

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

Status-quo-Analyse des Pflanzenschutzmittel-Einsatzes in Feldkulturen der Bundesrepublik Deutschland 1991/92

Teil 1: Kulturspezifische Analyse

Status-quo-analysis of plant protection products in field crops in the Federal Republic of Germany for 1991/92.

1. Crop specific analysis

Von H. Zschaler, Birgit Rubach, S. Enzian und U. Wittchen

Zusammenfassung

Die Analyse des Pflanzenschutzmittel-Aufwandes mit stratifizierten Daten von 1200 aggregierten Anwendungen 1991/92 zeigt, daß im Durchschnitt aller Feldkulturen (außer Zuckerrüben, Hafer und Mais), im Durchschnitt aller Wirkungsbereiche Herbizide und Fungizide (außer Insektizide und Wachstumsregler) im Osten Deutschlands infolge der geringeren Niederschläge, Spezialisierung der Feldfrüchte und Betriebe weniger Pflanzenschutzmittel (PSM) eingesetzt wurden als in Westdeutschland. Durch die landwirtschaftlichen Betriebe wurden die in der Zulassung ausgewiesenen maximalen Präparateaufwandmengen durchschnittlich um 24 % (Fungizide = 16 %, Herbizide = 26 %, Insektizide = 6 % und Wachstumsregler = 52 %) unterschritten. Dies weist auf die häufige Anwendung von reduzierten Aufwandmengen (Splitting, Tankmischungen), Schadschwellen und Entscheidungsmodellen, d. h. auf die Realisierung eines gezielten chemischen Pflanzenschutzes, durch die landwirtschaftlichen Betriebe hin.

Stichwörter: Pflanzenschutzmittel-(PSM-)Analyse, Herbizide, Fungizide, Insektizide, Wachstumsregler, Feldkulturen, Aufwandmenge

Abstract

An analysis of the use of plant protection products on the basis of stratified data of 1200 aggregated applications in 1991/92 shows that, on the average of all field crops (except sugar beet, oats, and maize) and on the average of all spheres of action: herbicides and fungicides (except insecticides and growth regulators), East German farms applied plant protection products to a smaller extent (in terms of frequency of application, amount of product and amount of active ingredient) than West German farms, owing to less rainfall and less specialization of farms with regard to field crops. The actual application rates fell on average 24 % short of the maximum authorized application rates (fungicides: 16 %, herbicides: 26 %, insecticides: 6 %, growth regulators: 52 %). This indicates frequent use of reduced application rates (splitting, tank mixtures) and consideration of injury levels and decision models, i.e. pursuit of a directed chemical plant protection by farms.

Key words: Pesticide analysis, herbicides, fungicides, insecticides, growth regulators, field crops, application rate

1 Einleitung

Die Landwirtschaft insgesamt, im einzelnen die Pflanzenproduktion und der ertrags- und qualitätssichernde Pflanzenschutz, ist ein wichtiges Element für die Wohlfahrt unserer Gesellschaft. Im Spannungsfeld von einkommensbezogenen Entscheidungen der Land-

wirte, von Produktüberschüssen insbesondere bei Marktordnungsfrüchten und ökologischen Belastungen sowie den daraus erwachsenden Forderungen spielt der chemische Pflanzenschutz in seiner gegenwärtigen Intensität eine wichtige Rolle in der öffentlichen Diskussion. Einschneidende agrarpolitische Entwicklungen, wie z. B. stufenweise Preissenkungen im Rahmen der Agrarreform der Europäischen Union (EU), haben Verminderungen der Naturalerträge sowie des Aufwands, Marktentlastungen bei gleichzeitigem Einkommensausgleich und Kostenminimierungen auch beim chemischen Pflanzenschutz zum Ziel.

In der vorliegenden Arbeit sollen deshalb im Rahmen einer Status-quo-Analyse Pflanzenschutzmittel-(PSM-)Aufwendungen in Feldkulturen anhand der Parameter Behandlungsfrequenz (BF), Präparate- und Wirkstoffaufwand untersucht werden. Behandlungsfrequenzen und Aufwandmengen sind im Rahmen der Technologiefolgenabschätzung als Mengengerüst für die Ermittlung monetärer Kennwerte, als Bestandteil interner Kosten des chemischen Pflanzenschutzes und der auf volkswirtschaftlicher Ebene auftretenden externen (sozialen) Kosten (Schadensvermeidungs-, Schadensbeseitigungs-, Ausweich- und Schadenskosten) für retrospektive und zukünftige Analysen erforderlich (ZSCHALER und ARLT, 1993). PSM-Kosten werden im Teil 2 in den Schichtungen: Kulturen, Erwerbscharakter, Betriebs- und Rechtsform untersucht.

2 Material und Methodik

Die Analyse basiert auf den vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten bereitgestellten Daten und beinhaltet 1188 auf die einzelnen PSM aggregierten Anwendungen von ca. 50 000 Schlägen. Nach Plausibilitätskontrollen der Anbauflächen wurden für die alten Bundesländer die angegebenen PSM-Aufwendungen rechnergestützt mit den maximal in der Zulassung ausgewiesenen Aufwandmengen als Referenzrahmen verglichen, die Wirkstoffaufwendungen mittels der Angaben in älteren und neueren PSM-Verzeichnissen (PSM-V) und die PSM-Kosten mittels der Preiskataloge der Raiffeisenhauptgenossenschaft Hannover und anderer einschließlich der Mehrwertsteuer mittels eigenentwickelter Software berechnet.

Die PSM-Behandlungsfrequenz (PSM-BF) ist die Anzahl der in einer Vegetationsperiode auf die Anbaufläche einer Kultur (Fruchtart) ausgebrachten PSM. Sie ist etwas größer als die Applikationsfrequenz, da bei Tankmischungen nur jedes Präparat einzeln bewertet werden konnte. Für Wirkstoffe, PSM und Applikationen gilt: Wirkstoffbehandlungsfrequenz > PSM-BF > Applikationsfrequenz (Anzahl Spritzungen/ha Anbaufläche).

