

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



100 Jahre Pflanzenschutzforschung

**Pflanzenschutz im Gartenbau
Unkrautforschung**

100 Years Research in Plant Protection

Plant Protection in Horticulture

Weed Research

Zusammengestellt von

Dr. Georg F. Backhaus

und

Dr. Thomas Eggers

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft

Institut für Pflanzenschutz im Gartenbau

und

Institut für Unkrautforschung

Heft 345

Berlin 1998

Parcy Buchverlag Berlin
Kurfürstendamm 57, D-10707 Berlin

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA)

Präsident: Professor Dr. Friedrich Klingauf, M.Sc., w.c.g. 11/12, D-3810-1 Braun, drneig

Die Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA), deren Entstehung auf die 1898 gegründete Biologische Abteilung des Kaiserlichen Gesundheitsamts in Berlin zurückgeht, ist eine selbständige Bundesoberbehörde und Bundesforschungsanstalt im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz. Ihre Aufgaben sind im Pflanzen-, Tier-, Fisch- und Bundeswissenschaftlergesetz festgelegt und umfassen u.a.:

Forschungen auf dem Gebiet der Pflanzen- und Vorratsschutz.

Prüfung und Zulassung von Pflanzenschutzmitteln.

Erziehung und Prüfung von Pflanzenschülern.

Mitwirkung bei der Zulassung von Pflanzenschutzmitteln und bei der Zulassung von gentechnisch veränderten Organismen einschließlich der Zulassung für biologische Sicherheit.

Überwachung der Verwendung von Pflanzenschutzmitteln nach dem Chemikalienrecht.

Die Forschungsarbeiten der BBA schaffen Grundlagen für Entscheidungshilfen zur Ernährung-, Land- und Forstwirtschaftspolitik sowie zur Verbrauchspolitik. Ca. 900 Mitarbeiter, darunter 300 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, sind bei der BBA beschäftigt.

The Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry (BBA)

President: Professor Dr. Friedrich Klingauf, M.Sc., w.c.g. 11/12, D-3810-1 Braun, drneig

The Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry (BBA), which originates from the Biological Division of the Imperial Health Office, founded in Berlin in 1898, is a federal authority in its own right and an independent research centre in the jurisdiction of the Federal Ministry of Food, Agriculture and Forestry. Its tasks are mainly defined by the Plant Protection Act and the Animal Health Act (enactment) and include among others:

Research in the field of plant protection and stored product protection.

Registration and authorisation of plant protection products.

Registration and authorisation of plant protection equipment.

Participation in authorisation of genetically modified organisms and release of products into the environment.

Cooperation in the implementation of international relations according to the Chemicals Act.

The research work of the BBA is professional, independent and not only in the political field of food, agriculture and forestry but also for consumer policy. There are more than 900 employees, including 300 scientists, who work at the BBA.

Alle Rechte vorbehalten

Alle Rechte vorbehalten

Alle Rechte vorbehalten

Alle Rechte vorbehalten

Bibliothek der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft

Königin-Luise-Str. 19, D-10585 Berlin (Dahlem)

Postanschrift: 10585 Berlin

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



**100 Jahre Pflanzenschutzforschung
Pflanzenschutz im Gartenbau
Unkrautforschung**

100 Years Research in Plant Protection

Plant Protection in Horticulture

Weed Research

Zusammengestellt von

Dr. Georg F. Backhaus

und

Dr. Thomas Eggers

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft

Institut für Pflanzenschutz im Gartenbau

und

Institut für Unkrautforschung

Heft 345

Berlin 1998

Herausgegeben

*von der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft,
Berlin-Dahlem*

Parey Buchverlag Berlin
Kurfürstendamm 57, D-10707 Berlin

ISSN 0067-5849

ISBN 3-8263-3199-0

Die Deutsche Bibliothek - CIP-Einheitsaufnahme

**100 Jahre Pflanzenschutzforschung=
One hundred years research in plant protection**

**Pflanzenschutz in Gartenbau. Unkrautforschung / zsgest. von F. Backhaus
und Thomas Eggers. - Berlin: Parey, [in Komm.], 1998.**

**(Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forst-
wirtschaft Berlin-Dahlem; H 345)**

ISBN 3-8263-3199-0

© Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft

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

1998 Kommissionsverlag Parey Buchverlag Berlin, Kurfürstendamm 57, 10707 Berlin Printed in Gennany by Amo Brynda, Berlin

| Inhaltsverzeichnis | | Seite |
|---------------------------|--|--------------|
| F. KLINGAUF | Vorwort | 5 |
| G.F. BACKHAUS | Gartenbau und Pflanzenschutz im Wandel der Zeit | 7 |
| U. BRIELMAIER-LIEBETANZ | Krankheiten in Azerca-Kulturen - 40 Jahre Forschung in der BBA | 48 |
| H WINKLER K SZABŐ | Die Bedeutung der Actinomyceten für das Auftreten der Bodenmüdigkeit bei Rosaceen | 66 |
| T. EGGERS | Unkrautforschung in den Deutschen Biologischen Anstalten für Land- und Forstwirtschaft | 79 |

| Contents | | Page |
|-------------------------|--|-------------|
| F. KLINGAUF | Preface | 5 |
| G. F. BACKHAUS | Horticulture and plant protection throughout the ages | 7 |
| U. BRIELMAIER-LIEBETANZ | Diseases in Acerca-crops - 40 years of research at the BBA | 48 |
| H. WINKLER K. SZABÖ | The importance of actinomycetes for replant diseases in rosaceae | 66 |
| T. EGGERS | Weed research in the German Biological Research Centres for Agriculture and Forestry | 79 |

Vorwort

Am 28. Januar 1998 begeht die *Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft* (BBA) die einhundertste Wiederkehr ihres Gründungstages. Sie entstand zunächst als *Biologische Abteilung für Land- und Forstwirtschaft* am Kaiserlichen Gesundheitsamt in Berlin. Das vorliegende Heft der „*Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft*“ ist Teil einer Sonderserie von Titeln, die anlässlich des 100jährigen Bestehens der BBA herausgebracht werden.

Dabei wenden die einzelnen Beiträge ihren Blick nicht nur in die Vergangenheit, um die vielfältig geleisteten Aufgaben und Erfolge oder die wechselvolle Geschichte der Biologischen Bundesanstalt aufzuzeigen, vielmehr sollen aus dem Selbstverständnis der **BBA**-Mitarbeiterinnen und -Mitarbeiter heraus, die sich seit nunmehr 100 Jahren für die Land- und Forstwirtschaft einsetzen, auch Probleme des Pflanzenschutzes der Gegenwart angesprochen und Prognosen für die Zukunft gewagt werden. In gebotener Kürze werden die oft komplexen Zusammenhänge im phytosanitären Geschehen und die Suche nach Lösungsansätzen für eine „gesunde Pflanze“ aus der Sicht einzelner Fachrichtungen behandelt.

Für die Aktivitäten der BBA zum Pflanzenschutz sind - mit zwei Ausnahmen - heute noch die gleichen Zielrichtungen gültig, wie sie in der Gründungsdenkschrift von 1898 niedergelegt wurden. Es waren insbesondere:

1. Erforschung der Lebensbedingungen und Bekämpfung der tierischen und pflanzlichen Schädlinge der Kulturpflanzen;
2. Studium der Nützlinge aus dem Tier- und Pflanzenreich;
3. Studium der für die Landwirtschaft im allgemeinen nützlichen und schädlichen Mikroorganismen;
4. Beschäftigung mit den durch anorganische Einflüsse, z. B. durch Rauch- und Hüttengase, hervorgerufenen Schädigungen der Land- und Forstkulturen;
5. Forschungen auf den Gebieten der Bienenzucht und der Fischzucht;
6. Sammlung, Sichtung und Veröffentlichung statistischen Materials über das Auftreten der wichtigsten Pflanzenkrankheiten im In- und Ausland; Sammlung der internationalen Literatur und Erstellung eines „referierenden Organs“;
7. Veröffentlichung gemeinverständlicher Schriften und Flugblätter betreffend die wichtigsten Pflanzenkrankheiten, Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und praktischer Landwirtschaft mit alljährlich abzuhaltenden Konferenzen;
8. endlich könnten auch die deutschen Schutzgebiete in den Bereich der Tätigkeit eingeschlossen und Sachverständige, welche später an Ort und Stelle weiter zu arbeiten hätten, ausgebildet werden.

Die Punkte 5 und 8 verloren schon früh ihre Gültigkeit. An deren Stelle trat aber um so mehr die Zusammenarbeit der *Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft* mit dem *Deutschen Pflanzenschutzdienst*. Auch Aktivitäten zu tropischen und subtropischen Pflanzenschutzproblemen wurden mit neuen Fragestellungen fortgesetzt.

Die „*Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft*“, die bereits seit dem Jahre 1906 als Veröffentlichungsorgan zur Verfügung stehen, sollen auch nun wieder für die Jubiläumsbeiträge genutzt werden. Sind sie doch ein Spiegelbild der 1898 gegründeten Forschungsanstalt. Bereits zum 75jährigen Bestehen der BBA erschien in dieser Reihe eine kurze Chronik ihrer Geschichte. Für die Wahl der „*Mitteilungen*“ zur Veröffentlichung der BBA-Jubiläumsbeiträge gibt bereits ein Vorwort zum Heft 1 vom Mai 1906 eine zukunftssträchtige Deutung. Dort heißt es:

... (Die Mitteilungen) werden in zwanglosen, fortlaufend nummerierten Heften erscheinen, die einzeln zu einem billigen Preise käuflich sind, und werden in allgemeinverständlicher Form über die Ergebnisse aller von der Anstalt durchgeführten Untersuchungen, gelegentlich aber auch über besonders wichtig erscheinende, dort noch nicht bearbeitete Fragen berichten."

In dem zitierten Sinne sollen die vorliegenden Jubiläumsbeiträge in den „*Mitteilungen*“ helfen, bestehende Informationslücken zu schließen. Als Präsident der BBA wünsche ich hierzu viel Erfolg.

Braunschweig, den 28. Januar 1998

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'F. Klingauf', with a stylized flourish at the end.

Prof Dr. F. Klingauf

Georg F. BACKHAUS

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Pflanzenschutz im Gartenbau, Messeweg 11/12, 38104 Braunschweig

Gartenbau und Pflanzenschutz im Wandel der Zeit

1. Einleitung

Gartenbau ist die unter gesteigerter Bodenbewirtschaftung erwerbsmäßig betriebene Gewinnung hochwertiger pflanzlicher Erzeugnisse (DER GROSSE BROCKHAUS, 4. Band). Der Ursprung des Gartenbaus war zunächst der Anbau von Gemüse, Früchten und Zierpflanzen im Garten, einem eingehegten Teil des in Kulturgenommenen Landes. Nach BROCKHAUS ist der Begriff germanischen Ursprungs und bezeichnete ein „mit Gerten umfriedetes Gelände zum Anbau von Nutzpflanzen für den Eigenbedarf“. Das Wort Garten steht begrifflich in enger Beziehung zum gotischen *gairdan* = umgürten, einhegen. Dieses Pflanzland befand sich in nächster Nähe zum Haus und mit diesem zusammen in einer Umzäunung. Es diente im Gegensatz zum „Hackfeld“ oder offenen Acker der geschützten Erzeugung von Gemüse, Kräutern, Obst und später auch Ziergewächsen (REINHARDT 1911). Später, etwa ab dem 12. Jahrhundert, lagen diese in der Regel umzäunten Gärten auch im Randbereich der Dörfer, waren jedoch weiterhin von Weide- oder Holznutzung der Dorfgemarkungen ausgenommen (HENNING 1979). Aus privaten und meist familiär orientierten Versorgungsgärten entwickelten sich im Laufe der Zeit über viele Umwege und Seitenzweige (z. B. Klöstergärten, Gärten der Herrenhöfe) kleine, ortsnahe und auf verschiedene Produkte spezialisierte Gärtnereien.

Gegen Ende des 12. Jahrhunderts entstanden Spezialanbaugebiete für Gemüse und Obst, etwa im Rheingau und um Erfurt, und im 14., 15. und 16. Jahrhundert hatte die Gartennutzung bereits eine beachtliche Stellung in der Versorgung der Bevölkerung mit Nahrungsmitteln eingenommen (HENNING 1979). Die entstandenen Gärtnereien wußten mit den zunehmend aus anderen Vegetationszonen stammenden Kulturpflanzenarten besser umzugehen, als die in andere Berufe eingebundenen Menschen der Städte. Sie konnten über bessere Handelsverbindungen auch Neuzüch-

tungen oder neue Pflanzenarten beschaffen, kultivieren und anbieten. Aus diesen Gärtnereien entwickelten sich später spezialisierte Betriebe, die Gemüse, Zierpflanzen, Ziergehölze und Obst im großen Maßstab produzierten.

Berichte über Ernteverluste und Bedrohungen der Nutzpflanzen durch Schaderreger existieren bereits aus frühen Kulturen. Die Untersuchungen pflanzlicher Fossilien aus Ablagerungen des Eozän wiesen für diesen Zeitraum die Existenz phytoparasitärer Pilze nach. Pflanzenkrankheiten sind also keine neueren Erscheinungen, sondern sie sind schon seit Jahrtausenden aufgetreten (DILCHER 1963, ORLOB 1973). In alten Überlieferungen aus Indien, China, Ägypten und Mesopotamien sind Schädlinge und Krankheiten an Nutzpflanzen beschrieben (MAYER 1959, ORLOB 1973). Aristoteles behandelte in seiner Tiergeschichte unter anderem die Schädlinge und deren Entwicklung. Theophrast von Eresos (372 - 286 v. Chr.) beschrieb Krankheitserscheinungen an Kulturpflanzen und deren Epidemiologie, und Conrad von Megenberg befaßte sich im 14. Jahrhundert in seinem „Buch der Natur“ u. a. intensiv mit Pflanzenkrankheiten, wie dem Mehltau (vgl. BRAUN 1933, Mayer 1959, ORLOB 1973).

Es wird auch schon frühzeitig über Versuche und Maßnahmen berichtet, die Pflanzen zu schützen, wobei uns über die Wirkungen und Wirksamkeiten in einzelnen leider wenig bekannt ist. Je nach Kulturkreis und Weltanschauung wurden die unterschiedlichsten Methoden verwendet, wie beispielsweise:

- Anwendungen von Kalk und Holzasche gegen Schädlinge in China (MAYER 1959),
- Saatgutbehandlungen - bereits Democrit von Abdera (460 - 377 v. Chr.) empfahl, Saatgut vor der Aussaat in Saft von Mauerpfeffer (*Sedum acre*) zu tränken, (ORLOB 1973),
- Feindpflanzen, z. B. verwendete Plinius der Ältere (79 - 23 v. Chr.) „Immergrün“ (*Vinca spec.*) gegen Mäusefraß,
- Behandlungen der Pflanzen mit Milch, Honig und Ölen und Absud aus Kadavern oder Gewürzen, oder durch Bestreichen von Geschwusten mit Kuhdung in Indien (RAYCHAUDHURI 1964),
- Ölspritzungen und Schwefel gegen Mehltau und Schimmel (ORLOB 1973),
- Schutzrituale und Verwendung mystischer Zeichen und Symbole (MAYER 1955),

- Bannflüche und Tierprozesse vor Gerichten im Mittelalter (vgl. Mayer 1955, 1956),
- Entwicklung von Präparaten zur direkten Anwendung, wie Natriumsulfat durch Glauber (1604 - 1670) (vgl. HOFFMANN et al. 1976).

Bereits diese kurze Einleitung deutet an, daß die Geschichte der Landwirtschaft und des Gartenbaus im Allgemeinen und die der Phytopathologie und des Pflanzenschutzes im Besonderen spannend und abwechslungsreich ist. Zusammenfassende Darstellungen liefern beispielsweise SAVASTANO (1890), BRAUN (1933), MAYER (1959), ORLOB (1964, 1973), BRAUN (1965), BOVE (1970). Damit der geschichtliche Wandel der Agrarwirtschaft die Vergleichsmöglichkeiten zur heutigen Situation nicht zu sehr erschwert, bezieht sich dieser Artikel aus Anlaß der 100-Jahr-Feier der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft auf die Gegebenheiten und Veränderungen, denen der Gartenbau ab Mitte des 19. Jahrhunderts ausgesetzt war. Einen Anspruch auf eine umfassende und vollständige geschichtliche Darstellung erhebt dieser Artikel nicht. Er will vielmehr die Entwicklungstendenzen für die Verhältnisse in Deutschland darstellen und bewerten. Einige durchaus wichtige Bereiche des Pflanzenschutzes, wie die Pflanzenquarantäne und ihre Entwicklung, müssen hier ausgespart bleiben. Ihre Darstellung würde sicherlich einen Artikel ähnlichen Umfangs füllen.

2 Entwicklung und Bedeutung des Gartenbaus

2.1. Geschichtliche Entwicklung

Die Ursprünge des Gartenbaus lassen sich nur schwer zeitlich exakt einordnen. Im Bereich des Gemüseanbaus finden sich frühe Nachweise über die Verwendung und wahrscheinlich auch Kultur von Bohnen und Kürbis ab etwa 10.000 vor Christus aus Süd- und Zentralamerika. Die Inkulturnahme von Gemüsemais und Gartenbohnen wurde durch Funde in den Höhlen von Tehuacan (Mexico) aus der Zeit um 5000 v. Chr. nachgewiesen (vgl. REINHARDT 1911, PHILLIPS und RIX 1994). In China und Ostasien wurde Gemüse, wie Yams und Taro, bereits um 8000 v. Chr. angebaut, und im Mittelmeerraum stammen früheste Nachweise für den Anbau von Linsen aus dem Zeitraum um 8000 v. Chr. (PHILLIPS und RIX 1994). Hierbei wird es sich in vielen Fällen um einen Feldanbau gemeinsam mit anderen Kulturen, wie Getreide (Emmer, Einkorn, Gerste) oder Erbsen (meist Saatplatterbse), gehandelt haben und weniger um einen speziellen Gartenbau, der erst ab etwa 1500 v. Chr. belegt ist. Es ist anzu-

nehmen, daß der Gartenbauer ursprünglich ein Landwirt wie jeder andere war. Die Erzeugung von Gemüse, Obst, Zierpflanzen und Gehölzen wandelte sich im Laufe der Zeit zu hochspezialisierten Zweigen der landwirtschaftlichen Produktion, die ihre jeweils eigenen Technologien, wissenschaftlichen Erkenntnishintergründe, ja sogar eine eigene Philosophie entwickelten.

Auch über den gezielten Gehölzanbau finden sich Nachweise, besonders aus Ägypten und dem römischen Reich. So ließ beispielsweise die ägyptische Königin Hatschepsut (1490 - 1468 v. Chr.) eine Ladung von 31 Weihrauchbäumen in Containern per Schiff von einer Handelsexpedition aus Afrika mitbringen (RICKERT 1994). Im römischen Reich gab es nicht nur einen florierenden Handel mit Obst und Wein, sondern auch erfolgreiche Bemühungen zur Anlage von Baumschulen. Gärten, wie die berühmten Hängenden Gärten von Babylon, waren bereits in der Antike häufig anzutreffen.

Viele Menschen versehen Landwirtschaft und Gartenbau früherer Zeiten und besonders des letzten Jahrhunderts mit einem Hauch von Romantik, der im Laufe der Technisierung der Produktion und unter zunehmendem wirtschaftlichen Druck verloren gegangen sein soll. So berichtet beispielsweise SAUTHOFF (1965) über einen Strukturwandel im Zierpflanzenbau und beklagt: *„Die Romantik der Kunst- und Handelsgärtnereien ist dahin; aus der Industrie entlehnte Techniken und Methoden gewinnen zunehmend an Bedeutung - aus Gärtnereien werden Fabriken“*. Daß dem nicht uneingeschränkt zugestimmt werden kann, zeigen die Beschreibungen des Gartenbaus in der Literatur des vorigen Jahrhunderts. So schreibt HAMM (1872) in seinem Standardwerk „Das Ganze der Landwirtschaft“ (S. 52): *„Die Bedeutung des deutschen Gartenbaus ist eine sehr große. ... Wird der Gartenbau sachgemäß im Großen betrieben, so wirft er jährlich einen sehr hohen Ertrag ab..... Wer daselbst die großen Kunst- und Handelsgärtnereien besucht, der wird erstaunen darüber, welchen gewaltigen Umfang deren Betrieb einnimmt“*.

Wenn auch die Sparteneinteilung des Gartenbaus im vorigen Jahrhundert eine andere war (Tabelle 1) und die ökonomische Bedeutung einzelner Sparten sich im Laufe der Zeit geändert hat, so geht aus den Beschreibungen doch hervor, mit welcher Intensität gewirtschaftet und auch exportiert wurde, vor allem in geschlossenen Anbauzentren, wie Erfurt, Zwickau, Bamberg, Ulm, Dresden, Mainz, Frankfurt/M., Hamburg

oder Quedlinburg. HAMM (1872) liefert dazu ein eindrucksvolles Beispiel für die Gärtnereien im Raum Erfurt: *„Aus dem Gemüsebau Erfurts gehen jährlich hervor: 10038 Schock Blumenkohl, 5264 Schock Weiß- und Rothkraut, 21327 Schock Wirsing, 3492 Schock Blaukohl, 9196 Schock Kohlrabi, 1904 Schock Sellerie, 7969 Schock Porree, 108 Schock Rettiche, 50436 Schock Gurken, 50000 Schock Brunnenkresse, 380 Centner Spargel, 240 Körbe Rüben, 360 Körbe Bohnen. Der Export von Blumenkohl wurde selbst in dem für Gemüsebau ungünstigen Jahre 1862 auf 5190 Centner veranschlagt“* (Ein Schock = 60 Stück). Im Jahr 1863 gab es allein in Erfurt, wo bereits seit dem 17. Jahrhundert neben dem Gemüsebau eine intensive Saatguterzeugung bestand, 37 Handelsgärtnereien, die 240.000 m² unter Glas bewirtschafteten und eine Betriebsfläche von insgesamt rund 2000 Morgen (500 ha) Land abdeckten. Außer Gemüse wurden im selben Jahr von Erfurter Betrieben 1080 Zentner Blumen, 1540 Zentner Gartensamen und 140 Zentner Trockenblumen durch die Thüringer Eisenbahndirektion verschickt (HAMM 1872).

Die Gärtnereien waren in solchen Anbauswerpunkten bedeutende Arbeitgeber. Sie versorgten besonders die Ballungszentren mit Nahrungsmitteln und Blumen. Ende des 19. Jahrhunderts entwickelten sich, angeregt durch den verstärkten Anbau von Azalea-Kulturen (Azaleen, Eriken, Camellien), spezialisierte Betriebe mit Topfpflanzenproduktion. Gartenbau wurde also auch damals unter intensiven Bedingungen, wenn auch mangels Technisierung mit erheblich größerem Einsatz des Faktors Arbeit, als das heute der Fall ist, durchgeführt. Der tägliche Arbeitsprozeß entbehrte dabei wohl meist jeder Romantik, die ihr heute oft nachgesagt wird. Daß dem auch andernorts so war, belegt eine amtliche Veröffentlichung aus den USA aus dem Jahr 1904, in der u. a. folgendes beschrieben wird: *„... wird die Bewirtschaftung von Treibhäusern so betrieben, daß sie in vielen Fällen einer Fabrik vergleichbar sind, in der die Kräfte der Natur so ausgenutzt werden, daß sich die Jahreszeiten umkehren und die Produkte des Bodens reicher werden“* (Yearbook of the US-Department of Agriculture, Washington D.C., 1904; nach THIEDE 1975).

Tabelle 1: Systematische Aufgliederung der Sparten des Produktionsgartenbaus in Abteilungen und Unterabteilungen im 19. Jahrhundert (nach Hamm 1872)

| I. Nutzgärtnerei oder Gemüsebau im lande, in Mistbeeten und in Häusern | II. Ziergärtnerei |
|--|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Kohlarten 2. Hülsenfrüchte 3. Blättersalatpflanzen 4. Spinat 5. Lauch- und Zwiebelarten 6. Gurken, Kürbisse, Melonen und Arbusen 7. Rüben, Wurzeln und Knollen 8. Spargel 9. Meerkohl, Rhabarber, Artischocken und Kardonen 10. Suppen- und Gewürzkräuter 11. Champignons 12. Erdbeeren und Ananas | <ol style="list-style-type: none"> 1. Blumenzucht im freien lande <ol style="list-style-type: none"> A. Sommergewächse oder einjährige Pflanzen <ol style="list-style-type: none"> a. zur Aussaat in das Land b. zur Verpflanzung c. für Töpfe d. besondere Anbauverfahren B. Zweijährige Blumen C. Stauden D. Zwiebeln und Knollen E. Gehölzblumen, besonders Rosen 2. Blumenzucht in Töpfen sowie Erziehung, Pflege und Treiben der Pflanzen in Gewächshäusern 3. Gehölzzucht |

Die Produktionsverhältnisse und auch die Vermarktung im Gartenbau unterscheiden sich trotz vieler Gemeinsamkeiten seit jeher erheblich von denen der Landwirtschaft. Das Verhältnis von Anbaufläche zu Produktionswert führt dazu, daß die Bedeutung des Gartenbaus für die Agrar- und Volkswirtschaft häufig unterschätzt wird. Das bedingt hin und wieder Diskussionen und sorgt für spezifische Probleme, beispielsweise bei der Verfügbarkeit von Pflanzenschutzmitteln für Kulturen mit geringen Anbauflächen. Diskussionen solcher Art scheinen auch im vorigen Jahrhundert bereits bestanden zu haben. So schreibt HAMM (1872): *„Der Landwirth hält bekanntlich meist nicht viel von dem Garten und betrachtet ihn gewissermaßen als nothwendiges Uebel, das ihm jährlich so und so viel Dünger wegnimmt, um den sein Getreidebau zu kurz kommt. Aber mit Unrecht. Der Gartenbau ist an und für sich die gesteigerte Landwirthschaft nach dem Sprichwort: Hat der Pflug ein Schar von Eisen, so hat der Spaten ein Blatt von Gold“*. Wenn das letztere unter den heutigen ökonomischen Gegebenheiten auch stark relativiert werden muß, so zeigt sich bei weiterem Studium der Literatur doch, daß der Gartenbau bereits vor 100 Jahren seinen Platz in der Agrarwirtschaft behaupten konnte. Auffallend ist, daß es zumindest in den landwirtschaftlichen Großbetrieben bereits einen gewissen Grad an Technisierung durch großflächigen Einsatz von Traktoren, Lokomobilen und gezogenen Bodenbearbeitungsmaschinen gab (vgl. BAUER 1987), während im Gartenbau noch eindeutig die Handarbeit dominierte. Aber ebenso wie in der Landwirtschaft, die noch zu Beginn des vorigen Jahrhunderts rund 80 % der Erwerbspersonen beschäftigte (KOLBE et al. 1983), löste mit gewisser Verzögerung auch im Gartenbau der Faktor Kapitaleinsatz im Zuge der Industrialisierung und der volkswirtschaftlichen Veränderungen zunehmend die früher maßgebenden Produktionsfaktoren Boden und Arbeit ab. Der Aufwand an technischen Produktionsmitteln wurde zu einem bestimmenden Faktor in der Produktion.

2.2. Der Gartenbau heute

Der Gartenbau zählt heute zu den umsatzstarken und tragenden Bereichen der Agrarproduktion. Neben dem Produktionsgartenbau mit seinen Sparten Gemüsebau, Zierpflanzenbau, Baumschulen, Heil- und Gewürzpflanzen, Obstbau übernimmt in Deutschland auch der Dienstleistungsgartenbau einen steigenden Anteil an der Wertschöpfung des Agrarbereichs. Immerhin erwirtschaftet der Gartenbau in Deutschland heute über 15 % des Produktionswertes der gesamten Landwirtschaft inklusive der

Tierproduktion, zuzüglich der Dienstleistungen in Höhe von rund 8 Mrd. DM im Jahr. Auf einer Fläche von nur etwa 1 % der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche werden im Gartenbau rund 35 % der Verkaufserlöse der deutschen Landwirtschaft erzielt. Ähnlich wie in der Landwirtschaft geht auch im Gartenbau die Zahl der produzierenden Betriebe kontinuierlich zurück, während die bewirtschaftete Fläche insgesamt zunimmt. Im Jahr 1950 gab es in Deutschland 175.000 Gartenbaubetriebe (Brockhaus 1950). Heute sind rund 36.800 Gartenbaubetriebe in Deutschland erfaßt. Für die alten Bundesländer ergab sich dabei ein Rückgang der Zahl der Betriebe um 30 % gegenüber 1981/82 (ANONYM 1997a). 13.500 Betriebe, also etwa 37 %, üben zugleich auch eine gewerbliche Tätigkeit, wie Blumenhandel, Garten- und Landschaftsbau, Friedhofsgärtnerei, aus. Im Dienstleistungssektor des Gartenbaus waren zuletzt 75.000 Vollzeitbeschäftigte beschäftigt (BML-Wochenbericht 15, 1997). Insgesamt beschäftigt der Gartenbau 222.000 Fremdarbeitskräfte und 80.000 Familien-Arbeitskräfte (ANONYM 1997a), wobei sich die Zahl der Fremdarbeitskräfte gegenüber 1981 um 9 % erhöht hat.

Der heimische Gartenbau steht unter hohem Konkurrenzdruck aus anderen Ländern innerhalb und außerhalb der EU. Im Bereich des **Gemüses** werden nur rund 38 % der in Deutschland verzehrten Produkte hier auch hergestellt, und das obwohl die Produktion von Gemüse in Deutschland durch Anbauausweitung (im Freilandgemüsebau) bzw. Produktionssteigerung (unter Glas) im Durchschnitt um etwa 10 % im Vergleich zu 1980 gestiegen (BEHR und ILLERT 1996) und derzeit eine erhöhte Präferenz der Verbraucher für in Deutschland erzeugte Produkte erkennbar ist. Hauptlieferanten für Gemüseprodukte sind die Niederlande, Italien, Spanien und Frankreich, die zusammen rund 65 % des in der EU erzeugten Gemüses produzieren. Dabei steigt der Gemüsekonsum in der Bundesrepublik Deutschland kontinuierlich an, im Wirtschaftsjahr 1994/95 um 2,5 % (BEHR und ILLERT 1996). Die Gesamtzahl der Gemüsebaubetriebe betrug 1994 rund 20.500 Betriebe mit Gemüseflächen von 72.000 ha im Freiland und 1100 ha unter Glas. Die Zahl der Vollerwerbsbetriebe ist jedoch zwischen 1981 und 1994 um fast 25 % gesunken und liegt heute bei rund 4300 Betrieben. Diese Betriebe bearbeiten aber erheblich größere Flächeneinheiten und beschäftigen auf insgesamt rund 33.000 ha Freilandfläche etwa 18.000 Vollbeschäftigten-Einheiten (BOKELMANN 1997).

Zierpflanzen werden weltweit auf einer Fläche von 223.105 ha angebaut. Davon befinden sich 44.444 ha in Europa, 133.386 ha in Asien, 22.388 ha in Nordamerika und 17.605 ha in Süd- und Mittelamerika (ANONYM 1997c). Der weltweite Produktionswert des Zierpflanzenbaus (auf der Basis von Großhandelspreisen) wird auf rund 21 Mrd. Dollar geschätzt. Davon entfällt über die Hälfte auf Europa (ANONYM 1997c). Der weltweite Konsumwert des Zierpflanzenbaus beträgt 44,596 Mrd. Dollar. Deutschland nimmt dabei mit einem Konsumwert von rund 7,6 Mrd. Dollar einen der vorderen Plätze ein (ANONYM 1997c). In Deutschland wurden Zierpflanzen im Jahr 1996 noch in 13.189 Betrieben auf einer Grundfläche von 7066 ha (Produktionsfläche: 7812 ha) angebaut, davon auf 3400 ha unter Glas. Dieser Anbau ist derzeit von einem Rückgang der Produktionsflächen um insgesamt rund 5 %, im Freilandanbau sogar um 11,4 % gegenüber 1992 gekennzeichnet (ANONYM 1997d). Die Zahl der Betriebe ging seit 1992 um 6 %, im Vergleich zwischen 1981 und 1994 sogar um 23,6 % zurück (ANONYM 1997a). Rund 700 Mio. Stück an Fertigware von Beet- und Balkonpflanzen, 270 Mio. Stück an sonstigen Topfpflanzen sowie 32 Mio. an Grün- und Blattpflanzen und 2,5 Mio. Kakteen wurden produziert, außerdem 165,5 Mio. Schnitrosen, 72 Mio. Tulpen und 39,1 Mio. Schnittschrysanthenen (ANONYM 1997b). Der Wert der in Deutschland produzierten Zierpflanzen lag 1992 bei 2,326 Mrd. DM zu Großhandelseinkaufspreisen (BITSCH und STORCK 1995).

Die Zahl der **Baumschulen** in Deutschland liegt in den letzten Jahren bei ca. 4000 Betrieben. Auch hier ging die Zahl der Betriebe im Gebiet der alten Bundesländer um ca. 11 % gegenüber 1981/82 zurück (ANONYM 1997a). Die Produktionsfläche beträgt derzeit rund 27.000 ha (Statistisches Bundesamt 1995). Zwischen den Jahren 1978 und 1990 waren allerdings trotz des deutlichen Rückgangs der Zahl der Baumschulbetriebe steigende Anbauflächen festzustellen (KAIM 1994). Die Gehölzimporte in das Bundesgebiet verdreifachten sich im Zeitraum zwischen 1982 und 1992 bei hohen jährlichen Zuwachsraten. Allerdings zählt die Bundesrepublik Deutschland nach wie vor zu den durchaus bedeutenden Exporteuren für Gehölze im Vergleich mit anderen EU-Ländern und lag 1992 hinter den Niederlanden und Belgien/Luxemburg an dritter Stelle (HEINRICHS 1994).

Im **Garten-, Landschafts- und Sportplatzbau**, einem bedeutenden gärtnerischen Dienstleistungssektor, betrogen zwischen den Jahren 1975 und 1995 die durch-

schnittlichen jährlichen Steigerungsraten des Wachstums 6,79 % (MÖCKEL 1997). Hier liegt die Zahl der Betriebe bei rund 10.200.

Ein wichtiger Bereich des Gartenbaus ist das **Öffentliche Grün**. Der monetäre und ideelle Wert dieses Sektors wird häufig unterschätzt. So stellen nach BALDER (1996) allein die Straßenbäume Berlins einen Gegenwert von 5,85 Mrd. DM dar. Das städtische Grün hat bei steigendem Bevölkerungszuwachs in urbanen Lebensräumen in Zukunft eine große Bedeutung für architektonische, klimatische, ökologische und soziale Belange urbaner Lebensräume. Es gibt heute in Deutschland über 500 Grünflächenämter und Stadtgärtnereien, die ab Beginn dieses Jahrhunderts entstanden sind (ANONYM 1995, KLAFFKE 1995) und sich um Pflege und Funktionsfähigkeit der Grünanlagen kümmern. Die privaten und staatlichen Investitionen in diesen Bereich sind hoch. So wenden Städte und Gemeinden durchschnittlich 2 % ihrer Haushalte allein dazu auf, um die Gesundheit von Bäumen zu erhalten und deren Bestand zu erweitern (BALDER 1996). Gärtnerische Produktions- und Dienstleistungsbetriebe finden hier ein wichtiges Marktsegment für den Absatz ihrer Produkte.

Diese Zahlen verdeutlichen, daß der Gartenbau trotz aller Anpassungstendenzen erfolgreich wirtschaftet, und das weitgehend ohne Subventionen. Er ist jedoch seit geraumer Zeit einem starken wirtschaftlichen Druck ausgesetzt. Dabei müssen die verschiedenen Sparten des Gartenbaus ihre Produkte offenbar vergleichsweise teuer erzeugen. Als Gründe werden nicht allein Markt- und Vermarktungsmechanismen, höhere Investitionskosten für Produktionsanlagen, wie Gewächshäuser und Inneneinrichtungen, höhere Arbeitskosten und Kosten für Heizenergie für den Anbau unter hiesigen Klimabedingungen diskutiert. Nach WEBER (1994) werden auch die erheblichen Auflagen und Vorschriften, wie Bauvorschriften, Umweltauflagen etc., denen Betriebe hierzulande unterworfen sind, dafür verantwortlich gemacht. Interessanterweise ist die im Vergleich mit Nachbarländern relativ teure Produktion in Deutschland offenbar vom Grundsätzlichen her nicht neu. So schreibt bereits REITER (1931) in „Die Praxis der Schnittblumengärtnerei“: *„Der deutsche Gärtner arbeitet oft noch viel zu teuer und zu umständlich. Man muß den Blick nach Holland lenken, was wird dort zum Teil geleistet in Kulturen... bei ganz einfachen Kultureinrichtungen. ... Diese hervorragende Organisation des holländischen Gartenbaus, das einheitliche Zusammenarbeiten aller beteiligten Kreise, der gemeinsame Einkauf, der organisierte Verkauf, das sind die Gründe dafür, daß der Holländer billiger produziert als der deutsche*

Gärtner, und es wird diesem nicht zum Schaden gereichen, wenn er von dem Holländer lernt." Waren es also früher die relative Rückständigkeit bei der Produktions- und Vermarktungsorganisation, Mängel bei der Anwendung „*kaufmännischer Grundsätze*" in der Betriebsführung und das „*Hängen am Althergebrachten*" (REITER 1931), die den Gartenbau in Deutschland am durchschlagenden Erfolg hinderten, so werden heute neben diesen organisatorischen Elementen zu einem guten Teil auch übermäßige Regulationen und Vorschriften für die vergleichsweise teure Produktion verantwortlich gemacht (WEBER 1994).

Im Grad der Technisierung stehen die heutigen Gartenbaubetriebe sowohl den landwirtschaftlichen Betrieben wie auch den gärtnerischen Betrieben in den Nachbarländern der EU in nichts nach. Sie übertreffen die landwirtschaftlichen Betriebe i.d.R. noch mit Blick auf die Anbauintensität. Der rationelle Freilandanbau von Gemüse, Obst und Zierpflanzen ist ohne hochentwickelte Bearbeitungsmaschinen nicht mehr vorstellbar. Aussaat, Pflanzung, Bodenbearbeitung, Düngung, Pflanzenbehandlung und Ernte erfordern angesichts der hohen Kosten des Faktors Arbeit heute hochspezialisierte und effizient arbeitende Maschinen und technische Einrichtungen. Das gilt insbesondere dann, wenn die Produkte für die Verarbeitung, Frostung oder den konventionellen Frischmarkt bestimmt sind (vgl. KRUG 1986). Auch große Ziergehölzbaumschulen kommen heute nicht ohne teure Spezialmaschinen zur Bodenbearbeitung, Pflanzung oder zur Ballierung der Verkaufsware aus, während früher solche anstrengenden Arbeiten in Handarbeit durchgeführt werden mußten (vgl. KRÜSSMANN 1978, BÄRTELS 1985, HARRIS 1992, BEITZ 1994). Die technischen Einrichtungen wiederum erfordern entsprechende Anpassungen in den Anbauformen und den Bearbeitungstechnologien. Diese Technologien beinhalten einerseits viele innovative Elemente, die auch für Fragen des Pflanzenschutzes neue Lösungen ermöglichen. Es entstehen aber andererseits technisch bedingte Sachzwänge, die ein Betrieb nur durch bestimmte Formen des Anbaus einhalten kann, auch wenn das z. B. für Belange des Pflanzenschutzes Nachteile beinhalten mag.

Der Zwang zur Technisierung gilt in ganz besonderem Maße für die Kulturen unter Glas. Topfen, Gießen, Düngen, Rücken von Pflanzen und häufig auch das Lüften der Gewächshäuser waren in den Gärtnereien noch vor nicht allzu langer Zeit reine Handarbeit. Heute sind rechnergestützte oder auf andere Weise automatisierte Systeme zur Nährstoffversorgung und Bewässerung (Rinnenbewässerung, Ebbe-Flut-

Systeme, Tropfbewässerungsanlagen etc.), zur Klimatisierung der Gewächshäuser und auch zum Rücken, innerbetrieblichen Transport und Sortieren der Pflanzen an der Tagesordnung (vgl. VON ZABELTITZ 1986, HERBOLD 1995, HORN 1996). Einige Betriebe arbeiten sogar mit Mehretagensystemen, um die Produktionsflächen optimal zu nutzen. Ursache ist stets die Tatsache, daß auch der intensive Gartenbau die Kosten für den Faktor Arbeit nur mit Mühe tragen kann und ihn nur dann einsetzt, wenn andere technische Möglichkeiten nicht zur Verfügung stehen. Diese Entwicklung hat sich bereits frühzeitig angedeutet und begann endgültig mit dem Trend zur „Landflucht“ in den 50er Jahren, weil Fachkräfte in Industrie und Handel deutlich besser entlohnt wurden als in der Agrarwirtschaft. So beklagt bereits BREMER (1956): *„Noch eine Folge der Verstädterung ist zu erwähnen, die uns neue Probleme verschafft: Der Zug zur Stadt, zur Industrie raubt dem Gartenbau zunehmend die menschlichen Arbeitskräfte. Eines der wichtigsten Probleme des Gemüsebaus, die Unkrautbekämpfung, hat dadurch ein neues Gesicht bekommen: Sie war von jeher eine der Maßnahmen, welche die meiste Arbeit von Hand erforderte. Das geht nun nicht mehr. So werden wir, ob wir wollen oder nicht, auch im Gemüsebau zur chemischen Unkrautbekämpfung gedrängt“*. Dieser bereits vor über 40 Jahren geprägte Satz zeigt deutlich, daß Gärtner ebenso wie Landwirte in erster Linie aus ökonomischen Zwängen heraus zu chemischen Maßnahmen der Produktionssicherung greifen, und daß sie häufig genug kaum die Wahl haben, anders zu entscheiden.

Die Entwicklung der Arbeitskräftesituation hat sich seitdem noch verstärkt: Gartenbaubetriebe, besonders solche mit Gemüseanbau im Freiland, können die in Industrie und Handel üblichen Löhne nur für eine begrenzte Zahl an Kräften realisieren. Fehlende Arbeitskräfte müssen durch Intensivierung der Anbautechnologie, wozu letztendlich auch der chemische Pflanzenschutz gezählt werden kann, kompensiert werden.

Eine gewisse Ausnahme bildet in vielen Gartenbaubetrieben, speziell unter Glas, die Anwendungstechnik für chemische Pflanzenschutzmittel, die oft noch mit handgeführten Geräten appliziert werden. Lediglich große spezialisierte Betriebe unter Glas verfügen über automatisierte technische Anlagen zur Behandlung der Pflanzen mit Pflanzenschutzmitteln.

3. Entwicklung des Pflanzenschutzes im Gartenbau

Der Schutz der wertvollen Kulturpflanzen vor Beschädigungen und Qualitätsbeeinträchtigungen durch Krankheitserreger und nicht parasitäre Schadensursachen war seit jeher eines der Kardinalprobleme für den gärtnerischen Pflanzenbau (vgl. z. B. REICHARDT 1771, APPEL 1926b) und hat auch heute an Aktualität nichts verloren. Die Problematik beinhaltet:

- die Ursachensuche und -klärung,
- die Entwicklung und Anwendung von Technologien und Strategien der Schadensverhinderung
- den Schutz des Umfeldes der Produktion, der Umwelt und des Konsumenten vor negativen Beeinträchtigungen durch diese Technologien.

Die Entwicklung der vergangenen 100 Jahre weist eine Vielzahl von Meilensteinen auf diesen Gebieten auf. Sie zeigt, daß Betrachtungsweisen sich änderten und die einzelnen Bestandteile des Pflanzenschutzes im Laufe der Zeit auf unterschiedliche Weise gewichtet wurden.

3.1. Erforschung und Beschreibung der Schadensursachen

Ausgangspunkt für die wissenschaftlichen Bemühungen um die Ursachen von Pflanzenkrankheiten und Beschädigungen war stets das Auftreten schwerwiegender Probleme in der Praxis des Pflanzenbaus. Diese äußerten sich in Ernteverlusten, die bis hin zu Hunger in der Bevölkerung Auswirkungen zeigten, oder in mangelhafter Qualität der Früchte und Ziergewächse, die die Verkaufsfähigkeit beeinträchtigten oder verhinderten und die Existenz von Produktionsbetrieben oder ganzen Anbauregionen bedrohten (vgl. auch APPEL 1926b, SPRENG 1927). Es mag mit dem wachsenden Bevölkerungsdruck und dem steigenden Bedarf für gärtnerische und landwirtschaftliche Produkte besonders in den industriell geprägten Ballungszentren des 19. Jahrhunderts zusammenhängen, daß die immensen Bemühungen um eine Steigerung der Produktivität in Gartenbau und Landwirtschaft u. a. auch darin mündeten, daß die Verluste durch Pflanzenkrankheiten und Schädlinge in zunehmendem Maße wirtschaftlich spürbar wurden. So schreibt VON THÜMEN (1886): „*Es ist leider eine nicht wegzuleugnende Thatsache, dass die Anzahl der den Landwirth (im weitesten Sinne des Wortes) in seinen Culturen und in seinen Producten bedrohenden Schädlinge*

nicht allein von Jahr zu Jahr stetig, ja, sogar rapid steigende ist, sondern dass auch andererseits die durch all diese Feinde involvirten Schäden immer heftiger und fühlbarer werden, mit einem Worte, dass die meisten der Uebel selbst einen stets gefährlicher werdenden Charakter annehmen". Und später: „Mit Feinden aus dem Thier- und Pflanzenreiche hat der Ackerbauer, der Forstmann, Gärtner, Obst- und Weinzüchter seit jeher, ..., zu kämpfen gehabt. Niemals haben diese Feinde aber den von ihnen heimgesuchten derartig schwere Sorgen bereitet, wie es heutigentags der Fall ist, niemals in einer solchen Weise - die man geradezu als existenzvernichtend bezeichnen kann - gewüthet, wie wir dies in der Gegenwart erleben.

Noch fast 40 Jahre später beklagt APPEL (1926b): *„Das Auftreten von Krankheiten ist weit zurück zu verfolgen; aber während früher nur einige wenige so stark auftraten, daß man besondere Maßnahmen dagegen ergriff, ist heute die Bekämpfung der Krankheiten eines der wichtigsten Gebiete unseres Pflanzenbaus geworden. Welche Bedeutung die Krankheiten und ihre Bekämpfung heute besitzen, geht daraus hervor, daß die Kultur einzelner, besonders wertvoller Pflanzen schon seit längerer Zeit gar nicht mehr durchgeführt werden kann: APPEL (1926b) nannte in diesem Zusammenhang besonders den Gemüse- und Obstbau, den er aufgrund der Pflanzenschutzprobleme als stark gefährdet ansah. So beschrieb er als Beispiel die Situation des Alten Landes nach starkem Auftreten von Apfelschorf und Apfelblattsaugern folgendermaßen: „Ein genauer Kenner dieses Erwerbsobstbaus schätzt den jetzigen Hektarertrag an Äpfeln auf allerhöchstens 25 % der früher in derselben Gegend gewonnenen Ernte. Wenn es nicht gelingt, in kurzer Zeit die Bäume wieder zum Tragen zu bringen, so ist der Obstbau an der Niederelbe unrettbar verloren".*

Bereits vor rund 100 Jahren gab es daher eine intensive Forschung auf den Gebieten der Phytomedizin. Diese beschränkte sich nicht allein auf die Mykologie und Entomologie, auch die exakte Erforschung der Viruskrankheiten der Pflanzen nahm mit grundlegenden Arbeiten von A. MAYER, D. IWANOWSKI und M.W. BEIJERICK ab Ende des 19. Jahrhunderts ihren Anfang (vgl. KLINKOWSKI 1958). Die Vielzahl an wissenschaftlichen Arbeiten und Erkenntnissen wurden von herausragenden Wissenschaftlern in zusammenfassenden Werken zusammengetragen und überschaubar dargestellt (z. B. UNGER 1833, WIEGMANN 1839, KÜHN 1858, TASCHENBERG 1865, SORAUER 1874, HARTIG 1882, VON THÜMEN 1886, RITZEMA-BOS 1891, FRANK 1895, u. a.). Auch wenn viele Wissenschaftler, die wesentlich zur Klärung von

Fragen der Phytopathologie beigetragen haben, vorwiegend aus botanischem oder zoologischem Interesse heraus gehandelt haben mögen, dienten ihre Erkenntnisse doch in derart zusammengefaßter Form immer auch letztlich der Entwicklung von Strategien und Konzepten der Schadensverhinderung oder zumindest Schadensbegrenzung und dem Bemühen, der Praxis auf Grundlage umfassender wissenschaftlicher Erkenntnisse Handlungsmaximen an die Hand zu geben. So schreibt bereits FRANK (1880) vor dem Eindruck der steigenden Probleme mit Ernteverlusten und Qualitätsminderungen durch Krankheitserreger und Schädlinge: *„Das Bedürfnis nach einem neuen, zeitgemäßen, wissenschaftlichen Werke über die Krankheiten der Pflanzen wird nicht nur von den Praktikern sondern auch von den Gelehrten empfunden. ... Denn in der neueren Zeit wird den Pflanzenkrankheiten ein immer wachsendes Interesse geschenkt. Fast in allen Kulturländern wird jetzt eifrig daran gearbeitet, um die Krankheiten der Kulturpflanzen zu verfolgen, genauer zu studieren und zu unterscheiden, und eine Menge Versuche werden angestellt, um Gegenmittel gegen die Pflanzenkrankheiten zu probieren oder ausfindig zu machen. Aus diesen Arbeiten entspringt alljährlich eine Fülle von Litteratur, und gegenwärtig vermag nur noch derjenige, welcher sich speziell mit Pflanzenpathologie beschäftigt, diese weit zerstreuten Mitteilungen zu überschauen, zu sammeln und zu verarbeiten“*.

