

Institut für Betriebstechnik der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft, Braunschweig<sup>1)</sup>, und Dienststelle für wirtschaftliche Fragen und Rechtsangelegenheiten im Pflanzenschutz der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Braunschweig<sup>2)</sup>

## Entwicklung des chemischen Pflanzenschutzes im Ackerbau Behandlungshäufigkeit und Aufwandmengen 1977 bis 1979 und 1987\*)

The Trend of Pesticide Usage in Agriculture  
Numbers of Applications and Quantities of Pesticides used in 1977–1979 and 1987

Von A. Hildebrandt<sup>1)</sup>, H. Schön<sup>1)</sup> und M. Hille<sup>2)</sup>

### Zusammenfassung

Grundlage der Untersuchungen waren Umfragen der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA) zum Pflanzenschutzmittelverbrauch in der Landwirtschaft in den Jahren 1977 bis 1979 und eine Nacherhebung 1987. In dieser Zeit ist die Behandlungshäufigkeit von 2,0 auf 3,5 und die Aufwandmenge an Präparaten von 4,8 auf 6,3 kg/ha und Jahr im Mittel aller Feldfrüchte gestiegen. Daran waren von den Wirkungsbereichen vor allem die Fungizide und von den Fruchtarten der Winterweizen, die Wintergerste und die Kartoffeln beteiligt. Die starke Zunahme der Behandlungshäufigkeit hat dazu geführt, daß die Aufwandmenge je Behandlung von 2,4 kg/ha 1977 bis 1979 um 25 % auf 1,8 kg/ha 1987 zurückgegangen ist. Darin kommt zum Ausdruck, daß der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln in zunehmendem Maße gezielter erfolgte.

### Abstract

The investigations were based on surveys of pesticide usage in agriculture carried out by the Biologische Bundesanstalt (BBA) in 1977–79 and later in 1987. During this time, there had been an increase in the number of applications from 2 to 3.5 and in the quantity of pesticides used (formulations) from 4.8 to 6.3 kg per ha and year for all crops on an average. From the group of pesticides, mainly the fungicides contribute to this increase, and as regards the crops, mainly winter wheat, winter barley and potatoes are involved. As a result of the large increase in the number of applications, the quantity of pesticides used per treatment had declined from 2.4 kg/ha in 1977–79 by 25 % to 1.8 kg/ha in 1987. This proves that pesticides had been used with increasing care.

Der chemische Pflanzenschutz ist zur Zeit einer kritischen Betrachtung von verschiedenen Seiten unterworfen. Für eine sachgerechte Beurteilung der durchgeführten Pflanzenschutzmaßnahmen ist daher die Erarbeitung repräsentativer und detaillierter Unterlagen über die Art der ausgebrachten Pflanzenschutzmittel sowie über die Häufigkeit der Behandlungen und die Aufwandmengen in Abhängigkeit von der Fruchtart in Verbindung mit Betriebs- und Standortbedingungen eine grundlegende Voraussetzung.

Mit einer Analyse der 1977 bis 1979 und 1987 durchgeführten Erhebungen über den Verbrauch an Pflanzenschutzmitteln in landwirtschaftlichen Betrieben soll dazu ein Beitrag geleistet werden. Dieser enthält vor allem eine Gegenüberstellung der Auswertungsergebnisse beider Untersuchungszeiträume, um eingetretene Veränderungen darzustellen und Tendenzen der Entwicklung aufzuzeigen. Gleichzeitig sollen damit Kriterien für die Beantwortung ökonomischer und ökologischer Fragen und nicht zuletzt für die Abschätzung des Anwenderrisikos gegeben werden.

### 1. Material und Methode

Grundlage der Untersuchungen war eine „Umfrage zum Pflanzenschutzmittelverbrauch in der Landwirtschaft“, die von der Biologischen Bundesanstalt in den Jahren 1977 bis 1979 durchgeführt wurde (BBA, HILLE, 1977 bis 1979). Sie erstreckte sich auf alle Gebiete der Bundesrepublik und alle Betriebsgrößen entsprechend ihrem Flächenanteil. Aus dieser Umfrage standen 4774 Fragebögen mit 70 650 Behandlungen bei 17 Feldfrüchten, mit denen bundesweit 98,6 % des Ackerlandes genutzt wurden, zur Verfügung.

Zur Aktualisierung dieser Unterlagen hat die Biologische Bundesanstalt 1987 in 500 der 1977 bis 1979 befragten Betriebe, die nach dem Zufallsprinzip ausgewählt wurden, eine Nacherhebung durchführen können (BBA, HILLE, 1987). Dabei konnten 10 760 Behandlungen bei 18 Fruchtarten, deren Anbau 97,5 % des Ackerlandes der Bundesrepublik einnahm, erfaßt werden.

Vom Institut für Betriebstechnik der FAL wurden diese Daten für jeden Betrieb durch wichtige Betriebs- und Standortfaktoren wie Anbauverhältnis, Bodenklima- bzw. Ackerzahl, die langjährigen Mittel der Jahresniederschläge und der durchschnittlichen Jahrestemperatur und zutreffendes landwirtschaftliches Wirtschaftsgebiet ergänzt.

Im Hinblick auf die Anwenderexposition wurden den verwendeten Pflanzenschutzmitteln noch die Gefährlichkeitsmerkmale zugeordnet.

