 Einleitung

Weizen gehört neben Kartoffeln und Zuckerrüben zu den am intensivsten mit Pestiziden behandelten Ackerkulturen in Deutschland. In Deutschland liegt die durchschnittliche jährliche Behandlungshäufigkeit mit Pestiziden im Weizen bei 3,36. Im Vergleich liegt die Behandlungshäufigkeit in Kartoffeln bei 5,65 und in Zuckerrüben bei 3,52. Mit geringeren Behandlungshäufigkeiten kommen Winterroggen (2,08) und Mais (1,12) aus. Durchschnittlich über alle Ackerkulturen liegt die Behandlungshäufigkeit bei 2,40. Die größte Bedeutung im Weizenanbau haben Fungizide und Herbizide (WAIBEL und FLEISCHER 1998).

In diesem Teil der Studie „From Law to Field: Pesticide Use Reduction in Agriculture - From residue analysis to action“ werden drei Weizenanbauverfahren hinsichtlich ihrer Pflanzenschutzpraxis verglichen. Des Weiteren wird dargestellt, wo bei diesen drei Anbauverfahren die Hindernisse und Potentiale für eine Reduktion des Pestizideinsatzes liegen. Ziel ist es außerdem einfache praktikable Mindestanforderungen für eine gute fachliche Praxis im Weizenanbau aufzuzeigen.

Die folgenden Ausführungen befassen sich vorrangig mit dem Weizenanbau in Deutschland.

2 Bedeutung des Weizenanbaus

Weizen ist weltweit für rund 35 % der Menschheit ein bedeutendes Grundnahrungsmittel. Er gehört neben Reis, Mais und Sorghum zu den vier wichtigsten Anbauprodukten. Neben Westeuropa gehören China, die USA, Indien und Kanada zu den größten Weizenproduzenten. Im westeuropäischen Vergleich wird in Deutschland die größte Gesamtfläche für den Weizenanbau genutzt. Auf rund 24% der Ackerfläche in Deutschland wird Weizen produziert, das sind etwa 2,7 Mio. Hektar. Damit nimmt der Weizen unter den in Deutschland angebauten Ackerkulturen den 1. Platz ein. Rund 30% des Weizens wird als Brotweizen und 70% als Futterweizen angebaut. Weizen wächst vorrangig auf tiefgründigen, nährstoffreichen lehmigen Böden mit guter Wasserversorgung. Typische Anbaustandorte sind beispielsweise Bördegebiete, Lehm- und Marschböden. Lediglich auf sehr sandigen Standorten mit unsicherer Wasserversorgung nimmt die Bedeutung des Weizenanbaus deutlich ab. Die relativ hohe Vorzüglichkeit des Weizens resultiert daraus, dass bei dieser Getreideart die höchsten züchterischen Erfolge zu verzeichnen sind: Gegenüber den anderen Getreidearten werden die höchsten Preise erzielt und es sind auch die besten Vermarktungschancen gegeben (LWK HANNOVER 2000). Der stetige Anstieg der Weizenanbaufläche ist aber auf Kosten anderer Getreidearten vollzogen worden. Besonders Winterroggen, Hafer und Sommergerste wurden durch Weizen ersetzt (DIERCKS 1996). Vor allem in den typischen Ackerbauregionen beschränkt sich die Fruchtfolge häufig nur noch beispielsweise auf Zuckerrüben-Weizen-Weizen.

Im weltweiten Vergleich werden in Westeuropa gegenüber den USA, Osteuropa und Asien die höchsten Weizenerträge von durchschnittlich über 60 dt/ha erzielt. In Westeuropa wird aber auch im internationalen Vergleich mit den höchsten Anbauintensitäten (z.B. Düngung, Pflanzenschutz) gewirtschaftet. Beispielsweise wurden 1990 auf der Weizenanbaufläche Westeuropas, die nur etwa 8% der Weltanbaufläche ausmacht, annähernd 70% des weltweit ausgebrachten Fungizidwertes von 760 Mio. US-Dollar angewendet (VERREET 1995).

3 Die wichtigsten Schaderreger im Weizenanbau

Nachfolgend sind die im Weizenanbau am häufigsten vorkommenden pilzlichen und tierischen Schaderreger, einschließlich Unkräuter und Ungräser, aufgeführt. Eine Vielzahl von Faktoren wie beispielsweise Standort, Fruchtfolge, Bodenbearbeitung, Düngung, Sortenwahl und letztlich die Witterung haben einen entscheidenden Einfluss darauf, welche Schaderreger tatsächlich auftreten. Vor allem das Auftreten tierischer und pilzlicher Schaderreger kann je nach Anbaujahr sehr stark differieren.

Tabelle 1: Hauptschaderreger im Weizenanbau
Pilzliche Schaderreger
Echter Mehltau (Erysiphe graminis)
Blattdürre (Septoria tritici)
Spelzenbräune (Septoria nodorum)
DTR-Blattflecken (Drechslera tritici-repentis)
Braunrost (Puccinia recondita)
Gelbrost (Puccinia striiformis)
Fusarium-Erkrankungen (Fusarium nivale, Microdochium nivale)
Halmbruch (Pseudocercosporella herpotrichoides)
Schwarzbeinigkeit (Gaeumannomyces graminis)
Steinbrand (Tilletia caries)
Zwergsteinbrand (Tilletia contraversa)
Weizenflugbrand (Ustilago tritici)
Tierische Schaderreger
Getreideblattläuse (Macrosiphum avenae, Metopolophium dirhodum)
Getreidehähnchen (Oulema melanopus, O. lichenis)
Sattelmücke (Haplodiplosis marginata)
Weizengallmücke (Contarinia tritici, Sitodiplosis mosellana)
Brachfliege (Delia coarctata)
Fritfliege (Oscinella frit)
Viruskrankheiten
Viröse Gelbverzwergung (BYDV)

Quelle: OBST und PAUL (1993)

3. 1 Unkräuter und Ungräser

Unkräuter und Ungräser konkurrieren mit der Kulturpflanze um Licht, Wasser und Nährstoffe. Außerdem können sie zur Erschwernis von Pflege,- und Erntearbeiten sowie zur Qualitätsverschlechterung der Ernteprodukte führen. Das Auftreten von verschiedenen Unkraut-/Ungrasarten ist regional sehr unterschiedlich. Es haben sich aber im intensiven Getreidebau einige

sogenannte Problemunkräuter und -ungräser etabliert. Beispielsweise sind das Ackerfuchsschwanz, Windhalm, Quecke, Klettenlabkraut, Kamille, Vogelmiere und Stiefmütterchen. Diese Arten sind insbesondere an das hohe Stickstoffniveau, bedingt aus organischer und mineralischer Düngung, angepasst. Aber auch durch die verstärkt praktizierten, engen Getreidefruchtfolgen vermehren sich schwer mit Herbiziden bekämpfbare Ungräser wie Ackerfuchsschwanz, Quecke und zunehmend auch die Trespe (PSA HANNOVER 1998). Hinzu kommt, dass sich in den vergangenen Jahren Resistenzen bei den Ungräsern Windhalm und Ackerfuchsschwanz gegen den jahrelang sehr verbreitet eingesetzten Herbizid-Wirkstoff Isoproturon aufgebaut haben. Mittlerweile ist der Einsatz dieses Wirkstoffes zumindest in Deutschland aufgrund von Anwendungsauflagen eingeschränkt.

3. 2 Pilzliche Schaderreger

Die mitteleuropäischen Klima- und Witterungsbedingungen begünstigen das Auftreten von pilzlichen Krankheitserregern. Aufgrund differenzierter Klimabereiche ist das Auftreten einzelner Krankheitserreger und deren wirtschaftliche Bedeutung regional sehr unterschiedlich. Grundsätzlich gibt es in Mitteleuropa keine Zonen einer permanenten Befallsfreiheit von pilzlichen Krankheitserregern. Somit hat der Einsatz von Fungiziden im Weizenanbau einen hohen Stellenwert (VERREET 1995).

Weizen ist besonders durch seine längere Vegetationsperiode gegenüber den anderen Getreidearten am stärksten von Krankheiten und Schädlingen bedroht.

Bei der Bedeutung einzelner Pilzkrankheiten hat es in den letzten 4 Jahrzehnten mit dem biologischen und technischen Fortschritt deutliche Veränderungen gegeben. Samenbürtige Erreger wie beispielsweise Flug,- und Steinbrand werden durch den sehr hohen Anteil von gebeiztem Saatgut ausreichend erfasst und haben dadurch nur noch eine geringe Bedeutung. Im ökologischen Landbau können dagegen diese Krankheiten aufgrund des Verbots chemisch-synthetischer Beizen durchaus eine größere Rolle spielen. Unter den Blattkrankheiten stellen Rostpilze nach wie vor eine potentielle Gefahr dar. Sie besitzen eine hohe Vermehr-ungsrate mit hohem Schädigungsvermögen. Ihr Auftreten unterliegt aber stärkeren Jahresschwankungen (HEITEFUSS 1990). Das trifft besonders für den Gelbrost zu, der außerdem auch häufig regional begrenzt in Erscheinung tritt. Aufgrund seiner Temperatur- und Feuchtigkeitsansprüche kommt er häufiger in den kühleren Küstenregionen oder auch Höhenlagen vor (OBST und PAUL 1993). Stärker verbreitet sind Echter Mehltau, Septoria-Blatt- und Ährenkrankheiten sowie Fusarienarten. Zunehmende Probleme bereiten DTR-Blattflecken, Halmbruchkrankheit und Schwarzbeinigkeit, da diese Krankheiten durch die zugenommenen getreidereichen Fruchtfolgen und der an Bedeutung gewinnenden pfluglosen Bodenbearbeitung gefördert werden. Jedes Jahr können andere Krankheiten auftreten. Eine sichere Vorhersage ist immer noch ausgesprochen schwierig, wenn nicht sogar unmöglich.

3. 3 Tierische Schaderreger

Blattläuse haben im Weizenanbau die größte Bedeutung. Allerdings treten sie nur in manchen Anbaujahren massenweise auf. Im Extremfall verursachen ihre Saugschäden einen Ertragsverlust zwischen 10 und 20% (OBST und PAUL 1993). Außerdem können Blattläuse das Gelbverzwergungsvirus (BYDV) auf den Weizen übertragen. Hierdurch sind noch höhere Verluste

möglich. Ein stärkerer Befall ist zuletzt 1989 aufgetreten und hat zu erheblichen Ertragsverlusten geführt.

Die Brachfliege tritt meist nicht im größeren Umfang auf, kann aber regional vor allem bei Spätsaaten nach Zuckerrüben erhebliche Schäden anrichten. Auch die Weizengallmücke, die Sattelmücke und die Fritfliege treten eher regional begrenzt, bevorzugt in typischen Weizenanbauregionen auf (DENNERT und FISCHBECK 1999).

4 Darstellung der verschiedenen Verfahren des Weizenanbaus

Grundsätzlich lassen sich drei verschiedene Formen des Weizenanbaus unterscheiden: Der ökologische Anbau, der konventionelle Anbau und der integrierte Anbau. Der konventionelle Anbau wird auch als ordnungsgemäße Landbewirtschaftung bezeichnet. Der Begriff ordnungsgemäße Landbewirtschaftung hat eine rechtliche Herkunft. Er ist in Gesetzeswerken und verschiedenen Leitlinien enthalten und bezeichnet eine Landbewirtschaftung im Einklang mit der Gesetzgebung. In dieser Studie soll der Begriff konventioneller Anbau verwendet werden, da dieser derzeit im allgemeinen Sprachgebrauch am meisten verwendet wird. Beim integrierten Anbau gehen die Produktionsanforderungen über die gesetzlichen Vorgaben der konventionellen bzw. ordnungsgemäßen Bewirtschaftung hinaus. Er stellt ein Produktionssystem mit einer zielorientierten Weiterentwicklung und Verbesserung des konventionellen oder in der Praxis allgemein üblichen Pflanzenbaues und Pflanzenschutzes dar (ML 1996). Da diese Studie schwerpunktmäßig den Pflanzenschutz bzw. die Pestizidreduzierung im Weizenanbau behandelt, wird nachfolgend der Begriff integrierter Pflanzenschutz verwendet, der im Gesamtkonzept integrierter Landbau mit eingeschlossen ist, also einen Baustein aus diesem Konzept darstellt. Nachfolgend werden die Anbauverfahren definiert.

4. 1 Integrierter Pflanzenschutz im Weizenanbau

Der Begriff des Integrierten Pflanzenschutzes (IPS) geht bis in die 50er Jahre zurück. Zu dieser Zeit gab es erste kritische Reaktionen auf die zunehmende Anwendung von Pestiziden ohne dabei die biologischen Zusammenhänge stärker zu berücksichtigen. Der Anwender,- Verbraucher- und Umweltschutz stand damals noch nicht im Vordergrund (FREIER et al. 1995). Seit nunmehr über 4 Jahrzehnten spricht man weltweit vom integrierten Pflanzenschutz. Im Deutschen Pflanzenschutzgesetz ist der Begriff seit 1986 verankert. Allerdings schreibt das Gesetz den integrierten Pflanzenschutz nicht zwingend vor, er soll lediglich mit berücksichtigt werden. Nach FREIER et al. (1995) gibt es derzeit keine verlässlichen Informationen wie weit der integrierte Pflanzenschutz konsequent in der Praxis des Weizenanbaus umgesetzt wird. WAIBEL und FLEISCHER (1998) berichten, dass nach einer repräsentativen Umfrage in Nordrhein-Westfalen dort nur 8% der Betriebe nach Grundsätzen des integrierten Pflanzenschutzes wirtschaften. FREIER und BURTH (1999) sind der Auffassung, dass die Realität im Ackerbau derzeit noch hinter dem Leitbild des integrierten Pflanzenschutzes zurückliegt. Von den hohen Umsetzungsquoten wie sie im Obstanbau vorzufinden sind, ist man im Weizenanbau noch sehr weit entfernt. Lediglich einige Modellbetriebe oder Versuchsbetriebe von Hochschulen, Instituten etc. betreiben konsequent integrierten Pflanzenschutz.
Es kann deshalb festgehalten werden, dass der integrierte Pflanzenschutz im Weizenanbau derzeit nur eine geringe Bedeutung in der Praxis hat (FREIER et al. 1995).