Solche zusammenfassenden Arbeiten wurden in den folgenden Jahrzehnten immer wieder neu aufgelegt (z. B. SORAUER 1909 - 1913, 1921 - 1923, 1933 - 1939) oder auch neu herausgegeben, und sie wurden mit Anleitungen zu Maßnahmen des Pflanzenschutzes versehen (z. B. VON KIRCHNER 1923, HOLLRUNG 1923, MORSTATT 1923, HILTNER et al. 1926, u. a.). Es war sogar ein vornehmliches Interesse vieler Wissenschaftler, der „Scharlatanerie“ bei der Empfehlung von Maßnahmen, die auch im vergangenen Jahrhundert in der Praxis sehr gegenwärtig gewesen sein muß, durch wissenschaftliche Erkenntnisse entgegenzuwirken. Sie wollten im Sinne der objektiven Verbesserung der Verhältnisse in den Betrieben und für die Sicherstellung der Ernährung der Bevölkerung *„den Leser auf den festen Boden wissenschaftlich begründeter Thatsachen stellen“* (FRANK 1880). So schreibt FRANK (1880) weiter: *„...so habe ich es als eine der wichtigsten Aufgaben betrachtet, Erwiesenes vom Unbewiesenen, Thatsachen von bloßen Vermutungen oder Hypothesen zu sondern. Das ist außerordentlich nothwendig gerade auf dem Gebiete der Pflanzenkrankheiten, wo*

mehr als anderwärts dem Aberglauben, der Phantasie und dem unwissenschaftlichen Treiben der Laien Spielraum gelassen ist!

Steht man heutzutage in der öffentlichen Diskussion um die Bedeutung und die Ursachen von Pflanzenkrankheiten und deren Behandlungen, so kann man sich manchmal des Eindrucks nicht erwehren, daß es trotz aller wissenschaftlichen Erkenntnisse der vergangenen 100 Jahre immer noch nicht gelungen ist, diese in ausreichendem Maße der Öffentlichkeit, manchmal sogar Teilen der Fachwelt, verständlich zu machen. Auch die Not, in der sich Gärtner und Landwirte im vorigen und zu Beginn dieses Jahrhunderts angesichts der oben beschriebenen Probleme befanden, und die sicherlich der Hauptauslöser für die gesteigerten Aktivitäten auf dem Gebiet der Phytomedizin war, scheint heute nur noch den Anbauern selbst und dem Pflanzenschutz verbundenen Fachleuten nachvollziehbar zu sein.

Es ist im Rahmen dieser Übersicht leider nicht möglich, alle wichtigen Veröffentlichungen auch nur der vergangenen 100 Jahre gebührend darzustellen. Interessant ist, daß schon Wissenschaftler des vorigen Jahrhunderts Schwierigkeiten sahen, die Fülle der Erkenntnisse noch zu überblicken (FRANK 1880, siehe oben). Heutzutage können nur noch die absoluten Fachspezialisten ihr enges Arbeitsgebiet und die darin veröffentlichten Ergebnisdaten einigermaßen überschauen. Diese Entwicklung - vom allgemeinen zum speziellen - zieht sich wie ein roter Faden durch die Geschichte der vergangenen 100 Jahre. Die früheren, noch umfassend auf die Fülle aller Kulturpflanzen ausgelegten Hand- und Lehrbücher, in denen bewußt, wie beispielsweise bei FRANK (1895) sich *„nicht auf einen bestimmten Kreis sogenannter Kulturpflanzen beschränkt, sondern das ganze Pflanzenreich gleichmäßig in Betracht“* gezogen wurde, wurden im Verlaufe der folgenden Jahrzehnte von speziellen Werken abgelöst. Sie befaßten sich entweder spezifisch mit zoologischen, mykologischen und botanischen Beschreibungen und dienten als Bestimmungsbücher für Krankheitserreger und Schädlinge oder sie beschrieben anhand des Jahresverlaufs (wie beispielsweise bei HILTNER et al. 1926) oder spezialisiert auf bestimmte Kulturgruppen die Schadensursachen und entsprechende Gegenmaßnahmen (z. B. APPEL 1926a, VON KIRCHNER und BOLTHAUSER 1923, VON KIRCHNER 1927, SCHMIDT 1936, u. a.). Zu Beginn dieses Jahrhunderts wurden, abgesehen vom Obstanbau, der schon zu früheren Zeiten gesondert betrachtet und bearbeitet wurde, auch die übrigen Intensivkulturen des Gartenbaus einbezogen. Auf Grundlage der zuvor von Biologen

und Phytopathologen erarbeiteten wissenschaftlichen Arbeiten entwickelten Fachleute nun vor dem Hintergrund der wachsenden wirtschaftlichen Bedeutung zusammenfassende Werke für den Gemüsebau und den Zierpflanzenbau (z. B. PAPE 1931, FLACHS 1931, LÜSTNER 1933). Dabei spielten Wissenschaftler der Biologischen Bundesanstalt bzw. ihrer Vorgängerorganisation, für den Zierpflanzenbau insbesondere Dr. H. Pape, eine herausragende Rolle.

Auch wenn wir heute eine Vielzahl an Phänomenen als erfaßt und erforscht ansehen, so existieren doch gerade in den grundlegenden Kenntnissen von Wirt-Parasit-Beziehungen noch immer viele Lücken, die es nicht gestatten sollten, die Forschungsarbeiten auf ein unvertretbares Maß zu reduzieren. Forschungsarbeiten über Phytoplasmen, wurzelpathogene Actinomyceten, Pflanzenschutzprobleme des Stadtgrüns, bodenbürtige Krankheitserreger (*Phytophthora*-Arten in Gehölzen, *Verticillium*-Arten), das Latenzverhalten von Peritocyten (z. B. *Botrytis cinerea*) in Pflanzen, sind nur einige wenige Beispiele von Bedeutung. Solche Forschung bildet mittel- und langfristig eine wesentliche Grundlage für innovative Elemente und Entwicklungen in der Agrarwirtschaft und den damit verbundenen Bereichen. Dies sollte bei aller Würdigung administrativer Maßnahmen nicht in Vergessenheit geraten.

3.2. Entwicklung der Pflanzenschutzmaßnahmen

Eine Beschreibung von VON THÜMEN (1886) zeigt aus Sicht der Praxis trotz vieler Erkenntnisgewinne und wissenschaftlicher Versuche der vergangenen 100 Jahre vom Prinzip her gewisse Ähnlichkeiten mit der Situation, in der Wissenschaftler und Berater heute im Gartenbau wieder stehen. Er schreibt: *„Jedermann, der sich wissenschaftlich mit der Erforschung und dem Studium von Pflanzenkrankheiten beschäftigt - ganz einerlei ob diese letzteren nun hervorgerufen werden durch die schädliche Action parasitischer Pilze oder Insecten, oder ob ihr Grund in anderen äußeren oder inneren Ursachen zu suchen ist - und in verfolg dieser Arbeiten mit dem inmitten der Praxis stehenden Publicum nothwendig in Contact tritt, wird dabei fast immer eine eigenthümliche Erfahrung machen. In der Regel wird er allerdings dem Fragesteller sagen können, dieser oder jener Pilz, dieses oder jenes Insect trägt die Ursache an dem bemerkten Leiden der betreffenden Pflanze. Aber - mit einer solchen Auskunft ist dem Anfragenden fast niemals gedient, nur in Ausnahmefällen ist er damit zufriedengestellt. Ihm liegt zumeist nur blutwenig daran, den systematischen Namen des fragli-*

chen Schädlings zu erfahren, er verlangt daneben auch beinahe immer, dass derbetreffende Fachmann sofort auch gleich ein sicher helfendes Mittel gegen den Parasiten namhaft machen soll! Und wer wollte dem Praktiker ein solches Anliegen auch eigentlich verargen? Die rein wissenschaftliche Seite der Angelegenheit kümmert ihn in der Regel wenig oder gar nicht; allein mit der praktischen hat er es zu thun - und von seinem Standpunkte aus hat er auch ganz recht! Der Fachmann aber geräth dadurch in eine oft recht schiefe Lage, denn in den wenigsten Fällen ist er im Stande, einem solchen Ansuchen auch sofort zu entsprechen. Kann er es aber nicht, dann wird nur allzu häufig der Praktiker das Vertrauen in die fachmännischen Kenntnisse verlieren und wahrscheinlich auch noch spöttisch die Achseln zucken über die unnütze Stubengelehrsamkeit".

Damit beklagt der Autor zweierlei: Zum einen beschreibt er die relative Ohnmacht oder Hilflosigkeit des Wissenschaftlers oder Beraters, der zwar die Schadensursache an einer wertvollen Kulturpflanze benennen und möglicherweise als Ergebnis langer Forschungsarbeiten auch Nachweismethode und Lebenscyclus des Schaderregers beschreiben kann, dem aber das Instrumentarium - zur damaligen Zeit mangels der Erforschung, Identifikation und Entwicklung geeigneter Pflanzenschutzmethoden - zur Abhilfe des Problems fehlt. Zum zweiten stört ihn die mangelnde Achtung des Praktikers vor den Arbeiten und auch Erfolgen der wissenschaftlichen Forschung, solange sie ihm nicht unmittelbar und sofort Abhilfe für seine Probleme verspricht. Dabei vergißt der Praktiker häufig vielleicht, daß Möglichkeiten zur Problemlösung erst auf der Grundlage oft langjähriger Forschungs- und Versuchsarbeiten zum Ursachenkomplex entwickelt werden können. Deshalb relativiert VON THÜMEN (1886) seine Aussagen auch und fährt fort: „*Neben einer solchen Erforschung der Krankheitsursachen - die ja selbstredend immer das Fundament sein und bleiben muß, auf welchem weitergebaut wird - steht auch wahrlich die Erforschung der Krankheitsheilmittel nicht stille*". ... Damit gibt er dem Praktiker schon zu damaliger Zeit eine gewisse Hoffnung für die Lösung seiner Probleme. Hinsichtlich der direkten chemischen Bekämpfungsmöglichkeiten ist er jedoch skeptisch und sagt: „*Dass allerdings die Anzahl der echten Fungicide auch in der Zukunft sich kaum wesentlich vermehren wird, das ist wohl ziemlich sicher anzunehmen*". Die Entwicklung aus heutiger Sicht betrachtet zeigt, daß VON THÜMEN (1886) zumindest im letzten Punkt im Irrtum war. Während er in seinem Buch allenfalls in einigen Fällen gewisse Gegenmittel gegen Pflanzenkrankheiten, wie

Salicylsäure gegen Rosenmykosen oder Ätzkalk gegen Krankheiten der Weinrebe, empfehlen kann, sich aber ansonsten auf die Nennung hygienischer oder kulturtechnischer Maßnahmen beschränken muß, wurden im Verlaufe der nachfolgenden 100 Jahre eine große Zahl teils spezifischer, teils systemischer, auf jeden Fall aber hoch wirksamer Präparate und Maßnahmen gegen Pilzkrankheiten und Schädlinge entwickelt.

3.2.1. Nichtchemische Pflanzenschutzverfahren

Heute ist, wenn es um den praktischen Pflanzenschutz geht, vielfach von der bewußten Nutzung und vorrangigen Berücksichtigung nichtchemischer Verfahren die Rede, um die Anwendung chemischer Pflanzenschutzmittel auf ein Mindestmaß zu reduzieren. Speziell die bewährten, für die konkrete Produktionssituation sinnvollen und zumutbaren kulturtechnischen Maßnahmen spielen in den Bemühungen um die Definition der guten fachlichen Praxis eine erhebliche Rolle. Auch den Wissenschaftlern des vorigen Jahrhunderts und zu Beginn unseres Jahrhunderts waren diese Prinzipien nicht fremd. So schreibt FRANK (1895): *„Aber es dürfen bei der Erklärung der Krankheitsursachen auch die befördernden Nebenumstände nicht vergessen werden, die in manchen Fällen an dem Eintreten der Krankheit einen wesentlichen Anteil haben“*. und später: *„Es ergibt sich hieraus, daß der Kampf gegen die Pflanzenkrankheiten hauptsächlich auf die Verhütung derselben hinauskommt“*. HILTNER (1909) schreibt : *„Nun ist es aber eine der wichtigsten Regeln des gesamten Pflanzenschutzes, daß vor allem die vorbeugenden Maßnahmen gegen Pflanzenkrankheiten und Schädlinge wirksam sind, während direkte Bekämpfungen nur in einer beschränkten Zahl von Fällen in Betracht kommen.... Haben doch insbesondere die Gärtner, glücklicherweise aber auch schon zahlreiche Landwirte längst erkannt, daß in einer richtigen, den Bedürfnissen der einzelnen Pflanzenarten angepaßten Kultur die größte Bürgschaft liegt, gesunde Pflanzen zu erzielen“*. Auch SPRENG (1927) beschreibt für den Obstbau eingehend die Bedeutung der standortabhängigen Sortenwahl, sowie der Baumpflege, des Baumschnittes und der Düngung für die Erzeugung qualitativ hochwertigen Obstes. LÜSTNER (1933) führt für den Zierpflanzenbau aus: *„ Die Grundlage aller Schädlingsbekämpfung ist die Vorbeugung. Sie besteht in der Beachtung und Durchführung von Maßnahmen, die darauf hinzielen, die Pflanzen von vorn herein widerstandsfähiger gegen Krankheitserreger zu machen und diesen selbst ihr Auftreten so zu erschweren, daß sie nicht zur Ausbreitung gelangen. Es gilt*

also, die Entwicklungsbedingungen für die Pflanzen möglichst günstig, die für die Krankheitserreger möglichst ungünstig zu gestalten, und zwar von Anfang an". Und auch BÖHMIG und JAENICHEN (1958) schreiben: „Die Kulturmaßnahmen sind beim Anbau von Schnittblumen und Topfpflanzen gleichzeitig auch die wichtigsten Maßnahmen des Pflanzenschutzes".

Diese Prinzipien ziehen sich durch die allgemeinen phytopathologischen Lehrbücher wie ein roter Faden bis heute hindurch (vgl. auch z. B. BÖRNER 1978, HOFFMANN et al. 1976, SCHÖNBECK 1979, KRIEG und FRANZ 1989, DIERCKS UND HEITFUSS 1994). Die grundsätzliche Bedeutung einer falschen Ernährung der Pflanzen, einer mangelnden Hygiene in Produktionseinheiten, der Bodenbearbeitung, der Feuchtigkeit und Temperaturen in Gewächshäusern etc. auf das Auftreten von Pflanzenkrankheiten ist bereits seit langem bekannt. Die Faktoren wurden auch früher, soweit möglich, in Bekämpfungsstrategien einbezogen. Ebenso gab es ganz konkrete Empfehlung von Schnittmaßnahmen, beispielsweise gegen Mehltau, Verbrennen von Rückständen, Ausrotten von Zwischenwirten, Anlegen von Leimringen und Teerringen bei Bäumen, Abklopfen von Ästen, Warmwasserbehandlungen von Saatgut, Bodendämpfung mit Heißwasser, Verwendung von Fangpflanzen und vieles mehr. LÜSTNER (1924) beschreibt sogar die kulturtechnischen und hygienischen „Grundregeln für die Gesunderhaltung der Bäume und Sträucher" in Form von „10 Geboten", die unbedingt einzuhalten seien, bevor man zur „Gartenapotheke" greife. Manchmal wurden auch schon vor 100 Jahren spezifische Verfahren entwickelt, wie z. B. „*fahrbare Instrumente mit klebrigen Fangflächen behufs Bekämpfung springender Insecten*" (FRANK 1896b).

HAMM (1872) berichtet über erhebliche Schadensfälle durch Insektenbefall an Gewächshauskulturen. Mangels effektiver Gegenmaßnahmen schien ihm hier besonders die technische Umrüstung der Gewächshäuser von Holz- auf Eisenkonstruktionen eine erfolgversprechende Möglichkeit, diese Kalamitäten einzudämmen, denn „*es ist eine unbestrittene Thatsache, daß in den Rissen und Spalten des Holzes, namentlich des angefaulten, zahlreiche schädliche Thiere Zuflucht und Brutplätze finden, deren Vertilgung eine äußerst schwierige, wenn nicht unmögliche ist. Im und am Eisen nistet und verbirgt sich kein Ungeziefer. Der berühmte Ananaszüchter KNIGHT ... stellt die Behauptung auf, daß er seit Erbauung eiserner Treibhäuser nie wieder von Insekten heimgesucht worden sei*". Wenn sich seine Hoffnungen auch bald als trügerisch her-

ausstellen sollten, so zeugen solche Bemühungen doch auch von der Not, der sich die Erwerbsgärtner im vorigen Jahrhundert angesichts der durch Schaderreger verursachten Verluste und des Mangels an effektiven und pflanzenverträglichen Gegenmaßnahmen gegenüber sahen. So war vor 100 Jahren wohl die Ursache für die bevorzugte Empfehlung nichtchemischer Maßnahmen vor dem Hintergrund fehlender oder unverträglicher chemischer Möglichkeiten eine andere als heute, wo es eher um Strategien zur Risikominderung bei Pflanzenschutzmitteln geht (vgl. ANONYM 1996).

3.2.2. Schonung und Einsatz nützlicher Organismen

Die Bedeutung nützlicher Organismen für den Schädlingsbefall war Ende des 19. Jahrhunderts durchaus bekannt. Sie wurde in entsprechenden Werken eingehend beschrieben und deren Schutz empfohlen. Das bezog sich nicht nur auf Vögel oder Igel, sondern auch auf den Schutz und das bewußte Anlocken von Schlupfwespen, Marienkäfern, Florfliegen, Schwebfliegen und Laufkäfern, oder gar insektenpathogenen Pilzen (vgl. VON THÜMEN 1886, FRANK 1895, 1896, HILTNER 1909). Aber auch, als ein halbes Jahrhundert später wirksame Chemikalien zur Verfügung standen, wurde im Gartenbau die potentielle Bedeutung der Nützlinge durchaus versucht in die Kultur- und Pflanzenschutzverfahren einzubeziehen. So schreiben BÖHMIG und JAENICHEN (1958): *„Allerdings besteht bei der Anwendung der chemischen Mittel, die eine große Wirkungsbreite besitzen, auch eine nicht zu unterschätzende Gefahr. Eine totale Vernichtung der Schädlinge wird bei einmaliger Behandlung zu meist nicht erreicht, während die nützlichen Tiere oft weit stärker betroffen werden. Das hat zur Folge, daß nach einer Bekämpfungsaktion eine ungehinderte Massenvermehrung der überlebenden Schädlinge bei völliger Abwesenheit ihrer Feinde einsetzt. Das sind Erfahrungen, die man beim Einsatz von Hexa- und E-Mitteln häufiger macht“*.

Trotzdem wurde über Jahrzehnte in der Fachliteratur den chemischen Methoden der Vorrang eingeräumt. Dies geschah wohl aus der Zwangssituation heraus, daß nicht-chemische Verfahren mit Ausnahme der Resistenzzüchtung in der konkreten Praxissituation als nicht hinreichend wirksam oder aber als ökonomisch nicht tragbar betrachtet wurden (vgl. beispielsweise PAPE 1931, 1958, STELLWAAG 1941, DIEKMANN 1943, RADEMACHER 1954, KOTTE 1952, BÖHMIG und JAENICHEN 1958, MÜLLER und PREISING 1971, STAHL und UMGELTER 1976, CRÜGER 1983,

BÖHMER 1985, u. a.). BÖHMIG und JAENICHEN (1958) begründeten dieses in Bezug auf die bereits damals diskutierten Methoden des biologischen Pflanzenschutzes: *„Diesen biologischen Methoden fehlt die sofortige Einsatzfähigkeit bei Auftreten der ersten Schädlinge, da eine geringe Besiedlungsdichte die Existenz der Nützlinge nicht zu sichern vermag. Man wird es jedoch ihrerwillen nicht erst zu einer Massenvermehrung kommen lassen. Schon wenige Blattläuse, Wanzen oder Thripse vermögen empfindliche Qualitätsschäden an Schnittblumen und Topfpflanzen hervorzurufen, oder sie können bei Zuflug Viruskrankheiten einschleppen. Um solche Gefahren auszuschalten, fehlt den biologischen Methoden die schlagartige Wirkung, die der Zierpflanzenkultivateur zu schätzen weiß.“*

Während sich der Obstbau schon seit längerem mit gezielten Untersuchungen zur Schonung und auch Nutzung von Nützlingen befaßte (vgl. z. B. DOSSE 1956, BERKER 1956), hielt diese Sichtweise, insbesondere nachdem seit Ende der 40er Jahre hochwirksame und gut verträgliche Präparate zur Verfügung standen, im übrigen Gartenbau über Jahrzehnte vor. Sie behinderte das Denken über gewisse Grenzen hinaus und damit die Entwicklung neuer Konzepte und Strategien. Erst in jüngerer Zeit hat sich mit der gezielten Massenzucht bestimmter Nützlinge und der Entwicklung biologischer Pflanzenschutzverfahren und integrierter Systeme in diversen Kulturen, insbesondere unter Glas, diese Situation deutlich verändert. Biologische Verfahren, die in einem sinnvollen und umfassenden Konzept eingesetzt werden, sind sowohl als wirksame Möglichkeit der Lösung konkreter Pflanzenschutzprobleme in Gartenbaubetrieben als auch als ökonomisch tragfähig erkannt und können in Teilbereichen als echte Alternativen zu chemischen Methoden dienen (vgl. DIERCKS 1986, SCHÖNBECK et al. 1988, GRUNEWALDT-STÖCKER 1990, ALBERT und MEINERT 1991, HASSAN et al. 1993, SMOLKA et al. 1993, STAHL et al. 1993, BACKHAUS und RUISINGER 1995, u. a.).

3.2.3. Chemische Verfahren

Trotz der Kenntnisse und Empfehlungen auf dem Gebiet des nichtchemischen Pflanzenschutzes war bereits Ende des letzten Jahrhunderts der Weg vorgezeichnet, verstärkt Mittel und Maßnahmen für den direkten Eingriff gegen Schaderreger zu entwickeln und anzuwenden. So läßt sich in der Literatur verfolgen, daß chemische Maßnahmen immer dann besonders betont wurden, wenn von den allgemeinen Beschrei-

bungen der Pflanzenschutzprobleme und -ursachen abgewichen und konkret auf die Bekämpfung spezieller Schadensursachen eingegangen werden mußte. So beschreibt VON THÜMEN (1886) deutlich die Situation der Phytopathologen und Berater der damaligen Zeit: *„Einer großen Anzahl an Pflanzenkrankheiten stehen wir heute noch rathlos gegenüber, kein curatives, kein prophylaktisches Mittel ist da bekannt, womit wir ihren Verheerungen Einhalt gebieten könnten“*. Und so fordert er: *„Mit allem Eifer sollte man trachten, auch Mittel und Wege ausfindig zu machen, mit Erfolgsaussichten diese Krankheiten zu bekämpfen“*.

Die zur damaligen Zeit zur Verfügung stehenden Mittel hatten schwerwiegende Nachteile. Insbesondere die mangelnde Verträglichkeit für Pflanzen wurde, wie bei FRANK (1885, 1896), herausgestellt. Die vorhandenen Mittel eigneten sich deshalb für viele Kultursituationen nicht. Daß viele der damals verwendeten Stoffe und Mixturen aus heutiger Sicht auch des Anwender-, Verbraucher- und Umweltschutzes völlig unakzeptabel sind, versteht sich bei näherer Betrachtung der damaligen Empfehlungen von selbst (Tabelle 2).

Darüber hinaus besaßen die Praktiker häufig auch ihre eigenen Rezepturen, die sich allerdings oft nur in Kleinigkeiten unterschieden. So gab es in Norddeutschland Empfehlungen, von Läusen befallene Gehölztriebe in Heringslake zu tauchen oder Schildläuse mit einer Mischung aus Seifenlauge und Urin zu waschen (VERSTL 1989). In dieser kurzen Zusammenstellung findet man auch aus einem 1845 erschienenen Unterrichtsbuch für Volksschulen das Zitat eines Rezeptes für eine Baumsalbe: *„Man nimmt die Hälfte frischen Kuhfladen ohne Stroh, die Hälfte guten Lehm, einige Hände voll Kuhhaare und Pfund groben Terpentin. Die Haare werden geklopft, unter den Teig gemengt, dann den flüssig gemachten Terpentin nach und nach hinzugeschüttet, die Masse zu einem zähen Brei verarbeitet und dann aufgetragen“*. (nach VERSTL 1989).

Tabelle 2: Die wesentlichen, im vorigen Jahrhundert verwendeten Pflanzenschutzmittel (nach FRANK 1896a,b):

| Verwendungszweck | Mittel |
|--|--|
| - gegen Mäuse: | Strychninweizen, |
| - gegen Schnecken und Schmetterlingslarven: | Ätzkalk |
| - gegen Rebläuse: | Petroleum und Schwefelkohlenstoff, |
| - gegen diverse Schadinsekten: | Seifenwasser; Phenole; Naphtalin; Nitrobenzin; Äthylsulfid; Lysol; Extrakte aus Tabak, Wermuth, Hollunderblüten; Tomatenabkochungen; Tabakpulver zum Bestäuben der Pflanzen; Mischungen aus Quassiaextrakt und grüner Seife (Koch's Lösung); Mixturen aus Schmierseife mit Spiritus, Amylalkohol und Schwefelkalium (Neßlers Flüssigkeit); Pyrethrum als Insektenpulver; Mischung von Seife, Spiritus und ätherischen Oien (Dissels Insektenöl); |
| - gegen Spinnmilben: | Schwefelkalium |
| - gegen sonstige Schädlinge: | Arsenverbindungen (z. B. Kupferacetarsenik = Schweinfurter Grün = Uraniagrün, Bleiarseniat, Eisenarseniat), Chlorbarium, Quecksilber in verschiedenen Verbindungen (Sublimat= Quecksilberchlorid, Chlorphenolquecksilber in Mischung mit Ätzkali), Petroleum, Karbolineum, |
| - zur Saatgutbeizung: | Kupfervitriol, |
| - gegen Echten Mehltau: | Schwefelstaub |
| - gegen Falschen Mehltau, Blattfleckenkrankheiten, Krautfäule, Rutenkrankheiten an Beeren obsträuchern etc.: | Kupferkalkbrühe (Bordeauxbrühe) |
| - gegen Rostkrankheiten: | Kupfersodabrühe (Kupferkarbonat) |
| - gegen Holzkrankheiten: | Ceritoyd, Eisenvitriol |
| - für Holzwunden: | Formaldehyd, Steinkohlenteer |

Die häufige Anwendung der oft breit wirksamen Mittel, beispielsweise in Obstanlagen, war allerdings auch damals nicht unumstritten. So schreibt RICHTER (1910): *„Abgesehen davon, daß trotz aller Bespritzung der Obstbäume mit Karbolineum und dergleichen sehr häufig das Ungeziefer überhaupt nicht vertilgt wird, so erwächst durch Anwendung von derartigen Spritzmitteln ein weiterer unberechenbarer Schade. - Sämtliche Singvögel, unsere besten Gehilfen bei Vertilgung der schädlichen Insekten, bleiben den bespritzten Obstbäumen fern“*. Autoren, wie RICHTER (1910), forderten schon damals den verantwortlichen Umgang mit chemischen Pflanzenschutzmitteln und warnten vor einer Abhängigkeit von nur einer, nämlich der chemischen Strategie des Pflanzenschutzes. So schreibt er weiter: *„Wird außer den Blättern und Zweigen nicht auch der Boden mit Spritzgift getränkt?“*. *„Werden die weiteren Ernährer des Baumes nicht geradezu gezwungen, allmähliches Krankwerden, womöglich den Tod durch Vergiftung über sich ergehen zu lassen?“*. *„Es ist daher tief zu beklagen, daß man Gesundheit, Ertragsfähigkeit, Wohl und Wehe unseres heutigen Obstbaues von künstlichen, womöglich giftenthaltenden Mitteln abhängig machen will“*.

Trotz der damals geführten Diskussionen wurden konkrete Pflanzenschutzprobleme in gärtnerischen Kulturen auch zu Beginn des 20. Jahrhunderts vorwiegend mit Spritz- und Streichbehandlungen versucht zu lösen. Die Palette der empfohlenen Maßnahmen veränderte sich dabei in den ersten Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts nur unwesentlich. So finden wir nahezu gleichlautende Mittelempfehlungen gegen Krankheitserreger und Schädlinge auch in späteren Büchern und Empfehlungen wieder, z. B. bei RICHTER (1910), VON KIRCHNER (1923), LÜSTNER (1924), HILTNER (1926), VOGT (1926).

Die Situation und das Instrumentarium des Pflanzenschutzes änderten sich grundlegend, als ab Mitte der 30er Jahre an der Entwicklung neuer synthetischer Insektizide gegen Blattläuse und Spinnmilben gearbeitet wurde (SCHRADER 1956, BÖRNER 1978). In erster Linie waren es chlorierte Kohlenwasserstoffe und phosphororganischen Verbindungen, die ab Ende des 2. Weltkriegs verstärkt in den Handel kamen. Der wohl bekannteste Chlorkohlenwasserstoff, das Dichlordiphenyltrichloräthan (DDT) wurde zwar schon 1873 von ZEIDLER beschrieben, seine breite insektizide Wirkung wurde aber erst 1939 durch MÜLLER festgestellt (BÖRNER 1978). Aufgrund der geringen akuten Humantoxizität sah man damals in diesem und chemisch verwandten

Stoffen, wie beispielsweise dem 1941 in England und 1942 in Frankreich (als Insektizid) entdeckten Hexachlorcyclohexan (Lindan), ideale Möglichkeiten, um bei einer breiten Wirksamkeit bis dahin verwendete toxische Stoffe, wie Arsen, abzulösen. Die Organphosphorverbindungen waren zwar akut ebenfalls giftig, es wurden damals aber relativ rasch systemisch wirkende Insektizide gefunden, z. B. als erstes das Mittel „Bladan“. Systemische Wirkstoffe wurden als entscheidende Möglichkeit betrachtet, durch Anwendung der Pflanzenschutzmittel im Gießverfahren in gärtnerischen Kulturen Nützlinge schonen zu können. Interessanterweise war auch ein Wirkstoff dieser Stoffgruppe, der Pyrophosphorsäuretetraäthylester (TEPP), bereits 1854 von CLERMONT hergestellt, aber dessen insektizides Potential nicht erkannt worden (SCHRADER 1956). Mittel aus dieser Zeit, z. B. das im Jahr 1944 synthetisierte „E 605“, spielen bis heute eine Rolle als Pflanzenschutzmittel in bestimmten Kulturen.

Ende der 40er und zu Beginn der 50er Jahre stand die Notwendigkeit im Vordergrund, die Bevölkerung ausreichend mit qualitativ hochwertigen gärtnerischen Produkten, allem voran Gemüse, zu versorgen und dem Gartenbau eine wirtschaftliche Basis zu schaffen. Umfassende organisatorische Bemühungen setzten ein, um Erträge und Pflanzenqualitäten umfassend zu sichern. Diese Bemühungen hat RADEMACHER (1949) dargestellt, indem er nach Definition des Pflanzenschutzes und Beschreibung der durch Pflanzenkrankheiten und Unkräuter hervorgerufenen Konsequenzen schreibt: *„Alle diese Schäden betreffen nicht nur den einzelnen Besitzer. Sie treffen die gesamte Volkswirtschaft und auch jeden einzelnen Verbraucher. Deshalb gebührt der Bekämpfung der Pflanzenkrankheiten und Schädlinge auch ein erhebliches öffentliches Interesse. Durch Schaffung der Biologischen Zentralanstalten. sowie der Pflanzenschutzämter in den einzelnen Ländern..... ist dem auch Rechnung getragen worden“*. Es wurde damals eine Art von organisatorischem Verbundprogramm des Bundes und der Länder geschaffen, das Forschung und Beratung in besonderer Weise verknüpfte. Zeitgleich verbesserte sich die Verfügbarkeit hochwirksamer und pflanzenverträglicher Pflanzenschutzmittel auf rasante Weise. Vor diesem Hintergrund ist die zu beobachtende Euphorie, nun mit Hilfe chemischer Technologien endlich die Möglichkeiten in der Hand zu haben, die im Gartenbau vorhandenen Pflanzenschutzprobleme elegant und umfassend zu lösen, durchaus verständlich. So äußert BREMER (1956) erfreut: *„Durch die schnelle Entwicklung der Insektizid- und Fungizidtechnik sind heute viele Pflanzenschutzprobleme, die noch vor wenigen Jahren im deutschen Gemüsebau eine wichtige Rolle spielten, praktisch gelöst worden“*. Und

auch USCHDRAWWEIT (1956) berichtet bezugnehmend auf PAPE (1955): „*Wir verfügen über eine Fülle von wirksamen Pflanzenschutzmitteln gegen tierische Schädlinge wie gegenüber keiner anderen Gruppe von Krankheitserregern*“. Aus den Berichten dieser Jahre spürt man deutlich die Erleichterung, nach so langer Zeit der Erforschung der Erkrankungsursachen und der Bemühungen um praxisgerechte Gegenmaßnahmen nun endlich die technischen Lösungsmöglichkeiten für die großen Herausforderungen zur Sicherung der pflanzlichen Produktion in Händen zu haben, und man fühlt die Genugtuung darüber, nun aus einer so großen Zahl hochwirksamer Substanzen die nutzbringendsten auswählen und der Praxis andienen zu können. Trotzdem meldete die Praxis weiteren Bedarf an hochwirksamen und raschen Bekämpfungsverfahren an. So schreibt z. B. SCHAPER (1955): „*Es mangelt nicht an Krankheitserregern, die sich mit den üblichen Maßnahmen gar nicht oder doch nur sehr unvollkommen treffen lassen*“ und begrüßt die damals in der Entwicklung befindlichen Stoffe zur Bodenentseuchung, wie Chlorpikrin, wie auch übrige Stoffe, z. B. Aldrin, Dieldrin, Endrin, Toxaphen, und deren Verwendungsmöglichkeiten für den Gemüse- und Obstbau.

Intensive Bemühungen der angewandten Forschung und der Pflanzenschutzdienste definierten die Pflanzenschutzprobleme in gärtnerischen Kulturen und versuchten sie nach und nach zu lösen. Als wichtiges Diskussionsforum spielten die regelmäßigen Deutschen Pflanzenschutztagungen eine zentrale Rolle (vgl. z. B. BREMER 1956, USCHDRAWWEIT 1956, PAPE 1956, KLINKOWSKI 1956, ORTH 1956, SAUTHOFF 1965). Als hauptsächliche Probleme bezüglich des chemischen Pflanzenschutzes werden in diesen Jahren neben der Wirksamkeit die Pflanzenverträglichkeit und das Entstehen von Spritzbelägen auf den Pflanzen (USCHDRAWWEIT 1956), sowie die Geschmacksbeeinträchtigung von Gemüseprodukten und die Frage, „*welche Mittel den Vorrang behaupten werden*“ oder „*virusübertragende Insekten vom Saugen abschrecken*“ (BREMER 1956), gesehen. Einschränkend weist BREMER (1956) aber bereits darauf hin, daß „*da es so viele wirksame (Mittel gegen Bodenschädlinge) gibt, wird es hier mehr auf Unschädlichkeit für Pflanze, Tier und Mensch und auf Nichtbeeinflussung des Geschmacks als auf insektizide Kraft ankommen*“. Allerdings war auch die Beeinflussung der übrigen Fauna in Böden und an Pflanzen damals bereits Gegenstand der Forschung und der Diskussionen (z. B. BAUDISSION 1952, KELLER 1951, MATHYS 1956, BARING 1956, STEINER 1956, u. a.). Hinsichtlich der Unschädlichkeit für Menschen wurde auf Basis der Forderungen des Lebensmittelgesetz-

zes vom 21.12.1958 dann im Jahr 1966 die Höchstmengenverordnung erlassen (DREES 1987).

In den Folgejahren wurde eine Vielzahl weiterer Wirkstoffe von Pflanzenschutzmitteln aus unterschiedlichsten Wirkstoffgruppen (z. B. Carbamate, Pyrethroide, Phtalimide, Dinitrophenolderivate, Benzimidazole, Triazole, Strobilurine, um nur einige zu nennen) synthetisiert und in der gärtnerischen Praxis eingesetzt. Leider führte dieser recht einseitige Weg der Problemlösung in der Folgezeit dazu, daß bereits bekannte oder in der Entwicklung befindliche nichtchemische Verfahren oftmals nicht weiter verfolgt oder ad acta gelegt wurden. Er führte offenbar sogar dazu, daß bestimmte grundlegende Forschungsinhalte aufgrund guter Bekämpfungsmöglichkeiten gegen bestimmte Pathogene nicht weiter verfolgt wurden. So beklagt SAUTHOFF (1981) nach positiver Würdigung des angesprochenen Präparates für die Azercu-Kulturen: *„Die verbreitete Anwendung von Benomyl hat allerdings auch bewirkt, daß wir über die Epidemiologie der Cylindrocladium-Krankheit heute kaum mehr wissen als beim ersten Auftreten des Pilzes vor rund 13 Jahren“*.

Sicherlich war aus heutiger Sicht betrachtet die Entwicklung nicht immer glücklich und enthielt viele nachteilige Aspekte. Angesichts des relativen Überflusses an qualitativ hochwertigen Produkten aus dem Gartenbau werden die umfangreichen Bemühungen um die, wenn auch oft einseitige Lösung praktischer Pflanzenschutzprobleme, aber leider manchmal nicht gebührend gewürdigt. Gerade der Aspekt, daß die Belange des Verbrauchers nicht nur davon tangiert sind, daß Nahrungsmittel und Zierpflanzen keine auf Pflanzenschutzmaßnahmen zurückgehenden Risiken bergen dürfen, sondern daß auch Dank eines verantwortungsbewußten und sachgerechten Pflanzenschutzes kostengünstige und inzwischen im Jahresablauf nahezu ständig verfügbare Nahrungs- und Zierpflanzen mit hohem Qualitätsstandard zur Verfügung stehen, fehlt manchmal in den aktuellen Diskussionen um den Pflanzenschutz und seine Notwendigkeit.

3.2.4. Gezielte Anwendung von Pflanzenschutzmitteln

Was die Pflanzenschutzmittel anbelangt, so haben sich die Prämissen der damaligen Zeit aus heutiger Sicht deutlich geändert. Nicht nur die Entstehung resistenter Schaderregerpopulationen gegenüber verschiedenen Wirkstoffen und Wirkstoffgruppen, auch die Erfahrungen, daß ein intensiver chemischer Pflanzenschutz zwar bestimmte

Probleme aus Sicht der Praxis zunächst lösen, gleichzeitig aber andere Probleme schaffen kann, führten im Laufe der vergangenen Jahrzehnte zu einer spezifischeren Betrachtungsweise von Pflanzenschutzstrategien im Gartenbau. Insbesondere den Verfahren zur gezielten und an der Bekämpfungsnotwendigkeit orientierten Anwendung von Pflanzenschutzmitteln wurde besondere Beachtung geschenkt (vgl. HILDENHAGEN et al. 1993, HOMMES et al. 1993, SMOLKA et al. 1993).

Diese Bemühungen scheinen uns heute oftmals vergleichsweise neuen Datums zu sein. Verständige Wissenschaftler wußten aber bereits zu Beginn dieses Jahrhunderts (wahrscheinlich auch schon früher), daß die wirksamen Mittel nur im Rahmen einer auf die Kultur abgestimmten Strategie sinnvoll verwendet werden können und kritisierten offen die relativ planlose Anwendung der zur damaligen Zeit verfügbaren Pflanzenschutzmittel. Die Forderung nach einem gezielten und sachgerichteten Pflanzenschutz, die wir heute durch Entwicklung und Anwendung von Bekämpfungsschwellen und Prognosesystemen zu erfüllen suchen, bestand bereits damals. So schreibt beispielsweise R. BETTEN in den zwanziger Jahren in seinem dreibändigen „Kampfbuch gegen Ungeziefer und Pilz in den verschiedenen Monaten“: *„Die Ungezieferplage in unseren Gärten würde bei weitem nicht so groß werden, wenn jeder ungefähr wüßte, wann und wie die Bekämpfung einzusetzen hat. Leider sind wir davon noch weit entfernt. Sobald der Schaden, den ein Ungeziefer macht, sichtbar wird, kommt in die Geschädigten eine Zornes Energie. Sie möchten mit einem Schläge alles Ungeziefer vernichten, und wollen nicht einsehen, daß dies nicht geht“*. In dieser Aussage liegt u. a. die Erkenntnis, daß ein zielgerichteter Pflanzenschutz sich häufig nicht an Zeitpunkt und Art der Symptomausprägung orientieren kann. Er muß weitaus umfassendere Faktoren in Betracht ziehen, um die wertvollen Kulturen auch wirklich langfristig zu schützen, anstatt an den Schadensverursachern lediglich Rache zu üben. So schreibt BETTEN weiter: *„Durch plötzliche Mittel läßt sich eine Ungezieferplage wohl für kurze Zeit eindämmen, aber nicht wegbringen. Dazu bedarf es, weil das Ungeziefer in seinen verschiedenen Lebensstadien und seiner oft ungeheuren Vermehrungsmöglichkeit gewaltige Hilfskräfte besitzt, eines planvollen, dem Werdegang des Ungeziefers angepaßten Kampfes“*. Sicherlich stand jedoch damals, so sei einschränkend vermerkt, wohl eher das effektive Bekämpfen der Schädlinge im Vordergrund, und weniger die Reduktion der Anwendung chemischer Pflanzenschutzmittel aus Gründen der Risikominimierung. Heute stehen in einer Reihe gärtnerischer Kulturen Methoden zur Befallsvorhersage (z.B. bei Apfelschorf, Feuerbrand, Möhren-

und Zwiebelfliege), zur Bestimmung von Bekämpfungsschwellen (z. B. im Kohlanbau), oder zur genauen Bestimmung des Befallsauftretens (z. B. für Weiße Fliege, Thrips, Apfelwickler, Kirschfruchtfliege) zur Verfügung, die den gezielten Einsatz von Pflanzenschutzmitteln ermöglichen. Weitere neue Verfahren sind in der Entwicklung.

3.3. Die Situation für den Gartenbau heute

Viele Pflanzenschutzmittel können Nebenwirkungen ausüben, die sich nachteilig oder unter gewissen Umständen auch gefährlich für die Belange des Schutzes von Mensch, Tier und Naturhaushalt auswirken. Das haben umfangreiche Forschungen, besonders nach Einführung der Verpflichtung zu einer amtlichen Prüfung und Zulassung der Mittel und der Berücksichtigung des Naturhaushaltes auf Grundlage der Pflanzenschutzgesetze von 1968 und 1986 inzwischen gezeigt. Für eine Reihe von Substanzen wurden aufgrund der gravierenden Auswirkungen und der geänderten Gewichtung von Risiken inzwischen Anwendungsverbote, Anwendungsbeschränkungen und eine Vielzahl von Auflagen erteilt (vgl. Pflanzenschutz-Anwendungsverordnung). Besonders problematische Substanzen, wie beispielsweise das oben erwähnte DDT, dessen Herstellung, Einfuhr, Ausfuhr, Vertrieb, Erwerb und Anwendung bereits im Jahr 1972 durch ein eigenes Gesetz (GESETZ ÜBER DEN VERKEHR MIT DDT vom 07.08.1972) verboten wurde, oder Quecksilberverbindungen o. ä. stehen den Gärtnern und Landwirten in Deutschland bereits seit vielen Jahren nicht mehr zur Verfügung. Um unvermeidbare Risiken im Zusammenhang mit dem Vertrieb, der Lagerung und der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln zu vermeiden, existiert heute ein umfassendes Regelwerk an gesetzlichen Bestimmungen und Auflagen (vgl. ANONYM 1992, LUNDEHN 1995, ANONYM 1996).

Ein Rückblick in die Geschichte zeigt, daß der Staat auch schon zu früheren Zeiten in Form rechtlicher Regelungen bemüht war, seine Bürger vor Mißbrauch von Giften zu schützen. Einen umfassenden Überblick über solche Regelungen gibt BÖNING (1972). zusammenfassend schreibt er: „Außerdem kann man feststellen, daß bereits vor 200 Jahren, z. T. schon früher, in den damaligen Verordnungen die wichtigsten Elemente, wie wir sie auch noch in heutigen Giftverordnungen vorfinden, enthalten waren“. Die alten Vorschriften über die Aufbewahrung und Abgabe von Giften kennen bereits Begriffe wie Giftraum, Giftschrank, Unterverschlußhalten, besondere Geräte für den Umgang mit Giften und deren Behandlung, besondere Beschriftung mit

Warnworten und Warnzeichen, Erlaubnisatteste, Empfangsscheine, Giftbücher, Beschränkung der Abgabe nur an zuverlässige Personen, Beschaffenheit von Abgabehältnissen, Verwendung von Warnstoffen, Warnfarben und Warngerüchen, Belehrung über die mit den Giften verbundenen Gefahren, Verkauf standardisierter Präparate u. dgl. m".

Der Schutz des Anwenders, Verbrauchers, des Naturhaushaltes und des Grundwassers vor nicht vertretbaren negativen Auswirkungen von Pflanzenschutzmaßnahmen ist ein hohes, notwendiges und wertvolles Gut, das auch zukünftig zu bewahren ist. Die praktische Situation gerade der Gartenbaubetriebe hat sich aber bedingt durch die inzwischen hohen Anforderungen an die Pflanzenschutzmittel und durch die mit der Anwendung verbundenen Auflagen während des vergangenen Jahrzehnts gravierend verändert. So nahm die Zahl der zugelassenen Pflanzenschutzmittel in Deutschland zwischen 1986, als ein neues Pflanzenschutzgesetz in Kraft trat, und heute von damals ca. 1690 Präparaten auf der Basis von 308 Wirkstoffen auf heute rund 900 Präparate mit 240 Wirkstoffen ab. Viele dieser Präparate sind aufgrund spezifischer Auflagen oder Anwendungsbestimmungen für gärtnerische Kulturen nicht oder nicht mehr verfügbar. Aufgrund der hohen Kosten, die durch die Prüfungen der Pflanzenschutzmittel entstehen, werden für viele kleine Anwendungsbereiche und Kulturen des Gartenbaus heute von der Industrie keine speziellen Mittel mehr entwickelt, ja nicht einmal mehr in Großkulturen vorhandene Mittel für kleine Kulturen vorgesehen. Betroffen sind in besonderem Maße der Gemüsebau, der Anbau von Heil- und Gewürzpflanzen und der Zierpflanzenbau. Für eine erhebliche Zahl an Gemüsekulturen stehen derzeit überhaupt keine ausgewiesenen Präparate zur Lösung der dringenden Pflanzenschutzprobleme zur Verfügung. Es bereitet in der Praxis enorme Schwierigkeiten, die Kulturen bei gravierenden Pflanzenschutzproblemen (z. B. Auftreten von Quarantäneschadern, Durchführen eines Resistenzmanagements, Bekämpfung neuer Schaderregerrassen an bislang resistenten Sortimenten, etc.), zu schützen und die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Produktion im internationalen Raum sicherzustellen. Gerade in den kleinen Freilandkulturen stehen aber selbst heute, von speziellen Fällen abgesehen, noch keine hinlänglich praxisreifen Verfahren des nichtchemischen Pflanzenschutzes zur Verfügung. Das betrifft nicht nur Schädlinge, gegen die bestimmte Methoden, beispielsweise Kulturschutznetze (vgl. HOMMES 1993), in begrenztem Maße verwendet werden können. Es betrifft insbesondere pilzliche Krankheitserreger, die auf biologische oder biotechnische Weise derzeit von

sehr wenigen Ausnahmen abgesehen, praktisch nicht bekämpfbar sind, und Schadpflanzen. Auch die Züchtung resistenter Sorten ist oft nur für eine bestimmte Zeit erfolgreich, wie das Auftreten einer neuen Rasse des Falschen Mehltaus *Pero-nospora farinosa* f.sp. *spinaciae* an bislang vierfach resistenten Spinatsorten im Jahr 1996 gezeigt hat (MATTUSCH und MEYER 1997) und kann deshalb nicht als vollständiger Ersatz für chemische Bekämpfungsmaßnahmen gelten.