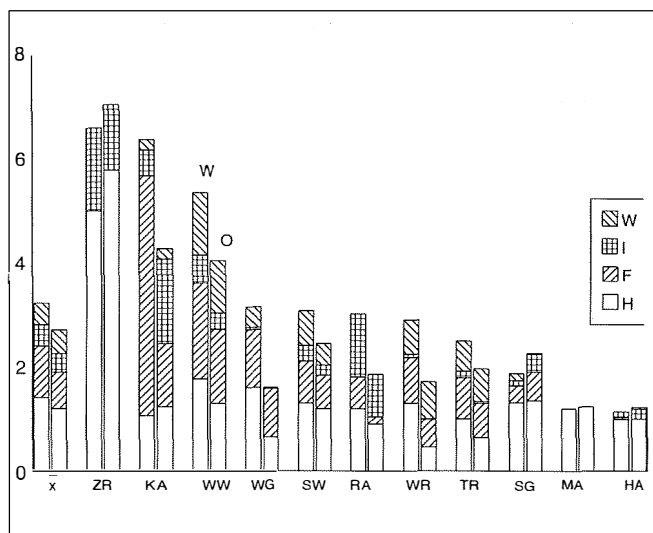


Abb. 1. Vergleich der Behandlungsfrequenzen Ost-(O) und West-(W)deutschland in 11 Feldkulturen 1991/92.

Die Berechnung der mit der Behandlungsfläche gewichteten Behandlungsfrequenz, der Mittel und Wirkstoffaufwandmengen und der PSM-Kosten und ihre grafische Darstellung erfolgte mittels vorhandener Software (Harvard Graphics und STATGRAFICS). Die in den Abbildungen angegebenen Anzahlen der Datensätze beinhalten jeweils aggregierte Daten vieler Erhebungen auf ein Präparat bezogen.

Für in Ost- und Westdeutschland vergleichbare Anwendungen von PSM (kg/ha Anbaufläche) wurden die Differenzen der kulturarten- und wirkungsbereichsspezifischen Anwendungen hinsichtlich signifikantem Unterschied (= 0,05) mit SAS 6.08 ermittelt*) (Tab. 2). Bei der Interpretation der Ergebnisse ist zu berücksichtigen, daß sich die ostdeutsche Landwirtschaft in einer Strukturierungsphase befindet und im Westen Deutschlands eine stabile landwirtschaftliche Struktur bei Einzelbetrieben vorhanden ist.

3 Ergebnisse

3.1 Kulturspezifische Analyse

Die Ackerfläche betrug 1991/92 in der Bundesrepublik Deutschland (D) rd. 11,6 Mio ha, wovon 7,3 Mio ha = 63 % auf die alten (W) und 4,3 Mio ha = 37 % auf die neuen (O) Bundesländer entfielen. In der PSM-Analyse wurden nach Hochrechnung 9,7 Mio ha Ackerfläche, davon 6,39 Mio ha = 66 % im Westen und 3,26 Mio ha = 34 % im Osten Deutschlands bewertet. Insgesamt betrug die Behandlungsfläche 28,7 Mio ha, woraus sich eine durchschnittliche Behandlungsfrequenz von 3,06 in den betrachteten 11 Kulturen ableitet. Die Differenz von 1,9 Mio ha machen solche Kulturen aus, die fast keine Behandlung erfahren haben, wie Futterpflanzen außer Mais, Vermehrungskulturen, solche Kulturen mit geringem Anbauumfang sowie sonstige.

Die nach den Wirkungsbereichen Herbizide (H), Fungizide (F), Insektizide (I) und Wachstumsregler (W) spezifizierte Behandlungsfrequenz ist für die 11 Hauptfeldkulturen: Winter-(WW) und Sommer-(SW)weizen, Winter-(WG) und Sommer-(SG)gerste, Winterroggen (WR), Triticale (TR), Hafer (HA), Zuckerrüben (ZR), Win-

terrapts (RA), Kartoffeln (KA) und Mais (MA) in Abbildung 1 dargestellt.

Tabelle 1 enthält die Präparate und Wirkstoffaufwandmengen in kg/ha sowie die PSM-Kosten in DM/ha in den 11 Kulturen, die gewichteten Mittelwerte der Bundesrepublik Deutschland und der Analysegebiete Ost und West:

Insgesamt wurden 1991/92 in den analysierten Haupt- und Feldkulturen jährlich 30,2 Mio ha behandelt (dv. 19,7 Mio ha Getreide; der Wirkstoffverbrauch betrug 18 400 t (dv. 10 286 t Getreide), der Präparateverbrauch 39 100 t und der Kostenverbrauch 1,74 Mrd. DM. Die Differenzierungen von Behandlungsfrequenz, der Präpara-

Tab. 1. Kennziffer des chemischen Pflanzenschutzes 1991/92 in Haupt-Feldkulturen (Werte gerundet)

Kultur	Reg.	Beh. fl. (Tha)	Beh. fl. (kg/ha)	PSM (%)	Wirkstoff (kg/ha)	Wirkstoff (%)
WW	W	7 832	5,3	100	2,6	100
	O	3 583	4,5	85	1,9	73
	D	11 415	5,0		2,4	
SW	W	96	3,7	100	1,9	100
	O	65	2,9	78	1,4	74
	D	161	3,4		1,7	
WG	W	3 160	2,7	100	1,3	100
	O	1 116	2,3	85	1,1	85
	D	4 276	2,6		1,1	
SG	W	1 005	2,6	100	1,3	100
	O	735	2,3	88	1,1	85
	D	1 740	2,5		1,2	
WR	W	917	2,5	100	1,1	100
	O	522	2,1	84	0,9	82
	D	1 439	2,3		1,1	
TR	W	283	2,8	100	1,3	100
	O	71	2,1	75	0,9	69
	D	354	2,6		1,2	
HA	W	351	1,9	100	1,0	100
	O	74	1,9	100	1,0	100
	D	425	1,9		1,0	
ZR	W	2 577	9,3	100	3,9	100
	O	1 098	9,8	105	3,9	100
	D	3 675	8,7		3,6	
RA	W	2 317	5,4	100	2,5	100
	O	714	2,0	37	0,7	28
	D	3 031	4,0		1,9	
KA	W	1 372	9,7	100	6,1	100
	O	493	6,1	63	3,4	56
	D	1 865	8,4		5,2	
MA	W	1 370	3,5	100	1,5	100
	O	492	3,2	91	1,4	93
	D	1 862	3,4		1,5	
Alle	W	21 280	4,38	100	2,06	100
	O	8 963	3,45	79	1,52	73
	D	30 243	4,06		1,88	

*) Die Autoren danken Dr. MOLL für die Auswahl und Durchführung der Signifikanztests.