Die Analyse erstreckte sich auf die Behandlungshäufigkeit und die Aufwandmenge an chemischen Pflanzenschutzmitteln in Abhängigkeit von Fruchtart, Betriebs- und Standortbedingungen und regionalen Unterschieden. In ihrer Art wurden die Pflanzenschutzmittel einerseits nach den Wirkungsberei-

\*) Mitteilung aus dem Institut für Betriebstechnik der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig-Völkenrode (FAL), Bundesallee 50, 3300 Braunschweig (Leiter: Prof. Dr. H. Schön).

chen Herbizide, Fungizide, Insektizide, Wachstumsregler und „übrige Wirkungsbereiche“ und andererseits nach den Gefährlichkeitsmerkmalen giftig (T), mindergiftig (Xn), reizend (Xi) und nicht eingestuft (ohne Gefährlichkeitsmerkmal) unterschieden.

Die Auswertung erfolgte einmal über Mittelwertberechnungen und zum anderen mit Hilfe multipler Regressionsrechnungen zur simultanen Betrachtung der verschiedenen Faktoren. Die Gruppenmittelwerte der Betriebsgrößenklassen wurden zur Berechnung von Durchschnittsangaben für alle Betriebe benötigt, und die Unterschiede zwischen den landwirtschaftlichen Wirtschaftsgebieten waren nur durch Gebietsmittelwerte darzustellen.

**2 Ergebnisse**

Die Darstellung der Auswertungsergebnisse erstreckt sich in erster Linie auf einen Vergleich beider Erhebungszeiträume. Dabei muß der Vergleich in diesem Rahmen auf einige typische Beispiele des Einflusses der Fruchtarten und der Betriebs- und Standortbedingungen auf die Behandlungshäufigkeit und Aufwandmenge beschränkt bleiben.

**2.1 Fruchtarten**

Die *Behandlungshäufigkeit* der wichtigsten Fruchtarten ist für 1977 bis 1979 und für 1987 in den Säulendiagrammen von Abbildung 1 dargestellt. Der Vergleich beider Untersuchungszeiträume zeigt, daß die Behandlungshäufigkeit bei dem überwiegenden Teil der Fruchtarten – ausgenommen Hafer und Silomais – deutlich zugenommen hat. Besonders auffallend ist die hohe Zunahme der Behandlungshäufigkeit bei den Fruchtarten Winterweizen, Kartoffeln und Zuckerrüben, die schon 1977 bis 1979 die höchste Behandlungsintensität aufzuweisen hatten. So stieg die Zahl der Behandlungen bei Winterweizen und Kartoffeln auf das Doppelte und bei Zuckerrüben auf das 1,5fache. Damit hat der fruchtartenspezifische Unterschied dieser Fruchtarten im Verhältnis zu den übrigen Feldfrüchten noch weiter zugenommen.

Unter Berücksichtigung des Anbauanteils der einzelnen Fruchtarten haben diese Veränderungen dazu geführt, daß die durchschnittliche Behandlungshäufigkeit im Ackerbau auf das 1,7fache von 2,03 in den Jahren 1977 bis 1979 auf 3,47 im Jahre 1987 gestiegen ist. Im gewogenen Mittel der Getreidearten erhöhte sich die Behandlungshäufigkeit sogar um 88 % von 2,08 auf 3,91.

Nach Wirkungsbereichen entfällt der weitaus größte Anteil dieses Anstiegs auf Fungizide. Ihre verstärkte Anwendung erstreckt sich vor allem auf Winterweizen und Kartoffeln, aber auch bei Wintergerste, Roggen und Raps ist die Anwendung von Fungiziden merklich gestiegen. Leicht zugenommen hat auch die Behandlungshäufigkeit mit Wachstumsreglern. Mit Ausnahme der Zuckerrüben und Kartoffeln hat sich die Anzahl der Behandlungen mit Herbiziden nur wenig geändert.

Nach Gefährlichkeitsmerkmalen waren an dem Anstieg der Behandlungshäufigkeit vor allem mindergiftige Pflanzenschutzmittel bei den Getreidearten, insbesondere Winterweizen, beteiligt.

Traten 1977 bis 1979 Kartoffeln, Raps und Zuckerrüben durch einen hohen Anteil giftiger Pflanzenschutzmittel hervor, so waren das 1987 nur noch die Kartoffeln. Obwohl der Anteil bei ihnen von 53 auf 39 % zurückgegangen ist, stieg die absolute Häufigkeit von 1,9 (1977 bis 1979) auf 2,8 (1987).

Während die Behandlungshäufigkeit bei allen Fruchtarten mehr oder weniger gestiegen ist, blieb die *Aufwandmenge* an Pflanzenschutzmitteln bei Sommergerste, Hafer und Zucker-