4. 1. 1 Ziele

Ziele des integrierten Pflanzenschutzes sind gesunde Pflanzenbestände und die Erzeugung hochwertiger Ernteprodukte. Vorrangig wird dies erreicht durch die bewusste Ausschöpfung von Acker- und pflanzenbaulichen Maßnahmen, um die Anwendung chemischer Pflanzenschutzmaßnahmen zu reduzieren. Drei wesentliche Merkmale des integrierten Pflanzenschutzes sind in diesem Zusammenhang zu nennen:

1. Komplexes Vorgehen unter Berücksichtigung der Nachhaltigkeit
2. Einbeziehung ökologischer Forderungen und Wirkungen und
3. Gezielte und sparsame Anwendung chemischer Pflanzenschutzmittel

Danach strebt der integrierte Pflanzenschutz einen ganzheitlichen Ansatz an, bei dem Ökonomie und Ökologie im Einklang stehen (AID 1997).

4. 1. 2 Definition

Der integrierte Pflanzenschutz ist gemäß § 2 Absatz 1 Nr. 2 Pflanzenschutzgesetz (PflSchG) „eine Kombination von Verfahren, bei denen unter vorrangiger Berücksichtigung biologischer, biotechnischer, pflanzenzüchterischer sowie anbau- und kulturtechnischer Maßnahmen die Anwendung chemischer Pflanzenschutzmittel auf das notwendigste Maß beschränkt wird“ (BMELF 1999).

International wird der integrierte Pflanzenschutz nach einer Formulierung der FAO wie folgt definiert: „integrierter Pflanzenschutz ist ein System vielfältiger, wirtschaftlich, ökologisch und toxikologisch vertretbarer Methoden, um Schadorganismen unter der wirtschaftlichen Schadensschwelle zu halten, wobei die bewusste Ausnutzung natürlicher Begrenzungsverfahren und Regelmechanismen im Vordergrund steht“ (FREIER et al. 1995).

Eine wichtige Funktion in der Definition fällt dem Prinzip der wirtschaftlichen Schadensschwelle zu, bei der Befallsdichte, Schadenshöhe und Bekämpfungskosten in einem wechselseitigen Bezugssystem stehen, das erkennen lässt, ob man Krankheiten, Schädlinge und Unkräuter dulden kann, weil die Schäden wirtschaftlich nicht ins Gewicht fallen, oder ob zu chemischen Maßnahmen gegriffen werden muss, weil sonst wirtschaftliche Einbußen drohen. (DIERCKS 1996).

4. 1. 3 Dokumentation

In den Grundsätzen des integrierten Pflanzenschutzes wird eine Dokumentation vorgeschrieben. Beispielsweise sind Aufzeichnungen durchzuführen über das Stadium der Kultur, die Art und das Ziel der Maßnahme, die Einschätzung der Wirkung, bei chemischen Maßnahmen die Aufwandmenge, die Art des Mittels und die Witterungsbedingungen. Im integrierten Obstanbau ist das bereits Realität.

4. 1. 4 Kontrollen

Kontrollen der Dokumentation wie sie beispielsweise im Obstbau praktiziert werden, sind im integrierten Weizenanbau nicht bekannt.

4. 2 Konventioneller Weizenanbau

Unter einem konventionellen Anbau wird jene Anbaupraxis verstanden, die sich gegenwärtig etabliert hat. Man spricht hier auch von der ordnungsgemäßen Landbewirtschaftung, die die Rechtsgrundlagen beachtet. Wichtige, den Ackerbau betreffende Regelungen sind im Pflanzenschutzgesetz oder in der Düngeverordnung formuliert (STEINMANN und GEROWITT 2000).

4. 2. 1 Ziele

Der konventionelle Anbau oder auch die ordnungsgemäße Landbewirtschaftung hat das oberste Ziel, den im ordnungsrechtlichen Rahmen festgesetzten Standard zu wahren. Über diesen rechtlichen Rahmen heraus verfolgt der konventionelle Anbau keinerlei Ziele hinsichtlich einer Reduktion des Einsatzes von Pestiziden, soweit dies nicht aus ökonomischen Gründen ohnehin geboten ist.

4. 2. 2 Definition

Für den konventionellen Weizenanbau existiert keine gesonderte Definition. In dieser Studie wird darunter eine Anbaupraxis verstanden, die im Einklang mit gesetzlichen Bestimmungen wie beispielsweise dem Pflanzenschutzgesetz durchgeführt wird, sich hinsichtlich der Anwendung von Pestiziden aber keine weitergehende Einschränkungen auferlegt.

Im Pflanzenschutzgesetz wurde 1986 erstmalig der Begriff „gute fachliche Praxis im Pflanzenschutz“ festgelegt. Dieser Begriff umschreibt, „wie“ Pestizide in der Landwirtschaft eingesetzt werden sollen: „Pflanzenschutzmittel dürfen nur nach guter fachlicher Praxis angewendet werden. Zur guten fachlichen Praxis gehört, dass die Grundsätze des integrierten Pflanzenschutzes berücksichtigt werden.“ (BMELF 1999). Damit scheint die Einführung des integrierten Pflanzenschutzes bereits gesetzlich festgeschrieben, doch handelt es sich bei der Formulierung "dazu gehört,...dass berücksichtigt werden..." um eine im juristischen Sinne sehr schwache Formulierung, die auch bei Nichtbeachtung keinerlei Sanktionen nach sich zieht (FREIER und BURTH 1999).

1998 wurden durch das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten erstmals gemäß dem Pflanzenschutzgesetz die Grundsätze der guten fachlichen Praxis formuliert und veröffentlicht. Dabei wird deutlich gemacht, dass die gute fachliche Praxis im Pflanzenschutz den Status quo darstellt. Sie beinhaltet Pflanzenschutzmaßnahmen, die

- in der Wissenschaft als gesichert gelten,
- aufgrund praktischer Erfahrungen als geeignet, angemessen und notwendig anerkannt sind,
- von der amtlichen Beratung empfohlen werden und
- den sachkundigen Anwendern bekannt sind.

Es wird prognostiziert: „Auf längere Sicht wird sich der Standard der guten fachlichen Praxis im Pflanzenschutz, wenn auch in unterschiedlichem Maße, bei entsprechenden Rahmenbedingungen immer mehr dem heutigen Bild des integrierten Pflanzenschutzes annähern.“ (BMELF 1998).

Damit stellt die „gute fachliche Praxis“ nicht mehr als den Durchschnitt dar. Das Wirtschaften nach diesen Regeln beinhaltet nicht mehr, als dass gesetzliche Regeln eingehalten werden. Der Begriff „gute fachliche Praxis“ ist insofern missverständlich, als er eine Qualität erwarten lässt, die sich positiv vom Standard abhebt. Diese Erwartung wird nicht erfüllt. Angemessener wäre daher der Begriff „gängige fachliche Praxis“.

4. 2. 3 Dokumentation

Die Grundsätze der guten fachlichen Praxis im Pflanzenschutz empfehlen die Dokumentation durchgeführter Pflanzenschutzmaßnahmen (BMELF 1998). Diese Empfehlung hat aber keinerlei bindenden Charakter. Gleichwohl muss der derzeitige Stand der Dokumentation von durchgeführten Pflanzenschutzmaßnahmen, Schlag-, und Witterungsdaten, etc. in der Praxis als sehr hoch angesehen werden. Gerade für die ökonomische Auswertung seiner Produktion führt der Landwirt oft eine entsprechende Dokumentation durch. Im Computerzeitalter fällt das nicht mehr schwer. Bereits sehr weit verbreitete Ackerschlagkartei-Programme erleichtern die Dateneingabe, -pflege, -verwaltung und –auswertung.

4. 2. 4 Kontrollen

Jährliche Kontrollen wie z.B. im ökologischen Landbau gibt es im konventionellen Ackerbau nicht. Durchgeführt werden lediglich stichprobenartige Kontrollen, ob beispielsweise die entsprechenden Abstandsauflagen bei Pestiziden zu Gewässern eingehalten wurden. Pflicht ist der im zweijährigen Rhythmus durchzuführende Feldspritzen-TÜV.

4. 3 Ökologischer Weizenanbau

Leitgedanke im ökologischen Landbau ist das Wirtschaften im Einklang mit der Natur. Die natürliche Verzahnung zwischen Boden, Pflanze, Tier und Mensch soll im Sinne einer möglichst geschlossenen Kreislaufwirtschaft gefördert werden (AGÖL 2000). Durch Verzicht auf Höchstleistungen wird eine möglichst energie- und rohstoffsparende Produktion von gesundheitlich unbedenklichen und biologisch hochwertigen Lebensmitteln angestrebt (SÖL 2001).

Der ökologische Landbau beruht in Deutschland im Wesentlichen auf zwei Methoden. Die älteste ist die biologisch-dynamische Wirtschaftsweise (Demeter), die Dr. Rudolf Steiner 1924 begründete. Hier werden neben naturwissenschaftlichen auch geisteswissenschaftliche Erkenntnisse mit einbezogen. Diese finden ihren Ausdruck u.a. in der Berücksichtigung kosmischer Einflüsse und dem Einsatz von Präparaten, beispielsweise aus Heilkräutern und Quarz.

Die zweite Form der ökologischen Wirtschaftsweise ist der organisch-biologische Landbau (z.B. Bioland, Naturland ...), der in den 50er Jahren von Hans Müller begründet wurde. Müller beschäftigte sich seit den dreißiger Jahren mit der biologisch-dynamischen Wirtschaftsweise und entwickelte daraus den organisch-biologischen Landbau, welcher auf die speziellen dynamischen Wirkungen verzichtet (AGÖL 2000).

In Deutschland werden derzeit 1,95% der landwirtschaftlichen Betriebe bzw. 2,64% der landwirtschaftlich genutzten Fläche nach Richtlinien des ökologischen Landbaus bewirtschaftet (Stand 05.06.2001) (SÖL 2001).

4. 3. 1 Ziele

Die vorrangigsten Ziele des ökologischen Landbaus sind:

- die Bodenfruchtbarkeit zu erhalten
- die betrieblichen Nährstoffkreisläufe weitgehend geschlossen zu halten
- möglichst schonende Herstellung und Verarbeitung von gesunden Lebensmitteln
- die natürlichen Lebensgrundlagen Boden, Wasser und Luft zu schützen
- artgerechte Tierhaltung
- aktiven Natur- und Artenschutz zu betreiben
- die Energie- und Rohstoffvorräte zu schonen
- Arbeitsplätze in der Landwirtschaft zu sichern
- Ablehnung der Gentechnik bei Produktion und Verarbeitung
- Mitwirkung an der Lösung des Welthungerproblems und daher die weitgehende Vermeidung von importierten Futtermitteln aus der Dritten Welt, deren Erzeugung dort das Angebot an Grundnahrungsmitteln verringert (SÖL 2001).

4. 3. 2 Definition

Der ökologische Landbau ist seit 1991 einheitlich in Deutschland und der gesamten Europäischen Union in der Verordnung 2092/91 beschrieben. Hier werden EG-einheitlich Mindeststandards des ökologischen Landbaus definiert und Kontrollanforderungen für den Landbau und die Verarbeitung gestellt.

In Deutschland haben sich seit 1988 insgesamt neun Verbände des ökologischen Landbaus zur Arbeitsgemeinschaft Ökologischer Landbau (AGÖL) zusammengeschlossen: Arbeitsgemeinschaft für Naturnahen Obst-, Gemüse- und Feldfruchtanbau (ANOG), Bioland, Demeter, Naturland, Biokreis Ostbayern, Biopark, Eco Vin, Ökosiegel und Gäa (AID 1996). Seit Jahresbeginn 2001 sind allerdings die Verbände Bioland und Demeter aus der AGÖL ausgetreten (SÖL 2001). Die Verbände innerhalb der AGÖL verpflichten sich zu Mindeststandards – den AGÖL-Rahmenrichtlinien. Diese sind teilweise strenger als die der oben genannten EU-Öko-Verordnung 2092/91. Darüber hinaus haben auch die einzelnen Verbände eigene Richtlinien festgelegt, die nochmals strengere Vorschriften für ihre Mitgliedsbetriebe beinhalten können.

4. 3. 3 Dokumentation

Genaue Aufzeichnungen über Art und Menge der in den Betrieb eingeführten Materialien und deren Verwendung ist erforderlich. Sorgfältige und vollständige Dokumentation ist eine Anerkennungsvoraussetzung (AGÖL 2000).

4. 3. 4 Kontrollen

Einmal jährlich wird von staatlich anerkannten und unabhängigen Kontrollstellen die Einhaltung der Richtlinien auf jedem ökologisch wirtschaftenden Betrieb überprüft. Dadurch hebt sich der ökologische Landbau deutlich vom konventionellen bzw. integrierten Landbau ab. Die erzeugten Produkte werden für den Verbraucher mit entsprechenden Waren- und Verbands-

zeichen gekennzeichnet. Ein Waren- oder Verbandszeichen darf ein ökologischer Betrieb nur verwenden, wenn er dem Verband vertraglich angehört (AID 1996).

5 Derzeitige Pflanzenschutzpraxis der drei Weizenanbauverfahren

In diesen Kapitel werden die oben vorgestellten Weizenanbauverfahren konkret an ausgewählten Beispielen hinsichtlich ihrer Pflanzenschutzpraxis und ihrem Beitrag zur Pestizidreduktion verglichen. Zuerst wird der in der Praxis nur vereinzelt konsequent umgesetzte integrierte Pflanzenschutz im Weizenanbau beschrieben. Darauf aufbauend wird der konventionelle Weizenanbau vorgestellt und beurteilt, inwieweit Elemente des integrierten Pflanzenschutzes derzeit bereits in der Praxis Anwendung finden. Zum Schluß werden die Pflanzenschutzmaßnahmen im ökologischen Weizenanbau beschrieben.