Tab. 2. Paarweise statistischer Vergleich von in West- und Ostdeutschland 1991/92 angewendeter gleicher PSM (kg/ha Anbaufläche numerisch, ohne Wichtung)

KUL	REG	H		F		Wirkungsbereiche		W		Alle	
		kg/ha	D	kg/ha	D	kg/ha	D	kg/ha	D	kg/ha	D
WW	W	2,83		1,97		0,11		1,11		2,16	
	O	2,27	0,56*	1,46	0,52*	0,10	0,01	0,93	0,19*	1,68	0,48*
SW	W	1,57		0,83		0,26		0,48		1,13	
	O	1,00	0,57*	0,68	0,14	0,09	0,16	0,44	0,04	0,78	0,35*
WG	W	1,35		0,87		0,06		0,40		1,04	
	O	1,02	0,33*	0,70	0,16*	0,04	0,02	0,58	-0,19*	0,83	0,21*
SG	W	2,51		0,27		0,06		0,02		1,58	
	O	2,03	0,48*	0,45	-0,18*	0,08	-0,02	0,02	0,0	1,35	0,23*
WR	W	1,00		0,6				0,82		0,82	
	O	0,6	0,4*	0,42	0,18			0,86	0,05	0,56	0,27*
TR	W	1,13		0,67						0,94	
	O	0,8	0,33*	0,38	0,29*					0,63	0,32*
HA	W	1,78								1,78	
	O	1,65	0,13							1,65	0,13
ZR	W	10,31				0,67					6,6
	O	10,94	-0,63*			0,53	0,14				6,93
-	W	0,33*									
	O										
RA	W	2,63		1,26		0,50					1,32
	O	1,47	1,16*	0,13	1,13*	0,28	0,21*			0,56	0,76*
KA	W	2,51		7,58		0,29		0,7		3,36	
	O	2,74	-0,22*	2,02	5,56*	0,93	-0,64*	0,64	0,06	1,78	1,57*
MA	W	3,24								3,24	-0,11
	O	3,35	-0,11							3,35	
Alle	W	2,55		1,58		0,38		0,77		1,93	
	O	2,25	0,30*	0,91	0,67*	0,42	-0,04	0,74	0,03	1,56	0,37*

D = Differenz, *) gesichert mit Irrtumswahrscheinlichkeit von $\leq 5\%$

teaufwandmenge und der PSM-Kosten werden im folgenden fruchtartenspezifisch unter dem Gesichtspunkt gezielter Anwendungen untersucht.

3.1.1 Winterweizen

Mit einer Anbaukonzentration von rd. 22% in den alten und neuen Bundesländern ist der Winterweizen die bedeutendste Feldfrucht. Der Ertrag erreichte 1991/92 im Westen Deutschlands 70 dt/ha (STJB), während im Osten nur 53 dt/ha auch infolge der beiden großen Trockenperioden und geringerer Bodenqualität geerntet wurden.

Die Behandlungsfrequenz betrug 1991/92 als Summe aller Wirkungsbereiche in den alten Ländern „5“ und war geringer als bei der Analyse der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft im „feuchten“ Jahr 1987 (HILDEBRANDT u. a., 1991) mit 6,6. Während der Herbizideinsatz 1991/92 mit 1,5 etwa dem von 1987 mit 1,8 entsprach, wurden 1987 die Winterweizenflächen in Westdeutschland 3,4mal mit Fungiziden behandelt und 1991/92 nur 1,8mal. Die Häufigkeit der Behandlung war mit 1,2 bei Wachstumsreglern und bei Insektiziden mit 0,5 in beiden Zeiträumen etwa gleich hoch.

In Ostdeutschland war die Behandlungsfrequenz in allen Wirkungsbereichen im Durchschnitt 20% geringer als im früheren Bundesgebiet. Ebenfalls waren in den neuen Bundesländern die Präparateaufwandmenge um 15%, die Wirkstoffaufwandmenge um 27% und die PSM-Kosten um 26% signifikant geringer (Tab. 1 u. 2). Un-

tersucht man die in der landwirtschaftlichen Praxis realisierten Präparate-Aufwandmengen in Relation zur maximalen in der Zulassung ausgewiesenen Aufwandmenge als einen Indikator für gezielte Vorgehensweise im chemischen Pflanzenschutz, so werden große Unterschiede zwischen den einzelnen Wirkungsbereichen sichtbar (Abb. 2). Für eine ausgezeichnete Anpassung der PSM-Aufwandmenge an die Sorte, Düngung und Witterung spricht der Median der Summenhäufigkeits-Prozentkurve bei Wachstumsreglern von -55% zur maximal in der Zulassung ausgewiesenen Aufwandmenge. Bei Herbiziden wurde ein Viertel weniger ausgebracht, was auf einen flexiblen und situationsbezogenen Einsatz (z. B. PALLUTT und HOFMANN, 1988) hindeutet. Im Bereich der Fungizide nimmt er den Wert von -21% an; deutliche Häufungen sind bei -20% bei der maximal in der Zulassung ausgewiesenen Aufwandmenge und bei -50% erkennbar, was u. a. auf die bei Tankmischungen übliche Verminderung der Mittelaufwandmenge von Mischungspartnern zurückgeführt werden kann.