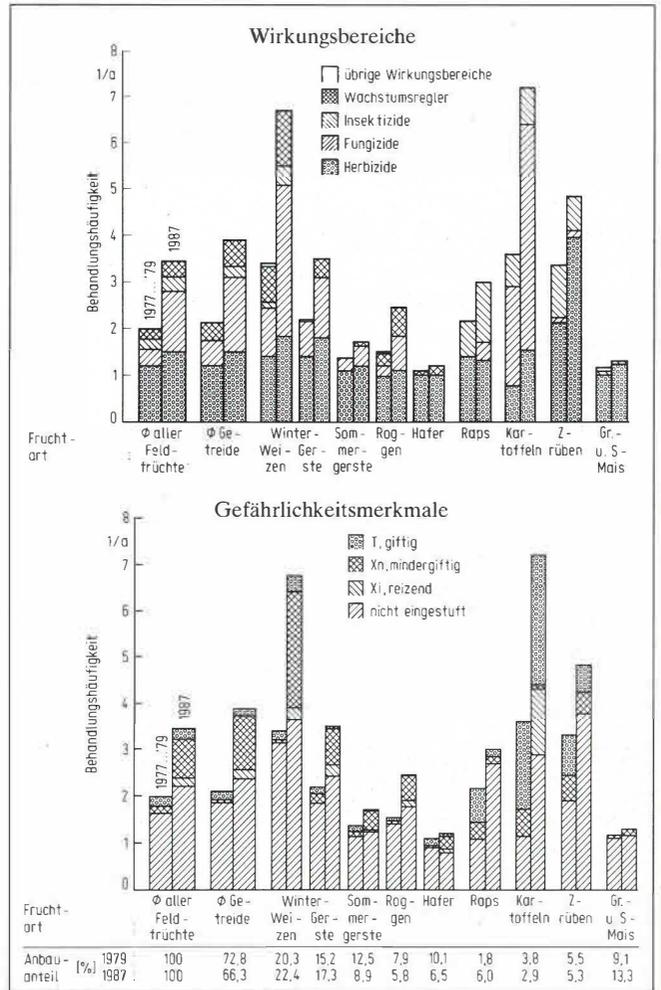


Abb. 1. Durchschnittliche Behandlungshäufigkeit wichtiger Fruchtarten mit Pflanzenschutzmitteln nach Wirkungsbereichen und Gefährlichkeitsmerkmalen 1977 bis 1979 und 1987.

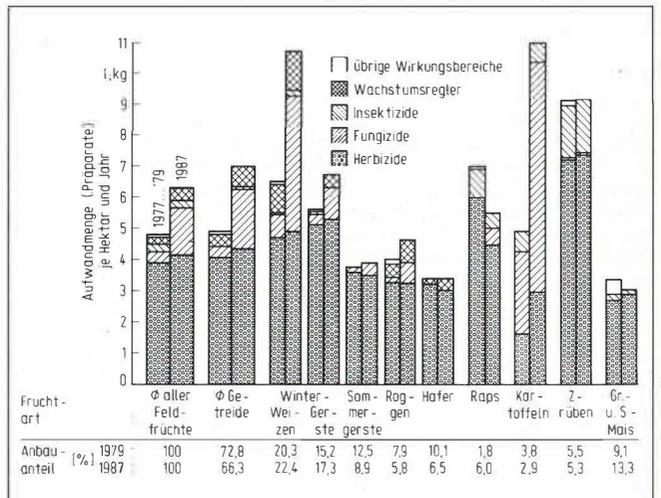


Abb. 2. Aufwandmenge an Pflanzenschutzmitteln bei wichtigen Fruchtarten nach Wirkungsbereichen 1977 bis 1979 und 1987.

rüben nahezu gleich und ist bei Raps und Silomais sogar leicht zurückgegangen, Abbildung 2. Bei der Aufwandmenge ragen Winterweizen und Kartoffeln ebenso durch eine starke Zunahme heraus wie bei der Behandlungshäufigkeit.

Nach Wirkungsbereichen tritt vor allem die Zunahme der Fungizide bei Winterweizen und Kartoffeln in den Vordergrund. Hier erreichten sie eine Steigerung auf das 5,5- bzw. 2,8fache. Sowohl in der Behandlungshäufigkeit als auch bei den Aufwandmengen waren 1977 bis 1979 von den Wirkungsbereichen die Herbizide bei allen Fruchtarten mit Ausnahme der Kartoffeln am stärksten vertreten. An zweiter Stelle standen in den meisten Fällen die Fungizide, die jedoch bei Kartoffeln mit Anteilen von 59 % in der Häufigkeit und von 53 % in der Aufwandmenge dominierten. 1987 hat der Fungizidanteil auch bei Winterweizen den Herbizidanteil übertroffen. Außerdem ist bei Wintergerste, Roggen und Kartoffeln der Herbizidanteil kleiner geworden.

Die Veränderungen der Aufwandmenge nach Gefährlichkeitsmerkmalen gehen annähernd mit denen der Behandlungshäufigkeit konform. Besonders deutlich wird das z. B. an den mindergiftigen Pflanzenschutzmitteln bei den Getreidearten.

### 2.2 Betriebsgröße

Der Einfluß der Betriebsgröße auf die Behandlungshäufigkeit und die Aufwandmenge während der beiden Untersuchungszeiträume 1977 bis 1979 und 1987 wird im Mittel aller Feldfrüchte für Pflanzenschutzmittel insgesamt und unterteilt nach Wirkungsbereichen in Abbildung 3 dargestellt. Diese Darstellung zeigt einmal, daß mit zunehmender Betriebsgröße sowohl die Behandlungshäufigkeit als auch die Aufwandmenge 1987 ebenso kontinuierlich gestiegen ist, wie das 1977 bis 1979 schon der Fall gewesen war. Dabei zeichnet sich 1987 mit zunehmender Betriebsgröße ein etwas stärkerer Anstieg ab als 1977 bis 1979. Gleichzeitig wird in Abbildung 4 der Unterschied im Umfang des chemischen Pflanzenschutzes zwischen beiden Erhebungszeiträumen deutlich sichtbar. Er besteht darin, daß 1987 die Behandlungshäufigkeit 60 bis 70 % und die Aufwandmenge 20 bis 40 % höher waren als 1977 bis 1979.