5. 1 Pflanzenschutzpraxis im integrierten Weizenanbau

Nachfolgend werden die wichtigsten Grundsätze des integrierten Pflanzenschutzes speziell in der Kultur Weizen erläutert und es werden einige Beispiele aufgezeigt, was unter einer integrierten Weizenproduktion verstanden wird und wo Pestizid-Reduktions-Potentiale vorhanden sind.

5. 1. 1 Fruchtfolge mit an den Standort angepassten Kulturen

Im integrierten Pflanzenschutz werden vielseitige Fruchtfolgen angestrebt, weil darüber die Möglichkeit besteht, Pestizide einzusparen. Nach WETZEL (1995) gehört eine vielseitige Fruchtfolge zu den wichtigsten vorbeugenden Pflanzenschutzmaßnahmen. Fruchtfolge ist die zeitliche Aufeinanderfolge und regelmäßige Wiederkehr von Kulturpflanzen auf dem gleichen Standort im Verlauf mehrerer Jahre. Dadurch wird die Anreicherung von bodenbürtigen Schaderregern verringert, die sonst bei wiederholtem Anbau einer Frucht auf dem selben Standort optimale Entwicklungsbedingungen vorfinden würden. Beispielsweise durchbrechen Blattfrüchte wie Zuckerrüben oder Winterraps bzw. Sommerungen wie z.B. Hafer oder Erbsen den Entwicklungszyklus von Fußkrankheiten wie Halmbruch und Schwarzbeinigkeit sowie Blattkrankheiten wie DTR im Weizen. Durch eine vielseitige Fruchtfolgegestaltung lässt sich auch ein stärkeres Ausbreiten von Problemungräsern wie z.B. Ackerfuchsschwanz und Windhalm begrenzen (AID 1997). Eine bestimmte Fruchtfolge kann nicht vorgeschrieben werden, weil einzelbetrieblich teilweise große Unterschiede hinsichtlich Betriebsorganisation, Arbeitskräftebesatz, Standort, Klima und Absatzmöglichkeiten existieren. Im Rahmen des integrierten Pflanzenschutzes beim Weizen sollten aber einige Grundsätze beachtet werden. Dazu gehört z.B. keine Selbstfolge, d.h. kein Anbau von Weizen nach Weizen. Der Getreideanteil in der Fruchtfolge darf nicht über 67% liegen (FREIER und BURTH 1999). Außerdem ist der Anbau einer Zwischenfrucht einzuplanen. Zwischenfrüchte sind i.d.R. schnellwachsende Pflanzen, die zwischen zwei Hauptfrüchten stehen. Beispielsweise sind das Senf, Ölrettich oder Phazelia. Vorteile des Zwischenfruchtanbaus sind: Nährstoffkonservierung, Unterdrückung von Unkräutern, Lockerung des Bodens, Förderung der Bodengare und des Bodenlebens, Erosionsschutz und Verbesserung der Humusbilanz (AID 1997).

5. 1. 2 Nutzung resistenter Sorten

Der Anbau resistenter Weizensorten kommt im Rahmen des integrierten Pflanzenschutzes eine zentrale Rolle zu, da darüber eine Reduktion von Fungiziden möglich ist und der Resistenzbildung von pilzlichen Schaderregern gegenüber Fungiziden entgegengewirkt werden kann.

Innerhalb des Sortenspektrums beim Weizen sind deutliche Unterschiede hinsichtlich der Resistenz gegenüber Pilzkrankheiten vorhanden. Die Ausprägung der Anfälligkeit wird in den „Beschreibenden Sortenlisten“ des Bundessortenamtes mit den Noten 1 bis 9 charakterisiert. Die Note 1 bedeutet volle Resistenz, die Note 9 höchste Anfälligkeit (AID 1997). Allerdings ist die Resistenz einer Sorte keine stabile Größe. Bereits in wenigen Jahren können durch natürliche Selektion bzw. Modifikation der Schadorganismen Resistenzen gebrochen und so resistente Sorten wieder anfällig werden. Dieser Vorgang verläuft um so schneller, je enger die Fruchtfolge, je höher die Anbauintensität und je häufiger eine Sorte auf einem Standort und in der Region angebaut wird (BMELF 1998). Deshalb muss die Resistenzeinstufung der Sorten jährlich überprüft und auf eine große Sortenvielfalt im Anbau geachtet werden. Große Unterschiede beim Sortenspektrum existieren auch bezüglich der Wuchslänge und der Lageranfälligkeit. Somit hat die Sortenwahl neben der Stickstoffdüngung einen hohen Einfluss auf die Höhe der Wachstumsreglermenge.
Mit dem Anbau gesunder und standfester Sorten lässt sich der Aufwand beim Fungizid- und Wachstumsreglereinsatz senken. Damit stellt die Sortenwahl ein wichtiges Instrumentarium zur Pestizidreduzierung dar.

5. 1. 3 Standortgerechte Bodenbearbeitung

Grundsätzlich stellt sich die Frage, ob die Grundbodenbearbeitung (damit ist die Bodenbearbeitung vor der Aussaat des Weizens gemeint) mit dem Pflug (Boden wird gewendet) oder ohne Pflug (Boden wird gelockert aber nicht gewendet) erfolgen soll. Beispielsweise ist der Pflugeinsatz vorzuziehen, wenn Unkräuter, Ungräser und Ausfallgetreide schnell und einfach beseitigt werden sollen (ML 1996). Durch den Einsatz des Pfluges kann das Auftreten von Pilzkrankheiten, deren Sporen auf Ernteresten überdauern (z.B. DTR, Septoria-Blattdürre und Fusarien), deutlich verringert werden, da die Erntereste nicht an der Bodenoberfläche verbleiben (OBST und PAUL 1993). Allerdings ist der Pflugeinsatz zeit-, bzw. kostenaufwendiger und kann Bodenverdichtungen und Bodenerosionen begünstigen.

Die pfluglose Bodenbearbeitung ist beispielsweise nach Kartoffeln vorzuziehen. Dadurch kann die Problematik des Kartoffeldurchwuchses im Weizen aufgrund der besseren Frosteinwirkung an den oberflächennah verbleibenden Knollenrückständen verringert werden. Ein weiterer Vorteil der pfluglosen Bestellung ist der Erosionsschutz, weil die Ernterückstände an der Bodenoberfläche verbleiben (ML 1996).

An diesen Beispielen wird deutlich, dass sowohl eine Bodenbearbeitung mit Pflug als auch ohne Pflug ihre Berechtigung hinsichtlich einer Pestizidreduktion hat. Im integrierten Konzept muss diesbezüglich ein standortangepasster Kompromiss gefunden werden.

5. 1. 4 Mechanische Unkrautbekämpfung

Zur mechanischen Unkrautbekämpfung im Weizen eignet sich am besten der Striegel. In Abhängigkeit von Boden- bzw. Witterungsbedingungen, Größe der Unkräuter und Häufigkeit des Einsatzes lassen sich Bekämpfungserfolge zwischen 30 und 70% erzielen (AID 1997). In Beständen mit hohem Unkraut- und Ungrasaufkommen, z.B. in Folge starker Stickstoffdüngung,

ist die Wirkung einer mechanischen Maßnahme als sehr unsicher zu beurteilen. Auf Standorten mit mäßigem Unkraut- und Ungrasdruck kann mit dem Striegeleinsatz eine ausreichende Regulierung erzielt und eine deutliche Einsparung von Herbiziden erreicht werden.

5. 1. 5 Bestandesführung

Der Aussaattermin hat erheblichen Einfluss auf den Pestizidaufwand. Extreme Frühsaaten im September sind zu vermeiden, da sie eine stärkere Verunkrautung bewirken, die Übertragung des gefährlichen Gelbverzwergungsvirus durch Blattläuse begünstigen und das Auftreten von Blattkrankheiten bereits im Herbst, insbesondere Mehltau, deutlich fördern (AID 1997). Es muß aber auch berücksichtigt werden, dass in einigen Regionen wie z.B. in der Küstenmarsch nur Frühsaaten möglich sind, da später die Befahrbarkeit aufgrund der zunehmenden Niederschläge und der geringeren Verdunstung nicht mehr möglich ist.

Die Saatmenge ist in Abhängigkeit vom Aussaattermin zu wählen. Zu hohe Saatmengen führen zu dichten Beständen und damit zu einem veränderten Mikroklima. Die Folge ist, dass es zu einem stärkeren Auftreten von Blattkrankheiten kommen kann. Auch die Gefahr von Lagergetreide wird dadurch gefördert. Die hier genannten Folgen einer zu hohen Aussaatstärke werden zusätzlich durch eine überhöhte Stickstoffdüngung erheblich verstärkt. Die Stickstoffdüngung ist deshalb u.a. an den Bedarf des Weizens, der Bodenversorgung, der Vorfrucht und den Standortbedingungen zu orientieren. Eine zu hohe N-Düngung kann den Mehltau- und den Blattlausbefall fördern (BBA 2001a). Die hier genannten Faktoren - der Aussaattermin, die Aussaatmenge und die Stickstoffmenge - haben einen erheblichen Einfluß auf den Pestizidaufwand.

5. 1. 6 Einsatz von Pestiziden nach Anwendung des Schadensschwellenprinzips

Im integrierten Pflanzenschutz sollen Pestizide erst eingesetzt werden, wenn die Schadensschwellen von bestimmten Unkräutern/Ungräsern, Krankheiten und Schädlingen überschritten sind. Dadurch werden Pestizide reduziert, Nützlinge weniger beeinträchtigt und die Gefahr einer Resistenzbildung verringert (PSA HANNOVER 1998). Für den Weizenanbau liegen bereits mehrere gesicherte Schwellenwerte vor, die durch mehrjährige aufwendige Versuchsvorhaben und Untersuchungen erarbeitet wurden (AID 1997). Damit der Landwirt erfährt, wie die konkrete Befalls- bzw. Verunkrautungssituation auf seinen Flächen ist und ob die wirtschaftliche Schadensschwelle schon erreicht ist, muß er selbst regelmäßige Befallskontrollen durchführen. Beispielsweise kann der Landwirt als Hilfsmittel für die Ermittlung der Unkrautdichte den sog. „Göttinger Zähl- und Schätzrahmen“ benutzen. Mit diesem Metallrahmen, der eine Größe von 0,1 m^2 abdeckt, kann das Auszählen erleichtert werden (PSA HANNOVER 1998). Zur weiteren Unterstützung ist der amtliche Warndienst der Pflanzenschutzämter heranzuziehen, der die aktuelle Befallssituation von beispielsweise Krankheiten und Schädlingen für eine bestimmte Region bekannt gibt. Der Warndienst entbindet nicht von eigenen Kontrollen, sondern soll im Gegenteil zu eigenen Kontrollen animieren. Ergänzend dazu sollten auch computerunterstützte Prognoseverfahren herangezogen werden. Mit diesen Programmen, die bereits einen hohen Entwicklungsstand haben, ist es z.B. möglich, Befallsverlauf, Schadenshöhe und Notwendigkeit von Abwehrmaßnahmen kurz- bzw. mittelfristig vorherzusagen. In Deutschland sind im Weizenanbau etwa PRO-PLANT und das Weizenmodell BAYERN bei pilzlichen Schaderregern im Einsatz (AID 1997). Sie haben besonders innerhalb der Beratung und des Warndienstes bereits einen hohen Stellenwert.

Das Beobachten, das Zählen und das Informieren haben im integrierten Pflanzenschutz, bezogen auf die Anwendung von Pestiziden nach dem Schadensschwellenprinzip, eine zentrale Bedeutung. LandwirtInnen sollten im Rahmen des integrierten Pflanzenschutzes abwägen, ob die Möglichkeit besteht, Pestizide nur auf Teilflächen einzusetzen, Aufwandmengen zu reduzieren und selektive, nützlingsschonende Präparate zu verwenden (WETZEL 1995).

5. 1. 7 Förderung von Nützlingen

Im integrierten Pflanzenschutz ist ein wichtiges Standbein die Nutzung und Förderung von Nützlingen. Sie gehören zu den tierischen Organismen, die zur Dezimierung von Schaderregern beitragen. Allerdings ist das Wirkungsgefüge zwischen Schädlingen und Antagonisten sehr kompliziert und vielschichtig. Es ist deshalb nach wie vor schwierig, eine Bewertung der Nützlingswirkung vorzunehmen. Derzeit wird erprobt, inwiefern sich für Getreideblattläuse in Abhängigkeit von der Anzahl der vorhandenen Nützlinge differenzierte Bekämpfungsschwellen anwenden lassen.
Trotz der offenen Fragen zum Thema Nützlinge sollte ihre Förderung mit folgenden Möglichkeiten in der Praxis umgesetzt werden: Im integrierten Pflanzenschutz werden nur selektiv wirkende Pestizide eingesetzt. Nicht verwendet werden breit wirksame Mittel, die auch Nützlinge abtöten. Außerdem gehört dazu die Anlage von Ackerrandstreifen und Hecken, die als Lebensraum und Nahrungsquelle dienen. Auch durch eine tolerierte Restverunkrautung im Weizen kann beispielsweise die Schwebfliege (parasitiert Blattläuse im Getreide) gefördert werden. Auch durch eine geringere Bodenbearbeitungsintensität werden z.B. Laufkäferarten geschont (AID 1997).

5. 2 Pflanzenschutzpraxis im konventionellen Weizenanbau

Nachfolgend wird die derzeitige konventionelle Weizenanbaupraxis kurz charakterisiert. Zudem werden Pestizid-Reduktionshindernisse aufgezeigt. Dabei kann nur ein grober Überblick gegeben werden, da aufgrund von einzelbetrieblichen und regionalen Besonderheiten sowie unterschiedlichen Standort- und Klimaverhältnissen der Weizenanbau unterschiedlich praktiziert wird.