Reduzierte Mengen deuten bei systemischen Fungiziden auf die Nutzung vorhandener Wirkungsreserven (z. B. JAHN u. a., 1988; BURTH u. a., 1990; JOERGENSEN, 1992) und den aufgrund des trockeneren Wetters geringeren Befall mit Schädlingen hin. Dagegen wurden Insektizide zu 90% mit der vollen Aufwandmenge appliziert, welches z. B. mit dem erhöhten Schadorganismenaufreten bei der wärmeren Witterung beider Jahre zu erklären ist.

Die deutlich geringeren Erträge 1991/92 in den neuen Bundesländern waren insbesondere auf die größere Trockenheit (in beiden Jah-

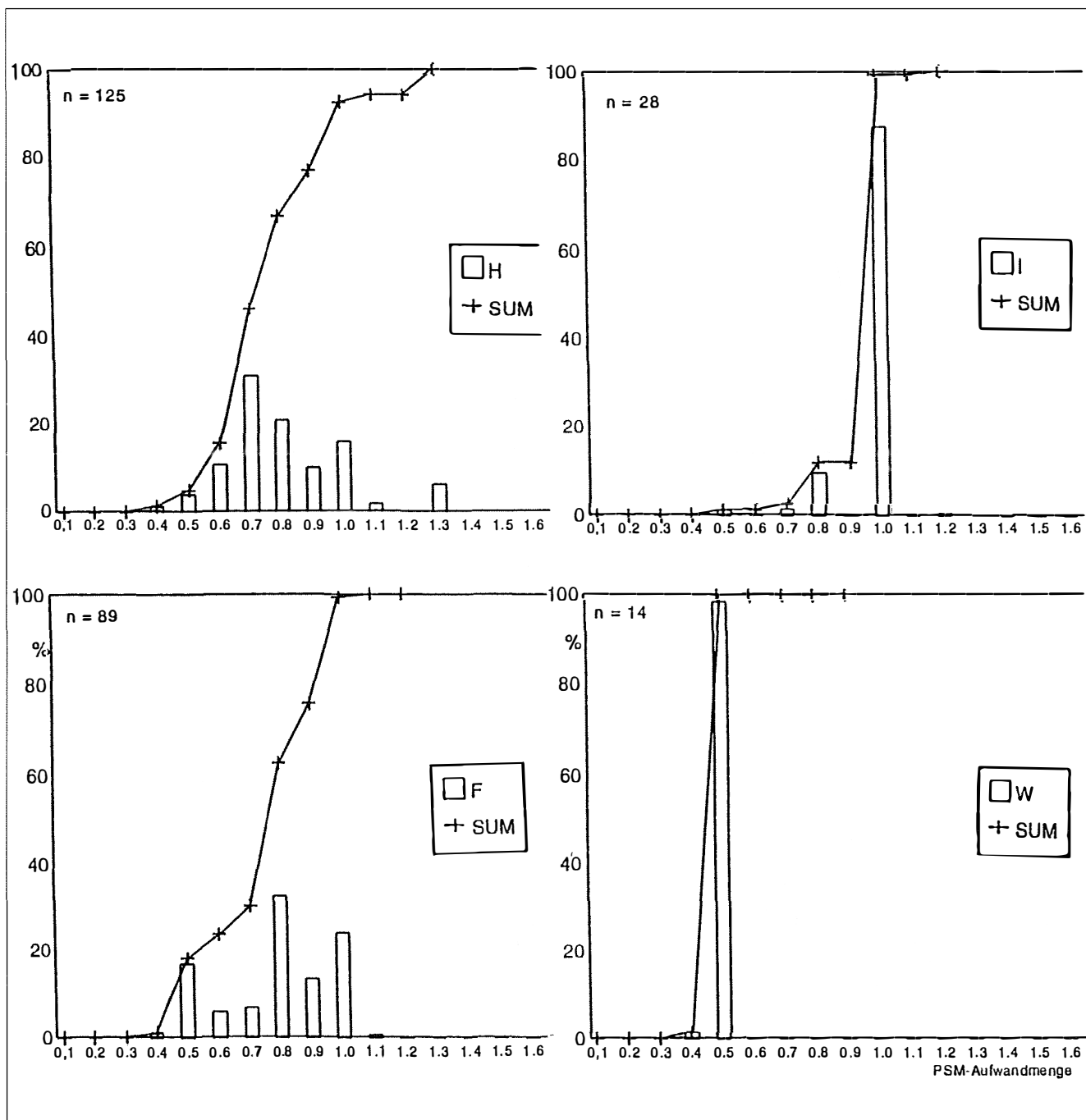


Abb. 2. PSM-Aufwandmengen in Relation zur maximal mit der Zulassung ausgewiesenen Menge (= 1) bei Winterweizen 1991/92.

ren im Osten rd. 27 % [4–60 %] weniger Niederschlag von April bis Juli) und schlechtere Bodenqualitäten zurückzuführen.

3.1.2 Wintergerste

Die Wintergerste wurde 1991/92 in den alten Bundesländern auf 14 % und im Osten auf 22 % der Ackerfläche angebaut; die Durchschnittserträge betragen 62 bzw. 54 dt/ha (STJB).

Die Behandlungsfrequenz war mit 2,2 deutlich niedriger als die von HILDEBRANDT u. a. 1987 festgestellten Werte mit 3,5 und der von Winterweizen. Am häufigsten wurden Fungizide eingesetzt, gefolgt von Herbiziden und Wachstumsreglern (Abb. 1). Die landwirt-

schaftlichen Unternehmer in Ostdeutschland behandelten die Fläche 13 % weniger als ihre westdeutschen Kollegen; ebenfalls waren die Präparate- und Wirkstoffaufwandmengen signifikant um 15 % und die PSM-Kosten um 29 % geringer (Abb. 1; Tab. 1 u. 2). Die Landwirte reduzierten in Anpassung an die gegebenen Randbedingungen durchschnittlich die ausgebrachte Präparatmenge in Relation zur höchsten in der Zulassung ausgewiesenen Aufwandmenge bei Wachstumsreglern um die Hälfte, bei Herbiziden und Fungiziden um ein Viertel, während sie Insektizide zu 80 % mit der vollen Aufwandmenge applizierten (Abb. 3).