Mit steigender Betriebsgröße lag die Zunahme der Behandlungen zwischen 0,83 bei Betrieben bis 10 ha und 2,58 bei Betrieben über 100 ha. Obwohl damit in der absoluten Zunahme der Behandlungshäufigkeit große Unterschiede auftraten, entspricht das in allen Betriebsgrößenklassen bis 100 ha einer nahezu gleichen Steigerungsrate, die sich um 60 % bewegt. Bei Betrieben über 100 ha hingegen führte die um 2,58 Behandlungen gestiegene Häufigkeit zu einer Steigerungsrate von 71 %.

Im Gegensatz zur Behandlungshäufigkeit war ein Einfluß der Betriebsgröße auf die Zunahme der Aufwandmenge von 1977 bis 1979 zu 1987 nicht zu erkennen. Diese Zunahme bewegte sich bei den einzelnen Betriebsgrößenklassen unregelmäßig zwischen 1,05 und 1,48 kg/ha. Ausgehend von den 1977 bis 1979 ermittelten Aufwandmengen in den Betriebsgrößenklassen resultiert aus dieser relativ gleichbleibenden Zunahme der Aufwandmenge mit steigender Betriebsgröße 1987 ein Rückgang der Steigerungsrate von 39 auf 19 %. In dem stärkeren Anstieg der Behandlungshäufigkeit und einer geringeren Zunahme der Aufwandmenge in Großbetrieben findet die weitere Differenzierung der Betriebsgrößen einen sichtbaren Ausdruck. Wie sich die höhere Behandlungshäufigkeit und die gestiegene Aufwandmenge je ha in den einzelnen Betriebsgrößenklassen auf die Aufwandmenge je Behandlung ausgewirkt haben, zeigt Tabelle 1. Sowohl im horizontalen als auch im vertikalen Vergleich lassen sich enge Beziehungen zwischen der Behandlungshäufigkeit und der Aufwandmenge je Behandlung erkennen.

Die mit steigender Betriebsgröße und bei gleicher Betriebsgröße von Ende der 70er Jahre bis 1987 zugenommene

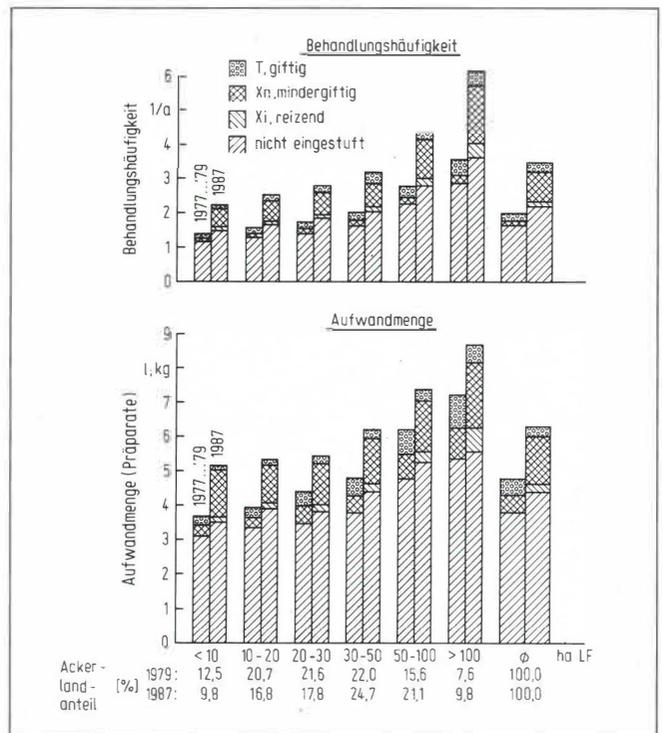


Abb. 3. Behandlungshäufigkeit und Aufwandmenge an Pflanzenschutzmitteln 1977 bis 1979 und 1987 nach Betriebsgrößen und Wirkungsbereichen.

Behandlungshäufigkeit und Aufwandmenge je ha hat in allen Fällen zu einer geringeren Aufwandmenge je Behandlung geführt. In allen Betriebsgrößenklassen wurden zwar 1987 mehr Pflanzenschutzmittel angewandt als 1977 bis 1979, die Aufwandmenge je Behandlung lag aber nur bei 70 bis 85 %. Zwischen den Betriebsgrößen bestanden Unterschiede von 40 %. So wurden z. B. 1987 in Betrieben bis 10 ha 2,31 kg und in Betrieben über 100 ha nur 1,41 kg je Behandlung ausgebracht. Beides ist ein Indiz dafür, daß einmal in größeren Betrieben und zum anderen seit den 70er Jahren in allen Betrieben gezielter behandelt wird, indem öfter kleinere Mengen angewendet werden.

### 2.3 Regionale Unterschiede

Zur Charakterisierung der regionalen Unterschiede wurde die räumliche Gliederung der Bundesrepublik in 42 landwirtschaft-

Tab. 1. Behandlungshäufigkeit und Aufwandmenge je Behandlung 1977 bis 1979 und 1987 nach Betriebsgrößenklassen

Betriebsgröße ha LF	Erhebungszeitraum	Behandlungshäufigkeit n	Aufwandmenge je Behandlung kg/ha
bis 10	1977 bis 1979	1,39	2,66
	1987	2,22	2,31
10-20	1977 bis 1979	1,56	2,54
	1987	2,53	2,11
20-30	1977 bis 1979	1,75	2,51
	1987	2,80	1,94
30-50	1977 bis 1979	2,03	2,35
	1987	3,20	1,95
50-100	1977 bis 1979	2,79	2,22
	1987	4,41	1,67
über 100	1977 bis 1979	3,62	2,00
	1987	6,20	1,41