5. 2. 1 Fruchtfolge mit an den Standort angepassten Kulturen

Die Entwicklung des Ackerbaus in den vergangenen Jahrzehnten war geprägt durch eine Intensivierung der Produktion. Sowohl der technische Fortschritt, als auch die wirtschaftlichen und agrarpolitischen Rahmenbedingungen haben zu stark vereinfachten Fruchtfolgen in der Praxis geführt. Es werden vorrangig nur die Kulturen angebaut, die den höchsten ökonomischen Nutzen versprechen und aus arbeitswirtschaftlicher Sicht in die Betriebsorganisation passen, d.h. möglichst mit Vollmechanisierung produziert werden können. Durch die Konzentration auf wenige Fruchtarten nehmen Fruchtfolgekrankheiten und Schädlinge zu. Durch intensiveren Einsatz von Düngemitteln und Pestiziden wird versucht, teilweise eine Kompensation dieser fruchtfolgebedingten Schaderreger zu erreichen (METZ und GARMHAUSEN 2000).

Berücksichtigt werden muss, dass es regional eine sehr unterschiedliche Ausgestaltung der Fruchtfolge gibt. In Ackerbauregionen, wo die Betriebe größtenteils viehlos wirtschaften, werden vorrangig die Fruchtfolgen Zuckerrüben-Weizen-Gerste oder mit zunehmender Tendenz Zuckerrüben-Weizen-Weizen praktiziert. Betriebe, die kein Zuckerrübenkontingent besitzen

und deshalb auch keine Zuckerrüben anbauen dürfen, bauen häufig statt Zuckerrüben Winterraps an. Sommergetreide oder Leguminosen wie Ackerbohne und Erbse spielen nur eine untergeordnete Rolle.

Anders kann es dagegen in Regionen aussehen, wo die Betriebe neben dem Ackerbau auch Viehhaltung betreiben. Das sind häufig Regionen, wo die Böden natürlich bedingt ein nicht so hohes Ertragsniveau besitzen. Hier erzeugen viele Betriebe einen Großteil ihres Futters selbst. Die Fruchtfolgen sind daher häufig vielseitiger und enthalten dann neben Weizen beispielsweise Wintergerste, Triticale, Ackerbohne, Erbse oder Silomais. Auch die Kartoffel spielt auf solchen meist sandigeren Standorten eine große Rolle. Allerdings sind auch in Futterbauregionen Extreme vorhanden wie der Anbau von Silomais als Monokultur.
Grundsätzlich gilt, dass die Fruchtfolgen getreidereicher geworden sind und die Getreideselbstfolgen, hier besonders Weizen nach Weizen, zugenommen haben. Nach METZ und GARMHAUSEN (2000) sind das derzeit etwa 30% der Ackerfläche in Deutschland. Diese hohen Getreideanteile und die Beschränkung auf wenige Getreidearten bewirken ein enges zeitliches Nacheinander und auch ein starkes räumliches Nebeneinander. Die Wege für Krankheitserreger und Schädlinge werden dadurch kürzer, ihre Überlebenschancen und ihr Vermehrungspotential steigen. Die Folge ist ein verstärkter Pestizideinsatz (WAIBEL und FLEISCHER 1998).

Nimmt man nun Bezug auf die Forderung des integrierten Pflanzenschutzes, möglichst vielgliedrige Fruchtfolgen zu praktizieren, so zeigt sich derzeit in der Praxis ein deutliches Umsetzungsdefizit.

5. 2. 2 Nutzung resistenter Sorten

Für LandwirtInnen ist derzeit das wichtigste Auswahlkriterium bei der Sortenwahl das Ertragspotential. Die Krankheitsresistenz spielt eine eher untergeordnete Rolle. Auf Seiten der Praxis wird häufig die Meinung vertreten, dass Sorten mit einer hohen Krankheitsresistenz ein geringeres genetisches Ertragspotential haben, als krankheitsanfälligere Sorten. Hier hat aber die Resistenzzüchtung enorme Fortschritte gemacht. Vor allem bei Mehltau sind viele Sorten nicht mehr so anfällig wie früher. Allerdings sind *Septoria tritici* und DTR aufgrund der engeren Weizenfruchtfolgen stärker in den Vordergrund getreten. Nach Versuchen des PSA HANNOVER (1998-2000) waren in vielen gesünderen Sorten unwirtschaftliche Fungizidbehandlungen nachzuweisen, da der Krankheitsbefall bei diesen Sorten geringer war oder anfänglicher Befall nicht weiter zum Ausbruch kam.

Im Zeitraum von 1985 bis 1987 betrug der genetische Anteil (ohne Fungizideinsatz) am Gesamtertrag rund 85%. Die restlichen 15% konnten durch Fungizide abgesichert werden. Von 1999 bis 2000 lag der genetische Anteil bereits bei 93% (RAUPERT 2001).

Die unterschiedliche Sortenanfälligkeit als Kriterium für die Bemessung des Fungizidaufwands wird in der Praxis trotz positiver Versuchsergebnisse häufig kontrovers diskutiert. Auf Seiten der Praxis mangelt es häufig an Vertrauen in die Resistenzleistung der Sorten. Das heißt, es wird nicht automatisch mit dem Anbau einer resistenten Sorte auch der Fungizidaufwand reduziert.

5. 2. 3 Standortgerechte Bodenbearbeitung

In der Landwirtschaft ist der ökonomische Druck aufgrund stetig fallender Erzeugerpreise in den letzten Jahren immer stärker geworden. Verstärkt wurde dieser Druck in jüngster Zeit durch steigende Energiekosten. Außerdem rücken die Kosten der Arbeitserledigung bzw. die

immer knapper werdende Arbeitszeit aufgrund der steigenden Flächenausstattung der Betriebe zunehmend in den Mittelpunkt. Dadurch läßt sich in der Praxis ein Trend dahin erkennen, dass auf den energie- und zeitaufwendigen Pflugeinsatz immer häufiger verzichtet wird und sogar in der gesamten Fruchtfolge nicht mehr gepflügt wird. Das heißt, der Pflug wird abgeschafft und durch eine nicht-wendende Technik ersetzt. Auch wird beispielsweise die Stoppelbearbeitung nach der Getreideernte zunehmend eingeschränkt. Hinsichtlich des Pestizidaufwands ist dieser Trend negativ zu beurteilen, da in Verbindung mit den zunehmend getreidereicheren Fruchtfolgen Problemunkräuter und –ungräser, Pilzkrankheiten wie beispielsweise DTR, Halmbruch und Schwarzbeinigkeit gefördert werden.

5. 2. 4 Mechanische Unkrautbekämpfung

Derzeit wird im konventionellen Weizenanbau die Unkraut- und Ungrasbekämpfung ausschließlich mit Herbiziden durchgeführt. Die mechanische Bekämpfung spielt derzeit so gut wie keine Rolle. Das läßt sich damit begründen, dass die Bekämpfungserfolge, wie bereits oben beschrieben, sehr unsicher sind. Außerdem ist in der Regel auf vielen konventionellen Betrieben eine eigene Pflanzenschutzspritze vorhanden, so dass sich die zusätzliche Investition in einen Striegel nicht lohnt. Herbizide sind zudem meist billiger und letztlich beansprucht die mechanische Bekämpfung mehr Arbeitszeit, da die Flächenleistung geringer ist und ein einmaliger Einsatz häufig nicht ausreicht. Es kommt aber noch ein weiterer Aspekt hinzu: Aufgrund der engeren Fruchtfolgen mit hohen Getreideanteilen und des hohen Stickstoffdüngungsniveaus im konventionellen Anbau haben sich vor allem Problemungräser wie Ackerfuchsschwanz, Windhalm, Trespe und Quecke teilweise stark vermehrt. Diese lassen sich mit mechanischen Verfahren nicht zufriedenstellend bekämpfen.

5. 2. 5 Einsatz von Pestiziden nach Anwendung des Schadensschwellenprinzips

In der derzeitigen konventionellen Weizenanbaupraxis wird das Schadensschwellenprinzip nur begrenzt praktiziert. Am Beispiel der Unkrautbekämpfung soll dies kurz erläutert werden.

In der Unkrautbekämpfung hat sich die Anwendung des oben beschriebenen Göttinger Zählrahmens nicht durchgesetzt. Von Seiten der Landwirte wird der zu hohe Arbeitsaufwand bemängelt. Außerdem besteht die Sorge, dass sich langfristig ein zu hohes Unkrautsamenpotential im Boden aufbaut und damit der Herbizidaufwand langfristig wieder zunimmt. Darüber hinaus läßt der Einsatzzeitraum einiger Herbizide das Schadensschwellenprinzip gar nicht zu. Im Weizen wird die erste Herbizidmaßnahme sehr häufig bereits im Herbst durchgeführt. Bei einigen Herbizidprodukten ist der optimalste Bekämpfungstermin dann, wenn die Unkräuter und Ungräser sich gerade im Stadium der Keimung bzw. des Auflaufens an der Bodenoberfläche befinden. Ein Auszählen mit dem Zählrahmen ist damit also nicht möglich. Der Vorteil einer frühen Herbstbehandlungen ist, dass die Herbizidaufwandmengen reduziert werden können und die Behandlung für den Weizen am verträglichsten ist.

Die geringe Akzeptanz des Schadensschwellenprinzips in der Praxis erklärt sich insbesondere aus dem zunehmenden ökonomischen Druck und vor allem aus den knapper werdenden Arbeitskapazitäten in den landwirtschaftlichen Betrieben. Folglich wird versucht, verschiedene Maßnahmen miteinander zu kombinieren. Das ist in vielen Fällen sinnvoll, allerdings werden dadurch häufig auch Maßnahmen prophylaktisch durchgeführt. Beispielsweise wird mit der letzten Fungizidbehandlung zum Ährenschieben des Weizens häufig zusätzlich ein Insektizid gegen Blattläuse mit eingesetzt, obwohl kein Befall vorhanden ist oder der Besatz unterhalb

der Schadensschwelle liegt. Auch die Mittelkosten spielen eine entscheidende Rolle. Beispielsweise sind nützlingsschonende Insektizide teurer als die herkömmlichen Insektizide, mit der Folge, dass eher die billigen Produkte verwendet werden.

Mit diesen Beispielen soll nicht der Eindruck entstehen, dass alle LandwirtInnen so verfahren. Grundsätzlich läßt sich aber feststellen, dass das „Sicherheitsdenken“ sowohl in den Agrarbetrieben wie auch unter den Beratern recht hoch ist.

5. 3 Pflanzenschutzpraxis im ökologischen Weizenanbau

Im ökologischen Ackerbau ist der Einsatz von mineralischen Stickstoffdüngemitteln, chemisch-synthetischen Pflanzenbehandlungs-, Lagerschutz- und Nachreifemitteln, Hormonen, Wuchsstoffen und genmanipulierten Organismen verboten (SÖL 2001). Die Prinzipien des Pflanzenschutzes im ökologischen Landbau sind aber nicht nur durch das Weglassen von chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmitteln zu beschreiben. Vielmehr sollen pflanzenbauliche Maßnahmen, z.B. Standort, Sortenwahl, Bodenbearbeitung, Fruchtwechsel und Düngung, so gewählt werden, dass die Ursachen für einen starken Schaderregerbefall von vornherein vermieden werden (AID 1996). Damit handelt es sich zum Teil um ähnliche Maßnahmen, wie sie im integrierten Pflanzenschutz zur Anwendung gelangen.

5. 3. 1 Unkrautregulierung

Im ökologischen Weizenanbau erfolgt die Unkrautregulierung aufgrund des Verbots von Herbiziden ausschließlich mechanisch mittels Striegel und/oder Scharhacke. Außerdem werden bevorzugt Weizensorten ausgewählt, die lang im Wuchs sind und möglichst breite Blätter ausbilden, um so eine stärkere Beschattung und damit eine zusätzliche Unterdrückung der Unkräuter zu gewährleisten. Der Weizen wird möglichst erst im Spätherbst (ab Ende Oktober bis Dezember) ausgesät, um die Keimbedingungen für Ungräser wie Windhalm und Ackerfuchsschwanz zu verschlechtern (HOFFMANN et al. 1985). Besonders durch die in der Regel vielfältigeren Fruchtfolgen im ökologischen Landbau, die neben Hackfrüchten auch höhere Anteile von Sommergetreide und insbesondere Leguminosen aufweisen, sowie durch das Verbot mineralischer Stickstoffdünger spielen Problemunkräuter und –ungräser wie z.B. Klettenlabkraut, Vogelmiere, Windhalm und Ackerfuchsschwanz kaum eine Rolle (ÖKORING 1997).

5. 3. 2 Regulierung von tierischen und pilzlichen Schaderregern

Über vielseitige Fruchtfolgen werden die Pflanzen in ihrer Widerstandskraft gegenüber Krankheiten und Schädlingen gestärkt. Weiteren Schutz bietet die gezielte Förderung von Nützlingen, z. B. durch Hecken, Ackerrandstreifen und Aufstellen von Nistkästen, wodurch ein Gleichgewicht zwischen Nützlingen und Schädlingen gefördert wird (AGÖL 2000). Aufgrund des verbotenen Einsatzes mineralischer Stickstoffdünger wird die Etablierung einiger Pilzkrankheiten deutlich erschwert. Das trifft besonders für den Getreidemehltau zu. Der Befall ist deutlich geringer als im konventionellen Weizenanbau, sofern er überhaupt auftritt. Des Weiteren führt das geringere Stickstoffangebot zu geringeren Bestandsdichten, was wiederum eine Ausbreitung von Krankheiten erschwert, da diese „dünneren“ Bestände schneller abtrocknen und deshalb das notwendige Kleinklima für die Ausbreitung von Pilzkrankheiten im Bestand fehlt. Ein ganz entscheidender Aspekt ist die Auswahl von Weizensorten, die gegenüber pilzlichen Schaderregern - insbesondere Septoria, Gelb- und Braunrost und Ährenbefall mit Fusarium - resistent sind. Bei samenbürtigen Erregern wie Steinbrand, Septoria und einzelnen

Fusarienstämmen werden Saatgutuntersuchungen einschließlich Triebkrafttests empfohlen, um stark befallene Partien heraus zu selektieren (ÖKORING 1997).