3.1.3 Sommergerste

Der Anbau von Sommergerste fand 1991/92 in Deutschland auf 9 % der Ackerfläche statt. Im früheren Bundesgebiet wurden 46 dt/ha, in den neuen Bundesländern vor allem wegen der stärkeren Trockenheit nur 42 dt/ha geerntet.

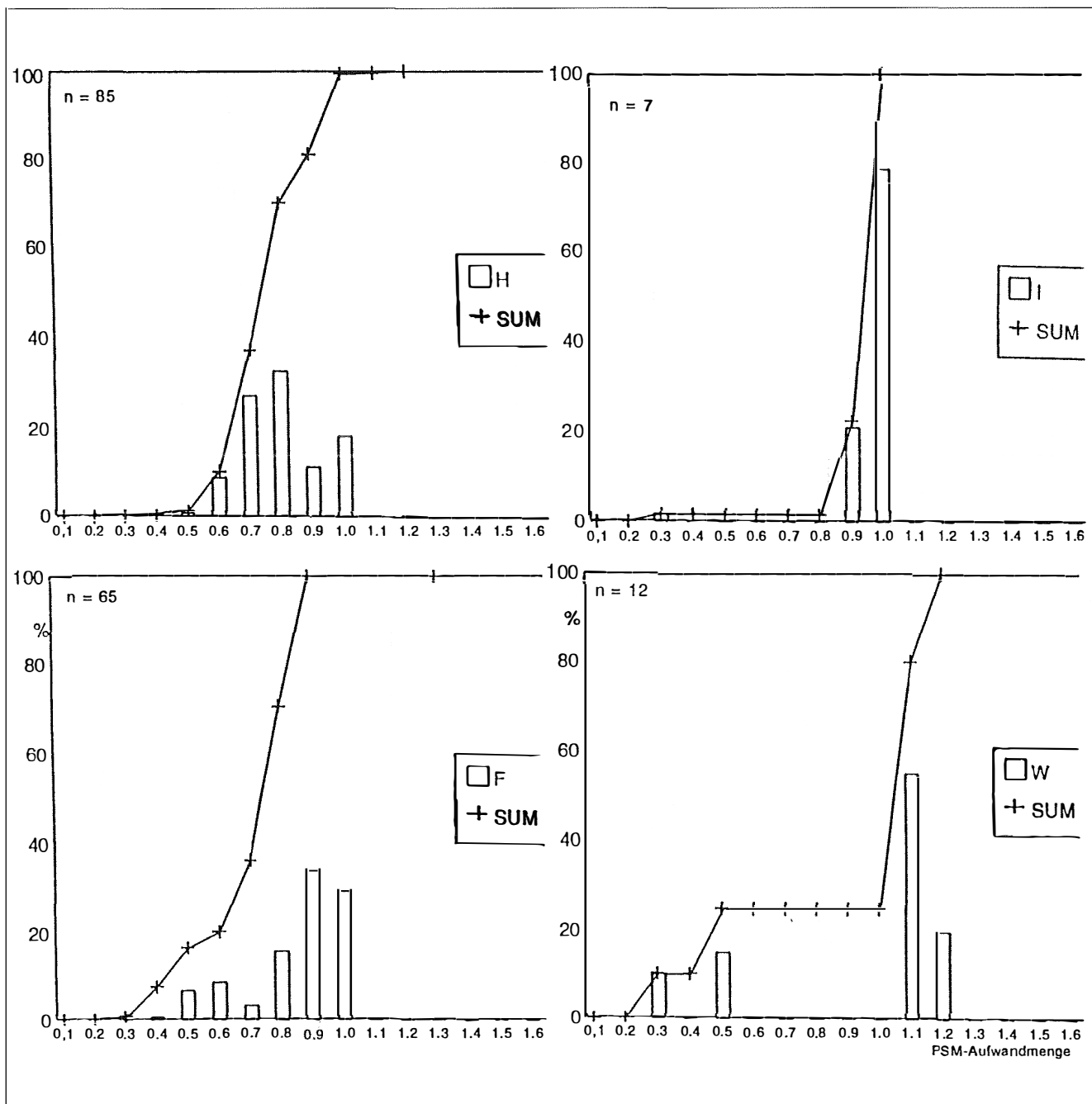


Abb. 3. PSM-Aufwendungen in Relation zur maximal mit der Zulassung ausgewiesenen Menge (= 1) bei Wintergerste 1991/92.

Die landwirtschaftlichen Unternehmer behandelten die Anbaufläche 1991/92 zweimal (BF 1987 = 1,7), wobei Herbizide mit 1,4 Applikationen den höchsten Anteil einnahmen (Abb. 1). Im Durchschnitt aller Wirkungsbereiche brachten die ostdeutschen Landwirte signifikant weniger PSM aus. Dies betraf vor allem Herbizide, während Wachstumsregler und Insektizide in gleicher Höhe und Fungizide stärker angewendet wurden (Tab. 2).

Die durchschnittliche Präparateaufwandmenge wurde gegenüber den maximalen in der Zulassung ausgewiesenen Aufwandmengen bei Herbiziden um 15 % und bei Fungiziden um 10 % reduziert. Beim Einsatz von Insektiziden und Wachstumsreglern bevorzugten die Landwirte etwa zur Hälfte die volle Aufwandmenge, wobei auch Aufteilungen vorhanden waren (Abb. 4).

3.1.4 Kartoffeln

Der Kartoffelanbau ist in den alten Bundesländern in den 80er Jahren mit rd. 3 % an der Ackerfläche stabil geblieben, während die Erträge einen leichten Aufwärtstrend aufwiesen (1991/92: 330 dt/ha). In den neuen Ländern ist dagegen der Kartoffelanbau seit der Wiedervereinigung von 9 % auf rd. 4 % drastisch zurückgegangen; der Ertrag verringerte sich dabei infolge der mehrjährigen Trockenheit auf 215 dt/ha (STJB).