Die Prognosemodelle und Schadensschwellen, die während der vergangenen Jahrzehnte für verschiedene Kulturen entwickelt wurden (z. B. HOMMES et al. 1993, HILDENHAGEN et al. 1993, RICHTER et al. 1995), basieren letztendlich ebenfalls auf der Verfügbarkeit mindestens eines gut wirksamen Mittels im Falle des Schaderrege-rauftretens bzw. des Überschreitens entsprechender Schwellenwerte.

So hat sich offenbar die Situation, in der sich VON THÜMEN vor über-100 Jahren befand, im Vergleich zu der eines praxisorientierten Forschers und Beraters im Gartenbau von heute kaum geändert. Auch heute steht der Berater wieder vor der Situation, daß er oftmals zwar mit Hilfe modernster Methoden die Schadensursache exakt ermitteln und beschreiben, Maßnahmen zur Problemlösung aber im Einzelfall nicht empfehlen kann. Lediglich die Ursachen für die relative Hilflosigkeit des Beraters sind andere. Heute sind theoretisch eine Vielzahl an Substanzen und auch fertig entwickelten Präparaten bekannt. Deren Verfügbarkeit für den Praktiker ist jedoch sehr engen Grenzen unterworfen.

Umfangreiche Bemühungen der letzten Zeit, die von Einrichtungen des Bundes und der Länder sowie von Berufsverbänden vorgenommen werden, dienen der Schließung der Indikationslücken im Gartenbau (PALLUTT 1993, 1995, PALLUTT UND HOHGARDT 1996, SCHIETINGER 1996, ZORNACH 1996) und damit der Existenzsicherung auch der kleinen gärtnerischen Kulturen. Von Bedeutung ist dabei, daß die Bemühungen sich dabei nicht nur auf chemische Verfahren beschränken, sondern daß parallel dazu über spezielle Forschungs- und Entwicklungsprogramme in besonderem Maße an neuen nichtchemischen Verfahren gearbeitet wird. Gleichzeitig werden über einen internationalen Datenabgleich alle verfügbaren Erfahrungen und Kenntnisse genutzt.

Auch in den Systemen des Integrierten Anbaus besteht die Notwendigkeit, in bestimmten Fällen gezielt und sachgerecht in das Befallsgeschehen einzugreifen und

die wertvollen Kulturen vor ökonomisch unververtretbaren Auswirkungen zu schützen. Eine nur geringe Verfügbarkeit weniger, womöglich noch breit wirksamere Mittel behindert den Anbauer in seinem Bemühen, das technische und biologische Instrumentarium für einen sachgerechten und umweltfreundlichen Pflanzenschutz zu nutzen eher, als daß es ihm hilft. Im Gegenteil, je besser die Verfügbarkeit spezifischer Handlungsmöglichkeiten ist, um so besser kann er bestimmte Probleme, wie beispielsweise Resistenzmanagement oder die Frage der Nützlingsverträglichkeit, eigenverantwortlich im Sinne des Integrierten Pflanzenschutzes lösen. Das ist von besonderer Bedeutung angesichts der Tatsache, daß bei rückläufiger Beratungsintensität in den Ländern die Entscheidungsfindung und Verantwortlichkeit zunehmend von den Produzenten selbst übernommen werden muß. Bei all dem bleibt zu hoffen, daß die Bemühungen zur Harmonisierung der Belange des Pflanzenschutzes im Rahmen der EU zukünftig die Grundlage für die Angleichung der Wettbewerbsbedingungen für Gartenbaubetriebe in den Mitgliedsstaaten der EU schaffen und damit dem sachgerechten, verantwortlichen Pflanzenschutz und dem Gartenbau eine Zukunft sichern werden.

Literatur

- ALBERT, R., und MEINERT, G. (1991): Entwicklung der Biologischen Schädlingsbekämpfung in Baden-Württemberg seit 1987. *Gesunde Pflanzen* 43.(4), 107-113.
- ANONYM (1992): Bewertung von Pflanzenschutzmitteln im Zulassungsverfahren. *Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtsch. Berlin-Dahlem* 284., 141.
- ANONYM (1995): Öffentliches Grün als potentieller Wachstumsmarkt. *Deutscher Gartenbau* 49.(28), 1697.
- ANONYM (1996): *Risikominderung bei Pflanzenschutzmitteln in Deutschland*. Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Referat Öffentlichkeitsarbeit, Bonn, 49 S., Best. Nr. 313-14/96.
- ANONYM (1997a): 37000 Gartenbaubetriebe in Deutschland. *Gartenbau-Report* 1, 4.
- ANONYM (1997b): Rosen und Viole an erster Stelle - Neueste Zahlen zum Zierpflanzenbau liegen vor. *TASPO* 131.(20), 7.
- ANONYM (1997c): Weltweit 223000 Hektar Zierpflanzen. *Gärtnerbörse* 97.(12), 673.
- ANONYM (1997d): Weniger Zierpflanzenbetriebe. *BMELF-Informationen* Nr. 25 vom 25.06.97, S. 5.

APPEL, O. (1926a): *Taschenatlas der Kartoffelkrankheiten. Teil: Knollenkrankheiten und Teil II: Staudenkrankheiten*, Parey Verlag Berlin.

APPEL, O. (1926b): Die wirtschaftliche Bedeutung des Pflanzenschutzes. In: Vogt, E (1926): *Die chemischen Pflanzenschutzmittel*. W. de GruyterVerlag Berlin, S 5-10.

BACKHAUS, G.F., und RUISINGER, M (1995): Integrierter Pflanzenschutz im Gartenbau - Einführung und langfristige Etablierung biologischer Pflanzenschutzverfahren in gärtnerischen Kulturen unter Einbeziehung von Praxisbetrieben. *Angewandte Wissenschaft 444*, Reihe A der Schriftenreihe des Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Landwirtschaftsverlag Münster, 106 S.

BALDER, H (1996): Urbanes Grün - Stiefkind im Pflanzenschutz. *Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtschaft. Berlin-Dahlem* 321, 303.

BÄRTELS, A. (1985): *Der Baumschulbetrieb*. Ulmer Verlag Stuttgart. 3. Auflage.

BARING, H.H. (1956): Die Wirkung insektizider Ganzflächenbehandlung auf die Mesofauna des Ackerbodens. *Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtschaft. Berlin-Dahlem* 85., 60-65.

VON BAUDISSION, F. (1952): Die Wirkung von Pflanzenschutzmitteln auf Collembolen und Milben in verschiedenen Böden. *Zool. Jahrb. (Syst.)* 81., 4-90.

BAUER, A (1987): *Schlepper- Entwicklungsgeschichte eines Nutzfahrzeugs*. Franckh-Kosmos Verlag Stuttgart, 143 S.

BEHR, H.-C., und ILLERT, S. (1996): *ZMP Bilanz Gemüse 1996*. Zentrale Markt- und Preisberichtsstelle für Erzeugnisse der Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft GmbH, Bonn.

BEITZ, E (1994): *Baumschultechnik- einst und jetzt*. In: Alpen, P., Beitz, E, Hell, Ch., Rickert, F., Sievers, W. und Wiebicke, H: *Chronik der Baumschulen Schleswig-Holstein*. Herausgegeben vom Landesverband Schleswig-Holstein im Bund deutscher Baumschulen, Brunsdruck Dettmer GmbH, Uetersen, 124-174.

BERKER, J (1956): Über die Bedeutung der Raubmilben innerhalb der Spinnmilbenbiozönose auf Apfel. *Mitt.Biol.Bundesanst.Land-Forstwirtschaft. Berlin-Dahlem* 85., 44-48.

BETIEN, R., (20er Jahre; leider war dem vorliegenden Werk die Jahreszahl nicht mehr zu entnehmen): *Kampfbuch gegen Ungeziefer und Pilz in den verschiedenen Monaten*. Verlag des Erfurter Führers im Obst- und Gartenbau, Erfurt. (Werk liegt vor in der Bibliothek des Deutschen Gartenbaumuseums Erfurt).

BITSCH, V., und STORCK, H, (1995): Niederrhein bleibt Zierpflanzenbauzentrum. *Gärtnerbörse* 17., 737-740.

BÖHMER, B, (1985): *Ratgeber für Pflanzenschutz und Unkrautbekämpfung im Zierpflanzenbau*. Parey Verlag Berlin, 187 S.

- BÖHMIG, F., und JAENICHEN, H. (1958): *Reiter-Böhmig - Die Kulturpraxis der Schnittblumen und Topfpflanzen*, 8. Auflage, Parey Verlag Berlin, 682 S.
- BÖNING, K. (1972): Zur Geschichte der Polizeiverordnungen über Gifte und giftige Schädlingsbekämpfungsmittel. *Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd.* 24., 104-108.
- BÖRNER, H. (1978): *Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*, Ulmer Verlag Stuttgart, 2. Auflage, 419 S.
- BOKELMANN, W. (1997): Veränderungen der Betriebsstrukturen im Gemüsebau. *Gemüse* 6., 370-372.
- BOVE, F.J. (1970): *The story of ergotism*. Karger Verlag Basel, S. 3-163.
- BRAUN, K. (1933): *Überblick über die Geschichte der Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschädlinge*. In: Sorauer, P. (1933). *Handbuch der Pflanzenkrankheiten*. 6. Auflage, Erster Band, Erster Teil, Parey Verlag Berlin, 1-79.
- BRAUN, H. (1965): *Geschichte der Phytomedizin*. Berlin, 140 S.
- BREMER, H. (1956): Gartenbaulicher Pflanzenschutz-Aktuelle Pflanzenschutzprobleme in deutschen Gemüsebau. *Mitt. Bio. Bundesanst. Land-Forstwirtschaft. Berlin-Dahlem* 85., 122-128.
- CRÜGER, G. (1983): *Pflanzenschutz im Gemüsebau*. 2. Auflage, Ulmer Verlag Stuttgart, 422 S.
- DIEKMANN, K. (1943): *Schlupfs praktisches Handbuch der Landwirtschaft*. 29. Auflage, Parey Verlag Berlin, 499 S.
- DIERCKS, R. (1986): Biologische und biotechnische Pflanzenschutzverfahren - Stand der Entwicklung und Probleme der Anwendung im Erwerbsgartenbau. *Bayerisches Landwirtschaftliches Jahrbuch* 63.(4), 395-432.
- DIERCKS, R., und HEITFUSS, R. (1994): *Integrierter Landbau*. 2. Auflage, BLV-Verlag München, 440 S.
- DILCHER, D.L. (1963): *Eocene epiphyllous fungi*. *Science* 142., 667-669.
- DOSSE, G. (1956): Über die Bedeutung der Raubmilben innerhalb der Spinnmilben-biozönose auf Apfel. *Mitt. Bio. Bundesanst. Land-Forstwirtschaft. Berlin-Dahlem* 85., 40-44.
- DREES, H. (1987): 50 Jahre Pflanzenschutzgesetz. *Gesunde Pflanzen* 39.(3), 120-122.
- FLACHS, K. (1931): *Krankheiten und Parasiten der Zierpflanzen*. Ulmer-Verlag Stuttgart, 558 S.

FRANK, A.B. (1880): Vorwort zur 1. Auflage des Handbuchs „Die Krankheiten der Pflanzen“. In: Frank, A.B. (1895). *Die Krankheiten der Pflanzen*, 2. Auflage, Trewendt Verlag Breslau.

FRANK, A.B. (1895): *Die Krankheiten der Pflanzen - Ein Handbuch für Land- und Forstwirte, Gärtner, Gartenfreunde und Botaniker*. 2. Auflage Trewendt Verlag Breslau, 3 Bände.

FRANK, A.B. (1896a): *Die Krankheiten der Pflanzen - Ein Handbuch für Land- und Forstwirte, Gärtner, Gartenfreunde und Botaniker*, zweiter Band: *Die pilzparasitären Krankheiten der Pflanzen*. Trewendt Verlag Breslau, 674 S.

FRANK, A.B. (1896b): *Die Krankheiten der Pflanzen - Ein Handbuch für Land- und Forstwirte, Gärtner, Gartenfreunde und Botaniker*, dritter Band: *Die tierparasitären Krankheiten der Pflanzen*. Trewendt Verlag Breslau, 363 S.

GRUNEWALDT-STÖCKER, G. (1990): *Biologischer Pflanzenschutz in der Bundesrepublik Deutschland*. Fördergemeinschaft Integrierter Pflanzenbaue.V., Bonn.

HAMM, W. (1872): *Das Ganze der Landwirthschaft*. 2. Ausgabe, Arnoldische Buchhandlung Leipzig, 380 S.

HARRIS, R.W. (1992): *Arboriculture*. 2. Auflage, Prentice-Hall Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, USA, 673 S.

HARTIG, R. (1882): *Lehrbuch der Baumkrankheiten*. 1. Auflage, Berlin.

HASSAN, S.A., ALBERT, R., und ROST, W.M. (1993): *Pflanzenschutz mit Nützlingen im Freiland und unter Glas*. Ulmer Verlag Stuttgart, 188 S.

HEINRICHS, F. (1994): Wie sich der Außenhandel mit Gehölzen entwickelt. *TASPO-Gartenbaummagazin* August 1994, 16-17.

HENNING, F.-W. (1979): *Landwirtschaft und ländliche Gesellschaft in Deutschland*. Band 1. 800 - 1750. Ferdinand Schöningh Verlag Paderborn. 287 S.

HERBOLD, J. (1995): *Bodenunabhängige Kulturverfahren im Gemüsebau*. Ulmer Verlag Stuttgart.

HILDENHAGEN, R., FORSTER, R., und HOMMES, M. (1993): Bekämpfungsschwellen für die Mehligke Kohlblattlaus und Schmetterlingsraupen - Grundlage für einen gezielten Pflanzenschutz in Kopfkohlkulturen. In: Bausteine für den integrierten Pflanzenschutz im Gartenbau - Aktuelle Arbeiten aus dem Institut für Pflanzenschutz im Gartenbau. *Mitt. Bio/ Bundesanst. Land-Forstwirtsch. Berlin-Dahlem* 289., S. 123-132.

HILTNER, L. (1909): Vorwort zur 1. Auflage von „*Pflanzenschutz nach Monaten geordnet*“. In: Hiltner, E., Flachs, R. und Pustet, A. (1926). *Pflanzenschutz nach Monaten geordnet*. Eine Anleitung für Landwirte, Gärtner, Obstbaumzüchter. 2. Auflage, Ulmer Verlag Stuttgart, 391 S.

HILTNER, E, FLACHS, R, und PUSTET, A (1926): *Pflanzenschutz nach Monaten geordnet. Eine Anleitung für Landwirte, Gärtner, Obstbaumzüchter*. 2 Auflage, Ulmer Verlag Stuttgart, 391 S.

HOFFMANN, G.M., NIENHAUS, F, SCHÖNBECK, F, WELTZIEN, H.C., WILBERT, H (1976): *Lehrbuch der Phytomedizin*, 1. Auflage, Parey Verlag Berlin, 490 S

HOLLRUNG, M (1923): *Die Mittel zur Bekämpfung der Pflanzenkrankheiten*. 3. Auflage, Parey Verlag Berlin.

HOMMES, M (1993): Einsatz von Kulturschutznetzen im Gartenbau. In: Bausteine für den integrierten Pflanzenschutz im Gartenbau - Aktuelle Arbeiten aus dem Institut für Pflanzenschutz im Gartenbau. *Mitt. Bio/. Bundesanst. Land-Forstwirtsch. Berlin-Dahlem* 289., 104-110.

HOMMES, M, MÜLLER-PIETRALLA, W., und GEBELEIN, D (1993): Simulationsmodelle für Gemüsefliegen - Entscheidungshilfen für Beratung und Anbau. In: Bausteine für den integrierten Pflanzenschutz im Gartenbau - Aktuelle Arbeiten aus dem Institut für Pflanzenschutz im Gartenbau. *Mitt. Bio/. Bundesanst. Land-Forstwirtsch. Berlin-Dahlem* 289., 111-122.

HORN, W. (Hrsg.) (1996): *Zierpflanzenbau*. Blackwell Verlag Berlin, 662 S.

KAIM, E (1994): Wie sich der Handel mit Gehölzen zusammensetzt. *TASPO-Gartenbaumagazin* August 1994, 20-21.

KELLER, H (1951): Über die Wirkung einer Bodenbegiftung mittels DDT- und Hexa-Mitteln auf die Kleinarthropoden, insbesondere Collembolen. *Naturwissenschaften* 38., 480-481.

VON KIRCHNER, O. (1923): *Die Krankheiten und Beschädigungen unserer landwirtschaftlichen Kulturpflanzen*. 3. Auflage, Ulmer Verlag Stuttgart, 679 S

VON KIRCHNER, O. (1927): *Atlas der Krankheiten und Beschädigungen unserer landwirtschaftlichen Kulturpflanzen; IV. Krankheiten und Beschädigungen der Gemüse- und Küchenpflanzen*. Ulmer Verlag Stuttgart.

VON KIRCHNER, O., und BOLTSHAUSER, H (1923): *Atlas der Krankheiten und Beschädigungen unserer landwirtschaftlichen Kulturpflanzen; V. Krankheiten und Beschädigungen der Obstbäume*. Ulmer Verlag Stuttgart.

KLAFFKE, K (1995): Entwicklungstendenzen der Grünflächenämter. *Messe-Magazin Hannover* 1995, 11-15.

KLINKOWSKI, M (1956): Beiträge zur Kenntnis der Virosen der Gladiole in Mitteleuropa. *Mitt. Bio/. Bundesanst. Land-Forstwirtsch. Berlin-Dahlem* 85., 139-151.

KLINKOWSKI, M (1958): *Pflanzliche Virologie, Band/1. Einführung in die allgemeinen Probleme*. Akademie Verlag Berlin, 279 S.

KOLBE, W., BUSSMANN, R, und WINTER, F. (1983): *Landbau und Ernährung*. Rheinischer Landwirtschaftsverlag Bonn, 248 S

KOTTE, W. (1952): *Krankheiten und Schädlinge im Gemüsebau und ihre Bekämpfung*. 2. Auflage, Parey Verlag Berlin, 280 S

KRIEG, A, und FRANZ, J.M. (1989): *Lehrbuch der biologischen Schädlingsbekämpfung*. Parey Verlag Berlin, 302 S

KRÜSSMANN, G (1978): *Die Baumschule*. Ein praktisches Handbuch für Anzucht, Vermehrung, Kultur und Absatz der Baumschulpflanzen. 4. Auflage, Parey-Verlag Berlin.

KRUG, H (1986): *Gemüseproduktion*. Parey Verlag Berlin.

KÜHN, J. (1858): *Die Krankheiten der Kulturgewächse, ihre Ursachen und Verhütung*. Berlin.

LÜSTNER, G. (1924): *Die wichtigsten Krankheiten und Feinde der Obstbäume, Beerensträucher und des Strauch- und Schalenobstes*. 2. Auflage, Ulmer Verlag Stuttgart, 201 S

LÜSTNER, G. (1933): *Krankheiten und Feinde der Zierpflanzen im Garten, Park und Gewächshaus*. Ulmer Verlag Stuttgart, 266 S

LUNDEHN, J.-R. (1995): Rechtliche Regelungen der Europäischen Union zur Prüfung und Zulassung von Pflanzenschutzmitteln und Wirkstoffen. *Berichte aus der Bio. Bundesanst. Land-Forstwirtsch. Berlin-Dahlem* 3., 233 S

MATHYS, G. (1956): Das Massenaufreten von Spinnmilben als biozönotisches Problem. *Mit. Bio. Bundesanst. Land-Forstwirtsch. Berlin-Dahlem* 85., 34-40.

MATTUSCH, P., und MEYER, E. (1997): Falscher Mehltau bei Spinat. *Gemüse* 33.(4), 252-254.

MAYER, K (1955): Wege der Schädlingsbekämpfung im Wandel der Zeiten. *Z angew. Zool.* 1., 379.

MAYER, K (1956): Spinne und Fadenkreuz. *Naturwissenschaftliche Rundschau* 8., 313-315.

MAYER, K (1959): *4500 Jahre Pflanzenschutz*. Eugen Ulmer Verlag Stuttgart, 45 S

MÖCKEL, L. (1997): Tendenzen bei den Landschaftsgärtnern. *Deutscher Gartenbau* 51.(24), 1328-1330.

MORSTATT, H. (1923): *Einführung in die Pflanzenpathologie*. Gebr. Borntraeger Berlin.

MÜLLER, H, und PREISING, F. (1971): *Unterglasgemüsebau*. Parey Verlag Berlin, 254S.

- ORLOB, G.B. (1964): Vorstellungen über die Ätiologie in der Geschichte der Pflanzenkrankheiten. *Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer* 17., 185-272.
- ORLOB, G.B. (1973): Frühe und mittelalterliche Pflanzenpathologie. *Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer* 26.(2), 69-314.
- ORTH, H (1956): Neuere Erfahrungen über Unkrautbekämpfung in einigen Gemüsekulturen. *Mitt. Bio/. Bundesanst. Land-Forstwirtsch. Berlin-Dah/em* 85., 194-197.
- PALLUTT, W. (1993): Lückenindikation - Stand und Aufgaben sowie aktueller Stand der Zulassungen im Arznei- und Gewürzpflanzenanbau. *Herba Germanica* 1, 33-46.
- PALLUTT, W. (1995): Lückenindikationen im Pflanzenschutz. *Gemüse* 31., 168-170.
- PALLUTT, W., und HOHGARDT, K (1996): Strategiepapier „Lückenindikation“ - Situation und Lösungen. *Berichte aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Heft 22, 35 S.*
- PAPE, H (1931): *Die Praxis der Bekämpfung von Krankheiten und Schädlingen der Zierpflanzen.* 1. Auflage, Parey Verlag Berlin.
- PAPE, H (1956): Dringende Pflanzenschutzfragen im Blumen- und Zierpflanzenbau. *Mitt. Bio/. Bundesanst. Land-Forstwirtsch.* 85., 134-138.
- PAPE, H (1958): *Leitfaden des Pflanzenschutzes im Zierpflanzenbau.* Parey Verlag Berlin, 132 S
- PHILLIPS, R, und RIX, M (1994): *Gemüse in Garten und Natur.* Droemersch Verlagsanstalt München, 269 S
- RADEMACHER, B (1949): *Krankheiten und Schädlinge im Acker- und Feldgemüsebau.* 1. Auflage, Ulmer Verlag Stuttgart, 182 S
- RADEMACHER, B (1954): *Krankheiten und Schädlinge im Acker- und Feldgemüsebau.* 2. Auflage, Ulmer Verlag Stuttgart, 261 S
- RAYCHAUDHURI, S.P. (1964): *Agriculture in ancient India.* Indian Council Agric. Research, New Delhi, 84-98.
- REICHELDT, CHR. (1771): *Land- und Gartenschatzes sechster Teil. Worinnen vom Hopfenbaue, wie auch von den vornehmsten Blumen-Gewächsen, deßgleichen von Vertilgung der schädlichen Thiere und Ungeziefer auf den Aeckern und in den Gärten gehandelt worden.* 3. Auflage, Universitäts Buchdr. Heinr. Rudolph Nonne Erfurt
- REINHARDT, L (1911): *Kulturgeschichte der Nutzpflanzen, Band IV, 1. Hälfte.* Verlag von Ernst Reinhardt München, 738 S
- REITER, C (1931): *Die Praxis der Schnittblumengärtnerei- Lehr- und Handbuch für den neuzeitlichen Gärtnerbetrieb.* 5. neu bearb. Auflage, Paul Parey Verlag Berlin, 488S.

RICHTER, R (1910): *Der neue Obstbau*. 2 Auflage, Jungborn Verlag Stapelburg/Harz, 134 S.

RICHTER, E., HILDENHAGEN, R., HOMMES, M., KRAUTHAUSEN, H.-J., und LINDHORST, R (1995): Thripse an Zwiebel und Porree - gezielt bekämpfen nach Schwellenwerten. *TASPO-Gartenbaumagazin* 4.(4), 36-38.

RICKERT, F. (1994): Aus alter Zeit. In: ALPEN, P., BEITZ, E., HELL, CH., RICKERT, F., SIEVERS, W., und WIEBICKE, H: *Chronik der Baumschulen Schleswig-Holstein*. Herausgegeben vom Landesverband Schleswig-Holstein im Bund deutscher Baumschulen, Brunsdruck Dettmer GmbH, Uetersen, 7-13.

RITZEMA-BOS (1891): *Tierische Schädlinge und Nützlinge für Ackerbau*, Berlin

SAUTHOFF, W. (1965): Entwicklungstendenzen im Zierpflanzenbau und im Zierpflanzenchutz. *Mitt. Bio. Bundesanst. Land-Forstwirtsch. Berlin-Dahlem* 115., 211-221.

SAUTHOFF, W. (1981): Tendenzen des Pflanzenschutzes im Zierpflanzenbau. *Mitt. Bio. Bundesanst. Land-Forstwirtsch. Berlin-Dahlem* 203., 41-53.

SAVASTANO, L (1890): *La patologia dei Greci, Latini ed Arabi*. Garibaldi, Portici, S. 12-75.

SCHAPER, P. (1955): Schädlingsbekämpfung - heute und morgen. *Gartenwelt* 55.(3), 33-34.

SCHIETINGER, R (1996): Schließen von Lücken - Ein neuer Schwerpunkt für die Beratung. *Mitt. Bio. Bundesanst. Land-Forstwirtsch. Berlin Dahlem* 291., 105-108.

SCHMIDT, M (1936): *Die Schädlinge des Obst- und Weinbaus*. Trowitzsch Verlag Frankfurt (Oder), 84 S.

SCHÖNBECK, F. (1979): *Pflanzenkrankheiten* - Einführung in die Phytopathologie. Teubner Verlag Stuttgart, 184 S.

SCHÖNBECK, F., KLINGAUF, F., und KRAUS, P. (1988): Situation, Aufgaben und Perspektiven des Biologischen Pflanzenschutzes. *Gesunde Pflanzen* 40.(3), 86-96.

SCHRADER, G (1956): Rückschau auf zwei Jahrzehnte Phosphorchemie. *Mitt. Bio. Bundesanst. Land-Forstwirtsch. Berlin-Dahlem* 85., 3-10.

SCHWERTFEGER, F. (1956): Biozönose und Pflanzenschutz. *Mitt. Bio. Bundesanst. Land-und Forstwirtsch. Berlin-Dahlem* 85., 11-21.

SMOLKA, S., MATTUSCH, P., und HOMMES, M (1993): Bausteine für den integrierten Pflanzenschutz im Gartenbau. *Mitt. Bio. Bundesanst. Land-Forstwirtsch. Berlin-Dahlem* 289., 155 S.

SORAUER, P. (1874): *Handbuch der Pflanzenkrankheiten*, 1. Auflage.

- SORAUER, P. (1933-39): *Handbuch der Pflanzenkrankheiten*. 6 Bände, 6. Auflage, Parey-Verlag Berlin.
- SPRENG, H. (1927): *Der Obstbau wie er ist und wie er sein sollte*. Verbandsdruckerei Bern, herausgeg. vom Verband der schweizerischen Obsthandels- und Obstverwertungsfirmen in Zug, Schweiz.
- STAHL, M., und UMGELTER, H. (1976): *Pflanzenschutz im Zierpflanzenbau*. 2. Auflage, Ulmer Verlag Stuttgart. 495 S.
- STAHL, M., UMGELTER, H., JÖRG, G., METZ, F., und RICHTER, J. (1993): *Pflanzenschutz im Zierpflanzenbau*. Ulmer Verlag Stuttgart, 396 S.
- STEINER, H. (1956): Über den Einfluß chemischer Mittel auf die Biozönose von Apfelfanagen. *Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtsch. Berlin-Dahlem* 85., 48-52.
- STELLWAAG, F. (1941): *Die Schädlingsbekämpfung im Obstbau*. 2. Auflage, Genossenschaftsdruckerei Berlin, 71 S.
- TASCHEN BERG (1865): *Die der Landwirtschaft schädlichen Insekten und Würmer*. Leipzig.
- THIEDE, G. (1975): *Europas grüne Zukunft*. Econ Verlag Düsseldorf, 464 S.
- VON THÜMEN, F. (1886): *Die Bekämpfung der Pilzkrankheiten unserer Culturgewächse*. Faesy Verlag Wien, 157 S.
- UNGER, (1833): *Die Erantheme der Pflanzen und einige mit diesen verwandte Krankheiten der Gewächse*. Wien.
- USCHDRAWITZ, H.A. (1956): Die Problematik des Pflanzenschutzes im Blumen- und Zierpflanzenbau. *Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtsch. Berlin-Dahlem* 85., 129-133.
- VERSTL, A. (1989): Pflanzenschutz anno 1845. *Deutsche Baumschule* 41.(4), 180 S.
- VOGT, E. (1926): *Die chemischen Pflanzenschutzmittel*. W. de Gruyter Verlag Berlin, 134 S.
- WEBER, H. (1994): Standort Deutschland - neue Gesetze erschweren das Leben. *Deutscher Gartenbau* 48.(11), 709-710.
- WIEGMANN, (1839): *Die Krankheiten und krankhaften Mißbildungen der Gewächse*. Braunschweig.
- VON ZABELTITZ, C. (1986): *Gewächshäuser*. Ulmer Verlag Stuttgart, 2., 284 S.
- ZORNBACH, W. (1996): Lückenindikationen - ein Überblick. *Mitt. Biol. Bundesanst. ,Lap.-Forstwirtsch. Berlin-Dah/ern* 321., 520-521.

Ulrike BRIELMAIER-LIEBETANZ

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Pflanzenschutz
im Gartenbau, Messeweg 11/12, 38104 Braunschweig

Krankheiten in Azerca-Kulturen - 40 Jahre Forschung in der BBA

Einleitung

Die Anfänge des Anbaus von Azerca-Kulturen (Azaleen, Eriken, Camellien) in Deutschland gehen auf das Jahr 1813 zurück, als Friedrich Jakob Seidel in Dresden die Camellienkultur aufnahm (VOGEL, 1982). Die ersten Azaleen gelangten 1820 nach Dresden, die Erikenkultur erlangte erst Ende des 19. Jahrhunderts erwerbsgärtnerische Bedeutung. Mit dem verstärkten Anbau dieser Kulturen entwickelten sich die bis dahin eher unüblichen Spezialbetriebe für Zierpflanzen. Im Jahr 1929 schlossen sich die Anbauer in Dresden zusammen und gründeten die Vereinigung der Azaleen-, Camellien- und Erikenzüchter Deutschlands (ACE). Neun Jahre später wurde ein Beratungsring der Anbauer von Azaleen, Eriken und Camellien unter dem Namen AZERCA ins Leben gerufen. Während die Camellienkultur nach einem raschen Aufschwung stark rückläufig war, nahm der Anbau von Azaleen und Eriken kontinuierlich zu. Die meisten Anbauer von Azaleen und Eriken sind heute im Zentralverband Gartenbau als Sondergruppe Azerca vertreten. Azaleen und Eriken zählen inzwischen zu den wirtschaftlich bedeutendsten Topfpflanzenkulturen. Zur optimalen Auslastung der sehr speziellen Betriebsstruktur für diese Zwei-Jahres-Kulturen bauen einige Azerca-Betriebe neben Eriken und Azaleen aufgrund gleichgerichteter Wachstumsansprüche auch Callunen an.

Erikasterben

Die Forschungsarbeiten über Azerca-Kulturen an der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft nahmen ihren Anfang in den Fünfzigerjahren im damaligen Laboratorium für Zierpflanzenkrankheiten in Berlin-Dahlem. Zu dieser Zeit wurde über große Ausfälle in Beständen von *Erica gracilis* sowohl aus dem Frankfurter

Raum als auch aus der Schweiz berichtet. Als Symptome wurden Wachstumsdepressionen, Anlegen der Blätter an die Sproßachse, Welken und schließlich Vertrocknen der Triebe beschrieben. Die Ursache für die Ausfälle war zunächst unklar, es wurde allgemein vom sogenannten Erikasterben gesprochen. Während Praktiker der Ansicht waren, das Sterben sei eine unmittelbare Folge von Kulturfehlern, führte HEIMANN (1959) die Schäden auf einen Befall mit *Pestalotia versicolor* zurück, gefördert durch Kulturfehler. In der Schweiz brachte man das Erikasterben in Zusammenhang mit einer massiven Besiedlung der Wurzeln durch *Opidium* sp., wie sie in gesund aussehenden Pflanzen nicht anzutreffen ist (STALDER und SCHÜTZ, 1957). Die Autoren zeigten einen Zusammenhang zwischen Stickstoffdüngung und dem Auftreten von *Opidium* sp. auf und sprachen deshalb von einer Kulturkrankheit. Etwa zur gleichen Zeit traten im norddeutschen Raum ähnliche Schäden auch an optimal kultivierten *E. gracilis* auf. Während die oberirdisch sichtbaren Krankheitssymptome mit den bisherigen Beschreibungen des Erikasterbens übereinstimmten, konnten SAUTHOFF et al. (1959) abweichend von HEIMANN (1959) stark verbräunte Wurzeln nachweisen. Es wurde deshalb ein bodenbürtiger Krankheitserreger vermutet. Diese Vermutung ließ sich rasch experimentell bestätigen: In einer aus Wurzelballen kranker Eriken gewonnenen Erde wurden gesunde Eriken (*E. gracilis*) krank, wogegen die Kontrollpflanzen in dem gleichen, aber gedämpften Substrat gesund blieben.

Aus kranken Pflanzen wurde in großer Häufigkeit *Phytophthora cinnamomi* isoliert, ein Pilz, der nach damaligen Beobachtungen englischer Forscher *E. gracilis* nicht befallen kann. In Pathogenitätstests an *E. gracilis* mit Isolaten von *P. cinnamomi* ließen sich jedoch eindeutig die Krankheitssymptome reproduzieren. SAUTHOFF et al. (1959) beschrieben diese *Phytophthora*-Art als die Ursache für das Absterben der Eriken. Nachdem auch aus *E. gracilis* aus dem Frankfurter Raum regelmäßig *P. cinnamomi* isoliert wurde, folgten lebhafte Erörterungen zwischen HEIMANN und SAUTHOFF über die Bedeutung von *Pestalotia* sp. als Krankheitserreger an Eriken. SAUTHOFF et al. (1961) waren der Auffassung, daß *P. cinnamomi* beim Phänomen des Erikasterbens die weitaus wichtigste Rolle spielt. Diese Einschätzung ist heute noch gültig, auch wenn immer wieder Wuchsdepressionen und Absterbescheinungen an *E. gracilis* auftreten, die mit Sicherheit nicht auf *P. cinnamomi* zurückzuführen sind.

Wenige Jahre später wurde *P. cinnamomi* auch als Krankheitserreger an Azaleen (*Rhododendron simsii*) nachgewiesen (SAUTHOFF, 1963). Infizierte Azaleen blieben im Wuchs zurück, das Laub wurde fahl, im weiteren Verlauf welkten die Pflanzen und starben schließlich ab.

Wirkstoffe zur chemischen Bekämpfung des Erregers standen damals nicht zur Verfügung, so daß sich die Bekämpfungsempfehlungen auf hygienische Maßnahmen beschränkten. Aufgrund der Vermutung, daß die Stellbodenfläche die Hauptinfektionsquelle darstellt, empfahlen SAUTHOFF et al. (1961) als Alternative zum regelmäßigen Dämpfen, Azaleen unter Glas auf Tischen zu kultivieren oder die Beete nach unten durch eine Betonschicht abzuschließen, die gut gereinigt und desinfiziert werden kann. Es konnte gezeigt werden, daß ein Abdecken des Unterbodens mit einer Plastikfolie den Befall mit *P. cinnamomi* größtenteils verhindert. Die Empfehlung wurde von der Praxis aufgegriffen, es ist heute in den großen Azerca-Betrieben unter Glas kaum noch gewachsener Boden als Stellfläche anzutreffen.

Da Eriken und Azaleen im zweiten Kulturjahr ins Freiland ausgeräumt werden, stellte sich die wichtige Frage, ob Freilandflächen, auf denen kranke Pflanzen in Töpfen eingesenkt werden, anhaltend mit *P. cinnamomi* verseucht sind. Die Beobachtungen in der Praxis sprachen dagegen. Selbst in Betrieben, in denen aus Unkenntnis kranke Eriken im Freiland untergepflügt wurden, gab es keine großen Ausfälle im Freiland (SAUTHOFF, 1961). Pflanzen, die auf Flächen eingesenkt wurden, auf denen es im Vorjahr 100 % Ausfall gab, blieben gesund. Die Vermutung, daß die Winterkälte eine Überdauerung von *P. cinnamomi* im Boden verhindert, konnte SAUTHOFF (1967) experimentell belegen: Wurde Phytophthora-verseuchtes Substrat im Freiland überwintert und im Frühjahr mit Eriken bepflanzt, blieben die Pflanzen befallsfrei. Dagegen waren Pflanzen, die in verseuchtes Substrat gepflanzt wurden, das den Winter über im Gewächshaus gestanden hatte, zu 100 % befallen. Wurde der Pilz in Torfsubstrat vier Wochen bei -6°C aufbewahrt, war er nicht mehr nachzuweisen. Die Empfindlichkeit von *P. cinnamomi* gegen niedere Temperatur wurde später auch von VAN STEEKELENBURG (1973) in den Niederlanden bestätigt. Nach seinen Untersuchungen ist der Pilz bei mehrwöchiger Temperatur unter 0°C nicht überlebensfähig.

Wirtschaftlich bedeutende Ausfälle in Azarca-Kulturen durch *P. cinnamomi* sind heute eher die Ausnahme. Dies ist sicherlich darauf zurückzuführen, daß inzwischen wirksame Fungizide wie beispielsweise „Fonganil Neu“ (Metalaxyl) zur Verfügung stehen.

Knöllchenkrankheit

Bei den Untersuchungen zum Erikasterben fielen einzelne Pflanzen auf, die an den Wurzeln Verdickungen aufwiesen, sogenannte Wurzelknöllchen. In den Folgejahren nahmen Anfragen zu der Ursache der Wurzelknöllchen stetig zu. Am 1966 neu benannten Institut für Zierpflanzenkrankheiten wurde das Thema aufgegriffen und es wurden umfangreiche Untersuchungen durchgeführt. SAUTHOFF (1970) gelang es, das Agens der „Knöllchenkrankheit“ mit der Ballenerde kranker Pflanzen auf gesunde Pflanzen zu übertragen. Außerdem konnte er nachweisen, daß eine Krankheitsübertragung durch Dämpfen des Substrats verhindert wird. Da Nematoden als Schaderreger auszuschließen waren, wurde eine Krankheitsursache mikrobieller Natur vermutet. Ein Erreger ließ sich jedoch damals nicht isolieren. Zwei Jahre später wurde an der Universität Bonn aus Wurzelknöllchen in großer Häufigkeit *Agrobacterium* sp. isoliert und dessen Pathogenität an *E. gracilis* nachgewiesen (FLIEGE, 1972).

Stengelgrundfäule

Im Jahr 1969 trat in mehreren norddeutschen Gärtnereien an Azaleen ein weiteres Krankheitsbild auf. Das Symptom war ähnlich wie bei einem Befall mit *P. cinnamomi*: Kranke Pflanzen blieben im Wuchs zurück, die Blätter verloren ihren Glanz, und im fortgeschrittenen Stadium welkten die Pflanzen. Bei genauer Betrachtung zeigte sich, daß die Symptome die Folge einer Stengelgrundfäule waren. Anders als bei einem Befall mit *P. cinnamomi* blieben die Wurzeln relativ lange weiß. Aus Pflanzen mit den genannten Symptomen wurde häufig *Cylindrocadium scoparium* isoliert (SAUTHOFF und DALCHOW, 1969), ein Pilz, der damals in den USA bereits als Krankheitserreger an Azaleen nachgewiesen worden war. Da es schlagartig zu großen Ausfällen kam, wurde eine Einschleppung des Erregers mit Pflanzenmaterial

aus den USA vermutet. Bereits im Folgejahr wurde die Krankheit auch an Eriken festgestellt (SAUTHOFF und KRÜGER, 1971). Obgleich die Pathogenität dieses Erregers an Azaleen und Eriken außer Zweifel stand, waren Infektionsversuche mit *C. scoparium* an Azaleen nicht immer erfolgreich. Nach SAUTHOFF (1970) ist das Auftreten der Krankheit an bestimmte Voraussetzungen gebunden. Welche Faktoren im einzelnen für Infektion und Krankheitsverlauf bestimmend sind, wurde zu dieser Zeit nicht eingehender untersucht. Bekämpfungsversuche ergaben, daß ein *Cylindrocladium-Befall* durch eine vorbeugende Behandlung mit Benomyl sicher verhindert werden konnte. SAUTHOFF wies aber gleichzeitig darauf hin, daß die Anwendung von Benomyl nur als letzte Maßnahme zur Rettung stark gefährdeter Bestände ergriffen werden sollte, da eine Behandlung mit Benomyl zu einer Förderung von *Phytophthora cinnamomi* führen könne. 1978 betonte er in einem Vortrag beim Westfälischen Beratungsring für Azaleen- und Erikenbetriebe auch die Gefahr der Resistenzbildung beim häufigen Einsatz von Benomyl, obgleich nach Laborversuchen mit verschiedenen Stämmen von *C. scoparium* damals noch keine Anzeichen von Resistenz festzustellen waren. Gleichzeitig warnte er die Anbauer auch vor Azaleen-Importen aus den USA, da dort neben *C. scoparium* eine weitere *Cylindrocladium*-Art, *C. theae*, als Blattfleckererreger an Azaleen eine Rolle spielte.

Resistenz gegen Benomyl

Trotz der Warnungen und Hinweise blieb jedoch weder die Resistenzbildung bei *C. scoparium* noch das Auftreten von *C. theae* an Azaleen in Deutschland aus. BRIELMAIER und DALCHOW (1984) berichteten über eine unzureichende Wirkung von Benomyl gegen *C. scoparium* in zwei süddeutschen Gärtnereien. Aus kranken Azaleen und Eriken dieser Betriebe wurde *C. scoparium* isoliert. Im Agarplattentest erwiesen sich drei Isolate als unempfindlich gegen 1000 ppm Handelsprodukt „Du Pont Benomyl“, während drei ältere Vergleichsisolate anderer Herkunft auch noch bei einer Konzentration von 62,5 ppm völlig gehemmt wurden.

In den folgenden Jahren wurde auch im norddeutschen Anbaugebiet der Eindruck gewonnen, daß die Wirkung von Benomyl nachläßt. NEUBAUER fand 1994 unter 23 verschiedenen *Cylindrocladium*-Stämmen aus 18 Betrieben 15 Stämme, die völlig

resistent gegen Benomyl waren. Auch aus Südhessen wurde über eine schlechte Wirkung von Benomyl berichtet (WOHANKA 1995, pers. Mittig.).

Einfluß von Kulturmaßnahmen auf den Befall mit *Cylindrocladium scoparium*

Mit der nachlassenden Wirksamkeit von Benomyl nahmen die Krankheitsausfälle durch *C. scoparium* in den Betrieben wieder zu. Es wurde nach Alternativen gesucht, die Krankheit einzudämmen. Nach LEUPOLD (1982) können bestimmte Kulturmaßnahmen dafür verantwortlich sein, daß ein Schwächeparasit wie *C. scoparium* zum Problem wird. Er nannte z. B. die Umstellung von Nadelerde auf Torf. In Torf ist sowohl die Gefahr der Vernässung als auch der Austrocknung gegeben, ungünstige Feuchtigkeitsverhältnisse können die Pflanzen schwächen. Auch zu tiefes Topfen, insbesondere beim Einsatz von Topfmaschinen könnte eine Rolle spielen. Hinweise darauf sind auch Versuchsprotokollen von SAUTHOFF aus dem Jahre 1971 zu entnehmen. Im Experiment war eine *Cylindrocladium-Infektion* stärker, wenn die Pflanzen besonders tief getopft wurden.

Es blieb aber vorwiegend nur bei Vermutungen, welche Faktoren für Infektion und Krankheitsverlauf bestimmend sind.

Zur Frage, ob plötzlich auftretende Krankheitssymptome an älteren Pflanzen, die über Monate gesund erschienen, bereits auf eine Infektion im Stecklings- oder Jungpflanzenstadium zurückzuführen sind, wurden dann gezielte Untersuchungen angestellt. BRIELMAIER (1985) konnte in Infektionsversuchen an Azaleen unterschiedlicher Entwicklungsstadien nachweisen, daß Azaleen unabhängig vom Pflanzenalter von *C. scoparium* befallen werden können. Selbst bei Pflanzen im Stadium des Ausräumens können Neuinfektionen auftreten. Im allgemeinen traten die Krankheitssymptome an Jungpflanzen wesentlich rascher auf als nach Inokulation älterer Pflanzen. Eine lange Latenzphase an Jungpflanzen ist deshalb nicht anzunehmen. Die Zeitspanne vom Zeitpunkt der Inokulation (Pflanzen wurden in erregerverseuchtes Substrat getopft) bis zum Auftreten von Krankheitssymptomen variierte bei den älteren Pflanzen stark, und es wurde der Eindruck gewonnen, daß der Ernährungszustand der Pflanzen dabei eine Rolle spielt. Diese Beobachtungen waren Anlaß zu Untersuchungen zum Einfluß der Düngung auf den *Cylindrocladium-Befall* an Azale-

en (BRIELMAIER-LIEBETANZ et al., 1994). Es zeigte sich deutlich, daß die Krankheitsausfälle mit höherem Stickstoff-Angebot zunahmen (Abb. 1). Bei einer wenig anfälligen Sorte wie Rosali kam es nur dann zu starken Ausfällen, wenn die Pflanzen übermäßig gedüngt wurden (180 mg N/l). Bei der anfälligen Sorte Knut Erwen waren die Ausfälle bei 120 mg N/l beträchtlich, bei 60 mg N/l erkrankte dagegen nur eine Pflanze. „Hungrig“ kultivierte Azaleen (30 mg N/l) wurden trotz massiver Verseuchung des Substrats mit *C. scoparium* nicht befallen. Dies bedeutet, daß anfällige Sorten zur Verhinderung eines *Cylindrocladium-Befalls* möglichst lange suboptimal gedüngt werden sollten.

Die Ausfälle durch *C. scoparium* halten sich heutzutage in Grenzen, weil die Praxis seit der nachlassenden Wirkung von Benomyl ein besonderes Augenmerk auf eine angemessene Kulturführung legt und Hinweise auf eine strenge Gewächshaushygiene stärker beachtet werden als früher. Neben der Berücksichtigung einer gemäßigten Düngung dürfte insbesondere die von WOHANKA und DALCHOW (1987) empfohlene und inzwischen weit verbreitete Heißwasserbehandlung von Kulturgefäßen in den letzten Jahren dazu beigetragen haben, daß die Probleme mit *C. scoparium* rückläufig sind.