Die hier vorgestellten Maßnahmen sollten nie einzeln gesehen werden. Denn erst ihr Zusammenwirken verhindert ein stärkeres Ausbreiten von Krankheiten und Schädlingen.

Für direkte Pflanzenschutzmaßnahmen stehen im ökologischen Landbau zugelassene biologische Pestizide zur Verfügung. Neben diesen gibt es noch eine Reihe zugelassener Pflanzenstärkungsmittel, die nicht direkt gegen bestimmte Schaderreger wirken, sondern die Widerstandskraft der Pflanzen gegenüber Schaderregern steigern sollen (BBA 2001b).

Von den im ökologischen Landbau zugelassenen Pestiziden sind derzeit keine für die Anwendung im ökologischen Weizenanbau zugelassen. Grund ist die seit dem 1. Juli 2001 in Kraft getretene Indikationszulassung. Danach dürfen Pestizide nur in den in der Zulassung ausgewiesenen Anwendungsgebieten angewendet werden (BBA 2001c). Beispielsweise könnten Blattläuse im ökologischen Weizenanbau mit Neem bekämpft werden. Neem-Mittel haben jedoch derzeit keine Zulassung im Weizen.

Es muß aber betont werden, dass der Einsatz von Pestiziden im ökologischen Weizenanbau auch vor in Kraft treten der Indikationszulassung noch nie von großer Bedeutung war. Beispielsweise spielt die Bekämpfung von Blattläusen im Weizen keine Rolle, da durch die oben beschriebenen Methoden dieser Schädling selten stärker auftritt. Eine Behandlung würde sich auch aus ökonomischer Sicht nur selten lohnen, da in der Regel der Blattlausbesatz zu gering ist und die Mittelkosten zu hoch sind.

Pflanzenstärkungsmittel unterliegen nicht der Indikationszulassung, werden derzeit im Weizen aber kaum eingesetzt, da ihre Wirkung nicht immer eindeutig nachweisbar ist und sie häufig recht teuer sind. Aufgrund der Vielzahl der auf dem Markt befindlichen Pflanzenstärkungsmittel wird in dieser Studie auf eine Auflistung verzichtet.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass der Pestizideinsatz im ökologischen Weizenanbau derzeit keine Bedeutung hat. Damit trägt der ökologische Landbau am stärksten zu der im 5. Umweltaktionsprogramm der EU geforderten Pestizidreduktion bei. Es muss aber berücksichtigt werden, dass im ökologischen Weizenanbau aufgrund des Verbots von mineralischen Stickstoffdüngern und chemischen-synthetischen Wirkstoffen das Ertragsniveau gegenüber der konventionellen Wirtschaftsweise deutlich niedriger ist. Es ist davon auszugehen, dass die Erträge im ökologischen Weizenanbau durchschnittlich um 50 bis 60% gegenüber dem konventionellen Weizenanbau abfallen. Allerdings wirkt das höhere Preisniveau im ökologischen Landbau ausgleichend. Derzeit werden für ökologisch erzeugten Weizen 55 bis 60 DM/dt gezahlt, für konventionell erzeugten Weizen 24 bis 26 DM/dt.

6 Vergleich der Weizenanbauverfahren hinsichtlich ihres Potentials zur Pestizidreduktion

In diesem Kapitel soll anhand aktueller Versuchsergebnisse dargestellt werden, welche Pestizidreduktionen sich aus den unterschiedlichen Anbauverfahren ergeben können.

Im folgenden Vergleich ist der ökologische Weizenanbau nicht einbezogen, da in dieser Anbauform, wie bereits erläutert, keine Pestizide zum Einsatz kommen.

Vorgestellt werden Ergebnisse aus dem EU-Projekt „Umweltgerechte Landbewirtschaftung“. Dieses Projekt basiert auf der EU-Verordnung 2078/92 für umweltgerechte und den natürli-

chen Lebensraum schützende Produktionsweisen und wurde 1995 gemeinsam vom Land Niedersachsen und der Europäischen Gemeinschaft initiiert. Seitdem stellen die beiden Niedersächsischen Landwirtschaftskammern und das Forschungs- und Studienzentrum für Landwirtschaft und Umwelt der Universität Göttingen verschiedene Anbauverfahren und Elemente umweltgerechter Wirtschaftsweisen auf über 20 landwirtschaftlichen Betrieben dar. Ein Schwerpunkt des Projektes besteht darin, den integrierten Pflanzenschutz stärker in der Praxis zu etablieren. Dazu werden auf mehreren Praxisbetrieben integrierte Anbauverfahren in Form von Großflächenversuchen demonstriert und mit den praxisüblichen Verfahren verglichen. Ziel ist einerseits die Akzeptanz für integrierte Anbauverfahren bei den Landwirten zu erhöhen und andererseits verschiedene Möglichkeiten der Bestandsführung bei verringertem Mitteleinsatz zu prüfen und ökonomisch zu bewerten.

Nachfolgend sollen die derzeitigen Ergebnisse aus diesem Projekt speziell zur Kultur Winterweizen vorgestellt werden. Dazu werden die Ergebnisse der Universität Göttingen und der Landwirtschaftskammer Hannover dargestellt (LWK Hannover 2000).

Bei den Versuchen der Landwirtschaftskammer Hannover (vgl. LWK Hannover 2000) sind im Zeitraum von 1997 bis 2000 insgesamt 17 Versuche auf 5 Standorten berücksichtigt worden. Die Ackerzahl der Standorte schwankt zwischen 55 und 95.

Verglichen werden die Weizenanbaustrategie des jeweils beteiligten Landwirts (hier bezeichnet als „Gute fachliche Praxis“), die Anbaustrategie des Projektberaters (hier bezeichnet als „Integriert“) und die Strategie Projektberater-Reduziert (hier bezeichnet als „Reduziert“). In der Variante “Gute fachliche Praxis” hat der Landwirt hinsichtlich Stickstoffdüngung und Pflanzenschutzmaßnahmen freien Entscheidungsraum. In der Variante “Integriert” werden Elemente des integrierten Pflanzenschutzes wie Resistenzeigenschaften der Weizensorte, Standfestigkeit der Sorten und Schadensschwellen konsequent berücksichtigt. In der Variante “Reduziert” wird der Stickstoffeinsatz um 30% gegenüber der Integrierten Variante heruntergefahren. Auf Wachsrumsregler und Insektizide wird weitestgehend verzichtet und generell wird nur eine Fungizidbehandlung durchgeführt. Herbizide werden wie in der Variante “Integriert” ausgebracht.

Es handelt sich also um Systemversuche, d.h. zwischen den Varianten ergeben sich Unterschiede bei der N-Düngung und beim Pflanzenschutz. Diese Parameter werden aber nicht getrennt untersucht. Weitere Parameter wie z.B. Bodenbearbeitung, Sortenwahl, Aussaatstärke und Grunddüngung werden nicht differenziert durchgeführt.

Zu berücksichtigen ist, dass auf einem Betrieb über alle Varianten die gleiche Sorte ausgesät wurde. In den meisten Fällen waren es resistente Weizensorten. In die Fruchtfolge der beteiligten Versuchsbetriebe ist nicht eingegriffen worden, um feststellen zu können, inwieweit Elemente des integrierten Pflanzenschutzes unter derzeitigen gängigen Fruchtfolgen zur Pestizidreduzierung beitragen können. In den meisten Fällen handelt es sich um die Fruchtfolgen Zuckerrüben-Weizen-Gerste und Raps-Weizen-Gerste.

Aus Tabelle 2 wird deutlich, dass bei den insgesamt durchgeführten Pestizideinsätzen die Integrierte Variante gegenüber der “Guten fachlichen Praxis” tendenziell mit weniger Überfahrten auskommt. Die sehr strengen Vorgaben in der Reduzierten Variante erzielten fast eine Halbierung der Einsätze. Bei den einzelnen Pestizidgruppen wird die Zahl dafür angegeben, wie häufig Herbizide, Wachstumsregler, Fungizide und Insektizide bei den durchgeführten Einsätzen dabei waren. Mit Integriertem Vorgehen waren gegenüber der “Guten fachlichen Praxis” in allen Gruppen Pestizidreduktionen möglich, die allerdings am deutlichsten nur bei den Insektiziden zum Tragen kommen. Hier konnte eine Halbierung erreicht werden.

Tabelle 2: Vergleich verschiedener Weizenanbauintensitäten hinsichtlich der Pestizidreduktion im Zeitraum von 1997 – 2000 aus 17 Versuchen

	Gute fachliche Praxis	Integriert	Reduziert
Anzahl eingesetzter Pestizidgruppen			
Herbizide	2,5	2,2	2,1
Fungizide	2,4	2,2	1,1
Insektizide	1,1	0,6	0,3
Wachstumsregler	1,8	1,5	0,5
Anzahl der Pestizideinsätze[a]	4,2	3,8	2,8
Schwankungsbreite:	2 – 6	2 – 5	1 – 4
Mittel,- u. Ausbringungskosten DM/ha	296	256	178
Höhe der Stickstoffdüngung kg N/ha	195	166	116
Anzahl der Düngungsmaßnahmen	4,0	3,1	2,9
Dünger,- u. Ausbringungskosten DM/ha	236	196	148
Ertrag dt/ha	103	100	93
Direktkostenfreie Leistung DM/ha	1797	1782	1711

a Anzahl der Überfahrten (Mittelkombinationen wurden nicht berücksichtigt)

Quelle: LWK HANNOVER (2000)

Die Ertragsunterschiede zwischen “Guter fachlicher Praxis” und “Integriert” fallen mit 3 dt/ha sehr gering aus. Dagegen führt der deutlich verminderte Einsatz von Stickstoff-Dünger und Pestiziden in der Variante “Reduziert” im Schnitt der Jahre zu sehr deutlichen Ertragseinbußen von rund 10 dt/ha.

Betrachtet man die ökonomische Seite, wird mit der höchsten Intensität (“Gute fachliche Praxis”) auch der höchste Ertrag und damit auch die höchste Marktleistung erzielt. Viel aussagekräftiger ist aber, nach Abzug der Kosten für N-Düngung, Pestizide und den damit verbundenen Durchfahrten, die Betrachtung der direktkostenfreien Leistung. Danach liegen die Varianten “Gute fachliche Praxis” und “Integriert” auf annähernd gleichem Niveau. Das wirtschaftliche Ergebnis in der Variante “Reduziert” ist dagegen deutlich geringer.

In Tabelle 3 sind aus 5 Versuchen zusätzlich die Anbauempfehlungen zweier beteiligter Beratungsringe den drei oben beschriebenen Varianten gegenübergestellt worden.

Tabelle 3: Vergleich verschiedener Weizenanbauintensitäten hinsichtlich der Pestizidreduktion im Zeitraum von 1998 – 2000 aus 5 Versuchen

	Gute fachliche Praxis Landwirt	Gute fachliche Praxis Beratungs-ring	Integriert	Reduziert
Durchschnittliche Anzahl chemischer Pflanzenschutzmaßnahmen:				
Herbizide	2,4	2,4	2,2	2,2
Fungizide	2,4	3,4	2,2	1,2
Insektizide	1,0	0,8	0,2	0,0
Wachstumsregler	1,8	1,8	1,6	0,2
Anzahl der Pestizideinsätze[a]	3,8	4,2	3,6	2,6
Schwankungsbreite:	3 – 4	4 – 5	3 – 4	2 – 3
Mittel,- u. Ausbringungskosten DM/ha	283	297	239	183
Höhe der Stickstoffdüngung kg N/ha	202	206	172	127
Anzahl der Düngungsmaßnahmen	3,6	4,0	3,0	3,0
Dünger,- u. Ausbringungskosten DM/ha	219	254	183	149
Ertrag dt/ha	103	104	101	91
Direktkostenfreie Leistung DM/ha	1756	1712	1735	1612

a Anzahl der Überfahrten (Mittelkombinationen wurden nicht berücksichtigt)

Quelle: LWK HANNOVER (2000)

Beim Stickstoff- und Pestizideinsatz haben die Beratungsringe das höchste Niveau. Aus ertraglicher Sicht haben sich dadurch aber keine Vorteile ergeben. Bei der Wirtschaftlichkeit schneiden die Beratungsringe aufgrund der höheren Kosten gegenüber “Guter fachlicher Praxis” und “Integriert” schlechter ab. Dagegen sind die ökonomischen Verluste in der Variante “Reduziert” deutlich erkennbar.

Die Ergebnisse zeigen, dass unter derzeit praxisüblichen Bedingungen mit einer konsequenteren Berücksichtigung von integrierten Grundsätzen im Weizenanbau beim Stickstoff- und Pflanzenschutzaufwand durchaus Einsparungspotential vorhanden ist, ohne dass gravierende wirtschaftliche Einbußen zu befürchten sind. Sicherheitszuschläge sollten deshalb minimiert werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass bei einem bewussten Weglassen von Stickstoff und Pestiziden wie in der Variante “Reduziert” das Risiko von ertraglichen und wirtschaftlichen Einbußen sehr deutlich wird und der Praxis derzeit nicht empfohlen werden kann (LWK HANNOVER 2000).

Nachfolgend werden die Versuchsergebnisse der Universität Göttingen im Rahmen des Projektes vorgestellt. Nach KRÜSSEL (2000) ist im Gegensatz zu den Versuchsstandorten der Landwirtschaftskammer Hannover auf Teilflächen der 6 Göttinger Projektbetriebe zusätzlich der Faktor Fruchtfolge mit aufgenommen worden. Dazu sind die klassischen Fruchtfolgen Winterraps, Winterweizen und Wintergerste zusätzlich durch eine Sommerung als viertes Fruchtfolgeglied erweitert worden. Auf den meisten Standorten ist Hafer dazugekommen, in zwei Ausnahmen Sommergerste und Silomais. Tabelle 4 zeigt die aus diesen Versuchen ermittelte Anzahl chemischer Pflanzenschutzmaßnahmen.