Die summierte Behandlungsfrequenz war im Osten Deutschlands mit 4,3, vor allem wegen des aufgrund geringeren Befalls mit *Phytophthora infestans* sehr stark reduzierten Fungizideinsatzes, kleiner als im Westen mit 6,3 (1987 = 7,2). Das wesentlich stärkere Auftreten von Schadinsekten führte in den neuen Bundesländern zu einer fast 3fach höheren Insektizidanwendung als in den alten (Abb. 1 u. Tab. 2). Herbizide wurden mit einer Behandlungszahl von 1,1 gleichermaßen in beiden Regionen appliziert. Sikkationsmittel waren auf 20 % der Fläche in Anwendung. Insgesamt betrug in Ost-

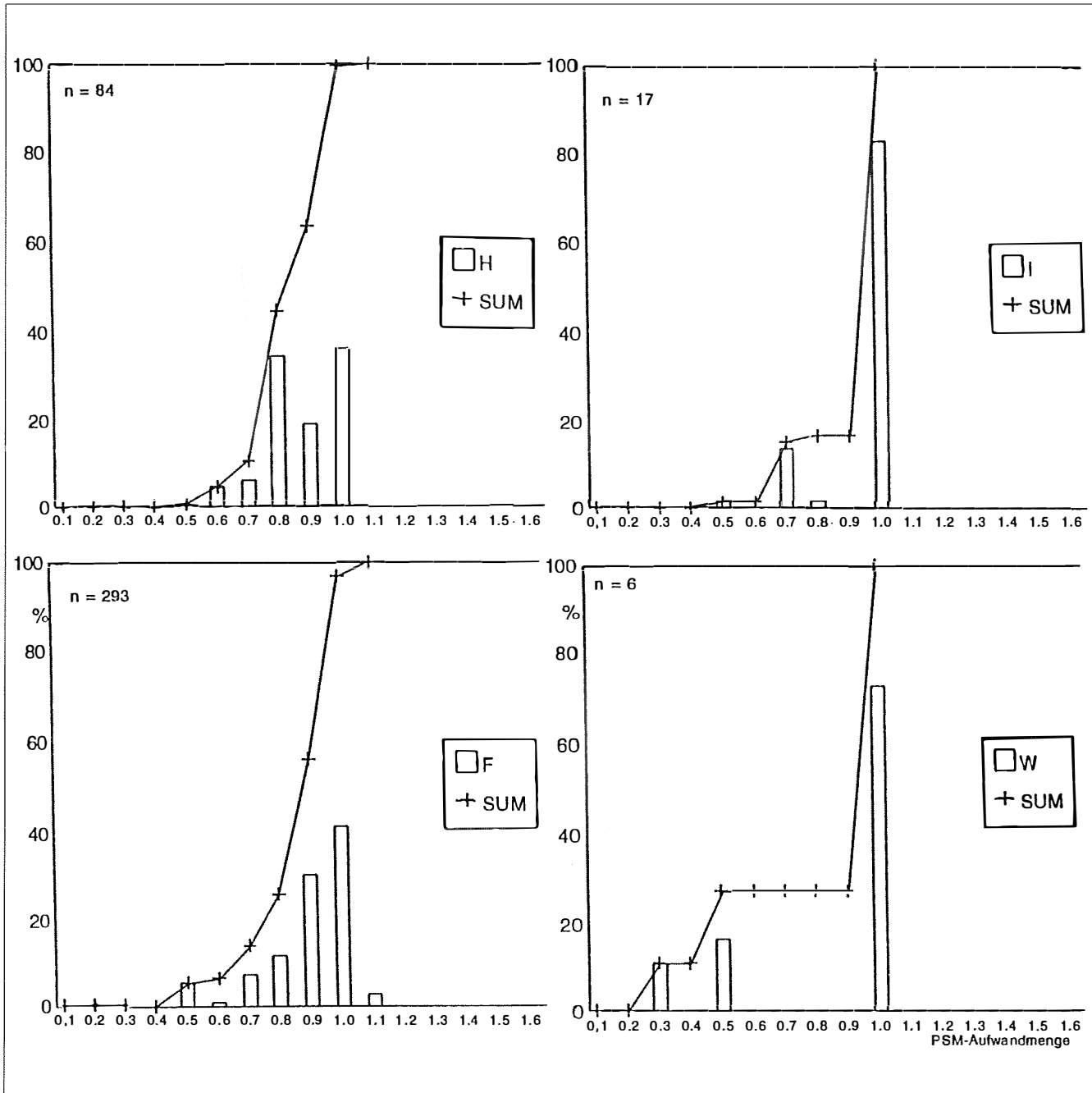


Abb. 4. PSM-Aufwandmengen in Relation zur maximal mit der Zulassung ausgewiesenen Menge bei Sommergerste 1991/92.

deutschland der Präparateverbrauch 63 %, der Wirkstoffeinsatz 56 % und der Kostenaufwand 64 % des westdeutschen Niveaus (Tab. 1).

Hinsichtlich der Differenzierung der Mittelaufwandmenge ist festzustellen, daß die Hälfte aller Herbizide mit 60 % der maximalen in der Zulassung ausgewiesenen Aufwandmenge ausgebracht wurden, während die Landwirte bei allen anderen Wirkungsbereichen die höchste zugelassene Aufwandmenge bevorzugten (Abb. 5). Diese Präferenz beruht größtenteils darauf, daß z. B. 82 % der Fungizide Kontaktwirkung hatten und hier kaum Wirkungsreserven (LINDNER, 1994) ausgeschöpft werden können. Die Zeitreihenanalyse von Daten des Pflanzenschutzdienstes der ehemaligen DDR läßt bei vollständiger Versorgung mit Kontaktfungiziden erkennen, daß die Behandlungsfrequenz von 1,2–1,6 in trockenen Jahren bis zu

knapp 6 im „feuchten“ Jahr 1981 variiert und seit der Phyteb-Prognose-Einführung 1982 (GUTSCHE und KLUGE, 1983) im ehemaligen Gebiet der DDR eine gute Anpassung des Fungizideinsatzes an die Witterung und den Befall erfolgt (Abb. 6).