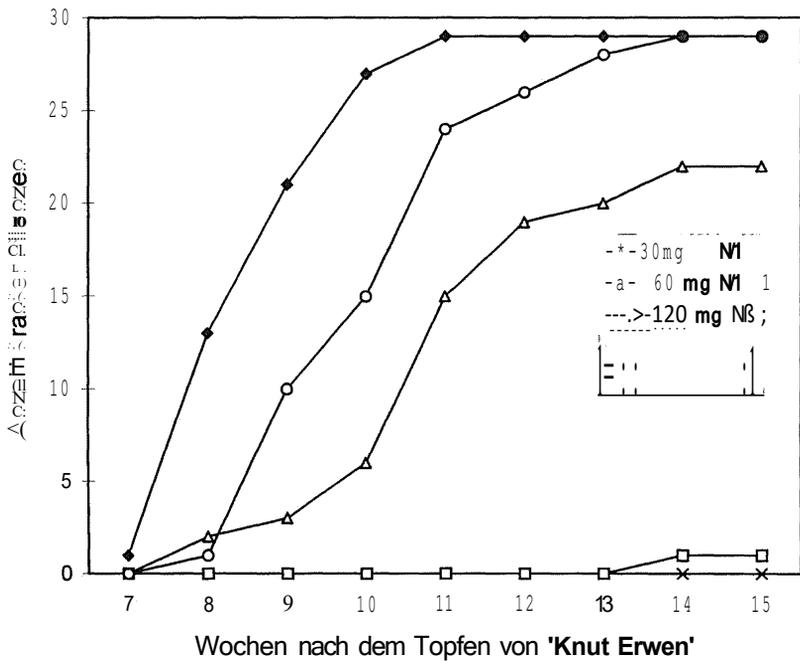
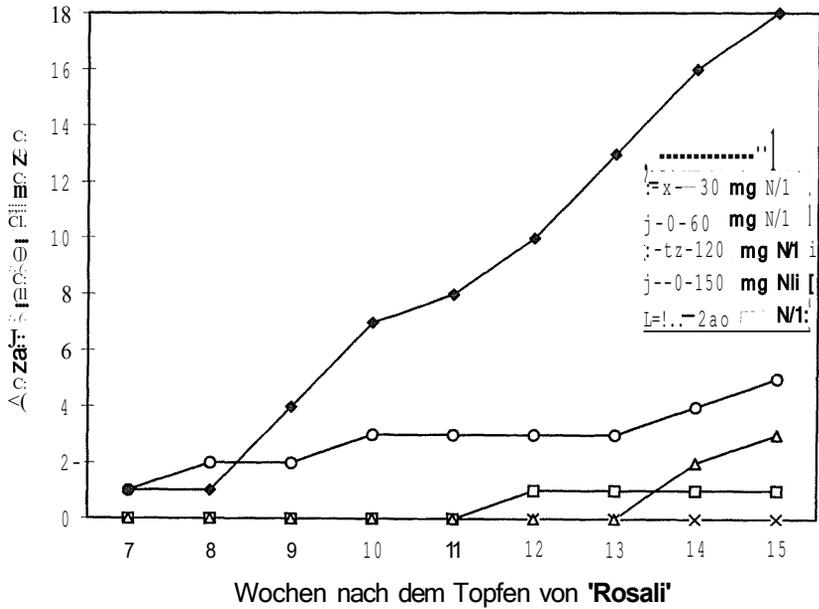


Abb 1: Einfluß des N-Angebotes auf den Befall von Acaleen mit *C. scoparium*

Blattflecken an Azaleen

Fast zeitgleich mit dem gehäuftem Auftreten Benomyl-resistenter Stämme von *C. scoparium* trat in verschiedenen Anbaugebieten Deutschlands *C. theae* als Blattfleckenerreger an Azaleen auf (NEUBAUER, 1996). Ob sich dieser Pilz in Deutschland zu einem wirtschaftlich bedeutenden Schaderreger entwickelt, bleibt abzuwarten, bisher war das Auftreten auf Einzelfälle beschränkt. Epidemiologisch ist dieser Pilz keinesfalls mit *C. scoparium* gleichzusetzen, da er homothallisch ist und leicht Perithezien ausbildet.

Phytophthora -Triebfäule

Zu Beginn der Achtzigerjahre wurde an Azaleen ein bis dahin unbekanntes Krankheitssymptom in Form eines Triebsterbens beobachtet. Schäden wurden zunächst aus Nordrhein-Westfalen gemeldet. KRÖBER und HEMER (1980) wiesen an Pflanzen mit absterbenden Trieben *Phytophthora citricola* als Krankheitserreger nach. Das Problem nahm zu, im Sommer 1982 traten auch in norddeutschen Gärtnereien Welke- und Absterberscheinungen an Azaleen auf, die anders aussahen als bei einer Infektion mit *C. scoparium* oder *P. cinnamomi*. Die Krankheit breitete sich rasch auf die verschiedenen Anbaugebiete aus. 1985/86 kam es im norddeutschen Raum zu großen wirtschaftlichen Ausfällen in der Azaleentreiberei, und im darauffolgenden Herbst wurden ähnliche Schäden auch an *Erica x hybrida* und *Calluna vulgaris* gemeldet. Jungpflanzen unter Glas waren allerdings nicht betroffen. Umfangreiche Untersuchungen zur Epidemiologie dieses Krankheitserregers und Bekämpfungsmöglichkeiten wurden von BRIELMAIER (1987) durchgeführt. In Infektionsversuchen konnte gezeigt werden, daß *P. citricola* die Pflanze nicht vom Boden aus infiziert, sondern über die oberirdischen Pflanzenteile. Durch Auflegen myzelbewachsener Agarstückchen auf frisch gestutzte Azaleentriebe konnten reproduzierbar Infektionen hervorgerufen werden. An gezielt infizierten Pflanzen wurden für Oomyzeten spezifische Präparate auf ihre Wirksamkeit geprüft. Dabei zeigte „Aliette“ (Fosetyl) in praxisüblicher Konzentration eine wesentlich bessere Wirkung gegen *P. citricola* als „Fonganiil“ (Furalaxyl) oder „Previcur N“ (Propamocarb) (Abb. 2). Aus Sorge vor zunehmenden Ausfällen wurde daraufhin in Betrieben, in de-

nen *P. citricola* gefunden wurde, in vierwöchigem Abstand vorbeugend „Aliette“ gespritzt, bis BRIELMAIER (1987) in weiteren Versuchen nachweisen konnte, daß eine Wirkung von „Aliette“ gegen *P. citricola* mindestens acht Wochen anhält (Abb. 3).

Seitdem wird vom Beratungsring Azerca für die betroffenen Betriebe die Empfehlung gegeben, Azaleen im letzten Kulturjahr im Abstand von acht Wochen mit „Aliette“ zu behandeln. Die erste Behandlung erfolgt kurz vor dem Ausräumen ins Freiland. Sowohl nach Beobachtungen in der Praxis als auch nach Literaturhinweisen zur Epidemiologie von *P. citricola* an anderen Wirtspflanzen ist die Freilandstellfläche als Hauptinfektionsquelle anzusehen. Durch diese gezielten Bekämpfungsmaßnahmen haben die Probleme mit *P. citricola* in Azerca-Kulturen abgenommen. Man muß sich aber im Klaren darüber sein, daß einmal verseuchte Freilandstellflächen über Jahre eine Infektionsquelle darstellen können, da *P. citricola*, anders als *P. cinnamomi*, mit Hilfe der Oosporen im Boden auch starke Fröste überdauern kann. Vor diesem Hintergrund ist es notwendig, nach Alternativen zur chemischen Bekämpfung von *P. citricola* zu suchen, für den Fall daß eine wirksame Substanz gegen diesen Erreger einmal nicht mehr zur Verfügung stehen sollte. Beobachtungen in Experimenten und in der Praxis deuteten darauf hin, daß Azaleensorten unterschiedlich anfällig für *P. citricola* sind. Ein geeigneter Test zur Ermittlung der Sortenanfälligkeit wurde entwickelt (BRIELMAIER, 1992). Damit wurden insgesamt 27 Sorten des aktuellen Azaleen-Sortiments auf ihre Anfälligkeit getestet. Fünf Sorten erwiesen sich als weitgehend resistent (Tab. 1).

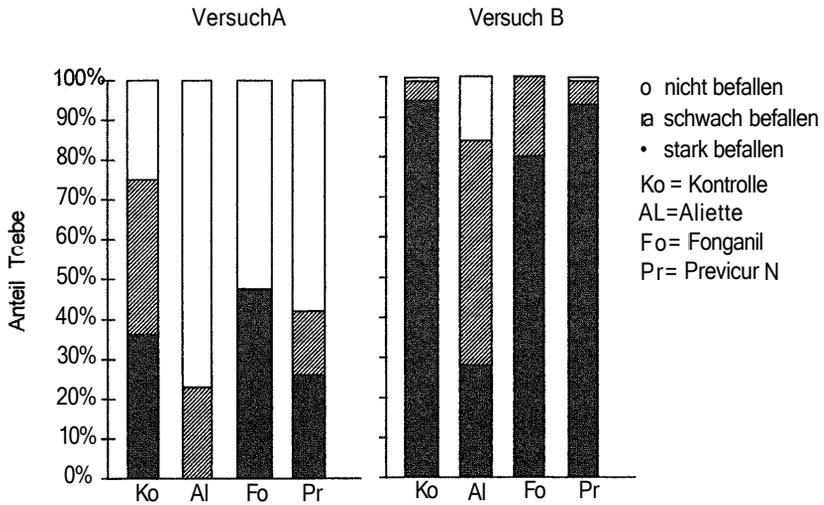


Abb. 2: Wirkung von Fungiziden gegen *Phytophthora citricola*

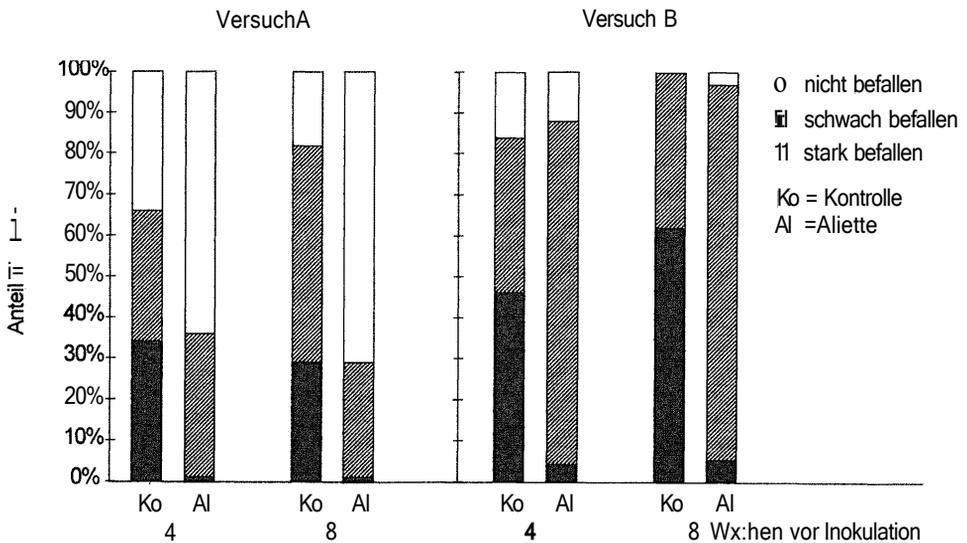


Abb. 3: Wirkung von Aliette gegen *Phytophthora citricola*
 (Behandlung 4 und 8 Wochen vor Inokulation)

Tab. 1: Anfälligkeit von Azaleensorten für *Phytophthora citricola*

| Sorte | Anfälligkeit | Sorte | Anfälligkeit |
|--------------------|--------------|--------------------|--------------|
| Adonia | 2 | Luci | 1 |
| Aline | 1 | Nanny | 3 |
| Bertina | 2 | Nazarena | 2 |
| Desiree | 2 | Ostalett | 2 |
| Flamenco | 2 | Otto | 2 |
| Friedhelm Scherrer | 3 | Panfilia | 2 |
| Gloria | 1 | Reinhold Ambrosius | 2 |
| Heide Hanisch | 2 | Rosali | 2 |
| Helmut VoQel | 2 | St. Valentin | 2 |
| Janique | 3 | Stella Maris | 2 |
| Katrin | 2 | Tamira | 3 |
| Kirin | 1 | Theo | 2 |
| Knut Erwen | 2 | White Water | 1 |
| Kosmos | 2 | | |

1 = nicht bis gering anfällig; 2 = mittel anfällig; 3 = hochanfällig

Bedauerlich ist, daß in Anbetracht dieser offensichtlichen Sortenunterschiede eine gezielte Resistenzzüchtung bei Azaleen bisher nicht verfolgt wird. Die Kenntnis über die Anfälligkeit der Sorten ist für die Praxis trotzdem eine wertvolle Hilfe, da Fungizidapplikationen wesentlich gezielter durchgeführt und zur Aufstellung auf verseuchte Flächen bevorzugt nicht oder wenig anfällige Sorten ausgewählt werden können.

In Freilandversuchen konnte weiterhin gezeigt werden, daß auch eine rein mechanische Trennung von Erreger und Wirtspflanze einen Befall mit *P. citricola* verhindern kann (WERITZ und BRIELMAIER-LIEBETANZ, 1993). Auf Stellflächen, die im Vorjahr gezielt mit *P. citricola* verseucht wurden, erkrankten Azaleen nur dann, wenn sie, wie in der Praxis üblich, auf der Stellfläche eingesenkt wurden. Bei Aufstellen der Azaleen auf einer verseuchten Stellfläche, die mit Mypex-Bändchengewebe abgedeckt wurde, blieben alle Pflanzen in mehreren Wiederholungsversuchen befallsfrei. Ob das Ausbleiben einer Infektion primär darauf zurückzuführen ist, daß das Abdeckmaterial das Hochspritzen verseuchter Substratpartikel verhindert oder aber allein schon durch das Nichteinsenken der Töpfe eine Infektion verhindert wird, ist zu überprüfen. Sortenwahl und Art der Freilandaufstellung könnten in Zukunft zur Verhinderung grö-

ßerer Schäden durch *P. citricola* beitragen. Vereinzelt gibt es bereits Betriebe, die Azaleen in Freiland in Betonformsteinen auf Mypex-Gewebe kultivieren (BACKHAUS, 1991).

***G/omerella* -Triebsterben**

Die bisher erwähnten Erreger sind alle den bodenbürtigen Krankheitserregern zuzuordnen, auch *P. citricola*, obgleich sie die Pflanzen über die oberirdischen Pflanzenteile infiziert. Es gibt aber an *Erica gracilis* auch eine wirtschaftlich bedeutende Krankheit, die durch einen typisch luftbürtigen Krankheitserreger verursacht wird. Über das erste Auftreten dieser Krankheit an Topferiken berichtete SAUTHOFF (1968). Die damals beschriebenen Absterbeerscheinungen an Eriken ließen zunächst einen Befall mit *P. cinnamomi* vermuten. Die Untersuchungen auf diesen Erreger verliefen aber negativ. Bei genauerem Studium kranker Pflanzen zeigte sich, daß die Absterbeerscheinungen bevorzugt an den Stutzstellen älterer Triebe auftraten. Ein aerogener Erreger wurde vermutet und *G/omerella cingulata* mit seiner Nebenfruchtform *Col/etotrichum g/oeosporioides* nachgewiesen. Es konnte gezeigt werden, daß eine Infektion durch Verletzung gefördert wird und daß dabei das Stutzen eine entscheidende Rolle spielt. Diese Kenntnis macht sich die Praxis noch heute zunutze, indem Eriken zur Verhinderung einer Infektion mit *G. cingulata* direkt nach dem Stutzen mit einem Kontaktfungizid behandelt werden. *G. cingulata* besitzt einen sehr weiten Wirtspflanzenkreis, eine Ausbreitung der Krankheit auf andere Azalea-Kulturen war nicht auszuschließen. Zu ernsthaften Krankheitsausfällen kam es dann auch bei *Calluna vulgaris* (BRIELMAIER-LIEBETANZ und WERRES, 1992). Die Symptome waren ähnlich denen an *E. gracilis*, auffällig war eine hakenförmige Krümmung der Triebspitzen nach unten. In Infektionsversuchen an Eriken und Callunen konnte gezeigt werden, daß Krankheitssymptome, je nach Herkunft des verwendeten Pilzisolates, auch an unverletzten Trieben auftreten können. An Azaleen scheint dieser Krankheitserreger bedeutungslos zu sein. Zwar wurde vereinzelt von Azaleenblättern die Nebenfruchtform *C. gloeosporioides* isoliert, typische Krankheitssymptome wie die von den Triebspitzen ausgehenden Absterbeerscheinungen konnten bei Azaleen jedoch bis heute nicht auf diesen Pilz zurückgeführt werden. Möglicherweise spielt die Tatsache eine

Rolle, daß die aus Azaleen gewonnenen *Colletotrichum*-Isolate, anders als Isolate aus Eriken und Callunen, in Reinkultur keine Hauptfruchtform entwickelten. Ob ein Zusammenhang zwischen der Ausbildung der Hauptfruchtform und der Virulenz von *C. g/oesporioides* an Azalea-Kulturen besteht, wäre zu klären.

***Pestalotia* sp. an Azaleen**

Treten an Azaleen unter Glas Absterbeerscheinungen auf, die von den frischen Stützstellen ausgehen, so wird dieses Symptom in der Praxis allgemein auf einen *Botrytis*-Befall zurückgeführt und entsprechende Bekämpfungsmaßnahmen ergriffen. Eine exakte Ursachenbestimmung erfolgt meist nicht. Bei genauerer Untersuchung von Pflanzen mit Verdacht auf *Botrytis*-Befall wurde in jüngster Zeit relativ häufig *Pestalotia* sp. nachgewiesen. Während SAUTHOFF insbesondere im Zusammenhang mit dem Erikensterben von der Pathogenität von *Pestalotia* sp. nie ganz überzeugt war, belegten Infektionsversuche von IDCZAK (1997, unveröffentlicht) die Pathogenität von *Pestalotia* sp. an Azaleen eindeutig. Das Krankheitssymptom nach gezielter Inokulation frisch gestutzter Triebe von Azaleen ist nicht von dem einer *Botrytis*-Infektion an Azaleen zu unterscheiden. Es bleibt zu klären, in welcher Häufigkeit *Pestalotia* sp. als Krankheitserreger in Praxisbetrieben anzutreffen ist und ob Botrytizide wie „Euparen“ (Dichlofluanid), „Rovral“ (Iprodion) oder „Ronilan WG“ (Vinclozolin) gegen diesen Pilz ausreichend wirksam sind.

Krankheitserscheinungen mit ungeklärter Ursache

Die Forschungsarbeiten des heutigen Instituts für Pflanzenschutz im Gartenbau haben begonnen mit Untersuchungen zur Aufklärung des Erikensterbens. SAUTHOFF et al. (1959) konnten überzeugend *P. cinnamomi* als Hauptursache des Erikensterbens nachweisen. Es gibt aber heute noch, und in jüngster Zeit verstärkt, Krankheitssymptome an Eriken, deren Ursache ungeklärt ist. Typische Schadsymptome sind Wuchsdepressionen und eine Vergilbung der Fiederblättchen im unteren Stengelbereich. Beim Austopfen solcher Pflanzen fällt

auf, daß sich zwischen verbräunten Wurzeln immer wieder neue weiße Wurzeln entwickeln. In der Praxis kommt es unter Streßbedingungen wie Stutzen oder hohen Temperaturen im Gewächshaus im Frühjahr zum völligen Zusammenbruch der Pflanzen. Keiner der bisher an Azerca-Kulturen bekannten Krankheitserreger konnte in Pflanzen mit den genannten Symptomen nachgewiesen werden und man ist geneigt, die Schäden auf Kulturfehler zurückzuführen. Es ist jedoch auffällig, daß aus diesen Pflanzen sehr regelmäßig ein noch nicht näher bestimmter Pilz aus der Gruppe der Coelomyceten isoliert wurde. In Infektionsversuchen ließen sich mit diesem Isolat an *E. graci/is* Symptome in Form von Wuchsdepressionen und partieller Wurzelverbräunung reproduzieren. Ein völliges Absterben der Pflanzen, wie dies in der Praxis zu beobachten ist, blieb bisher aus, die Pflanzen versuchten immer wieder durchzutreiben.

Die Symptomentwicklung deutet darauf hin, daß das Pilzisolat zwar an einer Schädigung der Pflanzen beteiligt ist, ein offensichtlicher Zusammenbruch der Pflanzen aber nur unter ganz bestimmten Kulturbedingungen erfolgt. Diese Beobachtungen erinnern an die Arbeiten von HEIMANN (1959) sowie STALDER und SCHÜTZ (1957), die jedoch in diesem Zusammenhang andere Pilzarten nachgewiesen haben.

Schlußbemerkung

Die Forschung über Krankheiten an Azerca-Kulturen war über Jahrzehnte ein Schwerpunkt der Arbeiten im Bereich Zierpflanzen des Instituts für Pflanzenschutz im Gartenbau. Eine Vielzahl von Krankheitsursachen an Azerca-Kulturen konnte aufgeklärt werden. Das Phänomen Erikensterben, Ausgang der Forschungsarbeiten des Instituts, ist in einer anderen Ausprägung heute allerdings wieder aktuell. Aufgrund der Kontinuität der Forschungsaktivitäten über Krankheiten an Azerca-Kulturen konnte speziell für diese Kulturen ein umfassendes Wissen gesammelt werden. Besonders hilfreich dabei war und ist heute noch der intensive Kontakt zu Vertretern des Berufsstandes und die Gespräche und Diskussionen in den Betrieben. Nur durch den Erfahrungsaustausch mit der Praxis war und ist es möglich, konkrete Lösungen zur Verhinderung oder Bekämpfung von Pflanzenkrankheiten zu erarbeiten. Als Anerken-

nung für phytopathologische Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der Azercakulturen wurde SAUTHOFF 1987 von der Sondergruppe Azerca des Zentralverbands Gartenbau die Friedrich-Scherrer-Gedächtnismedaille verliehen.

Literatur

BACKHAUS, G.F. (1991): Triebsterben in Moorbeetkulturen. *Deut. Gartenb.* **45.(21)**, 1336-1338.

BRIELMAIER, U. (1984): Benomyl-resistente Stämme von *Cylindroc/adium scoparium*. *Jahresber. Bio/. Bundesanst. Land-Fortswirtsch.-Berlin* Braunschweig **1984**, H 39.

BRIELMAIER, U. (1985): Untersuchungen über *Cylindroc/adium scoparium* an Azaleen in Abhängigkeit vom Entwicklungsstadium der Pflanzen zum Zeitpunkt der Infektion. *Jahresber. Bio/. Bundesanst. Land-Forstwirtschaft.-Berlin* Braunschweig **1985**, H 25.

BRIELMAIER, U. (1987): *Phytophthora citricola* - neue Azerca-Krankheit. *Gb+Gw* **87.(33)**, 1260-1263.

BRIELMAIER, U. (1987): Was wirkt gegen *Phytophthora citricola*? *Deut. Gartenb.* **87.(12)**, 722-725.

BRIELMAIER-LIEBETANZ, U., und WERRES, S. (1992): *Glomerella cingu/ata* an Callunen. *Gb+Gw* **92.(33)**, 1578-1580.

BRIELMAIER-LIEBETANZ, U. (1992): Erarbeitung einer Methode zur Prüfung der Anfälligkeit von Azaleensorten für *Phytophthora citrico/a*. *Jahresber. Bio/. Bundesanst. Land- Forstwirtschaft., Berlin* Braunschweig **1992**, 45.

BRIELMAIER-LIEBETANZ, U., BETTIN, A., und BACKHAUS, G.F. (1994): Stickstoffdüngung und *Cylindroc/adium*-Befall. *Deut. Gartenb.* **94.(47)**, 2815-2819.

FLIEGE, H.F. (1972): Untersuchungen zum Auftreten von Tumoren an *Erica grac/isis* Salisb. *Berichte des Bundes der Diplomgärtner* **72.(15)**, 167-173.

HEIMANN, M. (1959): Ist das Problem des „Erica-Sterbens“ endgültig geklärt? *Gartenwelt* **59.**, 23-25.

KRÖBER, H und HEMER, M. (1980): *Phytophthora*-Triebfäule an Azaleen. *Jahresber. Bio/. Bundesanst. Land- Forstwirtschaft., Berlin* Braunschweig **1980**, H 63.

LEUPOLD, R. (1982): Über das Auftreten von *Cylindrocladium scoparium*. *Deut. Gartenb.* **82.(7)**, 289-292.

NEUBAUER, C. (1994): Untersuchungen zur Benomyl-Resistenz von *Cylindrocladium scoparium*. *Pflanzenschutz-Versuchsergebnisse der Landwirtschaftskammer Weser-Ems* **1994**, 366-368.

NEUBAUER, C. (1996): *Cylindrocladium theae* (Petch) Subram. - ein neuer Blattfleckererreger an Azaleen (*Rhododendron simsii* Planch.). *Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd.* **48.**, 137-140.

SAUTHOFF, W., KRÖBER, H., und MAATSCH, R. (1959): Die *Phytophthora*-Krankheit der *Erica gracilis*. *Gartenwelt* 59.(17), 321-323.

SAUTHOFF, W., KRÖBER, H., und MAATSCH, R. (1961): *Phytophthora cinnamomi* Rands als Krankheitserreger an *Erica gracilis* Salisb., *Phytopathol. Z.* **42.(1)**, 73-99.

SAUTHOFF, W. (1963): *Phytophthora cinnamomi* als Krankheitserreger an Azaleen. *Gartenwelt* 63.(13), 275-276.

SAUTHOFF, W. (1967): Niedere Temperaturen als begrenzender Faktor für die Lebensfähigkeit von *Phytophthora cinnamomi* Rands in mineralischen Böden. *Mededel. Fac. Landbouwwetenschap. Rijksuniv. Gent* **32.**, (3-4), 409-414.

SAUTHOFF, W. (1968): *Glomerella cingulata* als Erreger von Absterbeerscheinungen an *Erica gracilis*. *Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd.* **20.(12)**, 177-182.

SAUTHOFF, W., und DALCHOW, J. (1969): Untersuchungen über Absterbeerscheinungen an Azaleen. *Jahresber. Bio/. Bundesanst. Land- Forstwirtschaft.-Berlin* Braunschweig **1969**, A 126.

SAUTHOFF, W. (1970): Untersuchungen über eine Stengelgrundfäule an Azaleen. *Jahresber. Bio/. Bundesanst. Land- Forstwirtschaft.-Berlin* Braunschweig, **1970A118**.

SAUTHOFF, W. (1970): Untersuchungen über die „Knöllchenkrankheit“ der Eriken. *Phytopath. Z.* **69.(1)**, 17-30.

SAUTHOFF, W., und KRÜGER, E. (1971): Untersuchungen über Absterbeerscheinungen an *Erica graci/is*. *Jahresber. Bio/. Bundesanst. Land-Forstwirtschaft.-Berlin* Braunschweig **1971**, P 108.

STALDER, L und SCHÜTZ, F. (1957): Untersuchungen über die kausalen Zusammenhänge des Erikawurzelsterbens. *Phytopath. Z.* **30 (2)**, 117-148.

VAN STEEKELENBURG, N.A.M. (1973): Influence of low temperature on the survival of *Phytophthora cinnamomi* Rands in soil. *Medede/. Fak. Landbouwwetenschap. Rijksuniv. Gent* **38.**, 1399-1405.

VOGEL, H. (1982): *Azaleen Eriken Kamelien*. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg. 2. Auflage.

WERITZ, J., und BRIELMAIER-LIEBETANZ, U., (1993): Kultursysteme, Sortenwahl und Klimaführung als Instrumente zur Verminderung des Krankheitsrisikos bei Zierpflanzen. *Mitt. Biol. Bundesanst. Land- Forstwirtsch. Berlin-Dahlem* **289.**, 61-70.

WOHANKA; W., und DALCHOW, J. (1987): Desinfektion mit heißem Wasser. *Deut. Gartenb.* **41.(9)**, 556.

Harry WINKLER und Katrin SZABÖ

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin und Braunschweig, Institut für Pflanzenschutz im Gartenbau, Außenstelle Dresden-Pillnitz, Pillnitzer Platz 2, 01326 Dresden

Die Bedeutung von Actinomyceten für das Auftreten der Bodenmüdigkeit bei Rosaceen

1. Einleitung

Das Auftreten von Schäden beim zweiten Anbau einer gleichen oder nahe verwandten Obstart auf der gleichen Fläche ist schon seit sehr langer Zeit bekannt. Wie SAVORY (1966) berichtet, wurde bereits vor fast 300 Jahren von dem Engländer WORLIDGE (1698) die dabei auftretenden Schwierigkeiten erstmals ziemlich genau beschrieben. In Deutschland werden die mit dem Nachbau bei Obstgehölzen auftretenden Probleme von CHRIST (1804) und OBERDIECK (1852, 1881) charakterisiert. Weil an den betroffenen Pflanzen eine Ursache für das schlechte Gedeihen nicht klar erkannt werden konnte, wurde vermutet, daß sie im Boden zu suchen ist. Man bezeichnete das Phänomen als 'Bodenmüdigkeit'. Unter Berücksichtigung der bis dahin bekannten Charakteristika wurde die Bodenmüdigkeit 1939 von KLAUS wie folgt definiert: *"Die Bodenmüdigkeit ist der durch den wiederholten Anbau eintretende Verlust der Eignung eines Bodens, einer bestimmten oder ähnlich wirkenden Pflanzenart als Substrat zu dienen, deren Ursache nicht bekannt, aber pflanzenspezifisch ist"*. Für den englischen Sprachraum führte SAVORY (1966) für "soil sickness" den Begriff "specific replant diseases" ein, der alle von KLAUS (1939) als wesentlich erachteten Charakteristika der Bodenmüdigkeit umfaßte.

Das Problem der Ursache der Bodenmüdigkeit bei Obstgehölzen wurde in Dresden-Pillnitz in den 70er Jahren am damaligen Institut für Obstforschung von G. OTTO aufgegriffen und von ihm und seiner Arbeitsgruppe zeitweise unter restriktiven Bedingungen bearbeitet. Dennoch schätzte der Wissenschaftsrat im Rahmen der Evaluierung des Institutes die im Zuge dieser Arbeiten erreichten Ergebnisse als weltweit führend ein. Am

01.01.92 erfolgte die Eingliederung der Arbeitsgruppe in das Institut für Pflanzenschutz im Gartenbau der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft.

2 Infektion und Schadbild

Schäden durch Bodenmüdigkeit äußern sich an den Gehölzen in wesentlichen in mangelnder vegetativer und generativer Leistung und in einer Reduzierung des Wurzelsystems, das Bräunungen und Schwärzungen aufweist. Wegen dieser wenig charakteristischen Merkmale und weil im Wurzelsystem kaum Schaderreger gefunden worden waren, sind seitdem für die Ursache der Bodenmüdigkeit verschiedene Hypothesen aufgestellt worden. Dazu zählen beispielsweise die Verschlechterung der physikalischen Bodeneigenschaften als Folge langer Standzeiten von Gehölzanzpflanzungen (RODRIGUEZ-ORTEZ und CROSBY 1956), Nährstoffmangel durch einseitigen Nährstoffentzug (zit. nach SAVORY 1956), freilebende wandernde Wurzelnematoden (DECKER, 1960), Toxine (BÖRNER 1965), gasförmige toxische Kohlenwasserstoffe (KÜMMELER, 1981), Mikroorganismen der Rhizosphäre (CATSKA et al. 1982), und bodenbürtige pathogene Pilze (MULDER 1969; SEWELL 1981).

Bei den in Dresden-Pillnitz durchgeführten Untersuchungen zur Klärung der Ursache der Bodenmüdigkeit bei Obstgehölzen wurde das Ziel verfolgt, durch geeignete Versuchsansätze das Für und Wider zu den einzelnen Theorien zu ermitteln und festzustellen, welcher von ihnen bei weiterführenden Arbeiten der Vorzug einzuräumen sei. Zur Abgrenzung der Bodenmüdigkeitsschäden von anderen Schäden wurde dabei von der Definition von KLAUS (1939) ausgegangen. Als Versuchspflanze wurde die Obstart Apfel gewählt, der wirtschaftlich die größte Bedeutung zukommt.

Im Resultat der auf die Prüfung der verschiedenen Hypothesen ausgerichteten Versuche wurde festgestellt, daß bei Apfel die Bodenmüdigkeit aus müdem Boden in müdigkeitsfreien Boden übertragbar ist. Diese Übertragung gelingt sowohl auf dem Wege des Einmischens von müdem Boden (OTTO 1972a) als auch mittels Faserwurzeln von Apfelsämlingen, wenn diese aus müdem Boden stammen (OTTO 1972). Weiter wurde nachgewiesen, daß Schäden durch Bodenmüdigkeit über eine Hitzebehandlung des Bodens bei 65 °C und darüber zu beseitigen sind, tierische Schaderreger und mikroskopi-

sehe Bodenpilze aber schon bei Temperaturen von 50...55 °C ausgeschaltet werden (OTTO 1972b, 1973; WINKLER und OTTO 1972). Bei gleichzeitiger Berücksichtigung der Untersuchungsergebnisse von HOESTRA (1968) wurde aus diesen Befunden abgeleitet, daß die Bodenmüdigkeit bei Apfel mit hoher Wahrscheinlichkeit durch Bakterien, bzw. Actinomyceten verursacht wird, die mit dem Faserwurzelsystem der Apfelgehölze vergesellschaftet sind und daß folglich der Mikroorganismen Theorie der Vorzug einzuräumen ist. Der Mikroorganismen Theorie wurde auch von HOESTRA (1968) und HEIN (1972) der Vorzug eingeräumt, die auf Grund der Ergebnisse ihrer Untersuchungen ebenfalls die Beteiligung von Bakterien und möglicherweise auch Actinomyceten an diesem Problem annahmen.

3. Ursachen der Bodenmüdigkeit

Auf Grund der Beobachtung, daß die Bodenmüdigkeit bei Apfel auch mittels Faserwurzeln übertragbar ist und Schädigungen durch Bodenmüdigkeit sich besonders im Faserwurzelbereich zu erkennen geben, wurden umfangreiche histologische Untersuchungen an Faserwurzeln von Apfelsämlingen aus müden Böden eingeleitet. Dabei wurden in den Zellen der Epidermis und der Wurzelrinde Hyphenstrukturen beobachtet, die den Actinomyceten zuzurechnen waren. Die Infektionsrate der Wurzeln war um so größer, je stärker der Müdigkeitsgrad des Bodens war, aus dem die untersuchten Pflanzenwurzeln stammten (OTTO und WINKLER 1977). Damit wurde die Hypothese untermauert, daß diese Actinomyceten tatsächlich die Ursache der Bodenmüdigkeit darstellen können. Diese Beobachtungen wurden durch die Ergebnisse von WESTCOTT et al. (1985) bestätigt, die in den Faserwurzeln von Apfelsämlingen aus müden Böden ebenfalls Strukturen fanden, die den Actinomyceten zuzurechnen waren und die sie anhand licht- und elektronenmikroskopischer Aufnahmen als pathogen betrachteten. Durch SZABÖ et al. (1996) wurde mittels elektronenmikroskopischer Aufnahmen nachgewiesen, daß diese Actinomyceten in der Lage sind, Zellwände direkt zu durchdringen und daß sie in den Zellen Veränderungen hervorrufen, wie sie von anderen pflanzenpathogenen Mikroorganismen bekannt sind.

Die Actinomyceten dringen durch die Epidermis und die Wurzelhaare in die Wurzelrinde ein und besiedeln diese. Der Zentralzylinder der Wurzel wird jedoch nicht angegriffen. Sie

zerstören das Zellgewebe der Wurzelrinde, wodurch die befallenen Faserwurzelpartien absterben. Parallel dazu wird auch der Besatz mit Wurzelhaaren reduziert (OTTO und WINKLER 1996). Beide Vorgänge tragen dazu bei, daß die Nährstoffaufnahme beeinträchtigt wird, wobei das Ausmaß der Beeinträchtigung vom Grad der Schädigung des Faserwurzel-systems durch die wurzelpathogenen Actinomyceten abhängig ist. Die Vermehrung der Actinomyceten erfolgt durch Fragmentierung der Hyphen (OTTO et al. 1993b; SZABÖ et al. 1996).

Bei der Analyse des Infektionsverlaufes bei Apfel wurde festgestellt, daß die Infektion schon sehr früh einsetzt und noch helle, gesund erscheinende Faserwurzeln befallen werden. Das Infektionsgeschehen ist auf die Phase des intensiven Sproßwachstums während des ersten Teiles der Vegetationsperiode begrenzt. Somit läuft dieser Vorgang gerade in dem Zeitraum ab, in dem die Gehölze den höchsten Nährstoffbedarf besitzen und in dem auch der Fruchtansatz für das Folgejahr im wesentlichen determiniert wird. In der Spätherbstperiode, nach Ausbildung der terminalen Endknospe, geht die Infektionsrate stark zurück (OTTO und WINKLER 1993b). Bezüglich des Infektionsablaufes ergibt sich in gewisser Hinsicht eine Parallele zu dem Infektionsgeschehen, das bei *Streptomyces scabies* beim Befall von Kartoffelknollen zu beobachten ist. Auch bei diesem Actinomyce-ten findet eine Infektion nur während des aktiven Wachstums der Knolle statt (LAPWOOD 1973).

Die Bindung des Infektionsgeschehens an die aktive Wachstumsphase der Apfelgehölze und der ausgeprägte Rückgang der Infektionen in der Herbstperiode liefern die Erklärung für die Beobachtung, daß trotz teilweise erheblicher Minderung der vegetativen und generativen Leistung der Apfelgehölze auf müden Böden die Mortalität der Gehölze bei Vorliegen von Bodenmüdigkeit nicht erhöht wird.

Da die terminalen, sich intensiv teilenden Gewebe der Pflanzen Orte der Synthese von Wuchsstoffen sind, wurde ein Zusammenhang zwischen dem Wuchsstoffhaushalt der Gehölze und dem Infektionsgeschehen angenommen. Versuche, in denen dekapitierte und nicht dekapitierte Apfelsämlinge mit den Wuchsstoffen Benzylaminopurin, β -Naphthyllessigsäure und Gibberellinen behandelt wurden, zeigten, daß durch die Behandlung der Pflanzen mit Heteroauxin und Benzylaminopurin die Infektionsrate der Wurzeln erhöht wurde, nicht aber durch Gibberelline (OTTO et al. 1994a). Dabei bleibt jedoch die Frage

offen, ob die stärkere Infektion darauf zurückzuführen ist, daß die Wuchsstoffe über eine Erhöhung der Permeabilität der Zellwände die Prädisposition des Wurzelgewebes gegenüber einer Infektion durch den Actinomyceten erhöhen oder dadurch, daß die Wuchsstoffe über die Wurzeln abgeschieden werden und in der Rhizosphäre das Auskeimen der Sporen des Pathogens stimulieren.

Versuche, diesen Actinomyceten zu isolieren sind bisher nicht erfolgreich gewesen, wenn auch einzelne Isolate in Infektionsversuchen Wuchsreduzierungen an Apfelsämlingen hervorriefen, die in ihrem Ausmaß den Schäden glichen, die durch Bodenmüdigkeit bewirkt werden. Zugleich konnten diese Isolate in den Wurzeln nachgewiesen und aus ihnen reisoliert werden. Allerdings waren die Ergebnisse nur schlecht reproduzierbar. Die Untersuchung eines dieser Isolate nach der PCR- Methode zeigte, daß der Stamm ein Plasmid besitzt (MEHLING 1996). Damit darf angenommen werden, daß er eine hohe Variabilität bzw. genetische Instabilität aufweist, die möglicherweise die schlechte Reproduzierbarkeit der Infektionsergebnisse erklärt. Jedoch wurde mit elektronenmikroskopischen Aufnahmen dokumentiert, daß der in den Wurzeln anzutreffende Actinomycet ähnliche Veränderungen in den Wurzelzellen hervorruft, wie sie für andere Pathogene beschrieben werden (SZABŐ et al. 1996). Damit wird es auch als erwiesen betrachtet, daß dieser Actinomycet wurzelpathogen ist und die Ursache der Bodenmüdigkeit bei Apfel darstellt. Die Vermehrung des Actinomyceten im Wurzelgewebe erfolgt offenbar über Sporen, die durch Fragmentierung der Hyphen entstehen. Das wurde sowohl mit lichtmikroskopischen (OTTO et al. 1993b) als auch mit elektronenmikroskopischen (SZABŐ et al. 1996) Aufnahmen belegt.

4. Verbreitung und Wirtspflanzenkreis

Der wurzelpathogene Actinomycet ist wahrscheinlich ein ubiquitärer Mikroorganismus und in geringer Keimdichte möglicherweise in allen Böden vorhanden. Beim Erstanbau der Wirtspflanze wird deren Wurzelsystem in einem relativ geringen Ausmaß infiziert. Schäden im Bestand werden nicht erkennbar, weil das Wurzelsystem des erstmalig gepflanzten Gehölzes in der Lage ist, sich peripher stets neuen, wenig belasteten Boden zu erschließen. Im Inneren der Wurzelkrone finden jedoch laufend Infektionen statt, bei denen sich der wurzelpathogene Actinomycet vermehrt und das Absterben von Faserwurzeln herbeiführt. Bei deren biologischem Abbau werden die inzwischen gebildeten Sporen

freigesetzt. Nach Ablauf der Standzeit der Gehölze ist der den Gehölzen zur Verfügung stehende Bodenraum voll durchwurzelt und damit mit Keimen angereichert. Wird nach der Rodung der Gehölze eine Wirtspflanze in einen derart angereicherten Boden gepflanzt, kommt es wegen des hohen Infektionsdruckes zur Ausprägung der bekannten Schäden durch Bodenmüdigkeit.

Der Grad der Schädigung durch Bodenmüdigkeit ist jedoch nicht an allen Standorten gleich. Im Bodenseegebiet oder auf den Marschböden im Alten Land bei Hamburg treten kaum größere Schäden auf. In den Niederlanden ist nach HOESTRA (1968) z. B. Süd-Limburg wenig von der Bodenmüdigkeit betroffen. Im Gegensatz dazu sind an anderen Standorten, wie z. B. im Gebiet um Potsdam, Ertragsminderungen von bis zu 70 % zu beobachten. Eine Erklärung dafür könnte sein, daß bei diesem Actinomyceten, wie bei anderen Pathogenen auch, das Ausmaß der Infektion abhängig ist von den Bedingungen, die dafür erforderlich sind. Da die Isolierung des Erregers bisher noch nicht gelang, können über die Natur dieser Bedingungen nur Vermutungen angestellt werden, jedoch ist auffällig, daß unter von Bodenmüdigkeit nicht oder wenig betroffenen Regionen vorwiegend Standorte mit relativ hohem Grundwasserstand sind.

Allgemein bekannt und bei Apfel durch Untersuchungen belegt (OTTO und WINKLER 1989) ist, daß die Bodenmüdigkeit eine hohe Persistenz besitzt und mehr als drei Jahrzehnte im Boden bestehen bleiben kann. Das bedeutet, daß die Sporen des Erregers entweder eine hohe Überlebensdauer besitzen oder aber, daß sie Zwischenwirte besitzen, die latent befallen, aber nicht geschädigt werden.

Aus dem Baumschulwesens ist bekannt, daß auch andere Vertreter aus der Familie der Rosengewächse unter Bodenmüdigkeit leiden (KRÜSSMANN 1978; THOMAE 1953). Es lag daher nahe zu prüfen, ob der für Apfel pathogene Actinomycet auch bei anderen Obst- und Ziergehölzen aus dieser Familie ähnliche Infektionen im Faserwurzelbereich hervorrufen kann. Um dieser Frage nachzugehen, wurde für die entsprechenden Versuche ein Boden verwendet, in dem nach nur einmaligem Apfelanbau starke Apfelmüdigkeit festgestellt worden war, d. h. ein Boden, in welchem der für Apfel pathogene Actinomycet in einer relativ großen Keimdichte vorliegen mußte.

Eine Zusammenstellung der Ergebnisse aus Versuchen mit einjährigen Sämlingen oder Stecklingen ist in Tabelle 1 enthalten.

Bei der Deutung der Ergebnisse dieser Untersuchungen kann nicht ausgeschlossen werden, daß eine Einschleppung der in den Wurzeln angetroffenen Actinomyceten aus den Herkunftsböden stattgefunden hat. Andererseits kann nicht außer acht gelassen werden, daß die Testpflanzen im Herkunftsboden durch andere bodenbürtige Schadfaktoren beeinflusst werden können und daß die angetroffene Besiedlung der Wurzeln mit Actinomyceten nur eine sekundäre darstellt. Dennoch weisen die Ergebnisse selbst unter Berücksichtigung dieser Einschränkungen darauf hin, daß für den für Apfel pathogenen Actinomyceten ein größerer Wirtspflanzenkreis besteht.

Aufbauend auf diesen Beobachtungen, wurde bei den sich daran anschließenden Untersuchungen zur näheren Beschreibung dieses Wirtspflanzenkreises daher ausschließlich Sämlinge verwendet, die nach der Keimung in Sand in den zur Prüfung verwendeten Boden ausgepflanzt wurden, um eine Einschleppung von Keimen aus den jeweiligen Standortböden zu vermeiden.

Eine Übersicht über die bisher geprüften Rosaceen-Arten gibt die Tabelle 2.

Tabelle 1 : Besatz der Faserwurzeln von einjährigen Sämlingen und Stecklingen mit Actinomyceten aus einem apfelmüdem Boden

| Rosaceen-Art | Befall in % der untersuchten Wurzelstücke | Zitiert bei |
|------------------------------|--|------------------------|
| <i>Malus x domestica</i> | 34 | OTTO et al., 1995 |
| <i>Sorbus aucuparia</i> | 34 | OTTO et al., 1995 |
| <i>Prunus mahaleb</i> | 0 | OTTO et al., 1995 |
| <i>Prunus myrobalana</i> | 0 | OTTO et al., 1995 |
| <i>Pyrus communis</i> | 22 | OTTO et al., 1995 |
| <i>Rosa canina</i> | 0 | OTTO et al., 1995 |
| <i>Pyracantha spec.</i> | 85 | OTTO und Winkler, 1995 |
| <i>Chaenomeles spec.</i> | 22 | OTTO und Winkler, 1995 |
| <i>Cotoneaster spec.</i> | 12 | OTTO und Winkler, 1995 |
| <i>Crataegus spec.</i> | 5 | OTTO und Winkler, 1995 |
| <i>Spiraea spec.</i> | 3 | OTTO und Winkler, 1995 |
| <i>Rosa glauca</i> | 5 | OTTO und Winkler, 1995 |
| <i>Potentilla fruticosa</i> | 0 | Eigene Untersuchungen |
| <i>Rosa canina</i> | 0 | Eigene Untersuchungen |
| <i>Cydonia oblonga</i> | 17 | Eigene Untersuchungen |
| <i>Sorbus aucuparia</i> | 26 | Eigene Untersuchungen |
| <i>Spiraea albiflora</i> | 30 | Eigene Untersuchungen |
| <i>Amelanchier lamarckii</i> | 38 | Eigene Untersuchungen |
| <i>Pyracantha coccinea</i> | 53 | Eigene Untersuchungen |

Tabelle 2 : Besatz der Faserwurzeln von Sämlingen verschiedener Rosaceen-Arten mit Actinomyceten nach Anzucht in Sand und Kultivierung in einem apfelmüden Boden

| Rosaceen-Art | Befall in % der untersuchten Wurzelstücke |
|--------------------------------|---|
| <i>Aronia arbutifolia</i> | 63 |
| <i>Exochorda racemosa</i> | 73 |
| <i>Fragaria ananassa</i> | 0 |
| <i>Malus adstringens</i> | 15 |
| <i>Malus floribunda</i> | 30 |
| <i>Malus platycarpa</i> | 40 |
| <i>Malus toringo</i> | 38 |
| <i>Malus toringoides</i> | 60 |
| <i>Malus x domestica</i> | 43 |
| <i>Physocarpus opulifolius</i> | 5 |
| <i>Prunus persica</i> | 0 |
| <i>Rosa canina</i> | 10 |
| <i>Rosa multiflora</i> | 4 |

Endophytische Actinomyceten sind auch in den Wurzelsystemen anderer Pflanzenarten anzutreffen, wie das z. B. SARDI et al. (1992) für 28 unterschiedliche Pflanzenarten beschreiben, wobei letztere diesen Actinomyceten eine Schutzwirkung zuschreiben. Allerdings bleibt der Anteil besiedelter Wurzelpartien verhältnismäßig klein. Daher sollte bei der Einschätzung der Besiedlung der Faserwurzelsysteme der in Tabelle 2 angeführten verschiedenen Pflanzenarten davon ausgegangen werden, daß eine geringe Besiedlung von unter 10 % nicht mit der Bodenmüdigkeit unmittelbar in Zusammenhang gebracht werden kann. Erst bei einem höherem Besatz mit Actinomyceten, der mit einer Verschlechterung des Zustandes der besiedelten Wurzel einhergeht, ist davon auszugehen, daß die betreffende Wurzel von dem Erreger (der Bodenmüdigkeit des Apfels befallen ist.