Tabelle 4: Durchschnittliche Anzahl chemischer Pflanzenschutzmaßnahmen je Feldfrucht und Jahr (1996 – 1999). Zeitlich getrennte Maßnahmen differenziert nach Mittelgruppen

Mittelgruppe	Winterraps	Hafer/Mais	Winterweizen	Wintergerste
Herbizide	1,6	1,2	1,0	1,1
Fungizide	-	-	1,1	1,0
Insektizide	0,6	-	-	-
Molluskizide	0,9	-	-	-
Wachstumsregler	-	-	-	0,05

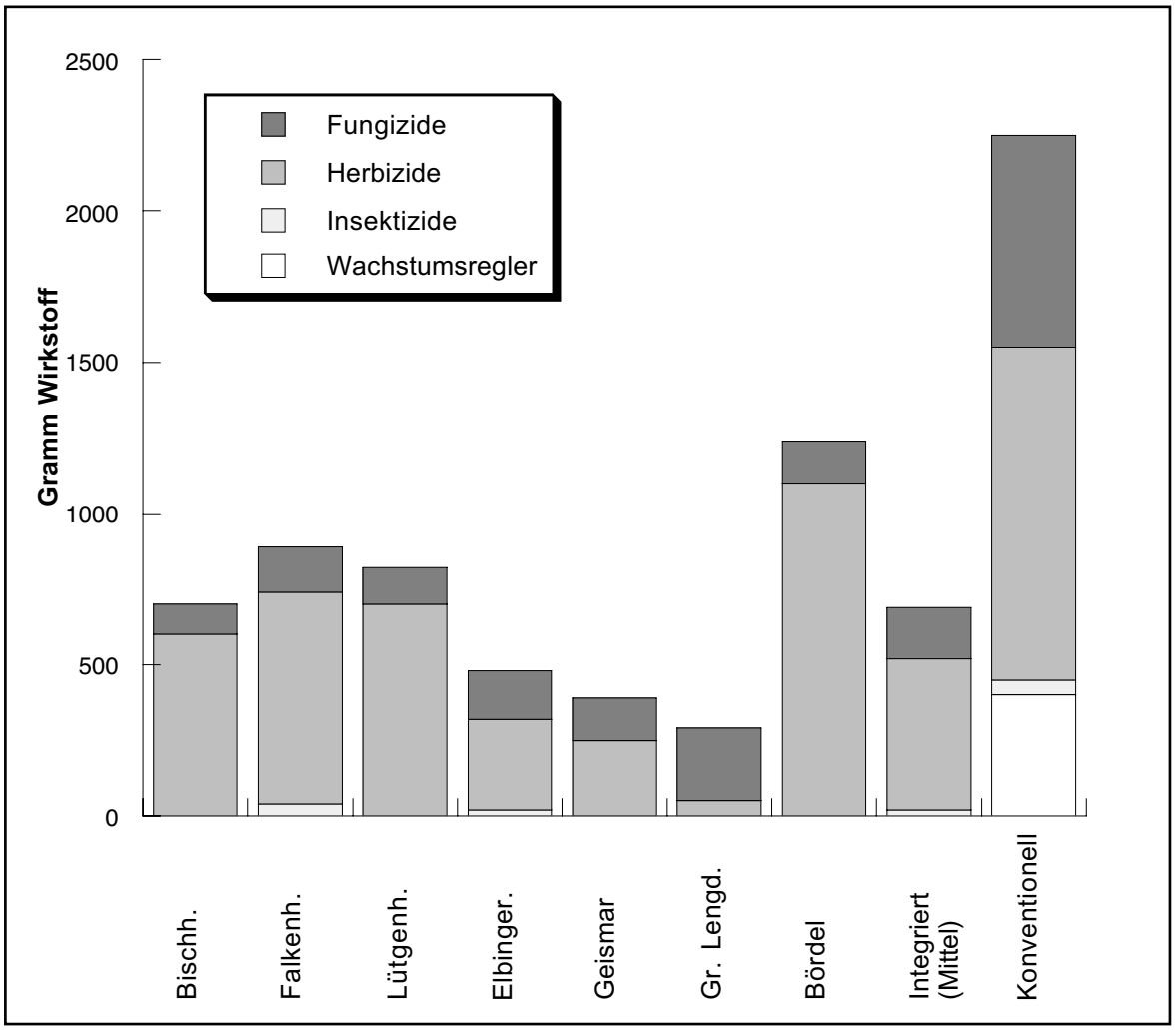
Quelle: KRÜSSEL (2000)

Allerdings geht aus dieser Darstellung nicht hervor, wie hoch die Pestizidmengen auf den konventionellen Vergleichsstandorten sind. Eine Gegenüberstellung mit den Ergebnissen der Landwirtschaftskammer zeigt, dass in den Göttinger Versuchen die Pestizidreduzierung im Weizen noch stärker ausfällt, als in der Variante Integriert ohne Fruchtfolge-Umstellung der Landwirtschaftskammer Hannover. Daraus zeichnet sich ab, dass mit einer aufgelockerten Fruchtfolge eine noch deutlichere Pestizidreduzierung erreicht werden kann, ohne dass sich gravierende ökonomische Einbußen ergeben.

Ein Vergleich zwischen integrierter und konventioneller Bewirtschaftung in Bezug auf die ausgebrachten Mengen aktiver Wirksubstanz je Hektar geht aus Abbildung 1 (Seite 25) hervor.

Nach STEINMANN (2000) läßt sich die Intensität des Pestizideinsatzes annäherungsweise mit dem Aufwand an aktiver Wirksubstanz je Flächeneinheit charakterisieren. Der Vergleich der Aufwandmenge ist nicht der geeignete Maßstab, da z.B. verschiedene Herbizide aufgrund ihrer Formulierung mit extrem unterschiedlichen Aufwandmengen die gleiche Wirkung erzielen können. Es ist auch nicht belegbar, dass mit der Wahl eines niedriger dosierten Präparates im gleichen Umfang auch die Auswirkungen auf die Umwelt verringert werden.

Abbildung 1 zeigt, dass auf allen integriert bewirtschafteten Standorten die ausgebrachten Wirkstoffmengen deutlich unter denen der konventionellen Bewirtschaftung liegen.



Quelle: KRÜSSEL (2000)

Abbildung 1: Ausgebrachte Menge aktiver Wirksubstanz auf integriert bewirtschafteten Flächen im Vergleich zur konventionellen Bewirtschaftung

Nach KRÜSSEL (2000) konnten diese Pestizideinsparungen durch vorbeugende pflanzenbauliche Maßnahmen erreicht werden, z.B. durch Fruchtfolgeerweiterung, angepaßte Stickstoffdüngung, geringere Bestandesdichten, Anbau resistenter Weizensorten und Befallskontrollen zur Ermittlung der aktuellen Schaderregerpopulation. Häufig wurden die Schadensschwellen bei Unkräutern und Ungräsern nicht erreicht, so dass Herbizide nicht zum Einsatz kamen. Weitere Reduktionen wurden durch die selektive Bekämpfung von Problemunkräutern sowie durch eine Teilflächenbehandlung erreicht. Durch resistente Sorten und die Faktoren Saattermin und Stickstoffdüngung konnten Pilzkrankheiten in der Regel mit einer Fungizidmaßnahme bekämpft werden. Bei den Blattläusen wurde im gesamten Untersuchungszeitraum die Schadensschwelle von 3-5 Läuse auf Ähre und Fahnenblatt im Winterweizen nie erreicht. Somit erfolgte auch kein Insektizideinsatz. Als Ursache für den geringen Befall konnten räuberische Insekten wie Marienkäfer und die Larven der Schwebfliegen nachgewiesen werden.

Die ökonomische Auswertung in Tabelle 5 zeigt, dass die Erträge bei integrierter Produktion im Vergleich zur konventionellen Bewirtschaftung im Mittel zurückgingen. Dagegen waren die variablen Produktionskosten (Dünger, Pestizide) bei integrierter Bewirtschaftung niedriger. Dennoch fiel der Deckungsbeitrag bei integrierter Produktion tendenziell geringer aus. Interessant ist aber, dass der Zeitaufwand bei integrierter Bewirtschaftung abnimmt. Ein Grund hierfür sind die geringeren Überfahrten bei Düngung und Pflanzenschutz. Die Arbeitsspitze Herbst wird durch die Frühjahrsbestellung der Sommerung entschärft. Zu berücksichtigen ist allerdings der höhere Zeitaufwand für die Bestandskontrollen.

Tabelle 5: Vergleich der Fruchtfolgedeckungsbeiträge zwischen konventioneller und integrierter Produktion (1996 bis 1998, 4 Standorte)

	Integriert	Differenz zu betriebsüblich
Ertrag dt/ha		
Winterweizen	67	-15
Winterraps	22	-34
Wintergerste	65	-15
Hafer	54	-
Marktleistung DM/ha *(incl. Prämie)*	2132	-15
Variable Koste DM/ha		
Düngung	124	-38
Pflanzenschutz	127	-48
Summe variable Kosten *(incl. Saatgut, var. Maschinenkosten, Trocknung, Zins, Versicherung*	666	-25
Deckungsbeitrag	1466	-9
Feldarbeit Akh/ha[a]	5,3	-13

a Akh/ha = Arbeitskraftstunden pro Hektar

Quelle: KRÜSSEL (2000)

Die hier dargestellten langjährigen Versuche haben deutlich gemacht, dass mit der Umsetzung des integrierten Pflanzenschutzes eine Reduktion des Pestizidaufwandes erreicht wird, ohne dass es zu gravierenden ökonomischen Einbußen für LandwirtInnen kommt. Auch WAIBEL und FLEISCHER (1998) stellen angesichts vieler Feldversuche fest, dass die Umsetzung von Maßnahmen des integrierten Pflanzenschutzes im Vergleich zur konventionellen Praxis zu vergleichbaren wirtschaftlichen Ergebnissen bei spürbarer Umweltentlastung führt.

7 Hindernisse für die Ausweitung des integrierten und ökologischen Weizenanbaus

Im Anschluss an die in dieser Studie dargestellten Fakten stellt sich die Frage, wie die im 5. Umweltaktionsprogramm der EU geforderte bedeutsame Pestizid-Reduktion geleistet werden kann. Bevor die möglichen Reduktions-Potenziale beschrieben werden, sollen nachfolgend die Hindernisse aufgezeigt werden, die derzeit eine Ausweitung der Anbaussysteme, die einen erheblichen Beitrag zur Pestizid-Reduktion leisten können, behindern.

7. 1 Hindernisse im ökologischen Landbau

Mit einem Flächenanteil von rund 2% hat der ökologische Landbau in Deutschland eine noch recht geringe Verbreitung. Die im Rahmen der BSE-Krise aufgestockten Fördergelder für die Umstellung zum ökologischen Landbau haben noch nicht zu einem merklichen Anstieg von Betriebsumstellungen geführt. Obwohl derzeit die Nachfrage nach Milch, Fleisch und Futtergetreide aus ökologischer Erzeugung das Angebot übersteigt, kann auch darüber kein Umstellungstrend festgestellt werden. Mögliche Ursachen für diese Situation sind z.B. die Betriebsausstattung, der Standort, das soziale Umfeld und das Verbraucherverhalten. Nachfolgend werden diese Aspekte anhand einiger Beispiele kurz erläutert.

7. 1. 1 Betriebsstruktur und -standort

Für viehlos, konventionell wirtschaftende Ackerbaubetriebe mit Zuckerrübenanbau ist der ökologische Landbau kaum eine Alternative, da die Zuckerrübe derzeit noch maßgeblich zur Einkommenssicherung im Betrieb beiträgt. Betriebe mit konventioneller Schweinehaltung müßten bei einer Umstellung erhebliche Investitionen vornehmen, um den strengen Vorgaben zur artgerechten Tierhaltung gerecht zu werden. Dadurch fehlt auch hier der Reiz zur Umstellung.

7. 1. 2 Emotionale Gründe

Eine nicht unerhebliche Rolle spielen auch Generationskonflikte, wo der Hofnachfolger Umstellen will, die Hofbesitzer aber nicht. Auch das soziale Umfeld nimmt Einfluß. Viele Landwirte haben Angst, bei einer Hofumstellung unter den konventionellen Berufskollegen nicht mehr akzeptiert zu werden. Mit ökologischem Landbau wird häufig assoziiert, dass z.B. die Felder mit Unkraut überwuchert sind, die Qualität der Produkte schlecht ist, zu geringe Erträge erzielt werden, das Einkommen zu gering ist, mehr Handarbeit nötig ist, auf moderne Landtechnik verzichtet wird, etc..

7. 1. 3 Vermarktung und Verbraucherverhalten

Obwohl die Nachfrage nach ökologischen Produkten beim Verbraucher derzeit zugenommen hat, sehen viele Landwirte hier das größte Problem. Für sie ist ungewiss, ob die Verbraucher langfristig bereit sein werden, mehr Geld für ökologisch erzeugte Nahrungsmittel auszugeben. Viele befürchten, dass das derzeitige Verbraucherverhalten nur eine kurzfristige Erscheinung ist. Sogar Landwirte, die bereits ökologischen Landbau betreiben, sehen bei einer zu großen Umstellungswelle aufgrund zunehmender staatlicher Förderungen die Gefahr eines Überangebots von ökologischen Nahrungsmitteln, mit der Folge des schnellen Preisverfalls und damit auch deutlicher Einkommensverluste.

Ähnliche Bedenken hinsichtlich des langfristigen Verbraucherverhaltens kommen auch aus dem Bereich der Lebensmittelverarbeitung. Hier ist die Bereitschaft beispielsweise bei Molkereien, Bäckereien und dem fleischverarbeiteten Gewerbe eine ökologische Schiene aufzubauen noch gering. Damit kommen auch aus diesem Sektor derzeit zu wenig Impulse für die Landwirtschaft auf ökologischen Landbau umzustellen.

7. 2 Hindernisse im integrierten Pflanzenschutz

Obwohl in den Bereichen Forschung, Ausbildung und Beratung die Verbreitung praxisnaher Konzepte des integrierten Pflanzenschutzes in der Vergangenheit gefördert wurde, blieb bis heute die Umsetzung in der landwirtschaftlichen Praxis relativ erfolglos (WAIBEL und FLEISCHER 1998). Es stellt sich die Frage nach den Ursachen.