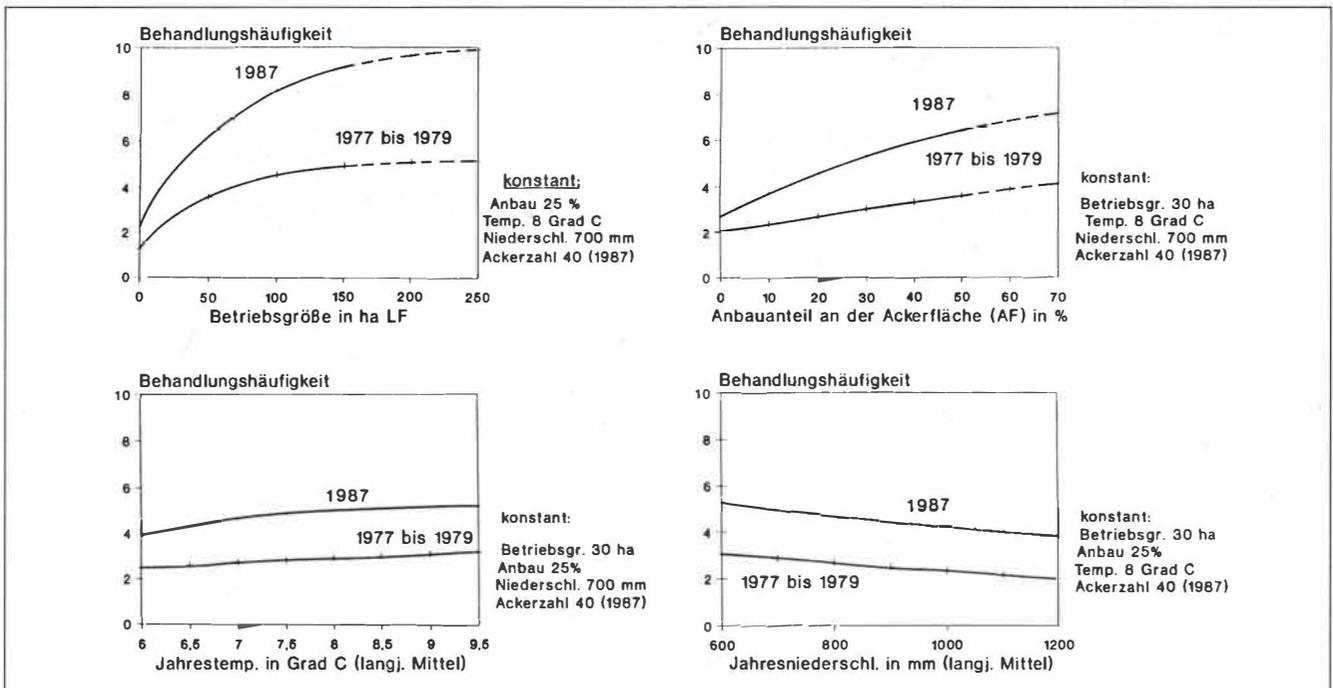


Abb. 4. Multipler Einfluß der Betriebsgröße, des Anbauanteils, der Jahrestemperatur und der Jahresniederschläge auf die Behandlungshäufigkeit bei Winterweizen 1977 bis 1979 und 1987.

liche Wirtschaftsgebiete herangezogen (BAUERSACHS, 1975). Für alle Regionen erfolgte 1977 bis 1979 die Darstellung des Einflusses am Beispiel des Winterweizens, weil er überall in einem repräsentativen Umfang vertreten war. In 18 landwirtschaftlichen Wirtschaftsgebieten konnte auch eine Auswertung von weiteren sieben wichtigen Fruchtarten erfolgen.

Da die Nacherhebung 1987 nur in 500 Betrieben durchgeführt werden konnte, reichte diese vergleichsweise geringe Anzahl verständlicherweise nicht aus, um den regionalen Einfluß in dem gleichen Umfang darzustellen, wie das für den Durchschnitt der Jahre 1977 bis 1979 möglich gewesen war. Ein Vergleich der Behandlungshäufigkeiten und der Aufwandmengen bei Winterweizen konnte sich deshalb nur auf diejenigen landwirtschaftlichen Wirtschaftsgebiete erstrecken, die mit einer größeren Anzahl von Erhebungsbetrieben auch

die wesentlichsten regionalen Unterschiede des Bundesgebietes repräsentierten, Tabelle 2.

In diesen ausgewählten landwirtschaftlichen Wirtschaftsgebieten bewegten sich während des Erhebungszeitraumes 1977 bis 1979 die Behandlungshäufigkeit zwischen 2,0 und 5,6 und die durchschnittliche Aufwandmenge zwischen 4,0 und 9,5 kg/ha. Mit 4,5 bis 11,0 Behandlungen und einer Aufwandmenge von 7,0 bis 15,0 kg/ha 1987 war nicht nur der Umfang des chemischen Pflanzenschutzes bei Winterweizen in allen landwirtschaftlichen Wirtschaftsgebieten gestiegen, auch die absoluten Unterschiede zwischen den einzelnen Gebieten haben noch weiter zugenommen. Die Steigerungen der Behandlungshäufigkeit betragen das 1,4- bis 2,9fache, die der Aufwandmenge das 1,3- bis 2,1fache. Darin spiegelt sich auch die ermittelte Steigerung von 2,0 in der Behandlungshäufigkeit und von 1,6 in der Aufwandmenge bei Winterweizen im Durchschnitt aller Betriebe wider.