Werden die untersuchten Rosaceen-Arten den vier Unterfamilien der Rosaceae zugeordnet, so ergibt sich folgendes Bild:

Spiraeoideae: 3 von 4 untersuchten Arten (*Exochorda racemosa*, *Sorbaria sorbifolia*, *Spiraea albiflora*) wiesen eine Besiedlung auf.

Maloideae: 14 von 15 untersuchten Arten (*Aronia arbutifolia*, *Malus adstringens*, *M. floribunda*, *M. platycarpa*, *M. toringo*, *M. toringoides*, *Malus x domestica*, *Sorbus aucuparia*, *Pyrus communis*, *Pyracantha spec.*, *Pyracantha coccinea*, *Chaenomeles spec.*, *Cotoneaster spec.*, *Amelanchier lamarckii*, *Cydonia oblonga*) wiesen eine Besiedlung auf.

Prunoideae: Kein Vertreter von 3 untersuchten Arten war besiedelt.

Rosoideae: Kein Vertreter von 8 untersuchten Arten war besiedelt.

5. Zusammenfassung

Aus der Vielzahl der Untersuchungen zeigt sich, daß die zu dem Wirtspflanzenkreis des Erregers der Bodenmüdigkeit bei Apfel zählenden Wirtspflanzen in den Unterfamilien Maloideae und Spiroideae angesiedelt sind. In der Unterfamilien Rosoideae und Prunoideae wurde kein Vertreter gefunden, dessen Wurzeln über das gezogene Limit hinaus von Actinomyceten besiedelt waren. Aus dem Fehlen eines Befalls der Faserwurzeln der Prunus-Arten durch Actinomyceten kann die allgemein bekannte Beobachtung erklärt werden, daß z. B. der Anbau von Apfel nach Kirsche oder, allgemeiner ausgedrückt, der Anbau von Kernobst nach Steinobst und umgekehrt problemlos möglich ist. Zugleich wird, wie auch schon aus den Ergebnissen anderer Untersuchungen gefolgert wurde (WINKLER et al. 1992), offenbar, daß der Bodenmüdigkeit bei Kirsche eine andere Ursache zugrunde liegt als bei Apfel.

Literatur

BÖRNER, H., 1965: Möglichkeiten einer Toxinbildung im Boden und die Bedeutung dieser Stoffe für das Problem der Bodenmüdigkeit in Apfelbaumschulen. *Erwerbsobstbau* 7.,187-193.

CATSKA, V., VANCURA, V., HUDSKA, G., und, PRIKRYL, Z., 1982: Rhizosphere microorganisms in relation to apple replant problem. *Plant and Soil* 69., 187-197.

CHRIST, J. L., 1804: Handbuch über die *Obstbaumzucht und Obstlehre*. Verl. Herm. Buchhdlg., Frankfurt/Main.

DECKER, H., 1960: Pratylenchus penetrans als Ursache von „Müdigkeitserscheinungen“ in Baumschulen der DDR. *Nematologica Suppl.* 11,68-75.

HEIN, K., 1972: *Beiträge zum Problem der Bodenmüdigkeit*. Dissertation, Hannover.

HOESTRA, H., 1968: Replant diseases of apple in the Netherlands. *Meded. Landbouwhogeschool Wageningen* 68-13.

KLAUS, H., 1939: Das Problem der Bodenmüdigkeit unter Berücksichtigung des Obstbaus. *Landw. Jahrbuch* 89.,413-460.

KÜMMELER, M., 1982: Untersuchungen zum Ursachenkomplex der Bodenmüdigkeit bei Obstgehölzen Teil 1.23, 162-168; Teil I

KRÜSSMANN, G.,1978: *Die Baumschule*. Paul Parey, Berlin und Hamburg, 4. Aufl.

LAPWOOD, D. H., 1973: *Streptomyces scabies* and potato scab disease, 253-260. in: SYKES, G., and SKINNER, F. A., (eds.): *Actinomycetales: Characteristics and practical importance*. Academic Press, London

MEHLING, A., 1996: *Development of diagnostic tools for the detection of streptomycetes and recombinant derivatives*. Dissertation, Bergische Universität Wuppertal.

MULDER, D., 1969: The pathogenicity of several Pythium species to rootlets of apple seedlings. *Neth. J. PlantPath.* 75.,178-181.

OBERDIECK, J. G. C., 1852: *Anleitung zur Kenntniß und Aufpflanzung des besten Obstes für das nördliche Deutschland*. Verl. J. Manz, Regensburg.

OBERDIECK, J. G. C., 1881: *Deutschlands beste Obstsorten*. Verl. H Voigt, Leipzig.

OTIO, G., 1972: Untersuchungen über die Ursache der Bodenmüdigkeit bei Obstgehölzen. 1. Versuche zur Übertragung der Bodenmüdigkeit durch Wurzeln. *Zbl. Bakteriol., Parasitenkd., Infekt.-Krankh. u Hyg.*, II. Abt. 127.,279-289.

OTTO, G., 1972a: Untersuchungen über die Ursache der Bodenmüdigkeit bei Obstgehölzen. II. Versuche zur Übertragung der Bodenmüdigkeit durch wurzelfreien müden Boden. *Zbl. Bakteriol., Parasitenkd., Infekt.-Krankh. u Hyg.*, II. Abt. 127.,601-611.

OTIO, G., 1972b: Untersuchungen über die Ursache der Bodenmüdigkeit bei Obstgehölzen. III. Versuche zur Beseitigung der Bodenmüdigkeit durch Dämpfung bei verschiedenen Temperaturen. *Zbl. Bakteriol., Parasitenkd., Infekt.-Krankh. u. Hyg.*, II. Abt. **127.**,777-782.

OTIO, G., 1973: Untersuchungen über die Ursache der Bodenmüdigkeit bei Obstgehölzen. V. Einfluß unterschiedlicher Dämpfungstemperaturen auf die Mikroflora eines müden Bodens. *Zbl. Bakteriol., Parasitenkd., Infekt.-Krankh. u. Hyg.*, II. Abt. **128.**,377-385.

OTIO, G., und WINKLER, H., 1977: Untersuchungen über die Ursache der Bodenmüdigkeit bei Obstgehölzen. VI. Nachweis von Aktinomyzeten in Faserwurzeln von Apfelsämlingen in Böden mit verschiedenen Müdigkeitsgraden. *Zbl. Bakteriol., Parasitenkd., Infekt.-Krankh. u. Hyg.*, II. Abt. **132.**,593-606.

OTTO, G., und WINKLER, H., 1989: Stand und Anwendungsmethoden bei der Bekämpfung von Nachbauschäden in Baumschulen. *Gartenbau* **36.**(3), Beilage V-VI

OTTO, G., und WINKLER, H., 1993a: Colonization of rootlets of apple seedlings from replant soils by actinomycetes and endotrophic mycorrhiza. *Acta Horticult.* **324.**,53-59.

OTTO, G., und WINKLER, H., 1993b: Beitrag zur Wirkungsweise wurzelpathogener Aktinomyzeten im Zusammenhang mit der Bodenmüdigkeit bei Apfel. *Zentralbl. Mikrobiol.* **148.**,477-481.

OTTO, G., und WINKLER, H., 1995: Nachweis von Actinomyceten und Auftreten derenotrophen Mycorrhiza in den Faserwurzeln von Ziergehölzen aus der Familie Rosaceae. *Z. Pfl/Krankh. Pfl/Schutz* 102.(6),599-605.

OTTO, G., WINKLER, H., 1996: The influence of root pathogenic actinomycetes on the trimming of rootlets with root hairs. 4th International Symposium on Replant Problems, Budapest. *Acta Horticult.*, im Druck.

OTTO, G., WINKLER, H., und SZABÖ, K., 1993a: Untersuchungen zum Verlauf des Befalls der Faserwurzeln von Apfelsämlingen durch wurzelpathogene Aktinomyzeten in apfelmüden Böden. *Zentralbl. Mikrobiol.* **148.**,467-476.

OTTO, G., WINKLER, H., und SZABÖ, K., 1993b: Zum Stand der Erkenntnisse über die Ursache der Bodenmüdigkeit bei einigen Rosaceen-Arten. *Mitt. Biol. Bundesanstalt Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem*. Heft **289.**, 1993, 11-25.

OTTO, G., WINKLER, H., und SZABO, K., 1994a: Influence of growth regulators on the infection of rootlets of apple seedlings in SAR D soils by actinomycetes. *Acta Horticult.* **363.**, 101-107.

OTTO, G., WINKLER, H. und SZABO, K., 1994b: Proof of actinomycetes in rootlets of species of Rosaceae from a SARD soil - A contribution to the specificity of replant diseases. *Acta Horticult.* **363.**,43-48.

- RODRIGUEZ-ORTEZ, S. J. and CROSBY, E. A., 1956: A survey of the influence of equipment traffic on root concentrations and water infiltration in apple orchards. *Proc. Amer. Soc. hort. Sci.*, 67., 22-25.
- SARDI, P., SARACCHI, M., QUARONI, S., PETROLINI, 8., BORGONOV, G. E., and MERLI, S., 1992: Isolation of endophytic *Streptomyces* strains from *surface-sterilized* roots. *Appl. Env. Microbio.*, 58., 2691-2693.
- SAVORY, B. M., 1966: *Specific Replant Diseases*. Farnham Royal Bucks.
- SEWELL, G. W. F., 1981: Effects of *Pythium* species on the growth of apple and their possible causal role in apple replant disease. *Ann. Appl. Biol.* 97., 31-42.
- SZABŐ, KATRIN, WINKLER, H., PETZOLD, H., und MARWITZ, R., 1996: Proof of pathogenicity of actinomycetes in rootlets of apple seedlings from soils conducive to specific apple replant disease. 4th International Symposium on Replant Problems, Budapest, 1996, *Acta. Horticult.*, in Druck.
- THOMAE, K., 1953: Bodenmüdigkeit im Öffentlichen Grün, *Gartenamt* 9., 176-180.
- WESTCOTT, S. W., und BEER, S. V., 1985: Invasion of the epidermis and cortex of apple roots by actinomycetes. *Phytopath.* 75., 1290.
- WINKLER, H., und OTTO, G., 1972: Untersuchungen über die Ursache der Bodenmüdigkeit bei Obstgehölzen. IV. Einfluß verschiedener Dämpftemperaturen auf freilebende Nematoden in müden Böden. *Zbl. Bakteriol., Parasitenkde., Infektionskrankh. und Hyg.*, II. Abt. 127.(7/8), 783-788.
- WINKLER, H., OTTO, G., und MADEL, H., 1992: Untersuchungen zum Nachbauproblem bei Kirsche. Teile I und II. *Erwerbsobstbau* 34., 70-74 (I) und 34., 106-109 (II).
- WORLIDGE, J., 1966: *Systema Agriculturae*. London, England, zit. bei SAVORY(1966).

Thomas EGGERS

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft
 Institut für Unkrautforschung, Messeweg 11-12, 38104 Braunschweig

Unkrautforschung in den deutschen Biologischen Anstalten für Land- und Forstwirtschaft

1. Einleitung

Der Beginn der Forschung an Unkräutern als Schaderreger in Kulturpflanzenbeständen und über die Unkrautbekämpfung liegt schon in den Anfangsjahren der landwirtschaftlichen Ressortforschung, also in der „Biologischen Abtheilung für Land- und Forstwirtschaft am Kaiserlichen Gesundheitsamte“, die seit 1898 bestand. Zum 1. April 1905 gingen ihre Aufgaben auf die an ihrer Stelle eingerichtete Kaiserliche Biologische Anstalt für Land- und Forstwirtschaft (KBA) in Dahlem bei Steglitz über (ADERHOLD 1906a), die nach dem Ende des Kaiserreichs ab 7. Januar 1919 in Biologische Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BRA) umbenannt wurde (BEHRENS 1919). Nach dem 2. Weltkrieg war die BRA zerschlagen; im Westen entstand in Braunschweig über einige Namensänderungen schließlich am 6. Dezember 1950 die Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA; ANONYMUS 1973a). Der in Berlin-Dahlem verbliebene Teil der BRA war 1946 als Biologische Zentralanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BZA) für Berlin und die sowjetische Besatzungszone zuständig. Die Teilung Berlins führte 1949 zur Spaltung der Anstalt: Die BZA in Berlin-Dahlem wurde 1954 in die BBA übernommen (ANONYMUS 1973a). Die nach Osten übergesiedelten Einrichtungen wurden als BZA in Kleinmachnow Zentrum für die sowjetische Besatzungszone und 1971 in Institut für Pflanzenschutzforschung (IPF) Kleinmachnow / Biologische Zentralanstalt Berlin (BZA-Zusatz 1976 gestrichen) umbenannt. Nach der politischen Wende in der DDR konnte zum 1. August 1990 die BZA Berlin aus den beiden Pflanzenschutzeinrichtungen in Kleinmachnow und Aschersleben wiederbegründet werden. Entsprechend dem Einigungsvertrag nahmen ab 1. Januar 1992 daraus hervorgehend neue Institute der BBA, das für integrierten Pflanzenschutz und das für Folgenabschätzung im Pflanzenschutz, in Kleinmachnow ihre Arbeit auf (BURTH 1992).

In das Arbeitsgebiet der KBA fielen nach der 1898 dem Reichstag vorgelegten Denkschrift (Reichstagsdrucksache Nr. 241) „*die Erforschung der Lebensbedingungen der tierischen und pflanzlichen Schädlinge der Kulturpflanzen und die Gewinnung von Grundlagen für*

Mitt. Biol. Bundesanst. Land- Forstwirtsch. Berlin-Dahlem, H. 345, 1998

eine planmäßige Bekämpfung derselben", wobei zu den pflanzlichen Schädlingen neben den Krankheitserregern ausdrücklich „die nicht parasitären Unkräuter und die phanero-gamen Parasiten" gerechnet wurden. Doch ein eigenes Laboratorium für Unkrautforschung wurde weder in der KBA noch später in der BRA eingerichtet.

Leider sind nur wenige Unterlagen über Unkrautforschung im Laufe der wechselhaften Geschichte der Entwicklung der KBA und der BRA erhalten geblieben, aus denen sich die herbologische Forschungsarbeit in den frühen Jahren erkennen läßt. Bei der Auflösung der Sammlung der BBA in Berlin-Dahlem Mitte der 70er Jahre konnten nur wenige als für das Fachgebiet wichtig erkannte Akten der KBA und BRA zufällig vor dem Weg auf die Mülldeponie bewahrt werden: ein Foliant „Akten betreffend Unkräuter, allg." (1899-1929), ein Foliant „Akten betreffend Berberitzenbekämpfung (*Berberis vulgaris*)" (1907-1938), Akten über *Centaurea cyanus* (1925-1930) und über *Colchicum autumnale* (1921-1925).

Beiträge aus dem Gebiet der Unkrautforschung von Mitarbeitern verschiedener Laboratorien und Dienststellen der KBA und BRA geben aber in den Serien sowohl der >Mitteilungen< als auch der >Arbeiten< und der >Flugblätter< und in anderen Veröffentlichungen einigen Aufschluß über herbologische Arbeiten in den Anfangsjahren. Eine besondere Quelle sollten die Jahresberichte der KBA bzw. der BRA sein, doch wurden Arbeiten über Krankheitserreger und Schädlinge offenbar für wichtiger gehalten, so daß die beschränkten Arbeitskapazitäten weitgehend ihrer Erforschung vorbehalten blieben. Für 1905 bis 1920 wurden Jahresberichte in den >Mitteilungen< (Heft 2 bis 21) veröffentlicht, in denen sich nur wenige Hinweise über die Ausbreitung bestimmter Unkrautarten finden (s. u.). Für 1921 bis 1936 gab es keine Jahresberichte der BRA, abgesehen von einem 1936 in Erinnerung an den ersten Bericht über die KBA vor 30 Jahren (ADERHOLD 1906a) erstatteten Gesamtbericht über die BRA (ANONYMUS 1936) mit Notizen über den Unkrautgarten und die Prüfung von Unkrautbekämpfungsmitteln (s. u.). Erst für 1937 und 1938 wurden - nun in den landwirtschaftlichen Jahrbüchern - wieder Jahresberichte erstattet (RIEHM 1939, 1941a), in denen sich außer Veröffentlichungszitaten (z. B. BRAUN 1937, 1938) keine Hinweise auf Arbeiten über Unkräuter finden lassen. Im wieder in den BRA-Mitteilungen erschienenen Jahresbericht 1939 (RIEHM 1941b) wurde gar nicht über Unkrautforschung berichtet. Im Jahresbericht 1940 (RIEHM 1941c) findet sich als "Beiträge zur Kenntnis der wichtigsten Unkräuter" die kurze Notiz, daß in der Reihe der Flugblätter (BRAUN 1940a) ein weiteres über Unkraut fertiggestellt sei, nämlich über *Raphanus raphanistrum* und *Sinapis arvensis* (BRAUN 1940b); außerdem wird über Ge-

fäßversuche mit Herkünften von *Lepidium draba* aus verschiedenen Gegenden Deutschlands und aus Nachbarländern berichtet.

2 Arbeiten über Vorkommen und Ausbreitung von Unkrautarten in Deutschland

Nach dem Bericht über die KBA des damaligen Direktors Rudolf ADERHOLD (1906a) wurden auf dem Grundstück in Dahlem in einem **Unkräuter- und Parasitengarten** „*aufje einem Beete die Unkräuter der deutschen Felder und Wiesen kultiviert, um ihre Natur und ihre Eigenarten genau kennen zu lernen und daraus womöglich Mittel gegen die Unkrautplage herzuleiten. Außerdem aber sind in diesem Garten je ein oder mehrere Beete der wichtigsten landwirtschaftlichen Kulturpflanzen angebaut, auf denen die häufigsten Krankheiten letzterer zur Anschauung gebracht und für Studienzwecke jederzeit bereitgehalten werden. Von dem in diesem Garten vorhandenen Material wird auf Wunsch an Institute und Private, die nicht in der Lage sind, einen solchen Garten zu halten, zu Studienzwecken bereitwilligst abgegeben*“. Im nächsten Gesamtbericht über die BRA (ANONYMUS 1936) wurde nur kurz auf den immer noch unterhaltenen Unkrautgarten des Versuchsfelds in Berlin-Dahlem hingewiesen, der „*für Zwecke der Demonstration sowie der Beschaffung von Frischmaterial und Samen ... etwa 120 der bekanntesten Arten*“ enthielt. Ohne Kenntnis dieser früheren Einrichtung wurde mit denselben Zielen ab 1972 beim Institut für Unkrautforschung in Braunschweig ebenfalls ein Unkrautgarten aufgebaut, in dem regelmäßig, heute bis zu 150 Ackerwildpflanzenarten angezogen, bereitgehalten und beerntet werden, darunter rund 75 % der in Roten Listen als gefährdet verzeichneten Arten. Auch in einer einfachen Fruchtfolge mit Getreide, Mais und Zuckerrübe werden die typischen, artenreichen Unkrautgemeinschaften dieser Kulturen demonstriert. Das im Naturschutz bundesweit angewandte Randstreifenkonzept zum Schutz bedrohter Ackerwildpflanzenarten wird modellhaft dargestellt.

Auf dem Gelände der KBA in Dahlem gab es eine Voliere zur Untersuchung der landwirtschaftlichen **Bedeutung der Vogelwelt** [z. B. *Fringillidae* (Finken), *Perdix perdix* (Rebhuhn), *Coturnix coturnix* (Wachtel), *Gyrantes* (Tauben)] u. a. hinsichtlich der Ausbreitung von Unkrautarten (RÖRIG 1900, 1910). Für die Fütterungsversuche berücksichtigte man zunächst Samen heimischer Nutzpflanzen und Unkräuter. Vor allem legte man darauf Wert, den Tieren möglichst verschiedenartige Sämereien aus verschiedenen Pflanzenfamilien darzubieten; im ganzen wurden Samen von 169 Arten verfüttert. Schon bei den ersten Versuchen konnte festgestellt werden, daß sämtliche Finken-Vögel jedes Korn vor dem Verschlucken sorgfältig schälen. Eine Verschleppung von Unkrautsamen durch

die Losung der hier in Frage kommenden Vogelarten wurde somit ausgeschlossen. Einige Unkrautsamen wurden offenbar wegen schlechter Schälbarkeit und / oder ihrer großen Härte von den Versuchstieren verschmäht: z. B. *Agrostemma githago*, *Asperula arvensis*, *Spergula arvensis*. Um über die Ernährung von größeren pflanzenfressenden Vögeln Aufschluß zu erhalten, wurden auch die Mageninhalte erlegter Rebhühner, Wachteln und „Feldtauben“ untersucht; dabei konnten regelmäßig und in großer Zahl Unkrautsamen nachgewiesen werden, die also einen wichtigen Bestandteil der Nahrung ausmachen. Bei Rebhühnern (s. auch RÖRIG 1900) standen *Polygonum aviculare*, *lapathifolium* sowie *convolvulus* an erster Stelle, dann folgten *Consolida regalis*, *Ranunculus* spp., *Centaurea cyanus*, *Lithospermum arvense*, *Viola arvensis*, *Poaceae*, *Veronica* spp., *Capsella bursa-pastoris*, *Panicum*, *Anchusa arvensis*; bei Fütterungsversuchen wurden *Matricaria* spp. und *Camelina* spp. verschmäht. Die Nahrung der Wachteln war im wesentlichen dieselbe wie die der Rebhühner; in den Mägen jugendlicher Exemplare fand man häufig Insekten, in älteren dagegen fast ausschließlich Sämereien. Grüne Pflanzenteile von *Stellaria media* und *Senecio vulgaris* wurden bevorzugt aufgenommen. In Tauben-Kröpfen wurden ebenfalls zahlreiche Unkrautsamen festgestellt, in erster Linie von den damals sehr häufigen *Raphanus raphanistrum* und *Sinapis arvensis*, dann von *Polygonum convolvulus*, *Veronica hederifolia*, *Vicia angustifolia* und *Lithospermum arvense*. Die Gefahr, daß durch körnerfressende Vögel eine erhebliche Verschleppung von Unkrautsamen erfolgen könne, wurde wegen der Zerkleinerung in den Kaumägen für verhältnismäßig gering gehalten.

Eindrucksvoll ist die Schilderung des 1. Direktors der „Biologischen Abtheilung“, Albert Bernhard FRANK (1900): „Eine der grössten Plagen der Landwirthschaft ist das Unkraut. In vielen Wirthschaften sind die Aecker seit Menschengedenken verunkrautet und bieten das zwar landschaftlich nicht unschöne, aber landwirthschaftlich tief betäubende Bild, wo die Saatfelder im Frühlinge so dicht mit Senf (*Sinapis arvensis*) und Hederich (*Raphanus raphanistrum*) bestanden sind, dass sie blühenden Rapste/dem gleichen, oder wo sie durch andere Unkräuter in bunte Blumenfelder verwandelt scheinen.“ In den Jahresberichten der KBA bzw. BRA finden sich auch einige wenige Hinweise über Arbeiten oder Veröffentlichungen zum Vorkommen und zur Ausbreitung bestimmter, heute allerdings unbedeutender Unkrautarten [z. B. *Ambrosia artemisiaefolia* (LAUBERT 1906), *Cuscuta trifolii* (RUHLAND 1907), *Lepidium* (= *Cardaria*) *draba* (RIEHM 1941c)].

In den Beobachtungen für die Jahre 1922 bis 1924 des bei der BRA eingerichteten **Phänologischen Reichsdienstes** (WERTH 1924, 1926a+b) - vorrangig mit den Kulturpflanzen befaßt - ist immer wieder auch für Unkrautarten das Auflaufen oder überwiegend der

Blühbeginn vermerkt. Allerdings wurden dabei nur die auffälligeren Arten berücksichtigt, so daß lediglich Einzeluntersuchungen vorliegen. Man muß bei der Auswertung dieser Einzelbeobachtungen auch die Artenkenntnis und das persönliche Interesse der Beobachter bedenken. So finden sich dort regelmäßig nur *Apera spica-venti*, *Cirsium arvense*, *Convolvulus arvensis*, *Raphanus raphanistrum*, *Senecio vernalis* (damals zunächst irreführenderweise Wucherblume genannt) sowie *Sinapis arvensis* und für Grünland *Caltha palustris* und *Colchicum autumnale*, dann hier und da *Centaurea cyanus*, *Cuscuta trifolii*, *Equisetum arvense*, *Stellaria media*, *Taraxacum officinale* und *Vicia hirsuta* sowie *tetrasperma*, selten jedoch auch *Anthemis arvensis*, *Campanula rapunculoides*, *Capsella bursa-pastoris*, *Crepis tectorum*, *Cuscuta epilinum*, *Datura stramonium*, *Euphorbia esula*, *Knautia arvensis*, *Lamium purpureum*, *Muscari comosum*, *Myosotis arvensis*, *Orobanche minor*, *Papaver cf. rhoeas* oder *dubium*, *Ranunculus arvensis*, *Rumex spec.*, *Senecio vulgaris*, *Silene noctiflora*, *Sonchus spec.*, *Tulipa silvestris*, *Veronica agrestis*, *arvensis*, *hederifolia* und *triphyllos* sowie *Viola arvensis*. Das Fehlen von Vermerken über so auffällige Arten wie *Avena fatua* und die damals sicherlich noch häufige *Agrostemma githago* läßt jedoch an der herbologischen Verwertbarkeit dieser phänologischen Angaben zweifeln. Die recht häufige Erwähnung von Behandlungen gegen *Raphanus raphanistrum* ist in sofern aufschlußreich, als damit die damals offenbar erhebliche Verbreitung und Bedeutung dieser Art bestätigt wird.

Das **Auftreten wirtschaftlich bedeutender Unkräuter** im ganzen Deutschen Reich ist für die Jahre 1921 bis 1931 aus Meldungen von Pflanzenschutzdienststellen, die im **Laboratorium für Phänologie und Meteorologie** der BRA gesammelt wurden, von PAPE (1926, 1927a+b, 1928, 1930), WERTH (1932a+a) und ANONYMUS (1934) dargestellt worden, wenn auch durchweg recht kurz und allgemein. Immerhin läßt sich daraus für bestimmte Arten ihre damalige Bedeutung ablesen. Auffällig ist die wiederholte Nennung starken Auftretens der heute erheblich weniger oder überhaupt nicht mehr vorkommenden Arten *Adonis spp.*, *Anthoxanthum puelii*, *Bromus secalinus*, *Centaurea cyanus* (trotz guter Bekämpfbarkeit mit Kalkstickstoff (ANONYMUS 1934)), *Filago arvensis* und *minima*, *Gagea arvensis*, *Lilium bulbiferum*, *Lolium temulentum*, *Myosurus minimus* (in Klee), *Papaver rhoeas*, *Ranunculus arvensis* und *Senecio vernalis* oder auch *Lolium remotum*, eine der charakteristischen Arten der Leinfelder, des *Lolio-Linetums*. Auch haben die heute eher seltenen *Raphanus raphanistrum* und *Sinapis arvensis* sowie *Vicia spp.* in den überaus nassen Jahren 1926 und 1927 vor allem in Norddeutschland in Sommerungen oft bis zu 50%igem Ertragsverlust geführt. In manchen Jahren, z. B. 1927, sind die heute sehr sei-

tenen parasitischen Arten *Cuscuta trifolii* und *Orobanche minor* außergewöhnlich stark aufgetreten, so daß in einigen Bezirken Rot-Klee zu mehr als 50 % befallen war und manchenorts der Kleeanbau in Frage gestellt war (WERTH 1928). Andere, auch heute noch wichtige Arten, wie *Agropyron repens*, *Alopecurus myosuroides* (= *A. agrestis*), *Apera* (= *Agrostis*) *spica-venti* (trotz guter Bekämpfbarkeit mit Kalkstickstoff (**ANONYMUS** 1934)), *Avena fatua*, *Capsella bursa-pastoris*, *Chenopodium album* (oft in Sommergetreide), *Cirsium arvense*, *Convolvulus arvensis*, *Equisetum arvense*, *Ga/eopsis tetrahit*, *Galinsoga parviflora*, *Galium aparine*, *Polygonum spp.*, *Spergula arvensis* und *Thlaspi arvense*, wurden häufig als schädigend gemeldet.

Von 1954 bis 1980 wurden von der BBA im Auftrage des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten die Jahresberichte der Pflanzenschutzämter bzw. des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (ab dem 9. Jahrgang 1960) herausgegeben, in denen, mit dem Anbaujahr 1960 beginnend, aus Meldungen der **Pflanzenschutzämter** - wie vorher bei der BRA - die **Dienststelle für Melde- und Warndienst**, ab 1970 **Dienststelle für wirtschaftliche Fragen und Rechtsangelegenheiten im Pflanzenschutz**, in Berlin-Dahlem Beobachtungen über die wichtigsten Krankheiten und Schädlinge sowie das **Auftreten und** teils auch die **Bekämpfbarkeit wirtschaftlich bedeutender Unkräuter** in der Bundesrepublik Deutschland zusammengestellte. Die Berichte umfaßten jedoch meistens kaum mehr als 1 Seite, so daß ihr Inhalt entsprechend knapp ausfiel; das aus den Ländern zugrunde liegende Datenmaterial war - ähnlich wie oben schon kritisch angemerkt - je nach Interessenlage oder Arbeitskapazität des Beobachters nicht nur nach seinem Umfang, sondern auch hinsichtlich Tiefe und Genauigkeit sehr unterschiedlich, so daß auch das Erarbeiten der Berichte durch Mitarbeiter der Fachinstitute der BBA, hier durch mich im **Institut für Unkrautforschung**, ab dem 23. Jahrgang 1976 die Qualität nicht wesentlich verbessern konnte. Insgesamt ließen sich aus den monatlichen Berichten der Ämter keine ausreichend sicheren Aussagen über die Verbreitung und Bedeutung der Unkrautarten machen; dies wird genauso für die Erhebungen zur Zeit der BRA gelten. Die Berichtsserie wurde 1980 eingestellt, bevor Überlegungen von der BBA und den Pflanzenschutzdiensten der Bundesländer über eine bessere Datenerhebung und -verarbeitung vertieft werden konnten.

Für 1960 wurde aus Nordwürttemberg noch von auffallend viel *Papaver rhoeas* neben einer starken Verunkrautung durch *Raphanus raphanistrum* und *Sinapis arvensis* berichtet. Schon Mitte der 60er Jahre nahmen Meldungen über diese beiden Arten deutlich ab, die über *Alopecurus myosuroides* dagegen zu; hierfür ist die Zunahme des Anbaus von Win-

tergetreide sicherlich ein ganz entscheidender Faktor gewesen, weniger der Einsatz der noch mit erheblichen Wirkungslücken behafteten Herbizide. Ähnlich war die zunehmende Verbreitung von *Echinoch/oa crus-galli* und *Digitaria spp.* sowie *Amaranthus spp.* um 1970, vor allem in den Wärmegebieten Baden-Württembergs, durch Änderungen der Fruchtfolge, hier Ausweitung des Anbaus von Mais, bedingt.

In derselben Tradition der BRA der Sammlung und Auswertung von Meldungen des Pflanzenschutzdienstes über das Auftreten wirtschaftlich bedeutender Unkräuter wurde Anfang der 70er Jahren in der DDR im Rahmen der staatlichen Planwirtschaft die Einführung der **Schaderreger- und Bestandesüberwachung Unkräuter** in die Praxis der Landwirtschaft von ARLT erarbeitet und im Rahmen von Schulungen für Pflanzenschutzämter und landwirtschaftliche Betriebe durchgeführt, mit dem Ziel, die Bekämpfungsmaßnahmen entsprechend der aktuellen Befallssituation betrieblich zu organisieren (ARLT et al. 1995). Dabei hatten auch Unterweisungen zur Unkrauterkenntung durch ARLT und JÜTTERSONKE einen bedeutenden Anteil; zu den zahlreichen Lehrgängen wurden Pflanzenbestimmungshilfen für Praktiker von ARLT (1980a, 1984, 1989, et al. 1989) herausgegeben. Die Meldungen der Pflanzenschutzämter über die Verbreitung von Unkräutern gingen zentral an die **Abteilung Unkrautforschung** des IPF in Kleinmachnow. Eine methodische Anleitung zur Schaderreger- und Bestandesüberwachung auf EDV-Basis (Unkräuter) wurde von ARLT (1984) erarbeitet. Die Auswertungen ARLTs für Leitunkräuter wie *Amaranthus retroflexus*, *Apera spica-venti*, *Galium aparine*, *Matricaria spp.*, *Panicaceae*, *Stellarie media* oder *Veronica spp.* flossen in die jährlich (von PESCHEL 1971 bis RAMSON & HEROLD 1987) im Nachrichtenblatt für den Pflanzenschutz in der DDR veröffentlichten Berichte über das Auftreten der wichtigsten Krankheiten und Schädlinge der landwirtschaftlichen und gärtnerischen Kulturpflanzen ein (z. B. ARLT 1980b oder RAMSON et al. 1982). Dadurch wurde in der DDR annähernd flächendeckend ein Überblick über das Vorkommen von wichtigen Unkräutern in den landwirtschaftlichen Hauptkulturen erhalten. Obwohl als Ziel erwogen, konnte mit den so gewonnenen Daten eine zentrale Beschaffung von Pflanzenschutzmitteln, hier Herbiziden, nicht organisiert werden; mit diesen Berichten sollte dann aber den Pflanzenschutzagronomen „signalisiert“ werden, wann sie der Bekämpfung bestimmter Arten besondere Aufmerksamkeit zu schenken hatten (ARLT und PALLUTT, mdl. Mitt.).

Die am **häufigsten in Freilandversuchen** zur Prüfung von Herbiziden im Zulassungsverfahren **vorkommenden Unkrautarten** in Acker-, Gemüse-, Obst-, Wein- und Zierpflanzenbau, im Grünland, auf Nichtkulturland, an und in Gewässern und im Forst hat

HEIDLER (1984) nach Beratung mit Kollegen des Pflanzenschutzdienstes und des Instituts für Unkrautforschung zusammenstellt. Diese Listen sind den an Prüfungen im Zulassungsverfahren Beteiligten eine Unterlage über die in bestimmten Kulturbereichen vorkommenden Arten und sollen den einheitlichen Gebrauch wissenschaftlicher und deutscher Pflanzennamen gewährleisten.

3. Unkrautforschungseinheiten der BBA und der BZA bzw. des IPF

3.1. Institut für Unkrautforschung der BBA

3.1.1. Entwicklung des Instituts für Unkrautforschung

Am 17. Juli 1951 wurde unter Präsident Prof. Dr. Harald RICHTER die neu gegründete **Außenstelle für Gemüsebau und Unkrautforschung** der BBA in Neuss (Nordrhein-Westfalen) errichtet, wo die Institutskeimzelle zunächst in der Landwirtschaftsschule Unterkunft fand. Die Leitung wurde Dr. Hans BREMER übertragen, der seit 1929 in Aschersleben an der Außenstelle der BRA zur Erforschung der Krankheiten und Schädlinge im Gemüse- und Zierpflanzenbau gearbeitet hatte und nach Kriegsende in der Türkei tätig gewesen war. Zum 1. April 1952 wurde die Lauvenburg in Kaarst, Krs. Neuss-Grevenbroich, als Dienstgebäude angemietet, in dem zunächst 2 befristet beschäftigte Wissenschaftler, Dr. Hans ORTH (1. März 1952) und Dr. Frieda HEROLD (1. Juni 1952), mit 2 technischen Angestellten sowie 3 Lohnempfängern die Arbeit aufnahmen (BBA-Jahresbericht 1952). 1953 wurde die Außenstelle in das **Institut für Gemüsebau und Unkrautforschung** umgewandelt. Nachdem BREMER die Altersgrenze erreicht hatte, übernahm mit dem 1. November 1956 ORTH die Leitung des - inzwischen umbenannten - **Instituts für Gemüsekrankheiten und Unkrautforschung**, welches 1958 mit verdoppelter Anzahl der Beschäftigten in die Gebäude der ehemaligen Gemüsebauschule der Landwirtschaftskammer Rheinland in Hürth-Fischenich, Krs. Köln, umzog, wo es nun bessere Arbeitsbedingungen vorfand.

Am 1. Januar 1969 wurden aus dem Doppelinstitut für Gemüsekrankheiten und Unkrautforschung zwei selbständige Institute. Das **Institut für Unkrautforschung** hatte unter der Leitung ORTHs 2 wissenschaftliche Mitarbeiter: Dr. Georg MAAS, der seit dem 1. Januar 1967 in **Fischenich** tätig war, und Dr. Wolfram RICHTER, der vorher dem mit Ablauf des Jahres 1968 aufgelösten Institut für Grünlandsschädlinge der BBA in Oldenburg i. O. angehört hatte. Nachdem ORTH zum 1. November 1970 die Leitung der Abteilung für Pflanzenschutzmittel und -geräte der BBA in Braunschweig übernommen hatte, leitete Dr. Gerd

CRÜGER kommissarisch das Institut, bis 1971 MAAS die Leitung des Instituts für Unkrautforschung übertragen wurde.

1965 wurde im Interesse der Konzentration der Forschungseinrichtungen der BBA ein **Institutsneubau** mit Gewächshäusern und einer Vegetationshalle **in Braunschweig** genehmigt, der im Sommer 1972 bezogen und am 12. September 1972 feierlich eingeweiht werden konnte (ANONYMUS 1973b). Wie der Leiter des Referats Pflanzenschutz im Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Dr. H. PAG, in seiner Begrüßungsrede hervorhob, konnte das Institut damit seine volle Tätigkeit aufnehmen, wobei er sich wünschte, daß die Mitarbeiter des Instituts auch immer das richtige Gespür für die Rangfolge der Forschungsaufgaben behalten würden. Mit der Erhöhung der Zahl der wissenschaftlichen Mitarbeiter 1974 auf 5 und 1986 auf 6 konnten die Arbeitsgebiete des Instituts ausgeweitet und vertieft werden. Dieser Personalbestand bleibt bis zum Ausscheiden von Prof. PESTEMER erhalten, der am 1. Juli 1993 zum Leiter des Instituts für ökologische Chemie in Berlin-Dahlem berufen wurde.

Nach dem Eintritt MAAS' in den Ruhestand zum 31. März 1994 wurde Dr. Thomas EGGERS die kommissarische Leitung des Instituts übertragen, bis Präsident Prof. Dr. Fred KLINGAUF am 2. Januar 1995 Dr. Peter ZWERTGER, Privatdozent im Fachgebiet Herbo-logie des Instituts für Phytomedizin der Universität Stuttgart-Hohenheim, zum Leiter des Instituts ernannte. Zur Wahrnehmung von hoheitlichen Aufgaben im Rahmen der Prüfung und Bewertung von Pflanzenschutzmitteln im Zulassungsverfahren wurde am 1. August 1996 dem Institut 1 Wissenschaftler zugeordnet, so daß das Institut zur Zeit wiederum einen Personalbestand von 6 Wissenschaftlern aufweist.

3.1.2. Forschungsgebiete und Arbeitsschwerpunkte des Instituts für Unkrautforschung

Die Einweihung des Institutsneubaus in Braunschweig bot dem Leiter des Instituts für Unkrautforschung eine gute Gelegenheit, die vielfältigen Forschungsaufgaben zu behandeln (MAAS 1973), wie sie sich Anfang der 70er Jahre stellten (die aber dennoch fast ausnahmslos über 2 Jahrzehnte aktuell bleiben sollten!). Einige Aufgaben würden nur in Zusammenarbeit mit anderen Instituten bearbeitet werden können, wie dies dann über die persönlichen Verbindungen der Wissenschaftler hinaus durch vielfältige Beteiligungen an interdisziplinären Forschungsvorhaben z. B. der Deutschen Forschungsgemeinschaft, des Ministeriums für Forschung und Technologie, der Europäischen Gemeinschaften oder der

Deutschen Bundesstiftung Umwelt, aber auch internationaler wissenschaftlicher Gesellschaften wie der Europäischen Gesellschaft für Herbologie erfolgte.

Die Biologie und Ökologie der Unkrautarten sind als primäres Forschungsgebiet naturgemäß an der ersten Stelle zu nennen. Die Entwicklung umweltgerechter Pflanzenschutzverfahren setzt eine genaue und umfassende Kenntnis der Populationsbiologie der Schaderreger voraus. In der Herbologie werden derartige Untersuchungen der Lebensphasen und Lebensvorgängen in Populationen mit der Absicht durchgeführt, die für die Dynamik einer Unkrautpopulation entscheidenden Regulationsmechanismen zu erkennen, um sie in die Entwicklung von Prognoseverfahren und Bekämpfungsstrategien einbeziehen zu können. Daran schließen sich unmittelbar die Fragen nach der Bekämpfungswürdigkeit oder -notwendigkeit und der Bekämpfbarkeit dieser Pflanzenarten im Wechselspiel mit dem Anbau der Kulturpflanzen an. - Die Aktualität einer Unkrautbekämpfung in der Landespflege nahm schon in den 70er Jahren erheblich ab.

Für die Mitte der 60er Jahre fanden sich in den Jahresberichten des Deutschen Pflanzenschutzdienstes häufig Meldungen über Schäden an Kulturpflanzen durch Herbizide, schon zur selben Zeit war diese Forschungsfrage im Institut aufgegriffen worden (s.u. Arbeitsgebiet Nebenwirkungen).

Mit der allgemeinen Zunahme des Umweltbewußtseins traten gleichzeitig die Fragen nach dem Verhalten der Herbizide in der Umwelt und nach der Belastung von Umweltkompartimenten in den Vordergrund. Hierzu gewann das Arbeitsgebiet über die Beziehungen zwischen Bodeneigenschaften sowie Witterung und der Wirkung von Boden- und Blattherbiziden eine große Bedeutung, ebenso wie Fragen nach der wirtschaftlichen Notwendigkeit von Unkrautbekämpfungsmaßnahmen. Dem Ziel einer möglichst umweltschonenden Bekämpfung der Unkräuter gilt jetzt das besondere Interesse an nichtchemischen Verfahren (MALKOMES 1994b, NIEMANN 1996, ZWERTGER 1996a). Hierzu zählen auch acker- und pflanzenbauliche Maßnahmen mit einer mehr oder weniger ausgeprägten indirekten Wirkung gegen Unkräuter (z. B. Wahl sowohl ertragreicher als auch konkurrenzkräftiger Sorten mit hohem Unkrautunterdrückungspotential: Diss. VERSCHWELE 1994, s. Literatur-Anhang 1).

Als weiterer Ansatz zur Reduktion des Einsatzes chemischer Unkrautbekämpfungsmittel auf das unbedingt Notwendige gilt seit mehr als 10 Jahren das auf den Besatz-Ertragsverlust-Relationen basierende Schadensschwellenkonzept (NIEMANN 1978); es zielt auf die ausschließliche Behandlung der verunkrauteten Teilflächen eines Ackerschlags ab und bedarf der ständigen Weiterentwicklung und Verbesserung im Detail (z. B. NORD-

MEYER 1996). Neue Techniken wie digitalisierte Luftbilddauswertung und satelliten-gestützte Navigation bei der Erfassung der Verunkrautung und beim Einsatz der Feld-spritze sind aufgegriffen worden (z. B. NORDMEYER & BERLIN 1996).

Anwendungsbezogene Fragen sind zu klären, ob in transgenen Kulturpflanzensorten neben dem Komplementärherbizid auch noch die bisherigen selektiven Herbizide für die entsprechende Kultur einsetzbar sind (Jahresbericht 1996).

Mit einer Auswahl von Veröffentlichungen über Arbeiten im Institut für Unkrautforschung lassen sich die Breite und die Tiefe der Arbeitsgebiete und auch die Verlagerung der Schwerpunkte im Laufe der Jahre gut veranschaulichen. Auch die chronologischen Listen der im Institut entstandenen Dissertationen und Diplomarbeiten (s. Literatur-Anhang 1 und 2) spiegeln die Entwicklung der Arbeitsgebiete des Instituts deutlich wider.

• **Biologie und Ökologie** von Unkrautarten als Voraussetzung erfolgreicher Bekämpfung, **Aus- und Verbreitung** von Ackerwildpflanzen

LEUCHS 1962: *Tussilago farfara*

MÜLLER & ORTH 1963: *Allium vineale*

ANONYMUS (1964): Entwicklungsstadien der grasartigen und zweikeimblättrigen Kultur-pflanzen und Unkräuter für die Prüfung von Pflanzenschutzmitteln

RICHTER & BREDERLOW 1970: *Arrhenatherum elatius bulbosum* als Ackerungras

EGGERS 1975: Konkurrenz der Unkräuter untereinander

KLISCHOWSKI et al. 1976: *Avena fatua*

EGGERS 1977: Unkrautbiologie und Unkrautökologie - wozu?

EGGERS 1979: Werden und Wandel der Ackerunkraut-Vegetation

EGGERS & NIEMANN 1980: Begriff des Unkrauts - Schadschwellen

WULFF & EGGERS 1982: Artenrückgang von Ackerunkraut-Arten

MAAS & WULFF 1983: Ackerunkraut-Arten vom Aussterben bedroht?