7. 2. 1 Vermarktung

Die Umsetzung des integrierten Pflanzenschutzes im Obstbau ist deshalb so weit vorangeschritten, weil hier auch die Vermarktung mit in das Konzept einbezogen wurde. Ganz anders sieht es im Ackerbau aus. Hier bleibt die Realität hinter dem Leitbild integrierter Pflanzenschutz zurück. Eine Vermarktung von integriert erzeugtem Weizen, mit einem für den Landwirt gesicherten Auszahlungspreis hat sich nicht entwickelt. Zu groß sind die anfallenden Mengen und die damit verbundenen logistischen Anforderungen bei der Erfassung, der Lagerung und der Verarbeitung des Weizens. Anfang der 90er Jahre sind einige Versuche von regionalen Getreide-Erzeugergemeinschaften gestartet worden, Weizen aus sogenanntem „kontrollierten Anbau“ zu vermarkten. Aufgrund der Vielzahl von Produktnamen hat das eher zur Verunsicherung der Verbraucher beigetragen. Sie haben sich auf dem Markt nicht etabliert.

7. 2. 2 Beratung

Die Pflanzenschutzberatung in Deutschland ist in den einzelnen Ländern unterschiedlich organisiert. Sie wird in den meisten Fällen von den Landwirtschaftskammern oder den Landesämtern wahrgenommen. Hinzu kommen die Berater der Beratungsringe, Fachberater der chemischen Industrie, des Landhandels und der Genossenschaften. Darüber hinaus sind auch freiberufliche Berater aktiv. Grundsätzlich ist die Bereitschaft relativ gering, in Richtung auf integrierte, gelegentlich mit höherem Risiko behaftete Maßnahmen zu beraten. In den meisten Fällen hat das „Versicherungsdenken“ vorrang. Das bedeutet, dass in Zweifelsfällen eher die Empfehlung zur Durchführung versicherungsmäßiger chemischer Pflanzenschutzmaßnahmen gegeben wird, als diese, beispielsweise unterhalb der Schadensschwelle zu unterlassen. Außerdem ist aus naheliegenden Gründen die Pflanzenschutzberatung seitens der Industrie, des Landhandels und der Genossenschaften sehr einseitig auf den Pestizideinsatz ausgelegt, da hier vorrangig der Verkauf der Produkte im Vordergrund steht.

Die geringe Umsetzung des integrierten Pflanzenschutzes in der Praxis mag u.a. an der Vorstellung liegen, dass er nur als vollständiges, sehr schwer zu handhabendes System umgesetzt werden kann. Außerdem konnte bisher zweifellos mit Erfolg der chemische Pflanzenschutz weitgehend allein und überwiegend einfach genutzt werden, um die notwendige Ertragssicherung zu gewährleisten. Die in Deutschland zugelassenen Pestizide sind alle von der BBA geprüft und im Rahmen der zugelassenen Höchstmengen für unbedenklich erklärt. Die Offizialberatung sieht daher keine Veranlassung, den Einsatz dieser Mittel einzuschränken. Ein weiterer Grund für die geringe Akzeptanz seitens der Beratung ist, dass mit der Empfehlung von chemischen Maßnahmen das Risiko einer Fehlberatung deutlich ger-

inger ist, als mit einer stärker integriert ausgelegten Beratung. Es werden eher Sicherheitszuschläge gegeben, um auch zukünftig das Vertrauen der Landwirte zu behalten. Fehlberatungen, aus denen volkswirtschaftliche Belastungen resultieren (z.B. die Kosten der Entfernung von Pestiziden aus dem Wasser zur Produktion von Trinkwasser), gehen bisher in die betriebliche Kosten-Nutzen-Rechnung nicht ein.

8 Reduktions-Potentiale

Eine Überwindung der vorgenannten Hindernisse könnte weiteres Reduktions-Potential erschliessen, das sich in folgende Ebenen einteilen läßt:

- Produktion
- Handel
- Konsum

8. 1 Reduktions-Potentiale auf Produktions-Ebene

Die Abgrenzung des integrierten Pflanzenschutzes gegenüber dem ökologischen Landbau ist relativ einfach. Im ökologischen Landbau ist der Einsatz chemisch-synthetischer Pestizide verboten. Das Reduktions-Potential ist demnach hier am größten. Alle anderen Methoden sind Handwerkszeug in beiden Systemen. Schwieriger wird die Abgrenzung zwischen konventionellem und integriertem Pflanzenschutz. Letzterer muß für alle Standorte und Bewirtschaftungsformen offen sein. Es müssen konkrete Anforderungen definiert werden, die ausreichende Entscheidungsspielräume für die Betriebsgestaltung in Abhängigkeit von den regionalen Standortbedingungen und Intentionen des Betriebsleiters enthalten (FREIER et al. 1995). Aber gerade die agrarpolitischen Rahmenbedingungen, die unternehmerische Freiheit in der Betriebsgestaltung und die standortspezifischen Unterschiede erschweren das Formulieren von Kriterien.

In Tabelle 6 sind Mindestanforderungen für den integrierten Pflanzenschutz im Weizenanbau nach FREIER et al. (1995), BBA (2001c) und FREIER und BURTH (1999) zusammengestellt.

Tabelle 6: Minimalanforderungen für den integrierten Pflanzenschutz im Weizenanbau	
Vorbeugende pflanzen- und ackerbauliche Maßnahmen	
Fruchtfolge	• Keine Weizen-Selbstfolge, • Getreideanteil unter 67% • Zwischenfrüchte mindestens einmal in der Fruchtfolge anbauen
Aussaattermin	• Keine Septembersaaten (Ausnahme Küstenmarschen und Höhenlagen)
Aussaatmenge	• An Aussaattermin und Standortbedingungen angepaßt
Sortenwahl / Krankheiten	• Keine Sorten verwenden mit der Anfälligkeitsnote 7-9
Sortenwahl / Wachstumsregler	• Keine Sorten verwenden mit der Anfälligkeitsnote 7-9
Stickstoff (N)-Düngung	• Konsequente Berücksichtigung von: Frühjahrs-Stickstoffgehalt im Boden (Nmin) • N aus langjähriger organischer Düngung • N aus Ernterückständen der Vorfrucht

Tabelle 6: Minimalanforderungen für den integrierten Pflanzenschutz im Weizenanbau	
Direkte Pflanzenschutzmaßnahmen	
Unkräuter/Ungräser	
Kontrolltermin	Herbst ab Stadium 11 Frühjahr bis Stadium 29
Kontrollmethode	Mit Zählrahmen an mind. 5 Stellen
Schadensschwellen	Windhalm 20 Pfl./m^2, Ackerfuchsschwanz 30 Pfl./m^2 Klettenlabkraut 0,1 Pfl./m^2, sonstige Zweikeimblättrige 50 Pfl./m^2
Blatt- und Ährenkrankheiten	
Kontrolltermin	EC 31 – 61
Kontrollmethode	Halm / obere drei Blätter von je 5 Halmen an 5 Stellen
Schadensschwellen	• Mehltau: 15 befallene Pflanzen (60%) • Braunrost: 8 befallene Pflanzen (30%) oder erste Befallsnester • Gelbrost: 8 befallene Pflanzen (30%) oder erste Befallsnester • Septoria nodorum: 8 befallene Pflanzen (30%) • Septoria tritici: 8 befallene Pflanzen (30%) bis EC 37; 3 befallene Pflanzen (10%) ab EC 39 • DTR: 2 befallene Pflanzen (5%)
Anzustrebenes Ziel: mit maximal 2 Fungizidbehandlungen auszukommen	
Tierische Schaderreger	
Blattläuse als Vektoren des Gelbverzwergungsvirus (BYDV)	
Kontrolltermin	Herbst und Frühjahr EC 21 – 49
Kontrollmethode	Je 20 Halme an 5 Stellen
Schadensschwellen	• Herbst: 20 Pflanzen mit Blattläusen (20%) • Frühjahr: 10 Pflanzen mit Blattläusen (10%)
Blattläuse als Saugschädlinge	
Kontrolltermin	EC 51 – 69
Kontrollmethode	Ähre und Fahnenblatt von je 5 Halmen an 5 Stellen
Schadensschwellen	3-5 Läuse/Ähre und Fahnenblatt
Keine vorbeugende Insektizidanwendung im Rahmen einer Fungizidspritzung zum Ährenschieben Nur nützlingsschonende Insektizide verwenden	
Sonstige Anforderungen	
Dokumentation	• der Befallserhebungen • aller Pflanzenschutzmaßnahmen
Sonstiges	• Regelmäßige Nutzung des Warndienstes • Anlage von Kontrollparzellen (ohne Pflanzenschutz) auf mindestens einem Standort

Quelle: verändert nach FREIER et al. (1995), BBA (2001c) und FREIER und BURTH (1999)

Es gibt viele überzeugende Gründe dafür, durch konkret benennbare Maßnahmen den Pestizideinsatz zu reduzieren. Der wichtigste Grund ist, dass dadurch unerwünschte „Nebenwirkungen“ des Pestizideinsatzes reduziert werden können, ohne dass finanzielle Einbußen im landwirtschaftlichen Betrieb hingenommen werden müssen.

Aufgrund der steigenden Kosten für Produktionsmittel wie z.B. Energie, Stickstoffdünger und Pestizide, die weiter fallenden Erzeugerpreise und die zurückgehenden EU-Beihilfen sowie die zunehmend sichtbar werdenden Grenzen des Pestizideinsatzes (vorhandene Resistenzen von Ungräsern und Schaderregern gegenüber einigen Herbiziden und Fungiziden) muß der integrierte Pflanzenschutz weiter voran gebracht werden.

Folgende Konsequenzen ergeben sich daraus für die Beratung:

- Kein weiterer personeller Abbau der amtlichen unabhängigen Beratung
- Verbesserte Schulungsangebote für LandwirtInnen nicht nur im Bezug auf das Erkennen von Krankheiten, Schädlingen etc., sondern auch bezüglich der Nutzung praktikabler Methoden des integrierten Pflanzenschutzes
- Verbesserte Schulungsangebote für BeraterInnen, einschließlich der Beratungsringe bezüglich der Nutzung praktikabler Methoden des integrierten Pflanzenschutzes

Um auch auf Seiten der Beratung und der Landwirte einen Anreiz zu schaffen den integrierten Pflanzenschutz stärker zu akzeptieren, wäre es interessant, im Rahmen des Versuchswesens beispielsweise bei den Landwirtschaftskammern ein spezielles Versuchsprogramm mit Wettbewerbscharakter zu initiieren. Das könnte z.B. so aufgebaut werden, dass auf einem Versuchsfeld alle die in der entsprechenden Region beratenden Personen aus Industrie, Handel, Kammer und Beratungsringen die Möglichkeit bekommen, ihre Beratungsempfehlungen im Weizen darzustellen. Die Versuche könnten z.B. unter dem Motto stehen: Welcher Berater erzielt mit dem geringsten Aufwand an Pestiziden und Stickstoffdünger den höchsten ökonomischen Gewinn. Die Versuche müssen dazu selbstverständlich beerntet und betriebswirtschaftlich ausgewertet werden.

Allein über ein solches möglichst langfristig angelegtes Versuchsprogramm wird sicherlich bei vielen Teilnehmern der Ehrgeiz geweckt, dabei möglichst erfolgreich abzuschneiden. Dadurch erhöht sich aber auch der Lerneffekt bei Beratern und Landwirten und es gibt mehr Sicherheit und Mut zum Abbau von Sicherheitszuschlägen.

8. 2 Reduktions-Potentiale auf Handels-Ebene

Um den integrierten Pflanzenschutz im Weizenanbau voranzubringen muss wie im Obstanbau auch die Vermarktung viel stärker mit einbezogen werden. Die unter Punkt 7.2.1 genannten Versuche in den 90er Jahren über entsprechende Erzeugergemeinschaften einen kontrollierten Weizenanbau zu etablieren sind daran gescheitert, weil zu viele unterschiedliche Bezeichnungen und Namensgebungen existierten. Eine Einigung auf einen gemeinsamen Begriff wie z.B. „aus kontrolliert integriertem Anbau“ hätte vor allem auch beim Verbraucher zu einen besseren Wiedererkennungswert geführt. Hinzu kam der sehr hohe Kontrollaufwand. Hier dürfte auch nach wie vor die größte Hürde zu sehen sein, da nur über entsprechende unabhängige Betriebskontrollen wie sie im ökologischen Landbau praktiziert werden eine entsprechende Akzeptanz auch seitens des Verbrauchers erreicht wird. In diesem Zusammen-

hang müssen auch die hohen Qualitätsansprüche in der konventionellen Erzeugung kritisch hinterfragt werden. Dazu zählen die Backeigenschaften wie Fallzahl, Sedimentationswert und Rohprotein. Ein Teil dieser Parameter hat keine direkte Auswirkung auf den Pestizideinsatz, vielmehr auf die Stickstoffdüngung. Der wiederum hat einen gewissen Einfluß auf den Pestizideinsatz, wie bereits im vorderen Teil der Studie beschrieben. Insbesondere der Rohproteingehalt wird neben der Sortenwahl sehr stark von der Höhe der Stickstoffdüngung beeinflußt. In der konventionellen Erzeugung werden hohe Rohproteingehalte zwischen 12,5 und 14% angestrebt, die aber nur mit erhöhten Stickstoffgaben erzielt werden können. Diese hohen Werte werden von den Mühlen bzw. Bäckern deshalb gefordert, da gerade die automatisierten Backbetriebe diese Qualitäten benötigen, damit möglichst einheitliche Gebäckgrößen realisiert werden können.