Die Steigerung der Behandlungshäufigkeit war bei den mittleren und südlichen landwirtschaftlichen Wirtschaftsgebieten

Tab. 2. Behandlungshäufigkeit und Aufwandmenge an Pflanzenschutzmitteln bei Winterweizen 1977 bis 1979 und 1987 nach ausgewählten landwirtschaftlichen Wirtschaftsgebieten (LWG)

Landwirtschaftliches Wirtschaftsgebiet	Behandlungshäufigkeit			Aufwandmenge (Präparate) kg/ha				
	77-79	1987	Steigerung auf das ... fache	je Jahr		Steigerung auf das ... fache	je Behandlung	
				77-79	1987		77-79	1987
Marschgebiet-Schleswig	5,6	11,2	2,0	9,4	15,1	1,6	1,7	1,4
Oldenburg-Mittelweser	4,9	6,8	1,4	7,9	10,5	1,3	1,6	1,5
Brschw.-Hldsh. Lößbörde	5,6	10,4	1,6	7,6	11,2	1,5	1,4	1,1
Hellwg. Börde, SO-Westf.	4,7	7,7	1,6	7,8	12,8	1,6	1,7	1,7
Münsterland	3,4	6,5	1,9	7,3	12,5	1,7	2,1	1,9
Mittel- und Südhessen	3,2	7,5	2,3	6,0	10,8	1,8	1,9	1,4
Eifel-Westpfalz	2,3	4,1	1,8	5,0	6,9	1,4	2,2	1,7
Badisches Rheintal	3,0	5,8	1,9	6,2	10,3	1,7	2,1	1,8
Schwarzwald-Westalb	2,0	5,8	2,9	5,4	10,4	1,9	2,8	1,8
Mainfränkische Platten	3,3	5,9	1,8	6,8	9,9	1,5	2,0	1,7
Obermain-Frankenalb	2,1	4,2	2,0	5,0	7,6	1,5	2,4	1,8
Schwäb.-Oberbay. Hügell.	2,1	5,4	2,6	4,5	9,3	2,1	2,2	1,7
Durchschnitt aller Betriebe	3,4	6,8	2,0	6,5	10,7	1,6	1,9	1,6

größer als im Norden. Die Steigerung der Aufwandmenge läßt keine regionale Tendenz erkennen. Die günstige Entwicklung, daß die Aufwandmengen je Behandlung seit 1977 bis 1979 geringer sind, zeigt sich fast ausnahmslos auch in allen landwirtschaftlichen Wirtschaftsgebieten. Während die Aufwandmenge je Behandlung 1977 bis 1979 noch zwischen 1,4 und 2,8 kg/ha lag, bewegte sie sich 1987 nur zwischen 1,1 und 1,9 kg/ha. Sie hat in einzelnen landwirtschaftlichen Wirtschaftsgebieten bis zu 1 kg je Behandlung und ha abgenommen.

#### 2.4 Multiple Einflüsse der Betriebs- und Standortfaktoren

Eine komplexe Analyse der Einzelfaktoren Betriebsgröße, Anbauanteil, Bodenklima- bzw. Ackerzahl\*), Jahresniederschläge und durchschnittliche Jahrestemperatur mit Hilfe multipler Regressionsrechnungen war 1977 bis 1979 bei den acht verbreitetsten Fruchtarten (fünf Getreidearten, Kartoffeln, Zuckerrüben, Grün- und Silomais) durchgeführt worden.

Ein Vergleich dieser Ergebnisse von 1977 bis 1979 mit denen der Nacherhebung 1987 muß aus technischen Gründen auf jeweils einen typischen Vertreter der Getreidearten und der Hackfrüchte beschränkt bleiben. Die dominierende Kultur des Ackerfütterbaues, der Grün- und Silomais, muß außer Betracht bleiben, da 1977 bis 1979 keinerlei Abhängigkeit nachzuweisen war. Auch 1987 war ebenfalls keine Tendenz zu erkennen.

Besonders vielfältig und deutlich trat der Einfluß der Betriebs- und Standortfaktoren bei der anbaustärksten und einer der behandlungsintensivsten Fruchtarten, dem Winterweizen, in Erscheinung. Seine Behandlungshäufigkeit steht deshalb auch im Mittelpunkt des nachfolgenden Vergleiches von 1977 bis 1979 zu 1987. Der Vergleich erstreckt sich außerdem noch auf die Zuckerrüben als die Hackfrucht mit dem höchsten Anbauanteil.

Auf die Behandlungshäufigkeit des Winterweizens hatten 1977 bis 1979 die Betriebsgröße, der Anbauanteil, die durchschnittliche Jahrestemperatur und die Jahresniederschläge eine wesentliche Wirkung. In der Tendenz wurde diese Wirkung mit den Analyseergebnissen der 1987er Erhebung auf höherem Niveau weitgehend bestätigt, Abbildung 4. Je nach Wirkung der einzelnen Faktoren war die Häufigkeit 1987 um 1 bis 5 Behandlungen höher als 1977 bis 1979.