EGGERS 1984a: Wandel der Unkrautvegetation der Äcker

EGGERS 1984b: Some remarks on endangered weed species in Germany

NIEMANN & PESTEMER 1984: Herbizidresistenz von *Alopecurus myosuroides*

EGGERS 1985a: Gefährdete Ackerwildpflanzen in regionaler oder kontinentaler Sicht

EGGERS 1985b: Einfluß chemischer Unkrautbekämpfung auf die Acker-Unkrautvegetation

NIEMANN 1985a: *Alopecurus myosuroides*

EGGERS & HEIDLER 1985: Entwicklungsstadien von Unkräutern

BLEIHOLDER et al. 1986: Entwicklungsstadien zweikeimblättriger Unkräuter

NIEMANN & HOLZMANN 1986: Morphologische und physiologische Variabilität von *Viola arvensis*

NIEMANN 1988c: Variabilität von *Galium aparine*

WELLING et al. 1988: Förderung von Nützlingen durch Wildkräuter im Feld und im Feld-rain

EGGERS 1989: *Bromus spp.*: Ungräser und Arten der Roten Liste

EGGERS 1994: Gefährdete Ackerwildpflanzen in Deutschland - Rote Listen

ZWERGER 1995: Unkraut oder Wildkraut - Diskussion zum Begriff und Wesen des Un-krauts

ZWERGER 1996b: Samenproduktion von *Cirsium arvense*

ZWARGER et al. 1996: Verbreitung und Bedeutung der Herbizidresistenz in Europa
 HESS et al. 1997: BBCH scale for the descriptions of the growth stages of mono- and dicotyledonous weed species

- **Schwellenwerte** als Grundlage einer **integrierten Bekämpfung**,
Reduktion des Einsatzes chemischer Mittel

NIEMANN 1977: Konkurrenz *Galium aparine* und Wintergetreide im Jugendstadium
 NIEMANN 1978: Unkrautbekämpfung nach Schadschwellen?
 NIEMANN 1979: Dauer der Unkrautkonkurrenz - Ertragsfaktoren der Wintergerste
 EGGERS & NIEMANN 1980: Begriff des Unkrauts - Schadschwellen
 NIEMANN 1980b: Auswertung langjähriger Versuche zur Bekämpfung von mono- und dikotylen Unkräutern in Winterroggen (1970-1979)
 NIEMANN & GRIGO 1980: langjährige Versuche zur Bekämpfung von mono- und dikotylen Unkräutern in Winterweizen und Wintergerste
 EGGERS 1981: Ökosystem in Gefahr durch chemische Pflanzenbehandlung?
 NIEMANN 1981a: Anwendung des Schadschwellenprinzips im Getreidebau
 NIEMANN 1981b: Senkung der Produktionskosten durch Einsparung von Herbiziden?
 MAAS 1982: Verringerung der Wirkstoffmenge von Pflanzenschutzmitteln durch Phospholipide
 NIEMANN 1985b: Schadensschwellen - erst zählen, dann bekämpfen
 NIEMANN 1985c: Unkrautkartierung - ein weiterer Schritt zur gezielten Bekämpfung
 NIEMANN 1986: Vom Schadensschwellenkonzept zur Unkrautkartierung
 HOFSTETIER 1986 Diss.: Schadwirkung und Populationsdynamik von *Mercurialis annua*
 HOLZMANN 1987 Diss.: Populationsdynamik und Schadwirkung von *Viola arvensis*
 EGGERS 1987: Environmental impact of weed control in Germany
 NIEMANN 1987: Einstellung definierter Unkrautdichten in Konkurrenzversuchen
 HOLZMANN & NIEMANN 1988: Prognose der Verunkrautung mit *Viola arvensis* auf der Basis populationsdynamischer Parameter
 NIEMANN 1988a: Bewertung von Ackerunkrautarten
 NIEMANN 1988b: Konkurrenzwirkung von *Veronica hederifolia* auf Weizen
 NIEMANN & VERSCHWELE 1993: Quantifizierung der unkrautunterdrückenden Wirkung einer Reihendüngung bei Mais
 NIEMANN & MALKOMES 1996 : Einfluß definierter Verunkrautungen auf die Ertragsbildung von Mais und Getreide
 NORDMEYER et al. 1995: Aerial photography and global positioning system for patchy weed control
 NORDMEYER & BERLIN 1996: Satellitengestützte Navigation (GPS) als Grundlage einer teilschlagorientierten Unkrautbekämpfung
 NORDMEYER et al. 1996: Weed mapping as a tool for patchy weed control

- **Verfahren der** mechanischen, chemischen und biologischen **Unkrautbekämpfung**,
 Unkrautunterdrückung durch Kulturpflanzenbestände

BREMER 1952: wirtschaftliche Bedeutung der Unkrautbekämpfung
 HÜLSENBERG 1968a: Lichtökologische Untersuchung - Konkurrenzkraft von Weizensorten
 TYLSON 1979: Piperofos gegen *Echinochloa crus-galli* in verschiedenen Reissorten
 EGGERS & THUN 1988: Biologische Bekämpfung von *Chenopodium album* mit *Ascochyta caulina*?
 NIEMANN 1990: Bestandeslücken und deren Bedeutung für die Verunkrautung
 NIEMANN & GRIGO 1990: Ergebnisse und Erfahrungen aus Versuchen zur Acker-Fuchschwanzbekämpfung von 1965 bis 1988

HEIERMANN et al. 1992: Einbindung von Herbizid-Wirkungsgraden und nichtchemischen Verfahren in das Expertensystem HERBASYS
 NIEMANN 1992a: Unkrautunterdrückendes Potential von Wintergerstensorten
 NIEMANN 1992b, 1994: Wirkungen von Getreidefungiziden auf Unkrautarten
 NORDMEYER & NIEMANN 1992: Möglichkeiten der gezielten Teilflächenbehandlung mit Herbiziden auf der Grundlage von Unkrautverteilung und Bodenvariabilität
 VERSCHWELE & NIEMANN 1992: Einfluß der Morphologie von Weizensorten auf den Lichteinfall in den Bestand und die Verunkrautung
 EGGERS & NIEMANN 1993: Alternativen zur chemischen Unkrautbekämpfung
 NORDMEYER et al. 1994: Unkrautbekämpfungsverfahren in Mais
 VERSCHWELE 1994 Diss.: Indirekte Unkrautbekämpfung durch Sortenwahl bei Getreide
 NIEMANN 1996: Unkrautbekämpfung durch Lichtausschluß während der Bodenbearbeitung
 ZWARGER 1996a: Integrated weed management in developed nations

- **Unkrautbekämpfungsverfahren in Kulturpflanzen mit kleinflächigem Anbau** (Arznei- und Gewürzpflanzen, (Fein)Gemüse)

ORTH 1963: Wege zur chemischen Unkrautbekämpfung im Gemüsebau
 MAAS 1967: Entwicklung von Unkrautbekämpfungsmitteln für den Industriegemüsebau
 HÜLSENBERG 1968b: Einfluß der Unkräuter auf den Ertragsverlust bei Gemüsekulturen
 MAAS 1968: Chemische Unkrautbekämpfung in Gewürz- und Arzneipflanzen
 ORTH 1968: Herbizide im Gemüsebau
 LELLEY 1971: Bedeutung der chemischen Unkrautbekämpfung bei Kohl-Direktsaat
 MAAS 1978: Weed control in medicinal plants
 PESTEMER & MANN 1980: Rückstände von Herbiziden in Küchenkräutern
 PESTEMER 1983: Herbicide residues in soils and their phytotoxicity to vegetable crops
 PESTEMER et al. 1986: Herbizideinsatz in Containerkulturen
 MAAS 1990: Official and not registered herbicide recommendations for vegetable crops, herbs and medicinal plants

- **Nebenwirkungen der Herbizide auf Kulturpflanzen** (Standfestigkeit, des Getreides, Sortenverträglichkeit, Gehalt an kritischen Inhaltsstoffen)

MAAS 1968: Ankerwurzelschäden des Getreides nach Herbizid-Behandlung
 MAAS & ORTH 1970: Phytotoxizität von Getreide-Bodenherbiziden - Wurzeltest
 MAAS 1971: Sortenempfindlichkeit von Kulturpflanzen gegenüber Bodenherbiziden
 LELLEY 1972a: Unkrautkonkurrenz und Herbizideinsatz - Ertrag, Karotingehalt von Möhren
 LELLEY 1972b: Sortenempfindlichkeit von Getreide gegenüber Bodenherbiziden
 MOOSAVI 1974: Sortenempfindlichkeit von 24 Reissorten gegenüber Butachlor
 BECKMANN & PESTEMER 1975b: Herbizid - Ertrag und Inhaltsstoffe von Möhren
 MAAS 1975: Auswirkung direkter und indirekter Abtrift von Herbiziden auf Kulturpflanzen
 ZANDER 1977 Diss.: Standfestigkeit von Weizen unter Herbizideinfluß
 NIEMANN 1980a: Wechselwirkung zwischen Virusbefall und Herbizidbehandlung bei der Wintergerste
 HOLTkamp 1980: Einfluß von Propyzamid auf den Nitratgehalt von Kopfsalat
 HOLTkamp 1980 Diss.: Beeinflussung wertgebender Inhaltsstoffe von Kopfsalat durch Herbizide
 GÜNTHER & PESTEMER 1992: Phytotoxicity of surfactants to higher plants

- Beziehung zwischen **Standorteigenschaften** und dem **Umweltverhalten** von Herbiziden

ORTH 1964: Nachwirkungsversuche mit einigen Herbiziden

BORTELS et al. 1966: phytotoxische Wirkung des Simazins - Sorption im Boden

ORTH 1967a: Prüfung der Phytotoxizität von Pre-emergence-Herbiziden durch Wurzeltest

ORTH 1967b: Wirkungsweise und Abbau der forstlich wichtigen Herbizide

MAAS 1972: Sorptionskapazität des Bodens - Wirkung von Mecoprop gegen *Galium aparine*

NIEMANN 1973: Aufwandmenge von Voraufbauherbiziden nach Bodeneigenschaften

NIEMANN 1973 Diss.: Wirkung von Bodenherbiziden auf Immissionsstandorten

MAAS & PESTEMER 1974: Humusgehalt- Einsatzmöglichkeit von Herbiziden

PESTEMER et al. 1974: Bestimmung von Medinoterb-acetat in sorptionsstarken Böden

BECKMANN & PESTEMER 1975a: Humusversorgung - Herbizidabbau, biologische Aktivität des Bodens

HÄNSCH 1976 Diss.: Verhalten einiger Bodenherbizide in sorptionsstarken Böden

PESTEMER 1976: Quantitativer Biotest zur Bestimmung von Photosynthesehemmern

PESTEMER et al. 1978: Verhalten und Nebenwirkungen von Herbiziden - 2,4,5-T

MAAS 1979: Umweltfaktoren und Spritztechnik - Wirkung von Herbiziden

SCHMIDT & PESTEMER 1980: Plant availability and uptake of herbicides from soil

PESTEMER 1985: Herbiziddynamik im Boden

AUSPURG 1986 Diss.: Verhalten von Terbutryn im Boden

HERKLOTZ 1986 Diss.: Sorptions- und Mobilitätsverhalten von Pestiziden in Böden und Porengrundwasserleitern

MAAS et al. 1988: Indirekte Abtrift (Verflüchtigung) von Herbiziden von Oberflächen

GÜNTHER et al. 1989: Quantitative bioassays for determining residues and availability to plants of sulfonylurea herbicides

GOTIESBÜREN et al. 1990: Prognose der Persistenz von Herbiziden mit Hilfe eines computergestützten Expertensystems

BUNTE 1991 Diss.: Abbau- und Sorptionsverhalten persistenter Herbizide

BUNTE et al. 1991: Modellversuche zur Simulation des Einwaschungsverhaltens von Herbiziden

NORDMEYER 1991, 1994: Bodenvariabilität und Verhalten von Pflanzenschutzmitteln

NORDMEYER et al. 1991: Pflanzenschutzmittel im Grundwasser - Säulenversuche

GOTIESBÜREN 1991 Diss.: Konzeption, Entwicklung und Validierung des wissensbasierten Herbizid-Beratungssystems HERBASYS

GÜNTHER 1991 Diss.: Biotests mit höheren Pflanzen zum Verhaltens von Sulfonylharnstoffen

ADERHOLD & NORDMEYER 1992: Lysimeterstudien zur Verlagerung von Herbiziden in Makroporen

DIBBERN 1992 Diss.: Simulation des Ausbreitungsverhaltens von Pflanzenschutzmitteln in Boden und Grundwasser

DIBBERN & PESTEMER 1992: Anwendbarkeit von Simulationsmodellen zum Einwaschungsverhalten von Pflanzenschutzmitteln im Boden

KRASEL et al. 1992: Versuchsanlage zur Messung der Verflüchtigung von Pflanzenschutzmitteln von Oberflächen

ADERHOLD & NORDMEYER 1993: Influence of soil macropores on herbicide leaching

KRASEL & PESTEMER 1993: Volatilization of herbicides from different surfaces

NORDMEYER et al. 1993: Variabilität von Bodeneigenschaften als Ursache bevorzugter Fließwege für Pflanzenschutzmittel

ADERHOLD & NORDMEYER 1994: Bevorzugte Fließwege von Wasser und Pflanzenschutzmitteln in strukturierten Böden

- GOTTESBÜREN et al. 1994: Freiland- und Laborversuche zur Validierung von Prognosemodellen des Expertensystems HERBASYS zur Nachbauproblematik nach Herbizideinsatz
- PESTEMER 1994: Einbindung von phytotoxischen und ökologisch-chemischen Daten zur Wirkung und zum Verhalten von Herbiziden in Expertensysteme für die Beratung
- ADERHOLD & NORDMEYER 1995: Leaching of herbicides in soil macropores as a possible reason for ground water contamination
- NORDMEYER 1995: Spatial variability of soil properties and their importance for pesticides behaviour
- NORDMEYER & ADERHOLD 1994: Erfassung der Verlagerung von Pflanzenschutzmitteln im Bodenprofil
- NORDMEYER & ADERHOLD 1995: Verlagerung von Pflanzenschutzmitteln in Bodenmakroporen als mögliche Ursache von Grund- und Oberflächenwasserbelastungen
- MULL et al. 1995: Pflanzenschutzmittel im Grundwasser. Eine interdisziplinäre Studie
- NORDMEYER & PESTEMER 1995: Laborabbau- und -sorptionsversuche mit Pflanzenschutzmitteln im Bodenprofil
- HEIERMANN et al. 1996: Degradation and time-dependent sorption of herbicides in soil - evaluation and mathematical modelling
- PESTEMER et al. 1996: Herbiziddynamik im Boden (1986-1996)
- DIEKKRÜGER et al. 1996: Räumliche Variabilität - Wasser- und Stoffdynamik in Agrarökosystemen

- Auswirkungen von Unkrautbekämpfungsverfahren auf **Bodenorganismen** und **Bodenfruchtbarkeit**

- MALKOMES 1977a: Decomposition of cellulose and straw in soils after herbicide application
- MALKOMES 1977b: Bodenmikroflora nach Herbizidanwendung zu Winterweizen
- MALKOMES 1980: Ökotoxikologische Effekte von Herbiziden und Pflanzenschutzsystemen
- BEMBENEK 1982 Diss.: Herbizideinfluß auf pflanzenparasitäre Nematoden
- LUEANG-A-PAPONG 1985 Diss.: Wirkung einer Unkrautbewirtschaftung auf den Boden
- MALKOMES 1985: Einflüsse von Pflanzenschutzmitteln auf Bodenmikroorganismen
- RADANACHALESS 1986 Diss.: Mikrobielle Aktivität im Boden unter dem Einfluß von Kulturpflanze und Unkraut
- ANDERSON et al. 1987/1990: Richtlinie - Aktivität der Bodenmikroflora
- POHL & MALKOMES 1990: Einfluß von Bewirtschaftungsintensität und Verunkrautung auf mikrobielle Parameter im Boden
- DIEKMANN 1991 Diss.: Dynamik mikrobiologischer Parameter in Grundwasserleitern
- FRANK 1991 Diss.: Mikrobielle Aktivitäten in Böden unter Einfluß von Pflanzenschutzmitteln
- GERBER et al. 1991: Laboratory tests for assessing side-effects of pesticides on the soil microflora
- MALKOMES 1992: Nitrifikation als ökotoxikologischer Indikator für Agrochemikalien im Boden
- FRANK & MALKOMES 1993a+b: Mikrobielle Aktivitäten in landwirtschaftlich genutzten Böden Niedersachsens. - 1. Einfluß der ackerbaulichen Nutzung. - II. Bodencharakterisierung anhand mikrobieller Stoffwechselaktivitäten.
- MAAS & MALKOMES 1993: Prüfung des Einflusses von Herbiziden auf mikrobielle Aktivitäten im Boden
- KAMPMANN et al. 1994: Bewertungskriterien zur Belastung von Agrarökosystemen

- MALKOMES 1994a: Einfluß nichtchemischer Unkrautbekämpfungsverfahren auf Organismen im Boden - eine Bestandsaufnahme
- MALKOMES 1994b: Einfluß von Herbiziden auf Bodenmikroorganismen - zwei Jahrzehnte Untersuchungen
- MALKOMES 1994c: Einfluß racemischer und optisch aktiver Dichlorprop-Herbizide auf mikrobielle Aktivitäten im Boden
- POHL & MALKOMES 1994: Einfluß langjähriger unterschiedlicher Pflanzenschutzintensitäten im Ackerbau auf die Aktivität von Bodenmikroorganismen
- DIEKMANN et al. 1995: Transport und Elimination abfalltypischer Umweltchemikalien im organisch belasteten Porengrundwasserleiter. Wirkung der Umweltchemikalien auf die Mikroflora
- MALKOMES 1996a: Folgewirkungen einer Freilandanwendung von Methylbromid auf mikrobielle Aktivitäten und deren Reaktionen gegenüber Herbiziden
- MALKOMES 1996b: Einfluß von Acker-Unkräutern auf Bodenmikroorganismen - eine Übersicht
- NIEMANN & MALKOMES 1996: Einfluß definierter Verunkrautungen auf ... mikrobielle Aktivitäten im Boden

- Unkrautbekämpfung in der **Landespflege** und als Faktor für die Artenverarmung von Pflanzengesellschaften und der von diesen beherbergten Tierwelt

- EGGERS 1972: Pflanzenschutz und Landschaftspflege
- EGGERS 1976: Landschaftspflege - Betrachtung des Pflanzenschutzes
- EGGERS 1979: Werden und Wandel der Ackerunkraut-Vegetation
- WULFF & EGGERS 1982: Artenrückgang von Ackerunkraut-Arten
- MAAS & WULFF 1983: Ackerunkraut-Arten vom Aussterben bedroht?
- EGGERS 1984: Wandel der Unkrautvegetation der Äcker
- EGGERS 1984: Same remarks on endangered weed species in Germany
- EGGERS 1985: Gefährdete Ackerwildpflanzen in regionaler oder kontinentaler Sicht
- KOKTA 1989 Diss.: Abgestufte Intensität der Pflanzenproduktion und *Carabidae*
- EGGERS 1994: Gefährdete Ackerwildpflanzen in Deutschland - Rote Listen
- HEIDLER 1996: Herbizide in Landschaftsschutzgebieten nicht generell verboten

- Ergänzend zu den Arbeitsgebieten des Instituts für Unkrautforschung sei auf verschiedene Angaben in den BBA-Jahresberichten über Versuche mit Unkräutern und zur Unkrautbekämpfung im **Institut für Grünlandfragen**, Oldenburg i. O., und über Veröffentlichungen dazu hingewiesen, von denen eine Auswahl das Arbeitsfeld der Forschung auf diesem Gebiet in diesem Institut umreißt:

- RICHTER 1950: Bekämpfung von Grünlandunkräutern mit U 46
- RICHTER 1952: Unkrautbekämpfung im Grünland
- RICHTER & HOLZ 1952: 2,4-D zur Bekämpfung von *Equisetum palustre*
- RICHTER & HOLZ 1963: Neues Verfahren zur Bekämpfung von *Equisetum palustre*
- RICHTER 1964: Rasenunkräuter *Plantago* und *Taraxacum* und ihre Bekämpfung
- BOEKER et al. 1965: Versuche mit Wuchshemmern an Autobahnen und Bundesstraßen
- RICHTER 1965: Wirkung von wuchshemmenden Mitteln auf Gräser

3.1.3 Veröffentlichungen aus dem Institut für Unkrautforschung

Aus dem Institut für Unkrautforschung sind bis 1996 insgesamt 456 Veröffentlichungen in Zeitschriften und Serien oder als Bücher hervorgegangen (Tab. 1), davon 371 in den Jahren 1971 bis 1993 unter der Leitung von MAAS, außerdem 21 Dissertationen und 37 Diplomarbeiten, deren experimenteller Teil ganz oder teilweise in dem Institut durchgeführt wurde (s. Literatur-Anhang 1 und 2).

Tab. 1: Anzahl der Veröffentlichungen (+ Diplomarbeiten + Dissertationen) über Unkrautarten und Unkrautbekämpfung sowie Herbizide aus dem **Institut für Gemüsebau und Unkrautforschung** bzw. (ab 1958) dem **Institut für Gemüsekrankheiten und Unkrautforschung** und (ab 1969) dem **Institut für Unkrautforschung** der BBA

| | | | | | |
|---------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 1952: 1 | 1967: 9 | 1973: 4+0+1 | 1979: 13+1+0 | 1985: 15+1+1 | 1991: 28+5+5 |
| 1962: 9 | 1968: 7 | 1974: 6 | 1980: 15+0+1 | 1986: 20+1+4 | 1992: 32+1+1 |
| 1963: 4 | 1969: 5 | 1975: 15 | 1981: 17 | 1987: 15+3+1 | 1993: 30+4+0 |
| 1964: 7 | 1970: 6 | 1976: 5+0+1 | 1982: 11+1+1 | 1988: 22+4+0 | 1994: 32+0+1 |
| 1965: 3 | 1971: 5 | 1977: 14+1+1 | 1983: 12+2+0 | 1989: 23+1+1 | 1995: 17+1+1 |
| 1966: 4 | 1972: 9+1+0 | 1978: 9 | 1984: 24+5+0 | 1990: 27+3+0 | 1996: 25+2+1 |

3.2 Entwicklung und Forschungsgebiete der Abteilung Unkrautforschung der BZA bzw. des IPF

In der BZA Berlin, die 1971 zum Institut für Pflanzenschutzforschung (IPF) umbenannt wurde, begannen die Forschungsarbeiten zur Unkrautbekämpfung 1955. Die personelle Kapazität der Unkrautforschung wurde 1966 verstärkt und unter der Leitung von Dr. Günther FEYERABEND in einer Abteilung zusammengefaßt; nach dessen Eintritt in den Ruhestand wurde die Abteilung Unkrautforschung ab 1990 von Dr. Bernhard PALLUTT geleitet.

Es liegt auf der Hand, daß in der DDR mit der Intensivierung des Pflanzenbaus ganz vergleichbare Fragen der Unkrautbekämpfung wie im westlichen Deutschland zu lösen waren. Zunächst wurden Forschungsaufgaben, die mit der Pflanzenschutzmittelpfung zusammenhingen, bearbeitet, wie z. B.:

- Fragen der Applikation von Kontakt- und Wuchsstoffherbiziden im Getreide,
- Erarbeiten von Verfahren des Herbizideinsatzes in Faserlein, Mais und Gemüse,
- Mitarbeit an der Entwicklung von Herbiziden zur Unkrautbekämpfung in Zuckerrüben (Zusammenarbeit mit dem VEB Fahlberg-List und dem Institut für Rübenforschung in Klein Wanzleben (BURTH et al. 1990)).

Für die Herbologen bei der BZA / IPF bestand eine besondere Herausforderung darin, daß sie neben den Aufgaben der staatlichen Mittelprüfung (s. Kap. 4) auch zentral für das gesamte Gebiet der DDR den jeweiligen Kulturen angemessene Verfahren zur Überwindung der Problematik der mechanischen und chemischen Unkrautbekämpfung in den Fruchtfolgen bei der industriemäßigen Pflanzenproduktion (FEYERABEND & PALLUTT 1976) zu entwickeln hatten, und dies vor dem Hintergrund einer beschränkten Herbizidpalette, d. h., es standen ihnen nicht immer oder oft nur mit erheblicher zeitlicher Verzögerung die geeigneten Herbizide zur Lösung der Unkrautprobleme zur Verfügung.

In den späten 60er Jahren konzentrierten sich die Arbeiten dieser Abteilung auf die Entwicklung von Verfahren zum Ersatz der Handarbeit und sonstiger mechanischer Arbeitsgänge durch Herbizide. Dabei wurde versucht, die der Abteilung fehlende Kapazität durch Gemeinschaftsarbeit mit anderen Instituten der Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR, der Universitäten und der Pflanzenschutzmittelindustrie auszugleichen (FEYERABEND, schriftl. Mitt.). Neben der chemischen Unkrautbekämpfung in den großen Kulturen Getreide, Zuckerrübe und Kartoffel bestand in der DDR auch ein besonders großes Interesse an der Herbizidanwendung in den langsam wachsenden Gemüsekulturen (ZSCHAU & FEYERABEND 1964, FEYERABEND 1970).

Im Gartenbau hat die Bekämpfung des Unkrauts eine erhebliche Bedeutung; in früheren Zeiten erforderte der hierfür zu leistende Aufwand in bestimmten Kulturen, z. B. in Zwiebeln, bis zu 500 h ha^{-1} . (Nicht von ungefähr hatte sich in der BBA das Institut für Unkrautforschung aus einem Institut für Gemüsebau heraus entwickelt, um systematisch nach neuen Wegen zu suchen, diesen erheblichen Arbeitsaufwand zu senken.) Arbeiten zur Unkrautbekämpfung im Gemüsebau begannen in der Abteilung Unkrautforschung bei den langsam wachsenden Kulturen Zwiebel und Möhre. Später wurden Verfahren zum handarbeitsarmen Anbau anderer Gemüsearten entwickelt (ZSCHAU 1973, 1974a+b, HOLLNAGEL & ZSCHAU 1985). In den 80er Jahren konnte durch Einschaltung von Arbeitsgängen der mechanischen Unkrautbekämpfung Verfahren des handarbeitslosen Anbaus von Gemüse entwickelt werden. Damit war eine wesentliche Grundlage für den Gemüsebau auf größeren Flächen erarbeitet (ZSCHAU et al. 1990). Der Stellenwert dieser Aufgabe war im Osten Deutschlands bei etwa 100.000 ha Gemüseanbaufläche so groß, daß sich zeitweise zwei 2 Wissenschaftler ausschließlich den Fragen der Unkrautbekämpfung in diesen Kulturen widmeten.

Für den großflächigen Zuckerrübenanbau in der DDR war bis Mitte der 70er Jahre der Ersatz der Handarbeit durch Einsatz von Herbiziden ein wichtiges Problem; die Handarbeit

für die Rübenpflege konnte durch Herbizidfolgen von ca. 200 auf bis zu 40 h ha⁻¹ gesenkt werden (HARTMANN, W. (1972): *Chemische Unkrautbekämpfung in Zuckerrüben*. - Forschungsbericht IPF Kleinmachnow, Archiv der BZA.). Mit Hilfe des Splittings bei der Nachauflaufanwendung und der Einbeziehung des Wirkstoffs Ethofumesat gelang es, bis Anfang der 80er Jahre eine nahezu handarbeitslose Rübenpflege (0 bis 10 h ha⁻¹) zu erreichen (PALLUTT & HOFMANN 1980). Danach wurden Bekämpfungsmöglichkeiten gegen einige Problemunkräuter im Zuckerrübenanbau, wie *Amaranthus spp.*, *Galium aparine*, *Mercurialis annua*, *Panicaceae* und *Solanum nigrum*, entwickelt (HOFMANN & PALLUTT 1986).

Nach methodischen Untersuchungen zur Testung der Herbizidwirkung auf Kulturpflanzen schlugen ARLT & HOFMANN (1977) ein Testspektrum zur Ermittlung phytotoxischer Nebenwirkung von Herbiziden vor. Als Indikator für die Wirkung photosyntheseaktiver Herbizide wurde die Dynamik der Bildung reduzierender Zucker über einen bestimmten Zeitraum gemessen.

Bereits Anfang der 70er Jahre wurden die Grenzen einer nahezu ausschließlich chemischen Unkrautbekämpfung erkennbar. Deshalb wurde 1974 mit der Entwicklung von Verfahren der kombinierten chemisch-mechanischen Unkrautbekämpfung in Fruchtfolgen begonnen (PALLUTT et al. 1981). Die dazu angelegten Dauerversuche stellten später die experimentelle Grundlage für die Entwicklung einer integrierten Unkrautbekämpfung im Getreidebau dar (Diss. PALLUTT 1989: s. Literatur-Anhang 3). Es zeigte sich, daß vielfältige Fruchtfolgen und eine sinnvolle Kombination von mechanischen und chemischen Bekämpfungsmaßnahmen die Entstehung von Populationen mit schwer bekämpfbaren oder gar herbizidresistenten Unkrautarten unterbindet.

Umfangreiche Untersuchungen zur Ökologie, Biologie und Systematik verschiedener Unkrautarten wurden seit 1975 vorgenommen (ARLT & JÜTTERSONKE 1976). Neben Untersuchungen zur Keimung von Unkrautarten (z. B. Diss. BLUMRICH 1990: s. Literatur-Anhang 3) wurden vor allem Forschungen zur Systematik besonders taxonomisch problematischer Unkrautarten durchgeführt. Vorrangig wurde dabei die Art *Chenopodium album* untersucht. Es wurde eine neue infraspezifische Gliederung dieser Art erarbeitet (Diss. ARLT & JÜTTERSONKE 1987: Literatur-Anhang 3, JÜTTERSONKE & ARLT 1989). Die taxonomische Neugliederung der Art kann sowohl in der Grundlagenforschung als auch in der angewandten Forschung genutzt werden. So bilden die Untersuchungen zur intraspezifischen Variabilität von *Chenopodium album* die Grundlage für Resistenzuntersuchungen gegenüber Herbiziden. Es wurde ein rationelles Monitoring-Verfahren für die Früher-

kennung der Entwicklung von herbizidresistenten Unkrautpopulationen entwickelt. Dabei konnte durch die taxonomische Neubearbeitung der Art *Chenopodium album* eine praxisgerechte Bestimmungsmöglichkeit resistenzverdächtiger Sippen geschaffen werden (ARLT & JÜTTERSONKE 1990). Zur Diagnostik der Resistenz an Unkräutern erprobten und nutzten die Autoren neue Methoden, wie z. B. die Chlorophyll-Fluoreszenzmessung (JÜTTERSONKE & ARLT 1990, SENONER et al. 1990).

Als alternatives Bekämpfungsverfahren gegen herbizidresistente Unkräuter wurde der Einsatz von Mikrowellen (UHF) gegen Unkrautsamen geprüft. Die Laboruntersuchungen ergaben Richtwerte für die mögliche Anwendung. Andere Untersuchungen richteten sich auf die Stimulation der Keimung von Unkrautsamen, um so die Wirkung von Unkrautbekämpfungsmaßnahmen zu steigern; BLUMRICH (Diss. 1990: Literatur-Anhang 3) fand eine Wirkstoffkombination, die die Keimung eines breiten Spektrums von Arten stimuliert.

Für die Praxis der Landwirtschaft in der DDR spielte die Gülledüngung eine bedeutende Rolle. Die damit verbundene Verunkrautung wurde von ARLT und JÜTTERSONKE im Labor und vor allem in Feldversuchen untersucht. Aus der Beziehung zwischen Gülledüngung, Unkrautbesatz und Herbizidwirkung wurden Empfehlungen für die Praxis abgeleitet (ARLT 1979a, ARLT & JÜTTERSONKE 1991). Die Vegetationsentwicklung nach Gülledüngung wurde in Dauerversuchen langjährig beobachtet; die Fruchtfolge hatte dabei einen erheblichen Einfluß auf die Ausbildung der Pflanzenbestände.

In mehrjährigen Feldversuchen zur Reduzierung des Herbizidaufwands im Getreidebau stellten PALLUTT & HOFMANN (1990) fest, daß häufig eine 50%ige Herbizidaufwandsmenge ausreicht, eine befriedigende Wirkung zu erzielen, und daß in Verbindung mit der Entscheidung über die Bekämpfungsnotwendigkeit zu einem flexiblen, situationsbezogenen Herbizideinsatz als wesentlichem Bestandteil einer integrierten Unkrautbekämpfung gefunden werden kann.

Mit einer über die oben zitierten Veröffentlichungen hinausgehenden Auswahl von Arbeiten der Mitarbeiter der Abteilung Unkrautforschung lassen sich der Umfang der Arbeitsgebiete und auch die Verlagerung der Arbeitsschwerpunkte über die Jahre hin weiter veranschaulichen. Dazu sei hier auch auf die chronologische Liste der in der Abteilung entstandenen Dissertationen (s. Literatur-Anhang 3) hingewiesen:

- Biologie und Ökologie von Unkrautarten,
Aus- und Verbreitung von Ackerwildpflanzen

SCHWÄR et al. 1970: 100 wichtige Ackerunkräuter - Erkennen und Bekämpfung im Keimpflanzen-Jugendstadium

FEYERABEND 1974: Unkrautflora unter dem Einfluß der modernen Anbauverfahren

ARLT & JÜTIERSONKE 1976: Unkrautflora ... taxonomische Untereinheiten

PALLUTI 1976: Unkrautflora auf Zuckerrübenflächen

BUHR et al. 1977: Auftreten *Apera spica-venti* und *Galium aparine*

ARLT 1979b: Erfassung des *Galium-aporine*-Befalls ... Bestandesüberwachung

JÜTIERSONKE 1979: Genetische Untersuchungen bei *Galium-aporine*-Herkünften

ARLT 1981: *Agropyron repens*, Biologie und Bekämpfung. - Merkblatt

SCHWÄHN et al. 1982: Überwachung von Unkräutern und Ungräsern

ARLT 1984/1989: Farbtafeln: Unkräuter (1.12 Teil).

FEYERABEND et al. 1985: Ursachen für die Zunahme von *Panicaceae* und *Galium aparine* in Kartoffeln

ARLT & JÜTIERSONKE 1987: Resistenz der Sippen von *Chenopodium album* gegen Herbizide

ARLT et al. 1989: Unkräuter erkennen und bekämpfen. Ackerunkräuter.

JÜTIERSONKE & ARLT 1989: intraspezifische Struktur von *Chenopodium album* sowie *Chenopodium suecicum*

ARLT & JÜTIERSONKE 1990: intraspezifische Struktur von *Chenopodium album* in Beziehung zur Herbizidresistenz

HINTZSCHE et al. 1990: Unkrautprobleme und Unkrautbekämpfung in der DDR

ARLT et al. 1995: Verbreitung landwirtschaftlich wichtiger Unkrautarten in den östlichen Bundesländern

CREMER et al. 1991: Acker- und Gartenwildkräuter

ARLT & JÜTIERSONKE 1992: negative Kreuzresistenz bei triazinresistenten Unkrautarten, insbesondere *Chenopodium album*

PALLUTI 1993: Populationsdynamik ... von Unkräutern in Abhängigkeit von Fruchtfolgen sowie Bekämpfungsmaßnahmen

JÜTIERSONKE & ARLT 1994: Vegetationsentwicklung auf Dauerbrachen

JÜTIERSONKE 1996: europäische Herkünfte von *Amaranthus retroflexus*

- Schwellenwerte als Grundlage einer integrierten Bekämpfung, Reduktion-
des Einsatzes chemischer Mittel

MIETHE et al. 1973: praktikable Unkrautbonitur und Herbizidplanungsmethode für den Getreideanbau

FEYERABEND et al. 1976: Boniturmethode zur Erfassung von Ackerunkräutern im Getreide im Rahmen der Bestandesüberwachung als Grundlage für eine gezielte Bekämpfung.

HAHN & FEYERABEND 1982: gezielte Unkrautbekämpfung auf der Grundlage von Bekämpfungsrichtwerten

RODER et al. 1985: Beurteilung der Beziehungen zwischen Zählwert und Schätzwert bei Mischverunkrautungen in Getreide

RODER et al. 1986: Schadwirkung von *Apera spica-venti* bei Wintergetreide

RODER et al. 1987: Einfluß der Unkräuter auf die Bestandesentwicklung des Getreides

RODER et al. 1989: Schadwirkung der Unkräuter bei Getreide

PALLUTI 1993: Konkurrenz von Unkräutern in Abhängigkeit von Fruchtfolgen sowie Bekämpfungsmaßnahmen

FREIER et al. 1994: flexible Schwellenwerte im integrierten Pflanzenschutz

- **Verfahren der Unkrautbekämpfung**

FEYERABEND et al. 1966: Einsatz von Herbiziden im Beta-Rübenanbau

LUX & ZSCHAU 1973: Herbizidanwendung im Obstbau

FEYERABEND & PALLUTT 1976: chemische und mechanische Unkrautbekämpfung in den Fruchtfolgen bei der industriemäßigen Pflanzenproduktion

JENTZSCH et al. 1977: chemische Unkrautbekämpfung in Zuckerrüben

FEYERABEND et al. 1978: herbizidbedingte Probleme nach Umbruch bzw. beim Anbau einer Folgekultur

PALLUTT & HOFMANN 1980: weitere Erfahrungen bei der Unkrautbekämpfung in Zuckerrüben

PALLUTT & HOFMANN 1983: Bedeutung ökologischer Faktoren für die Wirkung von Herbiziden in Beta-Rüben

HINTZSCHE et al. 1990: Unkrautprobleme und Unkrautbekämpfung in der DDR

- **Unkrautbekämpfungsverfahren** in Kulturpflanzen mit **kleinflächigem Anbau** oder in Sonderkulturen

FEYERABEND 1961: Anwendung von Herbiziden im Gartenbau

BUHR 1983: Situation der Unkrautbekämpfung in Mohn

- Unkrautbekämpfung in der **Landespflege**

ZSCHAU et al. 1974: Herbizideinsatz in Ziergehölzen und Stauden unter besonderer Berücksichtigung von Grünanlagenbau und -pflege

4. **Prüfung von Unkrautbekämpfungsmitteln (Herbiziden) auf Wirksamkeit und Auswirkungen auf den Naturhaushalt**

Im 1. Band der „Arbeiten aus der Biologischen Abtheilung für Land- und Forstwirtschaft am Kaiserlichen Gesundheitsamte“ hat FRANK (1900) als seine vermutlich letzte Veröffentlichung eine Übersicht über in allen Teilen des Reiches seit einigen Jahren durchgeführte Versuche zum „*neuerdings bekannt gewordenen Verfahren der Unkrautvertilgung mittelst Metallsalzen*“ gegeben. In den Jahresberichten der KBA wird über neue Mittel zur Unkrautbekämpfung - damals noch nicht Herbizide genannt - berichtet (z. B. KRÜGER 1906). In dem Gesamtbericht über die BRA von 1936 wurde lediglich auf die Untersuchung von Mitteln zur Bekämpfung von Unkräutern durch die "botanische Dienststelle" der Abteilung II (**Prüfstelle für Pflanzenschutzmittel** und Pflanzenschutzgeräte) in Berlin-Dahlem hingewiesen (**ANONYMUS** 1936).

Erste **Richtlinien** zur Prüfung von Unkrautbekämpfungsmitteln wurden von WINKELMANN (1937) aus der **Mittelprüfstelle der BRA** zusammengestellt; neben Mitteln gegen Unkräutern auf Wegen und Plätzen befaßten sie sich - bemerkenswerterweise: vgl. FRANK (1900) - nur mit Mitteln gegen die in der ersten Hälfte des Jahrhunderts noch sehr bedeutenden Unkrautarten *Raphanus raphanistrum* und *Sinapis arvensis*. Da die Erstei-

lung von Prüfrichtlinien für Pflanzenschutzmittel ein eigener, nicht eigentlich die Unkrautforschung betreffender Aufgabenbereich der Biologischen Anstalten war und ist, soll sie hier nicht weiter behandelt werden (vgl. EHLE 1997).

In der **Außenstelle für Gemüsebau und Unkrautforschung** der BBA in Neuss wurden schon 1952, noch im Jahr der Einrichtung, Versuche zur Prüfung von Unkrautbekämpfungsmitteln im Gemüsebau aufgenommen: Mineralöl in Möhre, Kaliumcyanat in Zwiebel, Dinitrokresol und -butylphenol in Erbse. Auch Nach- und Nebenwirkungen der zunächst als Voraufmittel eingesetzten Wuchsstoffpräparate 2,4-D und 2,4,5-T auf die Keimung und Wurzelbildung verschiedener Kulturpflanzen wurden schon untersucht. Wenn sich auch die Prüfung von Herbiziden im Zulassungsverfahren weitgehend auf die Pflanzenschutzämter verlagerte, sind auch immer im Institut für Unkrautforschung der BBA in Braunschweig Prüfungen in Feingemüsen und Arznei- sowie Gewürzpflanzen vorgenommen worden (s. Kap. 3.1.2), deren Kulturen wegen ihres geringen Umfangs keine große wirtschaftliche Bedeutung haben, so daß für sie die Zulassung von Herbiziden von der Pflanzenschutzmittel-herstellenden Industrie nicht betrieben wird.

Aus den Aufgaben der zulassungsbegleitenden Forschung am **Institut für Unkrautforschung** heraus beteiligte sich MALKOMES bereits seit 1973 an einer europäischen Arbeitsgruppe, die Möglichkeiten zur Prüfung von **Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln** auf Bodenmikroorganismen im Zusammenhang mit der Zulassungsprüfung untersuchte (MALKOMES 1994). Daraus resultierten mehrere internationale Empfehlungen, die letzte vom Workshop in Basel 1989 (GERBER et al. 1991). In der Bundesrepublik Deutschland flossen diese zusammen mit den Erfahrungen des Instituts in die - inzwischen in der 2. Auflage vorliegende - „Richtlinie für die Prüfung des Einflusses von Pflanzenschutzmitteln auf die Aktivität der Bodenmikroflora“ (ANDERSON et al. 1987/1990) ein. Seitdem wurden einige bei derartigen Prüfungen aufgetretene methodische Fragen aufgegriffen (MAAS & MALKOMES 1993). Die Einordnung von Herbizidwirkungen erfolgt üblicherweise nach einem von MALKOMES (1985a) modifizierten Bewertungsschema, das auf einem von DOMSCH et al. (1983) unter Berücksichtigung natürlicher Effekte erstellten Bewertungsmodell aufbaute. Für dieses Arbeitsgebiet wurde 1996 am Institut für Unkrautforschung ein Bereich eingerichtet, in dem Arbeiten der Prüfkategorie 4 (Ökotoxikologische Prüfungen zur Bestimmung der Auswirkungen auf aquatische und terrestrische Organismen) nach den Grundsätzen der Guten Laborpraxis (GLP) durchgeführt werden können.

Das Institut für Unkrautforschung war bis 1996 nicht direkt in das Zulassungsverfahren von Pflanzenschutzmitteln eingebunden. Im Zusammenhang mit einer Neuorganisation von Arbeitsabläufen in der BBA wurden im August 1996 hoheitliche Aufgaben im Rahmen der Prüfung und Zulassung von Pflanzenschutzmitteln aus der Fachgruppe Biologische Mittelprüfung der Abteilung für Pflanzenschutzmittel und Anwendungstechnik in die Forschungsinstitute verlagert. Dem Institut für Unkrautforschung wurde die Prüfung und Bewertung der biologischen **Wirksamkeit und Phytotoxizität von Herbiziden** im Zulassungsverfahren übertragen.

In der **Abteilung Unkrautforschung** der BZA bzw. des IPF wurde bis in die 80er Jahre hinein auch die **staatliche Herbizidprüfung** durchgeführt. Diese Arbeiten nahmen einen erheblichen Teil der personellen Kapazität in Anspruch. Danach wurde im IPF für diese Aufgabe eine eigene Abteilung gebildet (FEYERABEND und PALLUTT, schriftl. und mdl. Mitt.).

5. Ausblick für die Unkrautforschung in der BBA

Waren die Entwicklung sowohl des Instituts für Unkrautforschung der BBA als auch der Abteilung Unkrautforschung der BZA / IPF und ihre Forschungsarbeiten zunächst ganz erheblich mit der großen Bedeutung der chemischen Unkrautbekämpfung parallel verlaufen, so differenzierten sie sich, wie aus den oben beispielhaft dargestellten Arbeitsgebieten ersichtlich, und in Zukunft werden eine kritische, standort- und situationsbezogene, also flexible Anwendung der Herbizide und alternative Bekämpfungsverfahren größeres Gewicht bekommen.

Die künftigen Arbeitsschwerpunkte des Instituts für Unkrautforschung konzentrieren sich zum einen auf wissenschaftliche Arbeiten zur Erforschung der Biologie und Ökologie von wichtigen Unkraut- und Ackerwildpflanzenarten sowie zur Entwicklung möglichst umweltschonender Bekämpfungsverfahren, zum anderen auf die Wahrnehmung von hoheitlichen Aufgaben im Rahmen der Zulassung von Pflanzenschutzmittel. Neben der Prüfung und Bewertung der biologischen Wirksamkeit und Phytotoxizität von Herbiziden für das nationale Zulassungsverfahren wird in einem weitaus größerem Umfang als bisher dieser Prüfbereich auch für das EU-Wirkstoffprüfverfahren zu bearbeiten sein. Eine besondere Herausforderung wird dabei die Harmonisierung von Prüfmethoden und Bewertungsgrundsätzen sein.

Bezüglich der wissenschaftlichen Forschungsarbeiten stehen nach wie vor Fragen der Biologie und Populationsdynamik ausgewählter Arten sowie ihre Schädigung und innerartliche Evolutionsprozesse als Folge anbautechnischer Maßnahmen, wie z. B. veränderte Keim- und Auflaufzeiten oder Herbizidresistenz, im Vordergrund. Daneben gilt es, auch die Nutzwirkung einzelner Unkrautarten oder ganzer Bestände zu untersuchen sowie Strategien zur Erhaltung gefährdeter Ackerwildpflanzenarten aufzuzeigen. Bei den Bekämpfungsverfahren wird der Schwerpunkt auf die nichtchemischen Verfahren zu legen sein, wobei sowohl die indirekten Verfahren wie die verschiedenen acker- und pflanzenbaulichen Maßnahmen zu sehen sind, als auch die direkten Verfahren wie z. B. die Möglichkeiten einer biologischen Bekämpfung. Gerade der Erforschung von Zusammenhängen zwischen Anbaumaßnahmen und Verunkrautung wird künftig ein großes Gewicht zukommen, da sich die gegenwärtigen Produktionsverfahren aufgrund vielfältiger ökonomischer Zwänge gravierend ändern, was nicht ohne Einfluß auf die Art und Stärke der Verunkrautung bleiben wird. Schließlich wird auch die chemische Unkrautbekämpfung weiter zu entwickeln sein, da auf absehbare Zeit die Unkrautbekämpfung auf Herbizide angewiesen sein wird. Ein Ansatz, den Einsatz von Herbiziden auf das unbedingt Notwendige zu reduzieren, stellt die ausschließliche Behandlung von verunkrauteten Teilflächen dar. Durch den Einsatz moderner Techniken wie digitalisierter Luftbildauswertung und satellitengestützter Navigation beim Einsatz von Feldspritzen lassen sich weitere Optimierungspotentiale der chemischen Unkrautbekämpfung erschließen. Ferner ist zu erwarten, daß künftig auch gentechnisch veränderte herbizidresistente Kulturen angebaut und die entsprechenden Komplementärherbizide eingesetzt werden. Hier gilt es bereits im Vorfeld eines großflächigen Anbaus, anwendungsbezogene Fragen zu klären sowie mögliche Gefahrenpotentiale im Rahmen eines Nachgenehmigungsmonitorings zu untersuchen.

6. Veröffentlichungen von Mitarbeitern der KBA, BRA, BBA und BZA/IPF

6.1. Bücher und Buchbeiträge über Unkräuter und Unkrautbekämpfung

Unter den Veröffentlichungen von Mitarbeitern der BRA auf dem Gebiet der Unkrautforschung nimmt „der KORSMO“ (1930) über *Unkräuter im Ackerbau der Neuzeit* eine herausragende Stellung ein. Wer sich mit der Übersetzung von wissenschaftlichen Texten näher befaßt hat, wird ersehen können, welcher Anstrengung sich H. W. WOLLENWEBER hier unterzogen hat und wieviel herbologisches Fachwissen er bei der Übersetzung

eingebraucht hat. [WOLLENWEBER war 1910 bis 1911 als Botaniker bei der KBA beschäftigt, danach als Phytopathologe bei der Pflanzenbau-Abteilung der Ackerbau-Anstalt der Vereinigten Staaten von Nordamerika in Washington und 1914 gastweise bei der KBA (BEHRENS 1916); mindestens seit 1936 ist er wieder bei der BRA als Mitarbeiter der Mikrobiologisch-Chemischen Abteilung tätig gewesen (ANONYMUS 1936).]

BRAUN 1939: ***Kurze Anleitung zur Erkennung und Bekämpfung der wichtigsten Unkräuter.***

Das Buch ***Erkennung und Bekämpfung der wichtigsten Unkräuter*** von H. BRAUN (1943) hat mit seinen 71 fotografischen Abbildungen von insgesamt 81 Unkrautarten und den bündigen Artenbeschreibungen und vielfältigen Hinweisen über die Bekämpfungsmöglichkeiten in der landwirtschaftlichen Praxis eine wertvolle Anleitung gegeben, so daß es schon nach kurzer Zeit und trotz der widrigen Umstände der Kriegsjahre zum 2. Mal aufgelegt wurde. Die darin enthaltenen fotografischen Aufnahmen der Unkrautarten sind von Herrn SCHÄLOW in der BRA hergestellt worden, vermutlich anhand von Pflanzen aus dem Unkrautgarten in Berlin-Dahlem. Der Hinweis im Vorwort zur 1. Auflage von 1936, daß im Rahmen der Erzeugungsschlacht nunmehr auch der **Kampf gegen das Unkraut die Beachtung fände**, die er im Hinblick auf die durch ihn zu rettenden Werte **schon längst verdient hätte**, zeugt zwar ein wenig von der Blut-und-Boden-Ideologie jener Jahre, doch spiegeln die Schätzungen der durch Verunkrautung bedingten etwa 10%igen Ertragsausfälle, z. B. 3,5 dt ha⁻¹ bei Getreide, die erhebliche volkswirtschaftliche Bedeutung der Unkrautbekämpfung wider. Trotz dieser Fakten und der beschriebenen Einsicht in die Bedeutung der Unkrautforschung fehlte der BRA aber immer noch ein entsprechendes Fachinstitut!