Dagegen kommen Bäcker die ökologisch erzeugtes Getreide verarbeiten mit deutlich geringeren Rohproteingehalten aus. Hier liegen die Rohproteingehalte aufgrund der nicht zugelassenen mineralischen Stickstoffdüngung bei 10 bis 12,5%. Auch mit diesen Rohproteingehalten lassen sich Brötchen backen, nur mit der Einschränkung das womöglich die Brötchen viel stärker in Größe und Form variieren.
Die stärkste Pestizid-Reduktion wird mit dem ökologischen Landbau erreicht. Hier ist zu überlegen, ob nicht sowohl kleinere Bäckereien als auch größere überregionale Backbetriebe zumindest neben der konventionellen Ware auch Produkte aus ökologischen Rohstoffen herstellen. Entsprechende Erzeugergemeinschaften und Mühlen, die eine Belieferung mit Öko-Getreide bzw. -Mehl sicher stellen könnten, existieren bereits.

Erst wenn auch der Handel und die Verarbeitung Ökoprodukte in die Sortimente mitaufnimmt, entsteht auch ein Anreiz seitens der Landwirtschaft auf ökologischen Landbau umzustellen. Damit es zu einer Ausdehnung des ökologischen Landbaus kommt, muss die derzeitige Förderung der Umstellung zum ökologischen Landbau auch zukünftig beibehalten werden. Allein die Fördergelder „über die Fläche“ zu verteilen reicht nicht aus. Verarbeitungs- und Vermarktungsstrukturen müssen stärker unterstützt werden.

8. 3 Reduktions-Potentiale auf Konsum-Ebene

Was nützt es wenn Erzeuger, Handel und Verarbeitung stärker auf integrierte oder ökologische Erzeugung setzen, aber der Verbraucher diese Produkte nicht annimmt, weil sie zu teurer sind. Denn kaufentscheidend ist bei Nahrungsmitteln derzeit der Preis. Besonders Nahrungsmittel aus ökologischem Anbau stehen hier in der Kritik, da sie für den Verbraucher angeblich viel zu teuer und nur für Besserverdiener erschwinglich sind. Hier muss Aufklärungsarbeit geleistet werden, um die Verbraucherakzeptanz zu erhöhen. Denn mit dem Kauf ökologisch erzeugter Nahrungsmittel leistet der Verbraucher einen Beitrag zum Umweltschutz, zur artgerechten Tierhaltung und zur eigenen Gesundheit.

Aber nicht nur Verbraucherhaushalte sind anzusprechen, sondern auch beispielsweise Großküchen von Krankenhäusern, Mensen, Behörden, größere Unternehmen etc. sind gezielt einzubeziehen.

Ganz wichtig ist es, dem Verbraucher auch deutlich zu machen, wo die Unterschiede zwischen integrierter und ökologischer Erzeugung liegen. Häufig ist der Verbraucher mit den vielen Verbandszeichen und Produktbezeichnung überfordert. Hier muss eine Vereinfachung angestrebt werden. Der Verbraucher muss beispielsweise deutlich erkennen können, dass wenn er ein

Produkt aus integrierter Produktion in der Hand hält, dies auch mit chemisch-synthetischen Pestiziden behandelt sein könnte, ein ökologisch erzeugtes Produkt dagegen nicht.

9 Zusammenfassung und Ausblick

Weizen hat den größten Anbauumfang in Westeuropa. Gegenüber den anderen Getreidearten wird im Weizen der intensivste Pestizideinsatz betrieben. Grundsätzlich lassen sich drei Anbauverfahren unterscheiden. Der ökologische, der integrierte und der konventionelle Weizenanbau.

Die größte Pestizidreduktion wird durch den ökologischen Weizenanbau erzielt, da in dieser Form des Weizenanbaus derzeit keine Pestizide zum Einsatz kommen. Bisher wirtschaften nur rund 2% der landwirtschaftlichen Betriebe in Deutschland nach ökologischen Richtlinien. Die Umstellungsbereitschaft in der Landwirtschaft ist derzeit gering. Die Nachfrage des Verbrauchers nach ökologischen Nahrungsmitteln steigt aufgrund der höheren Preise nur sehr langsam an. Für eine Ausweitung des ökologischen Landbaus muss in Richtung des Verbrauchers verstärkt Aufklärungsarbeit geleistet werden. Hier ist es wichtig dem Verbraucher aufzuzeigen, wie er echte Bioprodukte im Handel erkennen und wo er in seiner Nähe Nahrungsmittel aus ökologischer Erzeugung kaufen kann. Darüber hinaus muss dem Verbraucher vermittelt werden, dass er mit dem Kauf ökologisch erzeugter Nahrungsmittel einen Beitrag zum Umweltschutz, zur artgerechten Tierhaltung und zur eigenen Gesundheit leistet.

Auf dem Sektor Handel und Verarbeitung müssen dringend neue Unternehmen gewonnen werden, die ökologische Produkte in ihr Sortiment mitaufnehmen, um so die Marktanteile ökologisch erzeugter Produkte zu erhöhen.

Denn erst wenn entsprechende Signale vom Verbraucher, aber besonders auch des Handels und verarbeitender Unternehmen in Richtung ökologischer Landbau gesetzt werden, entsteht auch ein stärkerer Anreiz auf Seiten der Landwirtschaft auf ökologischen Landbau umzustellen.

Die Umsetzung des integrierten Pflanzenschutzes ist besonders im Obstanbau sehr weit entwickelt. Dagegen bleibt die Realität im Ackerbau hinter dem Leitbild des integrierten Pflanzenschutzes zurück. Schon seit mehreren Jahren haben verschiedene wissenschaftliche Versuchsvorhaben immer wieder bestätigt, dass die Berücksichtigung integrierter Grundlagen im Ackerbau u.a. den Pestizidaufwand verringern kann, ohne dass es zu gravierenden ökonomischen Einbußen kommt. Obwohl die Anforderungen zum integrierten Pflanzenschutz schon seit 1986 gesetzlich verankert sind, ist eine Veränderung des Pflanzenschutzverhaltens in der landwirtschaftlichen Praxis in Deutschland bislang kaum festzustellen. Verantwortlich dafür sind die ökonomischen Rahmenbedingungen, die fehlende Vermarktung und auch teilweise mangelnde Akzeptanz seitens der Beratung und der Landwirte gegenüber dem integrierten Pflanzenschutz. Der alleinige chemische Pflanzenschutz ist für viele Betriebe aus arbeitswirtschaftlicher und ökonomischer Sicht der sichere Weg. Eine vielfältige Fruchtfolgegestaltung ist hinsichtlich einer Pestizidreduktion eine tragende Säule im integrierten Pflanzenschutz. Aus betriebswirtschaftlichen Gründen sind die Fruchtfolgen immer einseitiger geworden. Aber schon mit der konsequenteren Berücksichtigung vorbeugender Maßnahmen wie Saatzeit, Stickstoffdüngung und Anbau resistenter Sorten, sowie der Beachtung von Schadensschwellen können schon auf einfache und unkomplizierte Weise deutliche Pestizidreduktionen und Kosteneinsparungen ohne wirtschaftliches Risiko im Weizenanbau erzielt

werden. Diese Erkenntnis muß bei den Landwirten und auch in der Beratung noch viel stärker gefestigt werden. Allerdings dürften ohne viel stärkeren Einbezug der Vermarktung kaum Erfolge zu erzielen sein. Berater von der chemischen Industrie und des Landhandels werden weiterhin mit dem Ziel der Umsatzsteigerung Landwirte beraten. Diesem „Verkaufsdruck“ sind die Berater von z.B. Landesämtern und Beratungsringen nicht ausgesetzt. Allerdings unterliegen sie einem stärkeren „Erfolgsdruck“, in der Hinsicht, dass ihre Empfehlungen so ausgelegt sein müssen, dass diese auch für den Landwirt von Erfolg sind. Mit anderen Worten, der Berater möchte selbstverständlich vom Landwirt wieder nachgefragt werden. Das gelingt am sichersten, wenn der Berater eher wirkungssichere chemische Maßnahmen empfiehlt, als unsichere vorbeugende nichtchemische Maßnahmen.

Vorstellbar wäre eine stärkere Akzeptanz des integrierten Pflanzenschutzes bei Landwirten und Beratern, wenn entsprechende Verarbeitungs- und Vermarktungsstrukturen geschaffen werden. Angesichts des dafür erforderlichen hohen Kontrollaufwandes in Form logistischer, monetärer und personeller Ausstattung, dürften die Chancen für solch eine Entwicklung eher gering sein.

Der ökologische Landbau trägt insgesamt am stärksten zur Pestizidreduktion bei. Er ist letztlich die nachhaltigste Form der Landbewirtschaftung. Aus diesem Grund erschient es am sinnvollsten, ihm auch die größte Förderung und Unterstützung zukommen zu lassen.

10 Literaturverzeichnis

AGÖL (Arbeitsgemeinschaft Ökologischer Landbau e.V.) (2000): Rahmenrichtlinien für den ökologischen Landbau. 15. überarb. Aufl., Darmstadt

AID (Auswertungs- und Informationsdienst für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten e.V.) (Hrsg.) (1996): Ökologischer Landbau - Grundlagen und Praxis -. Bonn

AID (Auswertungs- und Informationsdienst für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten e.V.) (Hrsg.) (1997): Integrierter Pflanzenschutz. Bonn

BBA (Biologische Bundesanstalt) (2001a): http://www.bba.de/ip/ip_leitfaden/ww_1.htm: 10.08.2001

BBA (Biologische Bundesanstalt) (2001b): http://www.bba.de/oekoland/oeko: 22.06.2001

BBA (Biologische Bundesanstalt) (2001c): http://www.bba.de/oekoland/luecken/: 27.07.2001

BMELF (Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten) (Hrsg.) (1998): Gute fachliche Praxis im Pflanzenschutz. Bonn

BMELF (Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten) (Hrsg.) (1999): Das Pflanzenschutzgesetz. Bonn

DENNERT, J. und G. FISCHBECK (1999): Anbaumanagement von Winterweizen. In: Getreide Magazin, Jg. 5, H. 3, S. 146-157

DIERCKS, R. (1996): Alternativen im Landbau: Eine kritische Gesamtbilanz. 2. Aufl., Stuttgart

FREIER, B., U. BURTH und B. PALLUT (1995): Schärfere Konturen für den integrierten Pflanzenschutz. In: Nachrichtenblatt Deutscher Pfanzenschutzdienst, Jg. 47, H. 11, S. 287-290

FREIER, B. und U. BURTH (1999): Gute fachliche Praxis und integrierter Pflanzenschutz – wohin geht die Reise? In: Getreide Magazin, Jg. 5, H. 2, S. 66-68

HEITEFUSS, R. (Hrsg.) (1990): Integrierte Pflanzenproduktion – Bericht zum Schwerpunktprogramm „Entwicklung eines integirierten Systems der Pflanzenproduktion unter Beachtung ökonomischer und ökologischer Aspekte des Pflanzenschutzes im Weizen“. Weinheim

HOFFMANN, G.-M., F. NIENHAUS, F. SCHÖNBECK, H.-C. WELTZIEN und H. WILBERT (1985): Lehrbuch der Phytomedizin. 2. neubearb. Aufl., Berlin, Hamburg

Krüssel, S. (2000): Integrierte Ackerbausysteme in der landwirtschaftlichen Praxis. In: STEINMANN, H.-H. und B. GEROWITT (Hrsg.) (2000): Ackerbau in der Kulturlandschaft – Funktionen und Leistungen - Ergebnisse des Göttinger INTEX-Projektes. Duderstadt

LWK HANNOVER (Landwirtschaftskammer Hannover) (Hrsg.) (2000): EU-Projekt Umweltgerechte Landbewirtschaftung, Versuchsbericht 2000. Hannover

METZ, R. und A. GARMHAUSEN (2000): Mit Fruchtfolgen Erträge sichern. In: Hannoversche Land- und Forstwirtschaftliche Zeitung, Jg. 153, H. 19, S. 26-28

ML (Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten) (Hrsg.) (1996): Umweltgerechte Landbewirtschaftung – Ziele und Inhalte des Niedersächsischen Demonstrationsprojektes. Hannover

OBST, A. und V.-H. PAUL (1993): Krankheiten und Schädlinge des Getreides. Gelsenkirchen-Buer

ÖKORING (Versuchs- und Beratungsring Ökologischer Landbau Niedersachsen e.V.) (1997): Beratungsordner, Stand 12/1997, Walsrode

PSA HANNOVER (Pflanzenschutzamt der Landwirtschaftskammer Hannover) (Hrsg.) (1998): Sachgerechter Umgang mit Pflanzenschutzmitteln. 7. überarb. Aufl., Hannover

PSA HANNOVER (Pflanzenschutzamt der Landwirtschaftskammer Hannover) (Hrsg.) (1998-2000): Versuchsbericht 1998, Versuchsbericht 1999 und Versuchsbericht 2000. Hannover

Raupert, W. (2001): Fortschritte in der Resistenzzüchtung. In: Hannoversche Land- und Forstwirtschaftliche Zeitung, Jg. 154, H. 27, S. 16-17

SÖL (Stiftung Ökologie & Landbau) (2001): http://www.soel.de/oekolandbau: 27.06.2001

STEINMANN, H.-H. (2000): Pflanzenproduktion in Ackerbausystemen mit Rapsfruchtfolgen – Beobachtungen zu Pflanzenbau, Pflanzenernährung und Pflanzenschutz. In: STEINMANN, H.-H. und B. GEROWITT (Hrsg.) (2000): Ackerbau in der Kulturlandschaft – Funktionen und Leistungen - Ergebnisse des Göttinger INTEX-Projektes. Duderstadt

STEINMANN, H.-H. und B. GEROWITT (Hrsg.) (2000): Ackerbau in der Kulturlandschaft – Funktionen und Leistungen - Ergebnisse des Göttinger INTEX-Projektes. Duderstadt

Verreet, J.-A. (1995): Angewandte Grundlagen des integrierten Pflanzenschutzes – Das IPS-Weizenmodell Bayern. 1. Aufl., Aachen

WAIBEL, H. und G. FLEISCHER (1998): Kosten und Nutzen des chemischen Pflanzenschutzes in der deutschen Landwirtschaft aus gesamtwirtschaftlicher Sicht. Kiel

Wetzel, T. (1995): Integrierter Pflanzenschutz und Agroökosysteme. Halle/Saale