Besonders stark erwies sich in beiden Erhebungszeiträumen der Einfluß der Betriebsgröße bis 100 ha auf die Behandlungshäufigkeit. Darüber hinaus blieben sie 1977 bis 1979 annähernd konstant. Dagegen war 1987 auch über 100 ha noch ein geringer Anstieg zu verzeichnen. Er resultiert daraus, daß technische, organisatorische und wirtschaftliche Möglichkeiten offensichtlich eine um so differenziertere Durchführung des chemischen Pflanzenschutzes erlauben, je größer der Betrieb ist. Diese erreichten 1977 bis 1979 jedoch bei einer Betriebsgröße über 100 ha ein Maximum. Eine weitere Vervollkommnung dieser Möglichkeiten seit Ende der 70er Jahre hat dazu geführt, daß die Behandlungshäufigkeit nicht nur allgemein, sondern auch in den Betrieben über 100 ha noch angestiegen ist. Während beim Anbauanteil 1977 bis 1979 der Anstieg der Behandlungshäufigkeit fast linear verlief, zeigte die Kurve für 1987, daß die allgemein gestiegene Behandlungshäufigkeit mit zunehmendem Anbauanteil noch stärker zugenommen hatte als 1977 bis 1979.

Auch die beiden Klimafaktoren verliefen 1977 bis 1979 fast linear, was 1987 nicht in gleichem Maße der Fall war. Jahres-

temperatur und Jahresniederschläge zeigten in beiden Erhebungszeiträumen die gleiche entgegengesetzte Wirkung: Während mit Erhöhung der Jahrestemperatur die Häufigkeit zunahm, ging sie mit steigenden Niederschlägen zurück. Dabei verlaufen die beiden Kurven im Klimabereich für einen intensiven Ackerbau (über 6°C Jahrestemperatur und 550 bis 1000 mm Jahresniederschläge) mit einem Unterschied, der sich um zwei Behandlungen bewegt, annähernd parallel. Diese gegensätzliche Wirkung entspricht dem allgemeinen Verhältnis zwischen Temperatur und Niederschlägen im Jahresmittel, welches darin zum Ausdruck kommt, daß mit steigenden Niederschlägen die Temperatur sinkt. Das führt im allgemeinen zu ungünstigeren klimatischen Bedingungen für die landwirtschaftliche Pflanzenproduktion, welche eine geringere Ertragsfähigkeit zur Folge haben. Diese wiederum schlägt sich auch in dem Umfang an chemischem Pflanzenschutz nieder.

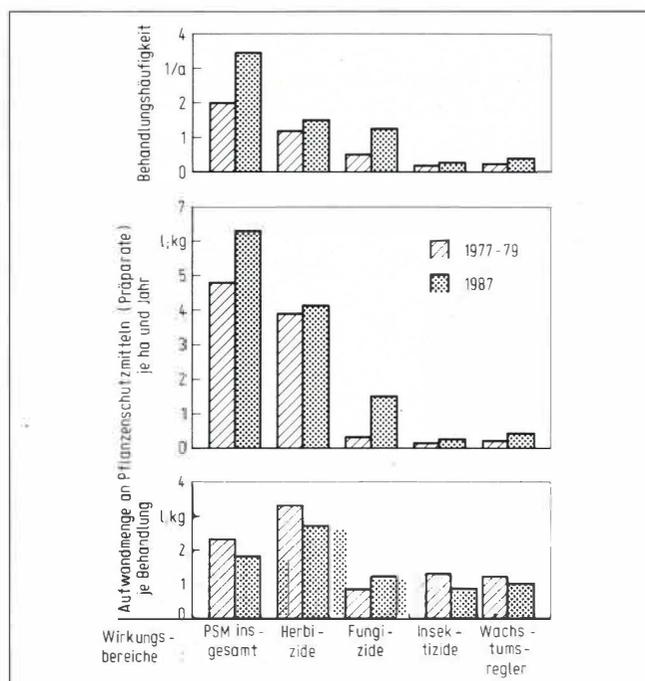
#### 2.5 Behandlungshäufigkeit und Aufwandmenge

Im Durchschnitt der Betriebe und im Mittel aller Feldfrüchte sind die Behandlungshäufigkeit 1977 bis 1979 von 2,0 auf 3,5 im Jahre 1987 und die Aufwandmenge an Präparaten von 4,8 auf 6,3 kg/ha und Jahr gestiegen.

Die höhere Behandlungshäufigkeit hat sich aber dahingehend ausgewirkt, daß die durchschnittliche Aufwandmenge je Behandlung von 2,4 kg/ha Ende der 70er Jahre um 25% auf 1,8 kg/ha zurückgegangen ist, Abbildung 5. Diese Entwicklung von Behandlungshäufigkeit und Aufwandmenge spiegelt sich sowohl bei den meisten Fruchtarten, den Betriebsgrößenklassen und den landwirtschaftlichen Wirtschaftsgebieten als auch bei allen Wirkungsbereichen (außer Fungiziden) wider.

Die Abbildung zeigt außerdem deutlich, daß an der Zunahme der Aufwandmenge aber auch der Behandlungshäufigkeit vor allem die Fungizide beteiligt waren. Aus der Entwicklung von Behandlungshäufigkeit und Aufwandmenge seit Ende der 70er Jahre bis 1987 kann folgendes abgeleitet werden:

Abb. 5. Behandlungshäufigkeit und Aufwandmengen im chemischen Pflanzenschutz des Ackerbaus 1977 bis 1979 und 1987 nach Wirkungsbereichen.



\*) 1977 bis 1979 lag nur die durchschnittliche Bodenklimazahl des Kreises vor. 1987 war von jedem Betrieb die Ackerzahl mit erfaßt worden.

– Mit der Verteilung des höheren Gesamtaufwandes auf mehr und kleinere Gaben kommt zum Ausdruck, daß die Pflanzenschutzmittel gezielter und vielfach nach dem Konzept der Schadschwelle eingesetzt werden.