Werden verschiedene Nutzungsrichtungen der Kartoffel im monetären PSM-Aufwand verglichen, so zeigt sich z. B. nach den betriebswirtschaftlichen Mitteilungen im Analysegebiet Niedersachsen 1986 bis 1992, daß Pflanzkartoffeln mit 650 DM/ha eine wesentlich höhere Kostenbelastung haben als Speisekartoffeln mit 360 DM/ha oder Industriekartoffeln mit 340 DM/ha. Bei gleich großem Herbizid- (BF = 1) und Fungizideinsatz (BF = 3) in allen Nutzungsarten tragen bei Pflanzkartoffeln vor allem die doppelt so hohen Insektizidanwendungen und die Beizung zu den höheren Kosten bei.

3.1.5 Zuckerrüben

Der Zuckerrübenanbau hat sich in den 80er Jahren im früheren Bundesgebiet mit einem Anbauanteil von rd. 5,5 % und Erträgen um

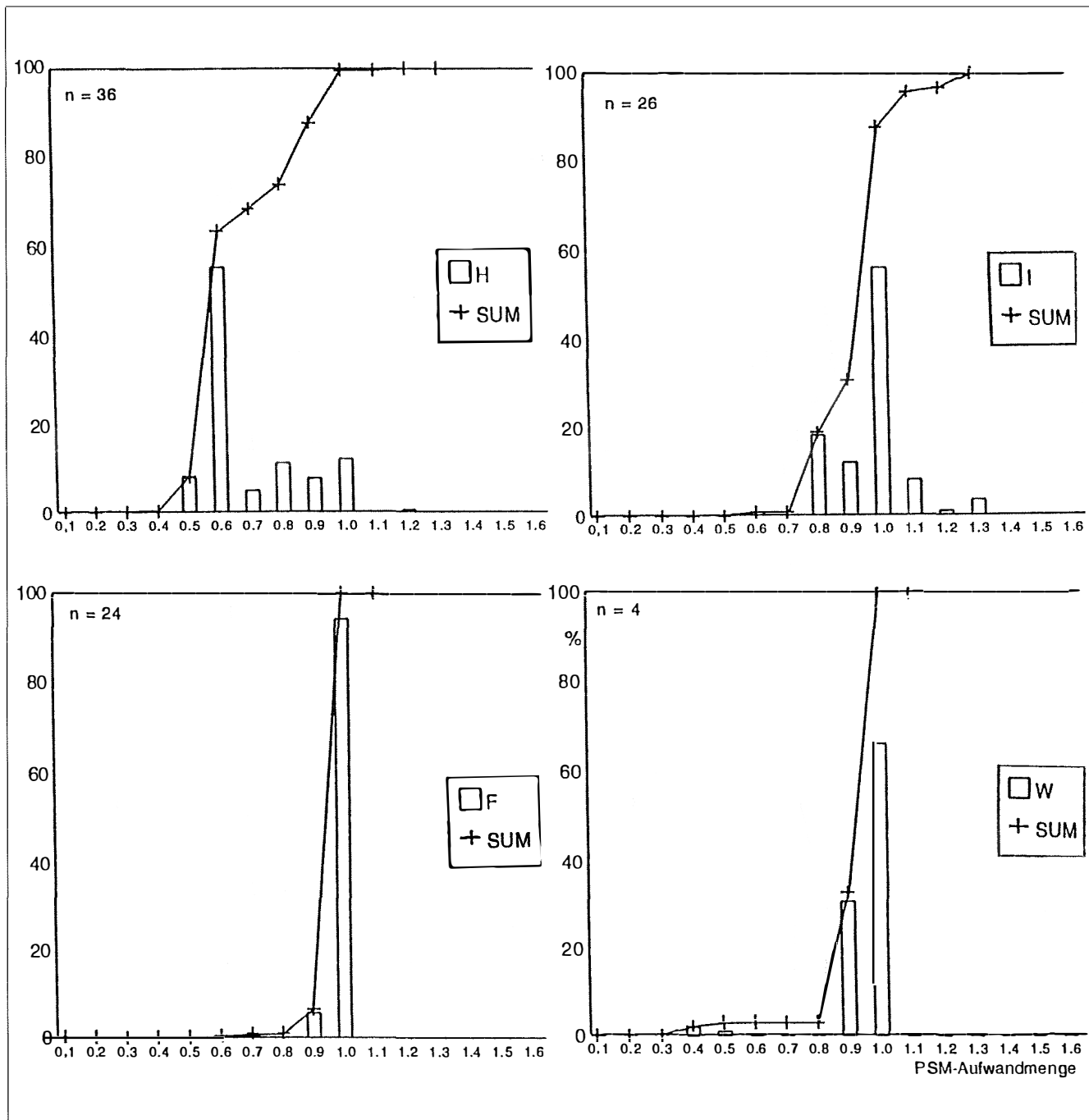


Abb. 5. PSM-Aufwandmengen in Relation zur maximal mit der Zulassung ausgewiesenen Menge (= 1) bei Kartoffeln 1991/92.

550 dt/ha kaum verändert, während im Osten Deutschlands nach der Wiedervereinigung die Erträge von rd. 300 dt/ha auf 400 dt/ha 1991/92 bei der um ein auf 3,5 % verringerten Anbaukonzentration gestiegen sind (STJB).

In der Summe aller Wirkungsbereiche erreichte die Behandlungsfrequenz 6,6 pro ha Anbaufläche (1987 = 4,9). 76 % aller Applikationen entfielen auf Herbizide, der Rest auf Insektizide (Abb. 1). In den landwirtschaftlichen Unternehmen der neuen Bundesländer war die Behandlungsfrequenz nur bei Herbiziden um 15 % höher als im Westen. Die Ursachen dafür sind darin zu sehen, daß auf Grund geringerer Niederschlagstätigkeit die Wirkung von Bodenherbiziden

oft schlechter war und die Wirkung von Blattherbiziden infolge geringerer Luftfeuchtigkeit, stärkerer Einstrahlung und damit besser ausgebildeter Cutikula der Unkräuter vermindert war.