HOLZ & RICHTER 1962: ***Die wichtigsten Getreideunkräuter*** des Weser-Ems-Gebietes im Jugendstadium (15 Bildtafeln) mit Bekämpfungshinweisen.

ORTH 1962/65: ***Chemische Unkrautbekämpfung im Gartenbau.***

ZSCHAU & FEYERABEND 1964: ***Anwendung von Herbiziden im Feldgemüsebau.***

ORTH & MAAS 1967: ***Herbizid-Schäden an Kulturpflanzen.***

HAMANN et al. 1969: ***Empfehlungen zur chemischen Unkrautbekämpfung.***

SCHWÄR et al. 1970: ***100 wichtige Ackerunkräuter - Anleitung zum Erkennen und zur Bekämpfung im Keimpflanzen-Jugendstadium.***

ARLT & FEYERABEND 1972/1982: ***Herbizide und Kulturpflanzen.***

KURTH et al. 1975: ***Chemische Unkrautbekämpfung.***

Bei der Anwendung von chemischen Unkrautbekämpfungsmitteln stellen sich immer wieder Wirkungen ein, die in keinem Zusammenhang mit dem Ziel der eigentlichen Pflanzenschutzmaßnahme stehen. Nachdem Herbizidanwendungen im letzten Jahrzehnt einen so enormen Umfang angenommen hatten, haben MAAS & PESTEMER (1975) in allgemeinverständlicher Form die Problematik der ***Nebenwirkungen chemischer Unkrautbekämpfungsmittel***, d. h. die Umweltrelevanz dieser Stoffe, behandelt.

ARLT 1980: ***Keimlingsbestimmungstabe/le für die Bestandesüberwachung.***

NIEMANN 1981: ***Schadsschwellen bei der Unkrautbekämpfung*** - Die Anwendung des Schadsschwellenprinzips bei der Unkrautbekämpfung im Getreidebau.

ARLT 1984/1989: ***Farbtafeln: Unkräuter (1.12. Teil).***

GOLTZ et al. 1985: ***Entscheidungshilfen für die richtige Herbizidwahl für die Unkrautbekämpfung in Getreide***

ARLT et al. 1989: ***Unkräuter- erkennen und bekämpfen. Ackerunkräuter.***

NIEMANN 1990a: ***Unkräuter und Ungräser.*** In: HAUG et al.: *Pflanzenproduktion im Wandel: neue Aspekte in den Agrarwissenschaften*

ZSCHAU et al. 1990: ***Rationelle Produktion von Gemüse - Unkrautbekämpfung.***

ARLT et al. 1991: ***Ackerunkräuter - Ackerwildkräuter.***

AUST et al. 1991: ***Glossar phytomedizinischer Begriffe.***

CREMER et al. 1991: ***Acker- und Gartenwildkräuter***

PESTEMER 1991: ***Arbeitsblätter zur Herbologie*** (Vorlesungsskript, Institut für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, Universität Hannover).

DIETZ et al. 1993: ***Aspekte des Anbaus herbizidresistenter Kulturpflanzen.***

DIEKMANN et al. 1995: ***Transport und Elimination abfalltypischer Umweltchemikalien im organisch belasteten Porengrundwasserleiter. Wirkung der Umweltchemikalien auf die Mikroflora***

MULL et al. 1995: ***Pflanzenschutzmittel im Grundwasser. Eine interdisziplinäre Studie.***

6.2. Flugblätter, Merkblätter und Richtlinien über Unkräuter und Unkrautbekämpfung

Flugblätter und Merkblätter über Unkraut und Unkrautbekämpfung allgemein

- KRÜGER 1906: Aufruf zum Kampf gegen das Unkraut, mit besonderer Berücksichtigung der Eisenvitriolbespritzungen. - Flugblätter der Kaiserlichen Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft, Nr. 23.
- BRAUN 1940a: Das Unkraut und seine Bekämpfung. - Flugblätter der Biologischen Reichsanstalt, Nr. 23.
- ANONYMUS 1964: Entwicklungsstadien der grasartigen und zweikeimblättrigen Kulturpflanzen und Unkräuter für den Gebrauch im Rahmen der amtlichen Prüfung von Pflanzenschutzmitteln. - Merkblatt Nr. 27 der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft.
- BLEIHOLDER et al. 1986: Entwicklungsstadien zweikeimblättriger Unkräuter zum Gebrauch für das Versuchswesen, die Beratung und die Praxis in der Landwirtschaft. - Merkblatt Nr. 27/9 der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft.
- HEIDLER 1984: Zusammenstellung der am häufigsten vorkommenden Unkräuter im Ackerbau, Gemüsebau, Obstbau, Weinbau, Zierpflanzenbau, Grünland, Nichtkulturland, Gewässer, Forst. - Merkblatt Nr. 62 der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft.

Flugblätter über bestimmte Unkrautarten

Cuscuta trifolii

RUHLAND 1907: Die Kleeseide. - Flugblätter der Kaiserlichen Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft, Nr. 43.

PAPE 1939: Die Kleeseide und ihre Bekämpfung. - Flugblätter der Biologischen Reichsanstalt, Nr. 43.

Raphanus raphanistrum und *Sinapis arvensis*

BRAUN 1940b: Hederich und Ackersenf (*Raphanus raphanistrum* L und *Sinapis arvensis* L.). - Flugblätter der Biologischen Reichsanstalt, Nr. 176.

Galinsoga parviflora

BRAUN 1941: Franzosenkraut (*Galinsoga parviflora* Cav.). - Flugblätter der Biologischen Reichsanstalt, Nr. 162.

Avena fatua

KLISCHOWSKI et al. 1976: Der Flughafer (*Avena fatua* L.) - Merkblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes Nr. 2.

Apera spica-venti

BUHR 1978: Der Windhalm und seine Bekämpfung. - Merkblatt des Pflanzenschutzes. Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR.

Agropyron repens

ARLT 1981: *Die Quecke - Biologie und Bekämpfung*. - Merkblatt des Pflanzenschutzes. Markkleeberg: agra-Landwirtschaftsausstellung der DDR.

Panicaceae

LATIKE & BUHR 1982: Die Unkrauthirsens und ihre Bekämpfung. - Merkblatt des Pflanzenschutzes. Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR.

Richtlinien für die Prüfung von Unkrautbekämpfungsmitteln

WINKELMANN 1937: Richtlinien für die Prüfung von Unkrautbekämpfungsmitteln.

ANONYMUS 1966: Richtlinien für die amtliche Prüfung von Pflanzenschutzmitteln. Reihe 13 Prüfungen von Herbiziden.

ANDERSON et al. 1987/1990: Richtlinien für die amtliche Prüfung von Pflanzenschutzmitteln, Teil VI, 1-1: Auswirkungen auf die Aktivität der Bodenmikroflora.

7. Von BBA-Mitarbeitern ausgerichtete Herbologie-Tagungen

- European Weed Research Council. Ergebnisse des 2. Internationalen Wasserpflanzen-Symposiums, 22.-24. August 1967 in Oldenburg i. O., Oldenburg 1968, 197 S. (W. HOLZ, W. RICHTER, D. L. DÜRR (Hrsg.), 1968)
- 3rd EWRS (European Weed Research Society) Symposium „Influence of different factors on the development and control of weeds“, Mainz 1979, 437 pages (G. MAAS, Programme Committee; Proceedings compiled by Th. EGGERS, Programme Secretary).
- 8th EWRS (European Weed Research Society) Symposium „Quantitative approaches in weed and herbicide research and their practical application“, Braunschweig 1993, 872 pages (Proceedings compiled by Th. EGGERS, Programme Secretary; P. NIEMANN and W. PESTEMER, Session Organisers).
- 9th EWRS (European Weed Research Society) Symposium „Challenges for weed science in a changing Europe“, Budapest 1995, 688 pages (Th. EGGERS, Programme Secretary; P. NIEMANN, Session Organiser).
- 10th EWRS (European Weed Research Society) Symposium, Poznan 1997, 201 pages (Th. EGGERS, Programme Secretary).

8. Literatur

- ADERHOLD, D., NORDMEYER, H. (1992): Lysimeterstudien zur Erfassung und Bewertung der Verlagerung von Herbiziden in Makroporen. - Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem, Heft 283, 106.
- ADERHOLD, D., NORDMEYER, H. (1993): The influence of soil macropores on herbicide leaching. - 8th EWRS Symp. "Quantitative approaches in weed and herbicide research and their practical application", Braunschweig, 529-535.
- ADERHOLD, D., NORDMEYER, H. (1994): Bevorzugte Fließwege von Wasser und Pflanzenschutzmitteln in strukturierten Böden. - Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, Sonderheft XIV, 681-691.
- ADERHOLD, D., NORDMEYER, H. (1995): Leaching of herbicides in soil macropores as a possible reason for ground water contamination. - BCPC Monograph No. 62, 217-222.
- ADERHOLD, R. (1906a): Die Kaiserliche Biologische Anstalt für Land- und Forstwirtschaft in Dahlem. - Mitteilungen aus der Kaiserlichen Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft 1, 20 S.
- ADERHOLD, R. (1906b): Bericht über die Tätigkeit der Kaiserl. Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft im Jahre 1905. - Mitteilungen aus der Kaiserlichen Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft 2, 40 S.
- ADERHOLD, R. (1907): Bericht über die Tätigkeit der Kaiserl. Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft im Jahre 1906. - Mitteilungen aus der Kaiserlichen Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft 4, 79 S.
- ANDERSON, J. P. E., CASTLE, D., EHLE, H., EICHLER, D., LAERMANN, H.-T., MAAS, G., MALKOMES, H.-P. (1987/1990): Richtlinien für die amtliche Prüfung von Pflanzenschutzmitteln, Teil VI, 1-1: Auswirkungen auf die Aktivität der Bodenmikroflora. - Braunschweig: Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, 1./ 2. Aufl., 24 S.
- ANONYMUS (1934): Krankheiten und Beschädigungen der Kulturpflanzen im Jahre 1931. - Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft 48, 72 S.

ANONYMUS (1936): Die Biologische Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Berlin-Dahlem. - *Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft* 54, 50 S.

ANONYMUS (1964): *Entwicklungsstadien der grasartigen und zweikeimblättrigen Kulturpflanzen und Unkräuter für den Gebrauch im Rahmen der amtlichen Prüfung von Pflanzenschutzmitteln*. - Merkblatt Nr. 27 (1. Auflage) der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, 1964, 9 S.

ANONYMUS (1966): *Richtlinien für die amtliche Prüfung von Pflanzenschutzmitteln*. Reihe 13 *Prüfungen von Herbiziden*. - Herausgegeben von der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem, bearbeitet von der Abteilung für Pflanzenschutzmittel und -geräte.

ANONYMUS (1973a): Chronik zum 75jährigen Jubiläum der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft. - *Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem*, Heft 148.

ANONYMUS (1973b): Einweihung des neu errichteten Dienstgebäudes des Instituts für Unkrautforschung der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Braunschweig am 12. September 1972. - *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes* (Braunschweig) **25**, 71-75.

ARLT, K. (1979a): Gülledüngung und Unkrautbekämpfung. - *Chemisierung* 3, 19-21.

ARLT, K. (1979b): Methoden zur Erfassung des Klebkrautbefalls im Rahmen der Bestandesüberwachung. - *Tagungsbericht Bedeutung, Verbreitung, Biologie und Bekämpfung von auf Ackerland vorkommenden Klebkrautarten*, VEB Synthesewerk Schwarzheide, 43-44.

ARLT, K. (1980a): *Keimlingsbestimmungstabelle für die Bestandesüberwachung*. - Markkleeberg: agra-Landwirtschaftsausstellung der DDR.

ARLT, K. (1980b): Ungräser und Unkräuter. - In: RAMSON, A., HEROLD, H.: Das Auftreten der wichtigsten Schaderreger in der Pflanzenproduktion der DDR im Jahre 1979 mit Schlußfolgerungen für die weitere Arbeit im Pflanzenschutz. - *Nachrichtenblatt für den Pflanzenschutz in der DDR* 34, 83-85.

ARLT, K. (1981): *Die Quecke - Biologie und Bekämpfung*. - Merkblatt des Pflanzenschutzes. Markkleeberg: agra-Landwirtschaftsausstellung der DDR.

ARLT, K. (1984): *Farbtafeln: Unkräuter (1. Teil)*. - In: RÖDER, K.: Nachtrag 1984 zur Methodischen Anleitung zur Schaderreger- und Bestandesüberwachung auf EDV-Basis. - Markkleeberg: agra-Landwirtschaftsausstellung der DDR.

ARLT, K. (1989): *Farbtafeln: Unkräuter (Teil 2)*. - In: RÖDER, K.: Methodische Anleitung zur Schaderreger- und Bestandesüberwachung auf EDV-Basis, Nachtrag II. - Markkleeberg: agra-Landwirtschaftsausstellung der DDR.

ARLT, K., HOFMANN, B. (1977): Vorschläge zur ökologischen Testung der Herbizidwirkung auf Kulturpflanzen. - *Nachrichtenblatt für den Pflanzenschutz in der DDR* 31, 45-48.

ARLT, K., JÜTTERSONKE, B. (1976): Der langfristige Einfluß von Herbizidanwendungen auf die Unkrautflora mit besonderer Berücksichtigung der möglichen Resistenz taxonomischer Untereinheiten von Unkrautarten. - *Tagungsbericht Symposium „Ökologie und Pflanzenschutz“ der Biologischen Gesellschaft der DDR*, Kühlungsborn 1976, 131-139.

ARLT, K., JÜTTERSONKE, B. (1987): Untersuchungen zur Resistenz der Sippen von *Chenopodium album* L. gegen Herbizide. - *Nachrichtenblatt für den Pflanzenschutz in der DDR* 41, 209-212.

ARLT, K., JÜTTERSONKE, B. (1990): Die intraspezifische Struktur von *Chenopodium album* L. in Beziehung zur Herbizidresistenz. - *Weed Research* **30**, 189-199.

ARLT, K., JÜTTERSONKE, B. (1991): Beobachtungen zum Einfluß der Düngung auf die Segetalvegetation. - *Symposium „Ökosysteme und Habitatinseln in der Agrarlandschaft“*, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, *Wissenschaftliche Beiträge* 6, 75-79.

ARLT, K., JÜTTERSONKE, B. (1992): Zur negativen Kreuzresistenz bei triazinresistenten Unkrautarten, insbesondere *Chenopodium album* L. - *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*, Sonderheft XIII, 483-486.

ARLT, K., BUHR, L., ZAHN, K. (1989): *Unkräuter erkennen und bekämpfen. Ackerunkräuter*. - Piesteritz, Markkleeberg, Kleinmachnow: VEB Kombinat Agrochemie, agra-Landwirtschaftsausstellung der DDR, Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR, 63 S., 92 Abb. des 1. Autors.

ARLT, K., ENZIAN, S., PALLUTT, B. (1995): Verbreitung landwirtschaftlich wichtiger Unkrautarten in den östlichen Bundesländern Deutschlands - Ergebnisse aus Erhebungen des Pflanzenschutzdienstes von 1978 bis 1989. - *Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem*, Heft 312.

ARLT, K., FEYERABEND, G. (1972/1982): *Herbizide und Kulturpflanzen*. - Berlin: Akademie-verlag, 1. Aufl. 1972, 160 S., 2. Aufl. 1973, 170 S., 3. Aufl. 1982/1976 S.

ARLT, K., HILBIG, W., ILLIG, H. (1991): *Ackerunkräuter - Ackerwildkräuter*. - (Die neue Brehm-Bücherei 607) Lutherstadt Wittenberg: Ziemsen.

AUST, H.-J., BUCHENAUER, H., KLINGAUF, F., NIEMANN, P., PÖHLING, H. M., SCHÖNBECK, F. (1991): Glossar phytomedizinischer Begriffe. - *Schriftenreihe DPG* 3, 123 S.

BECKMANN, E.-O., PESTEMER, W. (1975a): Wirkung von unterschiedlicher Humusversorgung auf Herbizidabbau und biologische Aktivität des Bodens. - *Landwirtschaftliche Forschung* **28**, 24-33.

BECKMANN, E.-O., PESTEMER, W. (1975b): Einfluß von Herbizidbehandlung bei unterschiedlicher Humusversorgung auf Ertrag und Inhaltsstoffe von Möhren. - *Landwirtschaftliche Forschung* **28**, 41-51.

BEHRENS, J. (1916): Bericht über die Tätigkeit der Kaiserl. Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft in den Jahren 1914 und 1915. - *Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft* **16**, 64 S.

BEHRENS, J. (1919): Bericht über die Tätigkeit der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft in den Jahren 1916, 1917 und 1918. - *Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft* **17**, 54 S.

BLEIHOLDER, H., EGGERS, Th., HANF, M., MEIER, U. (1986): *Entwicklungsstadien zweikeimblättriger Unkräuter zum Gebrauch für das Versuchswesen, die Beratung und die Praxis in der Landwirtschaft*. - Merkblatt Nr. 27/9 der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, 10 S.

BOEKER, P., RICHTER, W., SAUER, O. (1965): Beobachtungen auf Versuchen mit wuchshemmenden Mitteln entlang Autobahnen und Bundesstraßen. - *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*, Sonderheft III, 341-345.

BORTELS, H., FRICKE, E., ORTH, H. (1966): Die phytotoxische Wirkung des Simazins, in Abhängigkeit von seiner Sorption im Boden. - *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes* (Braunschweig) **18**, 65-69.

BRAUN, H. (1939): *Kurze Anleitung zur Erkennung und Bekämpfung der wichtigsten Unkräuter*. - Berlin: Verlag Paul Parey.

BRAUN, H. (1941): Franzosenkraut (*Galinsoga parviflora* Cav.). - *Flugblätter der Biologischen Reichsanstalt*, Nr. 162.

- BRAUN, H. (1940a): Das Unkraut und seine Bekämpfung. - *Flugblätter der Biologischen Reichsanstalt*, Nr. 23, 8., veränderte Aufl., 7 S.
- BRAUN, H. (1940b): Hederich und Ackersenf (*Raphanus raphanistrum* L. und *Sinapis arvensis* L.). - *Flugblätter der Biologischen Reichsanstalt*, Nr. 176, 4 S., 5 Abb.
- BRAUN, H. (1943): *Erkennung und Bekämpfung der wichtigsten Unkräuter*. - Berlin: Verlag Paul Parey, 2., neubearbeitete Aufl., 80 S., 71 Abb.
- BREMER, H. (1952): Die wirtschaftliche Bedeutung der Unkrautbekämpfung. - In: *Unkrautbekämpfung*, hrsg. vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. Frankfurt am Main: Verlag Kommentator, 5-9.
- BUHR, L. (1978): *Der Windhalm und seine Bekämpfung*. - Merkblatt des Pflanzenschutzes. Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR, 10 S.
- BUHR, L. (1983): Erfahrungen aus der Praxis: Situation der Unkrautbekämpfung in Mohn. - *Nachrichtenblatt für den Pflanzenschutz in der DDR* 30, 24.
- BUHR, L., FEYERABEND, G., PALLUTT, B., BECKER, H. (1977): Situation des Auftretens von Windhalm (*Apera spica-venti* (L.) P.B.) und Klettenlabkraut (*Galium aparine* L.) sowie Möglichkeiten zu deren Bekämpfung. - *Nachrichtenblatt für den Pflanzenschutz in der DDR* 31, 237-240.
- BUNTE, D., PEKRUN, S., UTERMANN, J., NORDMEYER, H., PESTEMER, W. (1991): Modellversuche zur Simulation des Einwaschungsverhaltens von Herbiziden in ungestörten Labor-Säulen und im Freiland. - *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes* (Braunschweig) 43, 17-23.
- BURTH, U. (1992): Rückblick auf die Entwicklung der Kleinmachnower Einrichtung und ihre Einordnung in die Aufgaben der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft. - *Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem*, Heft 279, 24-36.
- BURTH, U., MOTTE, G., FREIER, B., PALLUTT, B. (1990): Etappen und Schwerpunkte der angewandten Pflanzenschutzforschung. - *Nachrichtenblatt Pflanzenschutz* 44, 280-282.
- CREMER, J., PARTZSCH, M., ZIMMERMANN, G., SCHWÄR, C., GOLTZ, H. (1991): *Acker- und Gartenwildkräuter - ein Bestimmungsbuch*. - Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin, 288 S.
- DIBBERN, H., PESTEMER, W. (1992): Anwendbarkeit von Simulationsmodellen zum Einwaschungsverhalten von Pflanzenschutzmitteln im Boden. - *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes* (Braunschweig) 44, 134-143.
- DIEKKRÜGER, B., FLAKE, M., KUHN, M., NORDMEYER, H., ROHLING, I., SÖNDGERATH, D. (1996): Räumliche Variabilität. - In: RICHTER, O., SÖNDGERATH, D., DIEKKRÜGER, B. (Hrsg.): Sonderforschungsbereich 179 „Wasser- und Stoffdynamik in Agrar-Ökosystemen“ - Abschlußbericht. - *Landschaftsökologie und Umweltforschung* (Braunschweig), Heft 24, 1231-1306.
- DIEKMANN, S., NEUMEIER, W., MALKOMES, H.-P., KÜSTER, E. (1995): *Transport und Elimination abfalltypischer Umweltchemikalien im organisch belasteten Porengrundwasserleiter*. 4. *Wirkung der Umweltchemikalien auf die Mikroflora*. - In: Deutsche Forschungsgemeinschaft: *Schadstoffe im Grundwasser*, Bd. 2: *Langzeitverhalten von Umweltchemikalien und Mikroorganismen aus Abfalldeponien im Grundwasser*. VCH Verlagsgesellschaft Weinheim, 543-550.
- DIETZ, A., NIEMANN, P., WENZEL, G., HEIDLER, G., EGGERS, Th. (1993): Aspekte des Anbaus herbizidresistenter Kulturpflanzen. - *Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem*, Heft 286, 73 S.

- DOMSCH, K. H., JAGNOW, G., ANDERSON, T.-H. (1983): An ecological concept for the assessment of side-effects of agrochemicals on soil microorganisms. - *Residue Review* **86**, 65-105.
- EGGERS, Th. (1972): Pflanzenschutz und Landschaftspflege. - *Berichte über Landwirtschaft* N F. **50**, 48-56.
- EGGERS, Th. (1975): Konkurrenz der Unkräuter untereinander. - *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*, Sonderheft VII, 87-94.
- EGGERS, Th. (1976): Zur Landschaftspflege - eine Betrachtung aus der Sicht des Pflanzenschutzes. - *Natur und Landschaft* **51**, 159-163.
- EGGERS, Th. (1977): Unkrautbiologie und Unkrautökologie - wozu? - *Shell Post - Zeitschrift für Landwirtschaft* 1/1977, 10-12.
- EGGERS, Th. (1979): Werden und Wandel der Ackerunkraut-Vegetation. In: WILMANN, O., TÜXEN, R. (Hrsg.): *Berichte der Internationalen Symposien der Internationalen Vereinigung für Vegetationskunde 1978: Werden und Vergehen von Pflanzengesellschaften*. Vaduz: J. Cramer Verlag, 503-527.
- EGGERS, Th. (1981): Ist unser Ökosystem in Gefahr durch chemische Pflanzenbehandlung? - *Arbeiten der DLG* **172**, 73-83.
- EGGERS, Th. (1984a): Wandel der Unkrautvegetation der Äcker. - *Schweizerische Landwirtschaftliche Forschung* **23**, 47-61.
- EGGERS, Th. (1984b): Same remarks on endangered weed species in Germany. - *COLUMA / EWRS 7th International Symposium on Weed Biology, Ecology and Systematics*, Paris, 395-402.
- EGGERS, Th. (1985a): Gefährdete Ackerwildpflanzen in regionaler oder kontinentaler Sicht. - *Gesunde Pflanzen* **37**, 117-118.
- EGGERS, Th. (1985b): Einfluß chemischer Unkrautbekämpfung auf die Acker-Unkrautvegetation. - *Berichte über Landwirtschaft*, N F., Sonderheft 198, 200-205.
- EGGERS, Th. (1987): Environmental impact of chemical weed control in arable fields in the Federal Republic of Germany. - *1987 British Crop Protection Conference - Weeds*, 267-275.
- EGGERS, Th. (1989): Trespen: Ungräser und Arten der Roten Liste. - *Pflanzenschutz-Praxis* 2/1989, 42-45.
- EGGERS, Th. (1994): Gefährdete Ackerwildpflanzenarten in Deutschland. 1. Rote Listen der in der Bundesrepublik Deutschland (1. bis 4. Fassung, 1974 bis 1988) und der in der ehemaligen Deutschen Demokratischen Republik (1976) gefährdeten Pflanzen. - *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes* **46**, 109-115.
- EGGERS, Th., HEIDLER, G. (1985): Entwicklungsstadien von Unkräutern. - *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes* (Braunschweig) **37**, 71-76.
- EGGERS, Th., NIEMANN, P. (1980): Zum Begriff des Unkrauts und über Schadschwellen bei der Unkrautbekämpfung. - *Berichte über Landwirtschaft* **58**, 264-272.
- EGGERS, Th., NIEMANN, P. (1993): Alternativen zur chemischen Unkrautbekämpfung. - *Spektrum der Wissenschaft*. Heft 7, 102.
- EGGERS, Th., THUN, K. (1988): Biologische Bekämpfung von *Chenopodium album* mit *Ascochyta caulina*? - *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*, Sonderheft XI, 225-237.
- EHLE, H. (1997): Geschichtliche Entwicklung der Pflanzenschutzmittelprüfung. - In: RIETZ, S. (Bearbeiter): 100 Jahre Pflanzenschutzforschung - Prüfung von **Pflanzenschutzmitteln und**

Pflanzenschutzgeräten. - *Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem*, im Druck.

FEYERABEND, G. (1961): Anwendung von Herbiziden im Gartenbau. - *Archiv für Gartenbau* **9**, 480-494.

FEYERABEND, G. (1970): Bericht zur Hauptaufgabe "Unkräuter - Biologie und Bekämpfung". - Berichte aus der Festveranstaltung anlässlich der 20. Wiederkehr der Neugründung der Biologischen Zentralanstalt Berlin in der Deutschen Demokratischen Republik. - *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes* (Berlin), N. F. **24**, 139-141.

FEYERABEND, G. (1974): Veränderungen der Unkrautflora unter dem Einfluß der modernen Anbauverfahren. - *Symposium zur Schaderregerüberwachung in der industriemäßigen Getreideproduktion*, Halle/Saale, 493-497.

FEYERABEND, G., PALLUTT, B. (1976): Zur Problematik der chemischen und mechanischen Unkrautbekämpfung in den Fruchtfolgen bei der industriemäßigen Pflanzenproduktion. - *Nachrichtenblatt für den Pflanzenschutz in der DDR* **30**, 21-25.

FEYERABEND, G., FEUCHT, W., WIESNER, K. (1966): Problematik und Stand des Einsatzes von Herbiziden im Beta-Rübenanbau. - *Tagungsberichte der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften Berlin*, Nr. 71, 111-122.

FEYERABEND, G., EBERT, W., SCHWÄR, C., CREMER, J., HILBIG, W., PÖTSCH, J. (1976): Boniturmethode zur Erfassung von Ackerunkräutern im Getreide im Rahmen der Bestandesüberwachung als Grundlage für eine gezielte Bekämpfung. - *Nachrichtenblatt für den Pflanzenschutz in der DDR* **30**, 193-194.

FEYERABEND, G., PALLUTT, B., WIESNER, K. (1978): Herbizidbedingte Probleme nach Umbruch bzw. beim Anbau einer Folgekultur und Lösungswege zur Beseitigung oder Minderung der Schäden (Herbizidschäden). - *Nachrichtenblatt für den Pflanzenschutz in der DDR* **32**, 3-5.

FEYERABEND, G., BUHR, L., PALLUTT, B., HMSS, J., OTTO, H. (1985): Ursachen für die Zunahme von Hirsearten und Klettenlabkraut in Kartoffeln sowie Vorschläge zur Bekämpfung dieser Unkräuter. - *Nachrichtenblatt für den Pflanzenschutz in der DDR* **39**, 98-100.

FRANK, A. B. (1900): Beiträge zur Bekämpfung des Unkrautes durch Metallsalze. - *Arbeiten aus der Biologischen Abtheilung für Land- und Forstwirtschaft am Kaiserlichen Gesundheitsamte* **1**, 127-175.

FRANK, Th., MALKOMES, H.-P. (1993a): Mikrobielle Aktivitäten in landwirtschaftlich genutzten Böden Niedersachsens. I. Einfluß der ackerbaulichen Nutzung. - *Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde* **156**, 485-490.

FRANK, Th., MALKOMES, H.-P. (1993b): Mikrobielle Aktivitäten in landwirtschaftlich genutzten Böden Niedersachsens. II. Bodencharakterisierung anhand mikrobieller Stoffwechsellaktivitäten. - *Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde* **156**, 491-494.

FREIER, 8., PALLUTT, B., HOMMES, M. (1994): Zur Anwendung von flexiblen Schwellenwerten im integrierten Pflanzenschutz. - *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes* **46**, 170-175.

GERBER, H. R., ANDERSON, J. P. E., BÜGEL-MOGENSEN, B., CASTLE, D., DOMSCH, K. H., MALKOMES, H.-P., SOMERVILLE, L., ARNOLD, D. J., van de WERF, H., VERBEKEN, R., VONK, J. W. (1991): 1989 revision of recommended laboratory tests for assessing side-effects of pesticides on the soil microflora from the 4th International Workshop in Basle, Switzerland, 18-21 September 1989. - *Toxicol. Environ. Chem.* **30**, 249-261.

GOLTZ, H., FEYERABEND, G., BUHR, L. (1985): *Entscheidungshilfen für die richtige Herbizidwahl für die Unkrautbekämpfung in Getreide*. - Markkleeberg: agra-Landwirtschaftsausstellung der DDR.

GOTIESBÜREN, B., PESTEMER, W., WANG, W., WISCHNEWSKY, M.-B., ZHAO, J. (1990): Prognose der Persistenz von Herbiziden und deren Auswirkungen auf Nachbaukulturen mit Hilfe eines computergestützten Expertensystems. - *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* **97**, 394-415.

GOTIESBÜREN, B., BEULKE, S., HEIERMANN, M., PESTEMER, W. (1994): Freiland- und Laborversuche zur Validierung von Prognosemodellen des Expertensystems HERBASYS zur Nachbauproblematik nach Herbizideinsatz. - *Weed Research* **34**, 63-78.

GÜNTHER, P., PESTEMER, W. (1992): *Phytotoxicity of surfactants to higher plants*. - In: HALL, J. E., SAUERBECK, D. R., L'HERMITE, P.: *Effects of organic contaminants in sewage sludge on soil fertility, plants and animals*. Luxembourg: Commission of the European Communities, EUR 14236 EN, 103-111.

GÜNTHER, P., RAHMAN, A., PESTEMER, W. (1989): Quantitative bioassays for determining residues and availability to plants of sulfonylurea herbicides. - *Weed Research* **29**, 141-146.

HAHN, K.-A., FEYERABEND, G. (1982): Zur gezielten Unkrautbekämpfung auf der Grundlage von Bekämpfungsrichtwerten. - *Tagungsberichte der Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR*, Nr. 203, 29-36.

HAMANN, W., FEYERABEND, G., ZSCHAU, K., BÄR, W., JESKE, A., WALKOWIAK, H., KRAMER, D., BERGMANN, H.-J., GOLTZ, H. (1969): *Empfehlungen zur chemischen Unkrautbekämpfung*. - Berlin: Urania, Sektion Agrarwissenschaften und Chemie, 210 S.

HEIDLER, G. (1984): *Zusammenstellung der am häufigsten vorkommenden Unkräuter im Ackerbau, Gemüsebau, Obstbau, Weinbau, Zierpflanzenbau, Grünland, Nichtkulturland, Gewässer, Forst*. - Merkblatt Nr. 62 der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, 26 S.

HEIDLER, G. (1996): Einsatz von Herbiziden in Landschaftsschutzgebieten gemäß Gerichtsentscheid nicht generell verboten. - *Gesunde Pflanzen* **48**, 74.

HEIERMANN, M., PESTEMER, W., PALLUTI, 8., WANG, K., WISCHNEWSKY, M.-8., ZHAO, J. (1992): Einbindung von Herbizid-Wirkungsgraden und nichtchemischen Verfahren in das Expertensystem HERBASYS. - *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*, Sonderheft XIII, 337-344.

HEIERMANN, M., BEULKE, S., MALKOMES, H.-P., NORDMEYER, H., PESTEMER, W., RICHTER, O. (1996): Degradation and time-dependent sorption of herbicides in soil - evaluation and mathematical modelling. II. Interaction between degradation and sorption processes. - *Proc. X^h Symp. Pesticide Chemistry: Environmental Fate of Xenobiotics*, Castelnuovo Fogliani, Piacenza, Italy, 363-370.

HESS, M., BARRALIS, G., BLEIHOLDER, H., BUHR, L., EGGERS, Th., HACK, H., STAUSS, R. (1997): Use of the extended BBCH scale - general for the descriptions of the growth stages of mono- and dicotyledonous weed species. - *Weed Research* **37**, in press.

HINTZSCHE, E., KARCH, K., FEYERABEND, G., HOFMANN, 8., PALLUTI, 8. (1990): Unkrautprobleme und Unkrautbekämpfung in der DDR. - *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*, Sonderheft XII, 43-55.

HOFMANN, 8., PALLUTT, B. (1986): Herbizidfolgen zur Bekämpfung von einjährigen Unkräutern einschließlich Amarant, Klettenlabkraut, Einjährigem Bingelkraut und Schwarzem Nachschatten in Zuckerrüben. - *Nachrichtenblatt für den Pflanzenschutz in der DDR* **40**, 210-214.

HOLLNAGEL, 1, ZSCHAU, K. (1985): Herbizideinsatz in Drillkohl und Kohlsaatsbeeten. - *Gärtnerpost* 10/1985.

HOLTKAMP, S. (1980): Untersuchungen zum Einfluß von Kerb 50 W (Propyzamid) auf den Nitratgehalt von Kopfsalat (*Lactuca sativa* L.). - *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes* (Braunschweig) **32**, 145-146.

- HOLZ, W., RICHTER, W. (1962): Die wichtigsten Getreideunkräuter des Weser-Ems-Gebietes im Jugendstadium (15 Bildtafeln) mit Bekämpfungshinweisen. - Oldenburg: *Schriftenreihe der Landwirtschaftskammer Weser-Ems*, H. 10, 48 S.
- HOLZMANN, A., NIEMANN, P. (1988): Prognose der Verunkrautung mit *Viola arvensis* auf der Basis populationsdynamischer Parameter. - *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*, Sonderheft XI, 91-96.
- HÜLSENBERG, C. (1968a): Lichtökologische Untersuchungen über die Konkurrenzkraft zweier Winterweizensorten. - *Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau* **127**, 114-124.
- HÜLSENBERG, C. (1968b): Vorläufige Ergebnisse über den Einfluß der Unkräuter auf den Ertragsverlust bei einigen Gemüsekulturen. - *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*, Sonderheft IV, 55-60.
- JENTZSCH, J., GRÜNDEL, H., HARTMANN, W., PALLUTI, B., FEYERABEND, G. (1977): Stand der chemischen Unkrautbekämpfung in Zuckerrüben. - *Nachrichtenblatt für den Pflanzenschutz in der DDR* **31**, 48-50.
- JÜTIERSONKE, B. (1979): Genetische Untersuchungen bei verschiedenen Klebkrautherkünften. - *Tagungsbericht Bedeutung, Verbreitung, Biologie und Bekämpfung von auf Ackerland vorkommenden Klebkrautarten*, VEB Synthesewerk Schwarzheide, 49-51.
- JÜTIERSONKE, B. (1996): Untersuchungen zur Reaktion europäischer Herkünfte von *Amaranthus retroflexus* L. auf Umweltfaktoren und Pilzbefall. - *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*, Sonderheft XV, 107-112.
- JÜTIERSONKE, B., ARLT, K. (1989): Experimentelle Untersuchungen über die intraspezifische Struktur von *Chenopodium album* L. sowie Untersuchungen an *Chenopodium suecicum* J. MURR. - *Feddes Repertorium* **100**, 1-63.
- JÜTIERSONKE, B., ARLT, K. (1990): Diagnosemethoden zur Ermittlung der Herbizidresistenz von Unkrautpopulationen. - *Nachrichtenblatt Pflanzenschutz* **44**, 262-266.
- JÜTIERSONKE, B., ARLT, K. (1994): Zur Dynamik der Vegetationsentwicklung auf Dauerbrachen. - *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*, Sonderheft XIV, 107-116.
- KAMPMANN**, Th., GOTIESBÜREN, B., KNÜSTING, E., MALKOMES, H.-P. (1994): Bewertungskriterien zur Belastung von Agrarökosystemen, Verknüpfung und Bewertung der Teilprojektdaten und Folgerungen für die Landwirtschaft. - *Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem* **295**, 353-384.
- KLISCHOWSKI, B., MITINACHT, A., BROD, G., EGGERS, Th., HEIDLER, G. (1976): *Der Flughäfer* (*Avena fatua* L.). - Merkblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes Nr. 2 (herausgegeben von der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Braunschweig und dem Pflanzenschutzdienst der Länder), 6 S.
- KORSMO, E. (1930): *Unkräuter im Ackerbau der Neuzeit - biologische und praktische Untersuchungen*. - Nach dem norwegischen Manuskripte des Verfassers herausgegeben von H. W. WOLLENWEBER. - Berlin: Verlag Julius Springer, 580 S.
- KRASEL, G., PESTEMER, W. (1993): Volatilization of herbicides from different surfaces. - *8th EWRS Symposium "Quantitative approaches in weed and herbicide research and their practical application"*, Braunschweig, 399-406.
- KRASEL, G., MAAS, G., PESTEMER, W. (1992): Versuchsapparatur zur Messung der Verflüchtigung von Pflanzenschutzmitteln von Oberflächen. - *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes* (Braunschweig) **44**, 1-5.
- KRÜGER, F. (1906): *Aufruf zum Kampf gegen das Unkraut, mit besonderer Berücksichtigung der Eisenvitriolbespritzungen*. - Flugblätter der Kaiserlichen Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft, Nr. 23, 2. Aufl.

- KURTH, H., BARTH, A., BERGMANN, H.-J., DIX, R., FEYERABEND, G., HEINISCH, E., JACOB, F., JESKE, A., KRAMER, D., PLUQUET, H., UHLIG, S. K (1975): *Chemische Unkrautbekämpfung*. - Jena: VEB Gustav-Fischer-Verlag, 4., neu bearbeitete Aufl.
- LATKE, H., BUHR, L (1982): *Die Unkrauthirsens und ihre Bekämpfung*. - Merkblatt des Pflanzenschutzes. Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR, 15 S.
- LAUBERT, R (1906): *Ambrosia attemisiaefolia* Linne, ein interessantes eingewandertes Unkraut. - *Thiels Landwirtschaftliche Jahrbücher* **35**.
- LELLEY, J. (1971): Über die Bedeutung der chemischen Unkrautbekämpfung bei Kohl-Direktsaat - *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes* (Braunschweig) **23**, 104-106.
- LELLEY, J. (1972a): Der Einfluß der Unkrautkonkurrenz und des Herbizideinsatzes auf den Ertrag und Karotingehalt von Möhren. - *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*, Sonderheft VI, 89-94.
- LELLEY, J. (1972b): Ein weiteres Verfahren zur Prüfung der Sortenempfindlichkeit von Getreide gegenüber Bodenherbiziden. - *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes* (Braunschweig) **24**, 168-171.
- LEUCHS, F. (1962): Untersuchungen über die Ökologie und Bekämpfungsmöglichkeiten des Huflattichs (*Tussilago farfara* L.) II. Teil: Die Bekämpfung des Huflattichs mit Herbiziden. - *Weed Research* **2**, 283-305.
- LUX, P., ZSCHAU, K (1973): Herbizidanwendung im Obstbau. - *Der Neue Deutsche Obstbau* **19** (5), 53-57.
- MAAS, G (1967): Erfolge und Tendenzen in der Entwicklung von Unkrautbekämpfungsmitteln für den Industriegemüsebau. - *Industrie/Je Obst- und Gemüseverwertung* **52**, 149-151.
- MAAS, G. (1968): Über Schäden an den Ankerwurzeln (Kronenwurzeln) des Getreides nach Herbizid-Behandlung. - *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*, Sonderheft IV, 139-144.
- MAAS, G. (1968): Zur chemischen Unkrautbekämpfung in Gewürz- und Arzneipflanzen. - *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*, Sonderheft IV, 103-106.
- MAAS, G. (1971): Zur unterschiedlichen Sortenempfindlichkeit von Kulturpflanzen gegenüber Bodenherbiziden. - *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes* (Braunschweig) **23**, 161-164.
- MAAS, G. (1972): Über den Einfluß der Sorptionskapazität des Bodens auf die Wirkung von Mecoprop gegen *Galium aparine* L. - *Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem*, Heft 146, 165.
- MAAS, G. (1973): Entwicklung und Aufgaben des Instituts für Unkrautforschung. - In: ANONYMUS 1973b, 74-75.
- MAAS, G. (1975): Über die Auswirkung direkter und indirekter Abtrift von Herbiziden auf Kulturpflanzen. - *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*, Sonderheft VII, 219-221.
- MAAS, G. (1978): Weed control in medicinal plants. - *Acta Horticulturae* **73**, 323-330.
- MAAS, G. (1979): Einfluß von Umweltfaktoren und Spritztechnik auf die Wirkung von Herbiziden. - *Proc. EWRS Symp. "The influence of different factors on the development and control of weeds"*, Mainz, 39-47.
- MAAS, G. (1982): Verringerung der Wirkstoffmenge bei der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln durch Phospholipide pflanzlichen Ursprungs (Erste Mitteilung). - *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes* (Braunschweig) **34**, 113-114.

- MAAS, G. (1990): *Official and not registered herbicide recommendations for vegetable crops, herbs and medicinal plants*. - Wageningen: ISHS/EWRS, 4th issue, 67 p.
- MAAS, G., MALKOMES, H.-P. (1993): Zur Prüfung des Einflusses von Herbiziden auf mikrobielle Aktivitäten im Boden. - *8th EWRS Symp. „Quantitative approaches in weed and herbicide research and their practical applications“*, Braunschweig, 575-582.
- MAAS, G., ORTH, H. (1970): Prüfung der Phytotoxizität von Getreide-Bodenherbiziden durch wurzeltest. - *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes* (Braunschweig) **22**, 89-90.
- MAAS, G., PESTEMER, W. (1974): Die Bedeutung des Humusgehaltes im Boden für die Einsatzmöglichkeit von Herbiziden. - *Industrielle Obst- und Gemüseverwertung* **59**, 121-122.
- MAAS, G., PESTEMER, W. (1975): *Nebenwirkungen chemischer Unkrautbekämpfungsmittel*. - Stuttgart und Erlenbach-Zürich: Eugen Rentsch Verlag, 71 S.
- MAAS, G., WULFF, C. (1983): Sind unsere Ackerunkraut-Arten vom Aussterben bedroht? - *Pflanzenschutz-Praxis* **2**, 4.
- MAAS, G., PESTEMER, W., KRASEL, G. (1988): Indirekte Abtrift (Verflüchtigung) von Herbiziden von Oberflächen. - *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*, Sonderheft XI, 249-258.
- MALKOMES, H.-P. (1977a): Decomposition of cellulose and straw in different soils after herbicide application. - Trans., International Symposium, Institute of Soil Science and Plant Cultivation, Pulawy (Polen) 1977 on "The interaction of soil microflora and environmental pollutions", 211-216.
- MALKOMES, H.-P. (1977b): Verhalten der Bodenmikroflora nach Herbizidanwendung zu Winterweizen. - *Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem*, Heft 178, 229.
- MALKOMES, H.-P. (1980): Über ökotoxikologische Effekte von Herbiziden und Pflanzenschutzsystemen auf Bodenmikroorganismen als Teil der Bodenbiozönose. - *Berichte über Landwirtschaft* **58**, 273-281.
- MALKOMES, H.-P. (1985): Einflüsse von Pflanzenschutzmitteln auf Bodenmikroorganismen und ihre Leistungen. - *Berichte über Landwirtschaft*, Sonderheft 198, 134-147.
- MALKOMES, H.-P. (1992): Die Nitrifikation als ökotoxikologischer Indikator für Agrochemikalien im Boden bei variierten Testbedingungen. - *Zentralblatt für Mikrobiologie* **147**, 250-260.
- MALKOMES, H.-P. (1994a): Einfluß nichtchemischer Unkrautbekämpfungsverfahren auf Organismen im Boden - eine Bestandsaufnahme. - *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*, Sonderheft **XIV**, 645-654.
- MALKOMES, H.-P. (1994b): Einfluß von Herbiziden auf Bodenmikroorganismen: Untersuchungen aus zwei Jahrzehnten im Institut für Unkrautforschung. - *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes* **46**, 122-126.
- MALKOMES, H.-P. (1994c): Einfluß racemischer und optisch aktiver Dichlorprop-Herbizide auf mikrobielle Aktivitäten im Boden. - *Weed Research* **34**, 211-220.
- MALKOMES, H.-P. (1996a): Chemische Bodenentseuchung unter ökotoxikologischen Gesichtspunkten. II. Folgewirkungen einer Freilandanwendung von Methylbromid auf mikrobielle Aktivitäten und deren Reaktionen gegenüber Herbiziden. - *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* **103**, 50-63.
- MALKOMES, H.-P. (1996b): Einfluß von Acker-Unkräutern auf Bodenmikroorganismen - eine Übersicht. - *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*, Sonderheft XV, 581-591.

- MIETHE, D., CREMER, J., FEYERABEND, G., GRUHL, O., HILBIG, W., SCHWÄR, C. (1973): Vorschlag, Probleme und Erfahrungen mit einer praktikablen Unkrautbonitur und Herbizidplanungsmethode für den Getreideanbau. - *Nachrichtenblatt für den Pflanzenschutz in der DDR* **27**, 248-251.
- MOOSAVI, M. R. (1974): Sortenspezifische Empfindlichkeit von 24 Reissorten gegenüber Butachlor. - *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes* (Braunschweig) **26**, 65-66.
- MULL, R., NORDMEYER, H., BOOCHS, P.-W., LIETH, H. (1995): *Pflanzenschutzmittel im Grundwasser. Eine interdisziplinäre Studie*. - Berlin: Springer-Verlag, 196 S.
- MÜLLER, G., ORTH, H. (1963): Vergleichende Untersuchungen zur Bekämpfung von *Allium vineale* im Grünland. - *Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau* **118**, 275-292.
- NIEMANN, P. (1973): Über die Möglichkeiten, die Aufwandmenge von Voraufdauerherbiziden nach einigen Bodeneigenschaften zu bemessen. - *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes* (Braunschweig) **25**, 11-14.
- NIEMANN, P. (1977): Konkurrenz zwischen Kletten-Labkraut (*Galium aparine* L.) und Wintergetreide im Jugendstadium. - *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*, Sonderheft VIII, 93-105.
- NIEMANN, P. (1978): Unkrautbekämpfung nach Schadschwellen? - *DLG-Mitteilungen* **93**, 246-248.
- NIEMANN, P. (1979): Einfluß unterschiedlicher Dauer der Unkrautkonkurrenz auf die ertragsbestimmenden Faktoren der Wintergerste. - *Proc. EWRS Symp. "The influence of different factors on the development and control of weeds"*, Mainz, 161-171.
- NIEMANN, P. (1980a): Über eine Wechselwirkung zwischen Virusbefall und Herbizidbehandlung bei der Wintergerste. Vorläufige Mitteilung. - *Gesunde Pflanzen* **32**, 231-232.
- NIEMANN, P. (1980b): Auswertung langjähriger Versuche zur Bekämpfung von mono- und dikotylen Unkräutern in Winterroggen (1970-1979). - *Gesunde Pflanzen* **32**, 268-271.
- NIEMANN, P. (1981a): Schadschwellen bei der Unkrautbekämpfung - Die Anwendung des Schadschwellenprinzips bei der Unkrautbekämpfung im Getreidebau. - *Schriftenreihe des Bundesministers für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Reihe A: Angewandte Wissenschaft*, Heft 257, 116 S.
- NIEMANN, P. (1981b): Senkung der Produktionskosten durch Einsparung von Herbiziden? - *Landwirtschaftliche Zeitschrift Rheinland* **148**, 2077-2078.
- NIEMANN, P. (1985a): Acker-Fuchsschwanz. Informationen zum integrierten Pflanzenschutz. - *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes* (Braunschweig) **37**, 94-95.
- NIEMANN, P. (1985b): Schadensschwellen - erst zählen, dann bekämpfen. - *DLG-Mitteilungen* **100**, 257-259.
- NIEMANN, P. (1985c): Unkrautkartierung - ein weiterer Schritt zur gezielten Bekämpfung. - *Gesunde Pflanzen* **37**, 86-92.
- NIEMANN, P. (1986): Vom Schadensschwellenkonzept zur Unkrautkartierung. - *DLG-Mitteilungen* **101**, 122-125.
- NIEMANN, P. (1987): Vergleich von zwei Methoden zur Einstellung definierter Unkrautdichten in Konkurrenzversuchen. - *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes* (Braunschweig) **39**, 20-22.
- NIEMANN, P. (1988a): Ein Ansatz zur Bewertung von Ackerunkrautarten. - *Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem*, Heft 247, 115-128.