– Der überwiegende Teil der Pflanzenschutzmittel wird auf Pflanzenbestände ausgebracht. Hier ist es bei kleinerer Aufwandmenge je Behandlung sehr wahrscheinlich, daß auch ein geringerer Teil der Pflanzenschutzmittel auf den Boden gelangt. Damit sind nicht nur die in der obersten Bodenschicht lebenden Bodentiere und Mikroorganismen einer geringeren Konzentration ausgesetzt, auch eine eventuelle Gefährdung benachbarter Gewässer und Biotope wird erheblich gemindert.

### Danksagung

Der Deutschen Forschungsgemeinschaft sei für die finanzielle Unterstützung dieser Untersuchung gedankt.

Für die Finanzierung der Erhebung 1987 sei dem Bundesministerium für Forschung und Technologie (Projektträger Kernforschungsanlage Jülich GmbH, Projektleitung Biologie, Ökologie, Energie) gedankt.

Die Autoren danken Herrn Prof. Dr. W. HAMMER, wiss. Direktor im Institut für Betriebstechnik der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig-Völkenrode (FAL), für seine Mitarbeit und Frau Dipl.-Math. G. THAER, ehemalige Mitarbeiterin im gleichen Institut, für ihre vielseitige Beratung und Hilfe.

### Literatur

BAUERSACHS, F.: Zuordnungsschlüssel für Stadt- und Landkreise der Bundesrepublik Deutschland zu 42 landwirtschaftlichen Wirtschafts-

gebieten (LWG). – In: Schwerpunktprogramm der Deutschen Forschungsgemeinschaft „Konkurrenzvergleich landwirtschaftlicher Standorte“. Materialien Nr. 303, Bonn 1975.

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Braunschweig (BBA) M. HILLE (Bearbeiter): Alle Erhebungsdaten aus den „Umfragen zum Pflanzenschutzmittelverbrauch der Erntejahre 1977, 1978 und 1979“.

HILDEBRANDT, A., W. HAMMER, H. SCHÖN und M. HILLE: Umfang und Art des chemischen Pflanzenschutzes in der Landwirtschaft der Bundesrepublik Deutschland bei unterschiedlichen Betriebs- und Standortverhältnissen. – Landbauforschung Völkenrode 36 (1986) H. 3/4, S. 201–208.

HILDEBRANDT, A., und M. HILLE: Wie oft und wieviel wird im Ackerbau gespritzt? Umfang und Art des chemischen Pflanzenschutzes bei unterschiedlichen Betriebs- und Standortverhältnissen. – Gesunde Pflanzen 40 (1988) H. 10, S. 429–433.

HILDEBRANDT, A., W. HAMMER und H. SCHÖN: Behandlungshäufigkeit und Aufwandmengen im chemischen Pflanzenschutz des Ackerbaues der Bundesrepublik Deutschland 1977 bis 1979 und 1987. – Bericht aus dem Institut für Betriebstechnik der FAL Nr. 179/1989 (unveröffentlicht).

HILDEBRANDT, A., H. SCHÖN, W. HAMMER und M. HILLE: Vergleichende Untersuchung über Art und Umfang des chemischen Pflanzenschutzes im Ackerbau 1977 bis 1979 und 1987. – Landbauforschung Völkenrode 40 (1990) H. 2, S. 160–178.

HILLE, M.: Erhebung über Art und Menge von chemischen Produkten in Verwendungsbereichen, in denen sie zu Umweltbelastungen führen. – Umweltforschungsplan des Bundesministers des Innern, Umweltchemikalien/Schadstoffe; Forschungsbericht 106 01 006; Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Braunschweig 1982.

HILLE, M.: Erhebung über Art und Menge der während des Erntejahres 1987 in verschiedenen Ackerbaukulturen angewendeten Wirkstoffe von Pflanzenschutzmitteln. – Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft H. 243. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg 1988.

Statistische Jahrbücher über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten 1980, 1982, 1984, 1985, 1987, 1988 und 1989. – Hrsg.: Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (BML). Münster-Hiltrup: Landwirtschaftsverlag.

Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd., 42 (9), S. 134–142, 1990, ISSN 0027-7479.  
© Eugen Ulmer GmbH & Co., Stuttgart

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Abteilung für ökologische Chemie, Berlin-Dahlem

## Untersuchungen über die Auswirkungen des tausalzfreien Winterdienstes auf den Gesundheitszustand der Straßenbäume in Berlin

Investigations on health condition of street trees after discontinued use of de-icing salts on streets in Berlin

Von H.-O. Leh

### Zusammenfassung

Die Bewertung des Zustandes der Straßenbäume in Berlin sowie analytische Untersuchungen an Standorten, an denen schon früher Untersuchungen über die Belastung durch Tausalz vorgenommen worden waren, erbrachten den Nachweis, daß der seit der Streuperiode 1981/82 praktizierte tausalzfreie Winterdienst eine ganz wesentliche Verbesserung des Gesundheitszustandes der Bäume bewirkt hat. Nur vereinzelt sind

nach mehrjährigem Verzicht auf Tausalz noch „Restsalzschäden“ an früher stark geschädigten Bäumen vorhanden.

Diese augenfällige Verbesserung des Zustandes korrespondiert mit der Abnahme der Blattgehalte an den phytotoxischen Tausalzkomponenten (Chlorid, Natrium). Die Untersuchungen an Proben mehrerer aufeinanderfolgender Jahrgänge ergaben ein unterschiedliches Verhalten von Chlorid und Natrium: Die „Abreicherung“ von Chlorid ist gegenüber der