- NIEMANN, P. (1988b): Konkurrenzwirkung von Efeu-Ehrenpreis (*Veronica hederifolia*) auf Weizen. - *Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem*, Heft 245, 196.
- NIEMANN, P. (1988c): Zur Variabilität des Kletten-Labkrauts (*Galium aparine*). - *Gesunde Pflanzen* **40**, 368-373.
- NIEMANN, P. (1990a): *Unkräuter und Ungräser*. In: HAUG, G., SCHUMANN, G., FISCHBECK, G (Hrsg.): *Pflanzenproduktion im Wandel: neue Aspekte in den Agrarwissenschaften*. - Weinheim: VCH, 358-377.
- NIEMANN, P. (1990b): Zur Häufigkeit von Bestandeslücken und deren Bedeutung für die Verunkrautung. - *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*, Sonderheft XII, 59-69.
- NIEMANN, P. (1992a): Unkrautunterdrückendes Potential von Wintergerstensorten. - *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*, Sonderheft XIII, 149-159.
- NIEMANN, P. (1992b): Wirkungen von Getreidefungiziden auf Unkräuter. - *Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem*, Heft 283, 365.
- NIEMANN, P. (1994): Auswirkungen von Getreidefungiziden auf einige Ackerunkrautarten. - *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes* **46**, 126-133.
- NIEMANN, P. (1996): Unkrautbekämpfung durch Lichtausschluß während der Bodenbearbeitung. - *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*, Sonderheft XV, 315-324.
- NIEMANN, P., GRIGO, E (1980): Auswertung langjähriger Versuche zur Bekämpfung von mono- und dikotylen Unkräutern in Winterweizen und Wintergerste (1965-1979). - *Gesunde Pflanzen* **32**, 213-218.
- NIEMANN, P., GRIGO, E (1990): Ergebnisse und Erfahrungen aus Versuchen zur Acker-Fuchsschwanzbekämpfung von 1965 bis 1988. - *Gesunde Pflanzen* **42**, 75-80.
- NIEMANN, P., HOLZMANN, A. (1986): Zur morphologischen und physiologischen Variabilität von *Viola-arvensis*-Herkünften. - *Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem*, Heft 232, 330.
- NIEMANN, P., MALKOMES, H.-P. (1996): Einfluß definierter Verunkrautungen auf die Ertragsbildung von Mais und Getreide sowie auf mikrobielle Aktivitäten im Boden. - *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes* **48**, 146-153.
- NIEMANN, P., PESTEMER, W. (1984): Resistenz verschiedener Herkünfte von Acker-Fuchsschwanz (*Alopecurus myosuroides*) gegenüber Herbizidbehandlungen. - *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes* (Braunschweig) **36**, 113-118.
- NIEMANN, P., VERSCHWELE, A. (1993): Quantifizierung der unkrautunterdrückenden Wirkung einer Reihendüngung bei Mais. - 8th EWRS Symp. "Quantitative approaches in weed and herbicide research and their practical application", Braunschweig, 167-174.
- NORDMEYER, H (1991): Räumliche Variabilität von Bodeneigenschaften und deren Bedeutung für Verhalten und Verbleib von Pflanzenschutzmitteln im Boden. - *Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft* **66**, 373-376.
- NORDMEYER, H (1994): Bodenvariabilität und Verhalten von Pflanzenschutzmitteln. - *Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde* **157**, 283-288.
- NORDMEYER, H (1995): Spatial variability of soil properties and their importance for pesticides behaviour. - *Proceedings Symposium on Site Specific Farming*, Aarhus, Denmark, Danish Institute of Plant and Soil Science, SP-report No. 26, 192-194.

- NORDMEYER, H., ADERHOLD, D. (1994): Aufbau und Betrieb einer Lysimeterstation zur Erfassung der Verlagerung von Pflanzenschutzmitteln im Bodenprofil. - *Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde* **157**, 93-98.
- NORDMEYER, H., ADERHOLD, D. (1995): Verlagerung von Pflanzenschutzmitteln in Bodenmakroporen als mögliche Ursache von Grund- und Oberflächenwasserbelastungen. - *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes* **41**, 137-143.
- NORDMEYER, H., BERLIN, A. (1996): Satellitengestützte Navigation (GPS) als Grundlage einer teilschlagorientierten Unkrautbekämpfung. - *KTBL-Arbeitspapier 236: Innovative Verfahren zur Unkrauterkenntung*, 125-134.
- NORDMEYER, H., NIEMANN, P. (1992): Möglichkeiten der gezielten Teilflächenbehandlung mit Herbiziden auf der Grundlage von Unkrautverteilung und Bodenvariabilität. - *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, Sonderheft XIII*, 539-547.
- NORDMEYER, H., PESTEMER, W. (1995): Laborabbau- und -sorptionsversuche mit Pflanzenschutzmitteln im Bodenprofil. - *Zeitschrift für Kulturtechnik und Landentwicklung* **36**, 6-10.
- NORDMEYER, H., ROSE, H., DIBBERN, H., PESTEMER, W. (1991): Pflanzenschutzmittel im Grundwasser - Säulenversuche unter anaeroben Bedingungen. - *Wasser und Boden* **43**, 85-88 + 98.
- NORDMEYER, H., KUHLMANN, M., ADERHOLD, D. (1993): Die Variabilität von Bodeneigenschaften als Ursache bevorzugter Fließwege für Pflanzenschutzmittel. - *Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft* **12**, 191-194.
- NORDMEYER, H., ANLAUF, R., RAUE, W. (1994): Unkrautbekämpfungsverfahren im Mais. - *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes* **46**, 134-139.
- NORDMEYER, H., HÄUSLER, A., BERLIN, A. (1995): Aerial photography and global positioning system for patchy weed control. - *Proceedings Symposium on Site Specific Farming*, Aarhus, Denmark, Danish Institute of Plant and Soil Science, SP-report No. 26, 195-197.
- NORDMEYER, H., HÄUSLER, A., NIEMANN, P. (1996): Weed mapping as a tool for patchy weed control. - *2nd Int. Weed Contra/ Congress*, Copenhagen, Denmark, 119-124.
- ORTH, H. (1962/65): *Chemische Unkrautbekämpfung im Gartenbau*. - München, Basel, Wien: BLV Bayerischer Landwirtschaftsverlag, 1. Aufl. 1962, 146 S., 56 Abb.; 2. Aufl. 1965, 156 S., 70 Abb.
- ORTH, H. (1963): Mittel und Wege zur chemischen Unkrautbekämpfung im Gemüsebau. - *Chemie und Technik in der Landwirtschaft* **14**, 138-140, 198-201.
- ORTH, H. (1964): Ergebnisse von Nachwirkungsversuchen mit einigen Herbiziden. - *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, Sonderheft II*, 136-138.
- ORTH, H. (1967a): Prüfung der Phytotoxizität von Pre-emergence-Herbiziden durch Wurzeltest. - *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig)* **19**, 177-181.
- ORTH, H. (1967b): Wirkungsweise und Abbau der forstlich wichtigen Herbizide. - *Al/gemeine Forstzeitschrift* **22**, 199-201.
- ORTH, H. (1968): Herbizide im Gemüsebau. - *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, Sonderheft IV*, 97-101.
- ORTH, H., MAAS, G. (1967): *Herbizid-Schäden an Kulturpflanzen*. Teil I: Getreide, Rüben, Obst. 30 Dias farbig, 7 S. Teil II: Gemüse, Kartoffeln, Raps. 30 Dias, farbig, 6 S. Teil III: Reben, Tabak, Mais, Zierpflanzen. 30 Dias farbig, 5 S. - Bad Godesberg: Wissenschaft!. Dia-Verlag Dr. F. Rennau.

- PALLUTI, B. (1976): Zusammensetzung und Veränderung der Unkrautflora auf Zuckerrübenflächen im Zeitraum 1966 bis 1975. - *Nachrichtenblatt für den Pflanzenschutz in der DDR* **30**, 195-198.
- PALLUTI, B. (1993): Populationsdynamik und Konkurrenz von Unkräutern in Abhängigkeit von Fruchtfolgen sowie mechanischen und chemischen Bekämpfungsmaßnahmen. - *8th EWRS Symposium „Quantitative approaches in weed and herbicide research and their practical application“*, Braunschweig, 723-730. = Population dynamics and competition of weeds depending on crop rotation and mechanical and chemical weed control measures in cereals. - *1993 Brighton Crop Protection Conference - Weeds*, 1197-1204.
- PALLUTI, B., HOFMANN, B. (1980): Weitere Erfahrungen bei der Unkrautbekämpfung in Zuckerrüben unter besonderer Berücksichtigung der ein- bis zweimaligen Anwendung von 3 l/ha Betanal und der Bandspritzung. - *Nachrichtenblatt für den Pflanzenschutz in der DDR* **34**, 240-243.
- PALLUTI, B., HOFMANN, B. (1983): Die Bedeutung von ökologischen Faktoren für die Wirkung von Herbiziden in Beta-Rüben. - *Potsdamer Forschungen der Pädagogischen Hochschule „Karl Liebknecht“, Naturwissenschaftliche Reihe*, Potsdam 1983, 16-32,
- PALLUTI, B., HOFMANN, B. (1990): Zur Wirkung ein- und zweimaliger Applikation reduzierter Aufwandmengen blattaufnehmbarer Herbizide in Wintergerste. - *Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem*, Heft 266, 376.
- PALLUTI, B., FEYERABEND, G., HAASS, J. (1981): Untersuchungen zur mechanisch-chemischen Unkrautbekämpfung in der Fruchtfolge. - *Archiv für Phytopathologie und Pflanzenschutz* **17**, 53-63.
- PAPE, H. (1919): Brennesselschädlinge. - *Deutsche Landwirtschaftliche Presse* **46**, Nr. 70.
- PAPE, H. (1926): Wichtigere Krankheiten und Schädigungen. 1. Krankheiten und Schädigungen, die mehr oder weniger alle Kulturpflanzen der heimgesuchten Gegenden gemeinsam trafen. A. Unkräuter. - In: WERTH, E. (Hrsg.): *Krankheiten und Beschädigungen der Kulturpflanzen im Jahre 1921*. - *Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft*, Heft 29, 97-98.
- PAPE, H. (1927a): Wichtigere Krankheiten und Schädigungen. 1. Krankheiten und Schädigungen, die mehr oder weniger alle Kulturpflanzen der heimgesuchten Gegenden gemeinsam trafen. A. Unkräuter. - In: WERTH, E. (Hrsg.): *Krankheiten und Beschädigungen der Kulturpflanzen in den Jahren 1922-1924*. - *Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft*, Heft 30, 26-29.
- PAPE, H. (1927b): Wichtigere Krankheiten und Schädigungen. 1. Krankheiten und Schädigungen, die mehr oder weniger alle Kulturpflanzen der heimgesuchten Gegenden gemeinsam trafen. A. Unkräuter. - In: WERTH, E. (Hrsg.): *Krankheiten und Beschädigungen der Kulturpflanzen im Jahre 1925*. - *Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft*, Heft 32, 28-30.
- PAPE, H. (1928): Wichtigere Krankheiten und Schädigungen. 1. Krankheiten und Schädigungen, die mehr oder weniger alle Kulturpflanzen der heimgesuchten Gegenden gemeinsam trafen. A. Unkräuter. - In: WERTH, E. (Hrsg.): *Krankheiten und Beschädigungen der Kulturpflanzen im Jahre 1927*. - *Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft*, Heft 37, 70-80.
- PAPE, H. (1930): Wichtigere Krankheiten und Schädigungen. 1. Krankheiten und Schädigungen, die mehr oder weniger alle Kulturpflanzen der heimgesuchten Gegenden gemeinsam trafen. A. Unkräuter. - In: WERTH, E. (Hrsg.): *Krankheiten und Beschädigungen der Kulturpflanzen im Jahre 1926*. - *Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft*, Heft 40, 33-35.

- PAPE, H. (1939): Die Kleeseide und ihre Bekämpfung. - *Flugblätter der Biologischen Reichsanstalt*, Nr. 43, 8. Aufl.
- PESCHEL, R. (1971): Das Auftreten der wichtigsten Krankheiten und Schädlinge der landwirtschaftlichen und gärtnerischen Kulturpflanzen im Jahre 1970 im Bereich der Deutschen Demokratischen Republik. - *Nachrichtenblatt für den Pflanzenschutz in der DDR* **25**, 81-111.
- PESTEMER, W. (1976): Quantitativer Biotest zur Bestimmung von Photosynthesehemmern im Boden. - *Weed Research* **16**, 357-363.
- PESTEMER, W. (1983): Herbicide residues in soils and their phytotoxicity to vegetable crops grown in rotation.- *Acta Horticulturae* **136**, 9-19.
- PESTEMER, W. (1985): Herbiziddynamik im Boden. - *Berichte über Landwirtschaft*, N. F., Sonderheft 198, 69-81.
- PESTEMER, W. (1991): *Arbeitsblätter zur Herbologie*. (Vorlesungsskript Herbologie "Institut für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz" an der Universität Hannover). - Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Unkrautforschung.
- PESTEMER, W. (1994): Einbindung von phytotoxischen und ökologisch-chemischen Daten zur Wirkung und zum Verhalten von Herbiziden in Expertensysteme für Beratung und Monitoring. - *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes* **46**, 115-121.
- PESTEMER, W., MANN, W. (1980): Rückstandssituation von Herbiziden in einigen Küchenkräutern. - *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und -Forschung* **171**, 272-277.
- PESTEMER, W., HÄNSCH, R., SADOWSKI, J. (1974): Extraktion, Clean-up und gaschromatographische Bestimmung von Medinoterb-acetat in sorptionsstarken Böden und Zuckerrüben. - *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes* (Braunschweig) **26**, 20-22.
- PESTEMER, W., EGGERS, Th., HOLTKAMP, S. (1978): Verhalten und Nebenwirkungen von Herbiziden unter besonderer Berücksichtigung von 2,4,5-T. - *Allgemeine Forstzeitschrift* (Wien) **89**, 113-117.
- PESTEMER, W., HÜBNER, K.-D., MacCARTHAIGH, D. (1986): Herbizideinsatz in Containerkulturen. - *Deutsche Baumschule* **10**, 404-407.
- PESTEMER, W., NORDMEYER, H., BUNTE, D., HEIERMANN, M., KRASEL, G., WALTER, U. (1996): Herbiziddynamik im Boden (1986-1996). - In: RICHTER, O., SÖNDGERATH, D., DIEKKRÜGER, B. (Hrsg.): Sonderforschungsbereich 179 „Wasser- und Stoffdynamik in Agrar-Ökosystemen“ - Abschlußbericht. - *Landschaftsökologie und Umweltforschung* (Braunschweig), Heft 24, 537-597.
- POHL, K., MALKOMES, H.-P. (1990): Einfluß von Bewirtschaftungsintensität und Verunkrautung auf ausgewählte mikrobielle Parameter im Boden unter Freilandbedingungen. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*, Sonderheft XII, 379-388.
- POHL, K., MALKOMES, H.-P. (1994): Einfluß langjähriger unterschiedlicher Pflanzenschutzintensitäten im Ackerbau auf die Aktivität von Bodenmikroorganismen. - *Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem* **295**, 115-142.
- RAMSON, A., HEROLD, H. (1987): Bericht über das Auftreten der wichtigsten Schaderreger in der Pflanzenproduktion der Deutschen Demokratischen Republik im Jahre 1986 mit Hinweisen auf die weitere Arbeit im Pflanzenschutz. - *Nachrichtenblatt für den Pflanzenschutz in der DDR* **41**, 85-109.
- RAMSON, A., ARLT, K., ERFURTH, P., HÄNSEL, M., HEROLD, H., PAUL, U., SACHS, E. (1982): Das Auftreten der wichtigsten Schaderreger in der Pflanzenproduktion der DDR im Jahre 1981 mit Schlußfolgerungen für die weitere Arbeit im Pflanzenschutz. - *Nachrichtenblatt für den Pflanzenschutz in der DDR* **36**, 65-85.

- RICHTER, W. (1950): Zur Bekämpfung von Grünlandunkräutern mit U 46. - *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes* (Braunschweig) **2**, 22-24.
- RICHTER, W. (1952): Unkrautbekämpfung in Grünland. - In: Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (Hrsg.): *Unkrautbekämpfung*. - Frankfurt am Main: Verlag Kommentator, 23-27.
- RICHTER, W. (1964): Über die Rasenunkräuter Wegerich und Löwenzahn und ihre Bekämpfung. - *Mitteilungen der Gesellschaft für Rasenforschung* **1**, 5-7.
- RICHTER, W. (1965): Über die Wirkung von wuchshemmenden Mitteln, insbesondere MH 30, auf Gräser. - *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*, Sonderheft III, 347-350.
- RICHTER, W., BREDERLOW, H. (1970): Über einen Fund von Knollenglatthafer (*Arrhenatherum elatius* ssp. *bulbosum* (Willd.) Hylander) als Ackergras in Ostfriesland. - *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes* (Braunschweig) **22**, 105-107.
- RICHTER, W., HOLZ, W. (1952): Versuche mit 2,4-D zur Bekämpfung des Duwocks (*Equisetum palustre* L.). - *Landwirtschaftliche Forschung* **4**, 177-182.
- RICHTER, W., HOLZ, W. (1963): Neues Verfahren zur Bekämpfung des Duwocks. - *Landwirtschaftsblatt Weser-Ems* **11**, 1316-1317.
- RIEHM, E. (1939): Biologische Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Dahlem. Wissenschaftlicher Jahresbericht 1937. - *Landwirtschaftliche Jahrbücher* **87**, 565-720.
- RIEHM, E. (1941 a): Biologische Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Berlin-Dahlem. Wissenschaftlicher Jahresbericht 1938. - *Landwirtschaftliche Jahrbücher* **90**, 199-344.
- RIEHM, E. (1941b): Biologische Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft - Wissenschaftlicher Jahresbericht 1939. - *Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft*, Heft 63, 1-108
- RIEHM, E. (1941 c): Biologische Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft - Wissenschaftlicher Jahresbericht 1940. - *Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft*, Heft 65, 1-110
- RODER, W., EGGERT, H., KALMUS, A. (1985): Ergebnisse mehrjähriger Untersuchungen zur Beurteilung der Beziehungen zwischen Zählwert und Schätzwert bei Mischverunkrautungen in Getreide. - *Archiv für Phytopathologie und Pflanzenschutz*, Berlin, **21**, 61-71.
- RODER, W., EGGERT, H., KALMUS, A. (1986): Zur Schadwirkung des Windhalms, *Apera spica-venti* (L.) P.B., bei Wintergetreide in Abhängigkeit vom Standort. - *Nachrichtenblatt für den Pflanzenschutz in der DDR* **40**, 203-206.
- RODER, W., EGGERT, H., KALMUS, A. (1987): Zum Einfluß der Unkräuter auf die Bestandesentwicklung des Getreides - Schlußfolgerungen für die Praxis. - *Nachrichtenblatt für den Pflanzenschutz in der DDR* **41**, 197-199.
- RODER, W., EGGERT, H., KALMUS, A. (1989): Zur Schadwirkung der Unkräuter bei Getreide. - *Fortschrittsberichte für die Landwirtschaft und Nahrungsgüterwirtschaft*, Berlin, **27** (3), 1-47.
- RÖRIG, G. (1900): Magenuntersuchungen land- und forstwirtschaftlich wichtiger Vögel. - *Arbeiten aus der Biologischen Abtheilung für Land- und Forstwirtschaft am Kaiserlichen Gesundheitsamte* **1**, 1-85.
- RÖRIG, G. (1910): Die wirtschaftliche Bedeutung der Vogelwelt als Grundlage des Vogelschutzes. - *Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft*, Heft 9, 48 S.
- RUHLAND, W. (1907): Die Kleeseide. - *Flugblätter der Kaiserlichen Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft*, Nr. 43.

- SCHMIDT, R R, PESTEMER, W. (1980): *Plant availability and uptake of herbicides from soil*. - In: HANCE, R. J. (ed.): *Interactions between herbicides and the soil*. London, New York: Academic Press. 179-201.
- SCHWÄHN, P., ARLT, K., HÜBNER, B., PÖTSCH, J. (1982): Überwachung von Unkräutern und Ungräsern. In: SCHWÄHN, P., RÖDER, K.: *Methodische Anleitung zur Schaderreger- und Bestandesüberwachung auf EDVBasis*. Markkleeberff agra-Landwirtschaftsausstellung der DDR, 197-210.
- SCHWÄR, C., FEYERABEND, G., (30LTZ. H (1970): *100 wichtige Ackerunkräuter-Anleitung zum Erkennen und zur Bekämpfung im (leirnpflanzen-Jugendstadium*. - Jena: VEB Gustav-Fischer-Verlag, 200 S.
- SENONEFT M, ARLT, !K, FRÖMER, D., GRUBER. H (1990): Untersuchungen zur Herbizid-resistenz durch Messung der Induktionskinetik der Chlorophyll-Fluoreszenz. - *Kolloquia Pflanzenphysiologie der Numt>oläH.Jniversität zu Berlin* 14.
- TYLSON, E. C. (1979): Charakterisierung und Anwendungsmöglichkeiten von Piperofos gegen Hühnerhirse in verschiedenen Reissorten. - *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes* (Braunschweig) 31, 116-117.
- VERSCHWELE, A., NIEMANN, P. (1992): Einfluß der Morphologie von Weizensorten auf den Lichteinfall in den Bestand und die Verunkrautung. - *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*, Sonderheft XIII, 181-189.
- WELLING, M., KOKTA. C., MOLTHAN, J., FLOPPERT, V, BAIHON, H., KLINGAUF, F., LANGENBRUCH, G. A., NIEMANN, P. (1988): Förderung von Nützlingen durch Wildkräuter im Feld und im Feidrain als vorbeugende Pflanzenschutzmaßnahme. - *Schriftenreihe des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtsct/1aft und Forsten. Reihe A Angewandte Wissenschaft* 365, 56-82.
- WERTH, E (1924): „Jahresheft 1922 des Phänologischen Reichsdienstes. - *Mitteilungen aus der Biologischen Re1ctisanstalt für Land- und Forstwit1schaft*, Heft 25, 222 S.
- WERTH, E (1926a): Jahresheft 1923 des Phänologischen Reichsdienstes. - *Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstait für Land- und Forstwirtschaft*, Heft 27, 224 S.
- WERTH, E (1926b): Jahresheft 1924 des Phänologischen Reichsdienstes. - *Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft*, Heft 28, 338 S.
- WERTH, E (1928): Krankheiten und Beschädigungen der Kulturpflanzen im Jahre 1927. - *Mitteilungen aus der Biologischen Heichsanstalt für Land- und Forstwiltschaft*, Heft 37, 212 S.
- WERTH, E (1932a): Krankheiten und Beschädigungen der Kulturpflanzen im Jahre 1929. - *Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt tor Land- und Forstwirtschaft*, Heft 43, 57 S.
- WERTH, E (1932b): Krankheiten und Beschädigungen der Kulturpflanzen im Jahre 1930. - *Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft*, Heft 44, 50 S.
- WINKELMANN, A. (1937): Richtlinien für die Prüfung von Unkrautbekämpfungsmitteln. - In: TRAPPMANN, W. (Hrsg.): *Methoden zur Prüfung von Pflanzen- und Vorratsschutzmitteln*. - *Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für land- und Forstwirtschaft*, Heft 55, 270 S.
- WULFF, C., EGGERS, Th. (1982): Bemerkungen zum Artenrückgang von Blütenpflanzen unter besonderer Berücksichtigung der Ackerunkraut-Arten... *Gesunde Pflanzen* 34, 106-112.
- ZSCHAU, K (1973): Herbizideinsatz in gedrilltem Zwiebelgemüse und bei Pflanzporree als Voraussetzung für handarbeitsarme Anbauverfahren. - *Gartenbau* 20 (2), 36-38.
- ZSCHAU, K (1974a): Chemische Unkrautbekämpfung im Anbau von Kopfsalat unter Glas und Plasten. - *Gartenbau* 21 (11), 339.

- ZSCHAU, K (1974b): Eingliederung der chemischen und mechanischen Unkrautbekämpfung in die industriemäßige Zwiebelproduktion. - *Gartenbau* **21** (6), 10-13.
- ZSCHAU, K., FEYERABEND, G. (1964): *Anwendung von Herbiziden im Feldgemüsebau. Fortschrittsberichte für die Landwirtschaft.* - Berlin: Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR, landwirtschaftliche Information und Dokumentation 13, 62 S.
- ZSCHAU, K., MARGRAF, K., NÄSER, K., SOMMER, S. (1974): Möglichkeiten des Herbizideinsatzes in Ziergehölzen und Stauden unter besonderer Berücksichtigung von Grünanlagenbau und -pflege. - *Gartenpost* **26**, Sonderbeilage, 16 S.
- ZSCHAU, K., ARLT, K., JESKE, A., FRÖHLICH, H., ZAUNER, L. (1990): *Rationelle Produktion von Gemüse - Unkrautbekämpfung.* - Berlin: Deutscher Landwirtschaftsverlag, 2., überarbeitete Aufl., 144 S., 25 Abb., 23 Tab.
- ZWERGER, P. (1995): Unkraut oder Wildkraut - ein Diskussionsbeitrag zum Begriff und Wesen des Unkrauts. - *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes* **47**, 321-325.
- ZWERGER, P. (1996a): Integrated weed management in developed nations. - *2nd International Weed Control Congress*, Copenhagen, Denmark, 933-942.
- ZWERGER, P. (1996b): Zur Samenproduktion der Acker-Kratzdistel (*Cirsium arvense* (L.) Scop.). - *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*, Sonderheft XV, 91-98.
- ZWERGER, P., ARLT, K., WALTER, H. (1996): Verbreitung und Bedeutung der Herbizidresistenz in Europa. - *Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem*, Heft 321, 210.

Literatur-Anhang 1:

Dissertationen über Unkrautarten, Unkrautbekämpfung und Herbizide, deren experimenteller Teil ganz oder teilweise im **Institut für Unkrautforschung** der BBA durchgeführt wurde (in chronologischer Folge)

- NIEMANN, P., 1973: Untersuchungen über die Wirkung von Bodenherbiziden auf Immissionsstandorten im rheinischen Braunkohlenrevier. - Diss. Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, 176 S. (Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem, Heft 157, 1974.)
- HÄNSCH, R., 1976: Verhalten und Wirkung einiger Bodenherbizide - besonders des Wirkstoffs Medinoterb-acetat - in sorptionsstarken Böden und Zuckerrüben. - Diss. Technische Universität Berlin, 148 S.
- ZANDER, J., 1977: Zur Standfestigkeit von Weizen unter dem Einfluß von Herbiziden. - Diss. Technische Universität Berlin, 166 S.
- HOLTKAMP, S., 1980: Beeinflussung wertgebender Inhaltsstoffe von Kopfsalat durch Herbizide. - Diss. Technische Universität Carolo-Wilhelmina Braunschweig, 79 S.
- BEMBENEK, M., 1982: Einfluß ausgewählter Herbizide auf den Befall und die Populationsdynamik pflanzenparasitärer Nematoden an Getreide. - Diss. Universität Hannover, 92 S.
- LUEANG-A-PAPONG, P., 1985: Wirkung einer Unkrautbewirtschaftung auf den Boden und den Sommergerstenertrag in Gefäßversuchen. - Diss. Justus-Liebig-Universität Gießen, 145 S.
- AUSPURG, S., 1986: Verhalten und Nebenwirkungen von Igran (Terbutryn) - allein und in einer Pflanzenschutzmittel-Spritzfolge - im Boden. - Diss. Georg-August-Universität Göttingen, 122 S.
- HERKLOTZ, K., 1986: Sorptions- und Mobilitätsverhalten von ausgewählten Pestiziden in Hausmüll, Böden und Porengrundwasserleitern. - Diss. Universität Hannover, 174 S.

HOFSTETIER, W., 1986: Untersuchungen zur Schadwirkung und zur Populationsdynamik von Einjährigem Binkelkraut (*Mercurialis annua* L.). - Diss. Justus-Liebig-Universität Gießen, 207 S.

RADANACHALESS, T., 1986: Mikrobielle Aktivität im Boden unter dem Einfluß von Kulturpflanze und Unkraut. - Diss. Justus-Liebig-Universität Gießen, 169 S.

HOLZMANN, A., 1987: Zur Populationsdynamik und Schadwirkung des Acker-Stiefmütterchens (*Viola arvensis* Murr.) als Grundlagen einer wirtschaftlichen Bekämpfung. - Diss. Universität Hannover, 199 S.

KOKTA, C., 1989: Auswirkungen abgestufter Intensität der Pflanzenproduktion auf epigäische Arthropoden, insbesondere Laufkäfer (*Coleoptera, Carabidae*) in einer dreigliedrigen Fruchtfolge. - Diss. Technische Hochschule Darmstadt, 160 S.

BUNTE, D., 1991: Abbau- und Sorptionsverhalten unterschiedlich persistenter Herbizide in Abhängigkeit von Flächenvariabilität und Alter der Rückstände. - Diss. Universität Hannover, 132 S.

DIEKMANN, S., 1991: Untersuchungen zur Dynamik ausgewählter mikrobiologischer Parameter in mit Müllsickerwasser kontaminierten, künstlichen Grundwasserleitern. - Diss. Technische Universität Carolo-Wilhelmina Braunschweig, 135 S.

FRANK, Th., 1991: Untersuchung mikrobieller Aktivitäten in ackerbaulich genutzten Böden unter besonderer Berücksichtigung des Einflusses von Pflanzenschutzmitteln. - Diss. Georg-August-Universität Göttingen, 183 S.

GOTIESBÜREN, 8., 1991: Konzeption, Entwicklung und Validierung des wissensbasierten Herbizid-Beratungssystems HERBASYS. - Diss. Universität Hannover, 212 S.

GÜNTHER, P., 1991: Biotests mit höheren Pflanzen zur Untersuchung und Bewertung des Verhaltens von Sulfonylharnstoff-Herbiziden und anderen Xenobiotika im Boden. - Diss. Universität Hannover, 149 S.

DIBBERN, H., 1992: Zur Simulation des Ausbreitungsverhaltens der Pflanzenschutzmittel Atrazin, Chlortoluron, Isoproturon, Lindan und Terbutylazin im Boden und Grundwasser. - Diss. Christian-Albrechts-Universität Kiel, 102 S.

VERSCHWELE, A., 1994: Sortenspezifische Kulturkonkurrenz bei Winterweizen als begrenzender Faktor für das Unkrautwachstum. - Diss. Georg-August-Universität Göttingen, 121 S.

ADERHOLD, D., 1995: Einfluß bevorzugter Fließwege auf die Verlagerung von Herbiziden im Bodenprofil. - Diss. Universität Hannover, 169 S.

KRASEL, G., 1996: Richtlinienbegleitende Untersuchungen zur Bestimmung der Verflüchtigungsrate von Pflanzenschutzmitteln - unter Berücksichtigung der Grundsätze der Guten Laborpraxis (GLP). - Diss. Humboldt-Universität zu Berlin, 180 S.

BEULKE, S., 1997: Untersuchung und mathematische Beschreibung des Abbaus von Herbiziden im Boden in Abhängigkeit von Wirkstoffverfügbarkeit, mikrobieller Biomasse und Aktivität. - Diss. Technische Universität Carolo-Wilhelmina Braunschweig, 320 S. + Anhang.

HEIERMANN, M., 1997: Untersuchungen zum Verhalten von Herbiziden im Boden als Grundlage für Simulationsrechnungen im Herbst und Winter. - Diss. Humboldt-Universität zu Berlin, 151 S.

Literatur-Anhang 2

Diplomarbeiten über Unkrautarten, Unkrautbekämpfung und Herbizide, deren experimenteller Teil ganz oder teilweise im **Institut für Unkrautforschung** der BBA durchgeführt wurde (in chronologischer Folge)

ROEB, L., 1972: Der Einfluß des Lichtes auf die Keimung von Unkrautsamen. - Diplomarbeit Christian-Albrechts-Universität Kiel, 116 S.

LANGER, S., 1977: Qualitätsbeeinflussung von Feldsalat bei Herbizidanwendung, untersucht anhand der Vitamin C-Gehalte und der Herbizidrückstände bei frischem und gelagertem Pflanzenmaterial. - Diplomarbeit Universität Hohenheim, 55 S.

ECKERT, 8., 1979: Methoden zum Nachweis von Herbiziden in Verbindung mit Nachbauproblemen bei Gemüsekulturen. - Diplomarbeit Universität Hannover, 53 S.

MESCHÉDE, H.-G., 1982: Versuche zur chemischen Unkrautbekämpfung in Gehölz-Verschulquartieren im ersten Pflanzjahr. - Diplomarbeit Universität Hannover, 54 S.

HALSTRICK, S., 1983: Können durch Zusatz von Phospholipiden pflanzlichen Ursprungs die Nebenwirkungen eines Herbizides auf Stoffwechselforgänge von Mikroorganismen des Bodens verändert werden? - Diplomarbeit Technische Universität Carolo-Wilhelmina Braunschweig, 80 S.

BRINKMANN, G., 1983: Zur Methodik der Erfassung der Entomofauna in Weizen und Gerste und Populationsdynamik ausgewählter Arten bei unterschiedlicher Behandlung des Getreides. - Diplomarbeit Technische Universität Carolo-Wilhelmina Braunschweig, 137 S.

HEINZE, U., 1984: Einfluß von Chlortoluron-Rückständen in Kombination mit Atrazin auf mikrobiologische Aktivitäten im Boden. - Diplomarbeit Universität Hannover, 90 S.

BRINKMANN, R., 1984: Der Einfluß von Chlortoluron-Rückständen mit und ohne Luzerne-mehlzusatz auf den Abbau von Atrazin im Boden. - Diplomarbeit Universität Hannover, 62 S.

LUTZ, V., 1984: Abbauverhalten von "gealterten" und "frischen" Tribenil-(Methabenzthiazuron-)Rückständen in vier verschiedenen Böden unter Laborbedingungen. - Diplomarbeit Universität Hannover, 118 S.

WAGNER, K., 1984: Untersuchungen über die Wirkung eines im Rübenanbau eingesetzten Herbizids auf mikrobielle Aktivitäten im Boden unter Laborbedingungen. - Diplomarbeit Technische Universität Carolo-Wilhelmina Braunschweig, 73 S.

OENTRICH, W., 1984: Untersuchungen an Käfern auf unterschiedlich bewirtschafteten Feldern mit Hilfe von Barber-Fallen. - Diplomarbeit Technische Universität Carolo-Wilhelmina Braunschweig, 102 S. + Anhang.

HÜBNER, K.-D., 1985: Pflanzenverfügbarkeit und Verhalten von Simazin in Weißtorfsubstrat und Auswirkung auf Gehölze in Containerkulturen. - Diplomarbeit Universität Hannover, 85 S.

GÜNTHER, P., 1986: Ermittlung des No-effect-levels und weiterer Kenndaten der Dosis-Wirkungs-Beziehung zwischen Herbiziden im Boden und höheren Pflanzen. - Diplomarbeit Universität Hannover, 73 S. + Anhang.

HAVERS, M., 1987: Modelluntersuchungen zur Bestimmung der Rückstandssituation von Voraufbauperherbiziden (Isoproturon und Methabenzthiazuron) in Boden und Pflanze - Vergleich Freiland-/Gefäßversuch. - Diplomarbeit Universität Hannover, 67 S. + Anhang.

GOTTESBÜREN, B., 1987: Auswirkungen langjähriger Anwendung von Simazin auf das Abbauverhalten und mikrobielle Aktivitäten im Boden. - Diplomarbeit Universität Hannover, 87 S. + Anhang.

THUN, K., 1987: Infektion von *Chenopodium album* L. (Weißer Gänsefuß) mit dem Pilz *Ascochyta caulina* in Abhängigkeit vom Entwicklungsstadium der Pflanze. - Diplomarbeit Technische Universität Carolo-Wilhelmina Braunschweig, 71 S. + Anhang.

ZIMMERMANN, H., 1988: Selektivität von Herbiziden (Gesaprim-Atrazin und Dicuran-Chlortoluron) in Labor-Modell-Versuchen bei verschiedenen Applikationsmethoden in Kulturpflanzen-Unkraut-Kombinationen. - Diplomarbeit Georg-August-Universität Göttingen, 67 S. + Anhang.

PETERS, G., 1988: Untersuchungen zum Abbauverhalten von Bodeninsektiziden (Carbofuran und Chlorfenvinfos) an verschiedenen Standorten nach ein- und mehrmaliger Applikation. - Diplomarbeit Universität Hannover, 86 S. + Anhang.

- KRASEL, G., 1988: Direkte Abtrift und Verflüchtigung (indirekte Abtrift) von Pflanzenschutzmitteln, insbesondere Herbiziden. - Diplomarbeit Universität Hannover, 112 S.
- HOPPMANN, H., 1988: Abbau von Lindan in Grundwasserleiter-Material bei natürlicher und angereicherter Mikroorganismenflora. - Diplomarbeit Technische Universität Carolo-Wilhelmina Braunschweig, 56 S.
- ROSE, H., 1989: Modelluntersuchungen zum Ausbreitungs- und Abbauverhalten ausgewählter Pflanzenschutzmittel in Porengrundwasserleiter-Material. - Diplomarbeit Universität Hannover, 91 S.
- HÄMPKE, K., 1990: Keimung verschiedener *Bromus spp.* und ihre Entwicklung im Getreide - Ausbreitungsursachen in der landwirtschaftlichen Praxis. - Diplomarbeit Georg-August-Universität Göttingen, 119 S. + Anhang.
- PEKRUN, S., 1990: Versuche zum Einwaschungsverhalten von Herbiziden im Labor-Säulenversuch und im Freiland. - Diplomarbeit Universität Hannover, 83 S. + Anhang.
- WICK, B., 1990: Zur Phytotoxizität von Tensiden - Kurz- und Langzeit-Monospezies-tests mit linearem Alkylbenzolsulfonat (LAS), 4-Nonylphenol (4-NP) und Distearyl-dimethylammoniumchlorid (DSDMAC) nach Chemikalien-Gesetz und OECD-Richtlinie. - Diplomarbeit Universität Bremen, 97 S. + Anhang.
- HMS, E., 1991: Abbau ausgewählter Pflanzenschutzmittel in verschiedenen Kompartimenten unterschiedlicher Bodenprofile. - Diplomarbeit Universität Hannover, 119 S.
- HEIERMANN, M., 1991: Sortenspezifische Phytotoxizität von Herbiziden zur Prognose von Nachbauschäden mit Hilfe des Expertensystems 'HERBASYS'. - Diplomarbeit Universität Hannover, 76 S. + Anhang.
- BEULKE, S., 1991: Validierung von Prognosemodellen des Expertensystems 'HERBASYS' zur Nachbauproblematik nach Herbizideinsatz an verschiedenen Standorten. - Diplomarbeit Universität Hannover, 92 S. + Anhang.
- MIESS, B., 1991: Biologie der Acker-Kratzdistel (*Cirsium arvense*) als Grundlage einer gezielten Bekämpfung und Vorschläge für eine Modellierung der Populationsdynamik. - Diplomarbeit Universität Hannover, 173 S.
- DIETZE, Th., 1991: Einflüsse ausgewählter Fungizide auf Mikroorganismen im Boden unter Laborbedingungen. - Diplomarbeit Technische Universität Carolo-Wilhelmina Braunschweig, 77 S. + Anhang.
- GREUNER, B., 1992: Wechselwirkungen zwischen mikrobieller Aktivität und dem Herbizid Elancolan in unterschiedlichen Bodentiefen unter Laborbedingungen. - Diplomarbeit Universität Hannover, 83 S. + Anhang.
- HÄUSLER, A., 1993: Unkrautverteilung und Bodeneigenschaften. - Diplomarbeit Universität Hannover, 108 S.
- HEITKÄMPER, K., 1993: Zur Methodik von Dehydrogenaseaktivitätsmessungen (TIC-Reduktion) bei ökotoxikologischen Bodenuntersuchungen. - Technische Universität Carolo-Wilhelmina Braunschweig, 69 S. + Anhang.
- HOFFMANN, D., 1993: Relative Verflüchtigung von Pflanzenschutzmitteln von Glas-, Boden- und Blattoberflächen unter konstanten Versuchsbedingungen. - Diplomarbeit Universität Hannover, 54 S.
- KUHLMANN, M., 1993: Fließwege von Wasser und Pflanzenschutzmitteln in einem Lößboden. - Diplomarbeit Universität Hannover, 64 S.
- BERLIN, A., 1995: Satellitengestützte Navigationssysteme als Grundlage einer teilschlagorientierten Unkrautbekämpfung. - Diplomarbeit Universität Hannover, 139 S. + Anhang.

LÖFFLER, Th., 1996: Einfluß unterschiedlicher Unkrautbekämpfungsverfahren auf die Stickstoffmineralisation im Boden. - Diplomarbeit Universität Hannover, 71 S. + Anhang.

MEINKEN, K., 1996: Einfluß von zwei Herbiziden und Paraffinöl auf die Aktivität der Bodenmikroflora im Laborversuch. - Diplomarbeit Universität Hannover, 90 S. + Anhang.

Literatur-Anhang 3:

Dissertationen über Unkrautarten, Unkrautbekämpfung und Herbizide, deren experimenteller Teil ganz oder teilweise in der **Abteilung Unkrautforschung** der BZA bzw. des IPF durchgeführt wurde (in chronologischer Folge)

FEYERABEND, G., 1962: Vergleichende Untersuchungen über die Wirkungsweise verschiedener Herbizide im Maisanbau. - Diss. Humboldt-Universität Berlin.

HAMANN, W., 1971: Untersuchungen über die Wirkungsweise verschiedener Herbizide zur Bekämpfung einjähriger Unkrautarten. - Diss. A, Akademie der Landwirtschaftswissenschaften, Berlin.

HOFMANN, B., 1976: Der Einfluß von Herbiziden auf die Dynamik der reduzierten Zucker in Zuckerrübenjungpflanzen. - Diss. A, Akademie der Landwirtschaftswissenschaften, Berlin.

HAHN, K.-A., 1980: Untersuchungen zur Erhöhung der Aussagekraft von Feldversuchen zur Prüfung der herbiziden Wirksamkeit. - Diss. A, Akademie der Landwirtschaftswissenschaften, Berlin.

ARLT, K., und JÜTIERSONKE, B., 1987: Untersuchungen zur Taxonomie von *Chenopodium album* L und zum Verhalten dieser Art gegenüber Herbiziden. - Diss. B, Humboldt-Universität Berlin.

VOIGT, H., 1988: Untersuchungen zur Wirkung verminderter und geteilter Aufwandmengen von Herbiziden in Tankmischung mit Fungiziden oder Mitteln zur biologischen Prozeßsteuerung auf den Unkrautbesatz im Getreide. - Diss. A, Akademie der Landwirtschaftswissenschaften, Berlin.

PALLUTI, B., 1989: Beiträge zur integrierten Unkrautbekämpfung im Getreide. - Diss. B, Akademie der Landwirtschaftswissenschaften, Berlin.

BLUMRICH, H., 1990: Zur Biologie und Ökologie der Keimung einiger Unkrautarten unter spezieller Berücksichtigung einer Keimförderung unter Laborbedingungen. - Diss. A, Akademie der Landwirtschaftswissenschaften, Berlin.

SPALTEHOLZ, D., 1990: Erarbeitung einer Methode zur Vorhersage der Verunkrautung in Abhängigkeit von Fruchtfolge, Unkrautbekämpfungsmaßnahmen und Witterung anhand eines Dauerversuches. - Diss. A, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg.

Werner Odenbach (Hrsg.)

Biologische Grundlagen der Pflanzenzüchtung

Ein Leitfaden für Studierende der Agrarwissenschaften, des Gartenbaus
und der Biowissenschaften

mit Beiträgen von Prof. Dr. Wulf Diepenbrock, Halle/Saale;
Prof. Dr. Karl Hammer, Gatersleben; Dr. Torsten Hoffmann, Potsdam;
Prof. Dr. Walter Hondelmann, Hamburg; Prof. Dr. Gertrud Linnert, Berlin;
Prof. Dr. Alexander Mücke, Wien; Prof. Dr. Werner Odenbach, Berlin;
Prof. Dr. Werner Plarre, Berlin; Prof. Dr. Maria Dolores Sacristan, Berlin;
Prof. Dr. Otto Schieder, Berlin; Prof. Dr. Wolfgang Wernicke, Mainz;
Prof. Dr. Lothar Willmitzer, Golm

1997. XII, 384 Seiten mit 175 Abbildungen, davon 32 farbig, und
45 Tabellen. 17 x 24 cm. Broschiert. DM 98,- / öS 715,- / sFr 90,50
ISBN 3-8263-3096-X

Die Pflanzenzüchtung ist durch die gentechnische Forschung ins Gerede gekommen. Auf viele Menschen wirken die scheinbar unkontrollierbaren Möglichkeiten der Genmanipulation bedrohlich. Neben grundsätzlichen Informationen zu diesem Sachverhalt ist es Hauptanliegen des Werkes, über die wesentlichen biologischen Grundlagen pflanzenzüchterischen Handelns zu informieren.

Jüngste Forschungsergebnisse der molekularen Biologie und Zellbiologie wurden in den Darstellungen verarbeitet. Das Werk dient als Lehrbuch, Informationsquelle und Nachschlagewerk zugleich.

In 12 Kapiteln werden die Entstehung von Kulturpflanzen, die physiologischen Grundlagen der Entwicklung, des Ertrags und der Produktqualität behandelt.

Es folgen Kapitel über die Anpassung der Kulturpflanzen an ihre Umwelt, über die Biologie der geschlechtlichen Fortpflanzung mit besonderer Berücksichtigung von Selbstinkompatibilität und cytoplasmatisch-genetischer Pollensterilität und über die vegetative Vermehrung einschließlich der *in vitro* Zell- und Gewebekulturmethoden. Die Besprechung von Themen der molekularen und klassischen Genetik sowie der Cytogenetik, Chromosomen- und Genommutationen schließt sich an. Ein Kapitel ist der plasmatischen Vererbung gewidmet. Der Erzeugung neuer genetischer Variation mit klassischen Techniken (Mutagenese, Gewebekulturen, Polyploidisierung, Artbastardierung) und mit biotechnischen Verfahren (somaklonale Variation, Zellfusion, Gentechnik) ist das nächste Kapitel gewidmet. Das Buch schließt mit einem Kapitel über molekulare Marker.

Preisstand: 1. April 1997

Zu beziehen durch den Buchhandel oder

Parey Buchverlag · Berlin

Kurfürstendamm 57 · D-10707 Berlin · Phone: +49 30 32 79 06-27/28

Fax: +49 30 32 79 06-44 · e-mail: parey@blackwis.de · Internet: <http://www.blackwis.com>