Der Median der Summenhäufigkeit betrug bei Herbiziden 44 % der maximal zugelassenen Aufwandmenge. Von den Landwirten deutlich präferierte Anwendungen waren: 30 bis 40 % der höchsten Aufwandmenge (d. h. Tankmischungen) und 50 bis 60 %, d. h. Splittingverfahren (Abb. 7). Dies deutet auf konsequente Nutzung von geteilten Aufwandmengen (z. B. PALLUTT und HOFMANN, 1980) in Anpassung an die aktuelle Verunkrautungssituation hin. Insektizide wurden in Ostdeutschland signifikant weniger appliziert (Tab. 2). Bei Insektiziden wurden rd. zwei Drittel der maximalen in der Zulassung ausgewiesenen Aufwandmenge bei allen Applikationen ausgebracht. Die Teilung der Aufwandmengen besagt, daß es eine deutliche Anpassung an den Schädlingsbefall und die Witterung gab (Abb. 7).

3.1.6 Winterraps

Der Anbau von Winterraps hat in den 80er Jahren in den alten Bundesländern kontinuierlich von rd. 3 auf 9 % der Ackerfläche 1991/92 zugenommen, während er sich im Osten Deutschlands erst nach der Wiedervereinigung sprunghaft von rd. 3 auf 9 % erhöhte. Die Raps-erträge erreichten 30 bzw. 27 dt/ha (STJB).

Die Behandlungsfrequenz als Summe aller Wirkungsbereiche betrug 1991/92 im Westen 3,9 (BF 1987 = 3), in den neuen Bundesländern 1,8. Am stärksten wurden Herbizide (W = 1,5; 0 = 0,9) und Insektizide (1,4 bzw. 1,8) eingesetzt; Fungizide hatten nur noch 1991 im früheren Bundesgebiet mit einer Behandlung pro Flächeneinheit Bedeutung. Nach Wirksamwerden der stark reduzierten Erzeugerpreise bei Raps 1992 gingen bei ähnlicher Witterung die Aufwendungen gegenüber 1991 bei Fungiziden um rd. 70 %, bei Herbiziden und Insektiziden um die Hälfte bis ein Drittel zurück.

Auf eine detaillierte Auswertung der PSM-extensiven Früchte muß an dieser Stelle aus Platzgründen verzichtet werden. Weitere Einzelheiten sind in Tabelle 1 und 2 und Abbildung 1 aufgeführt und werden in den folgenden Darstellungen berücksichtigt.

4 Diskussion

Einleitend ist zu bemerken, daß in der folgenden Grundbetrachtung die Berechnungen aller Mittelwerte der unter Punkt 3.1.1 bis 3.1.6 nicht ausgewiesenen PSM-extensiven Kulturen Sommerweizen, Winterroggen, Triticale, Hafer und Mais entsprechend ihrer Anbaufläche mit einbezogen werden. Die mittlere gewogene Behandlungsfrequenz betrug in den alten Bundesländern 1991/92 3,2 und war etwas geringer als in der BBA-Umfrage 1987 („feuchtes Jahr“) mit 3,6. Am häufigsten wurden Herbizide appliziert (BF = 1,37), es folgen Fungizide (BF = 0,89), Wachstumsregler (BF = 0,42) und Insektizide (BF = 0,42).

Ein wichtiges Kriterium zur Kennzeichnung von gezielter Vorgehensweise im chemischen Pflanzenschutz, vom Grad der Umsetzung wissenschaftlicher Erkenntnisse in die Praxis, von wirtschaftlicher Anpassung an Erzeuger- und Faktorpreise ist die pro Behandlung realisierte Präparateaufwandmenge in Relation zur maximalen in der Zulassung ausgewiesenen Aufwandmenge. Wird die in der Marktwirtschaft übliche gewinnmaximierende Reaktion der Landwirte unterstellt, so ist allgemein zu erwarten, daß durch die infolge

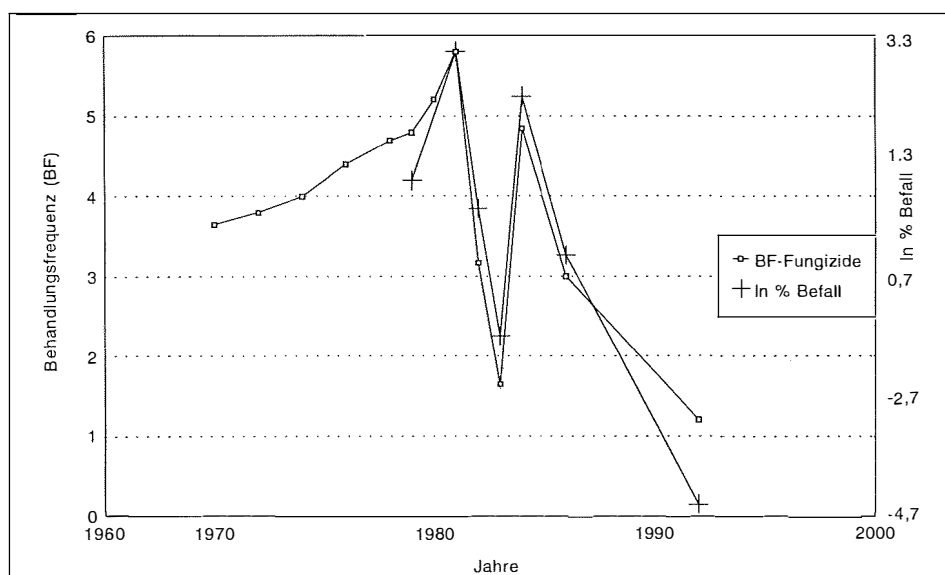


Abb. 6 (links). Behandlungsfrequenzen mit Fungiziden und ln (%-Befall) von Einzelpflanzen mit *Phytophthora infestans*.

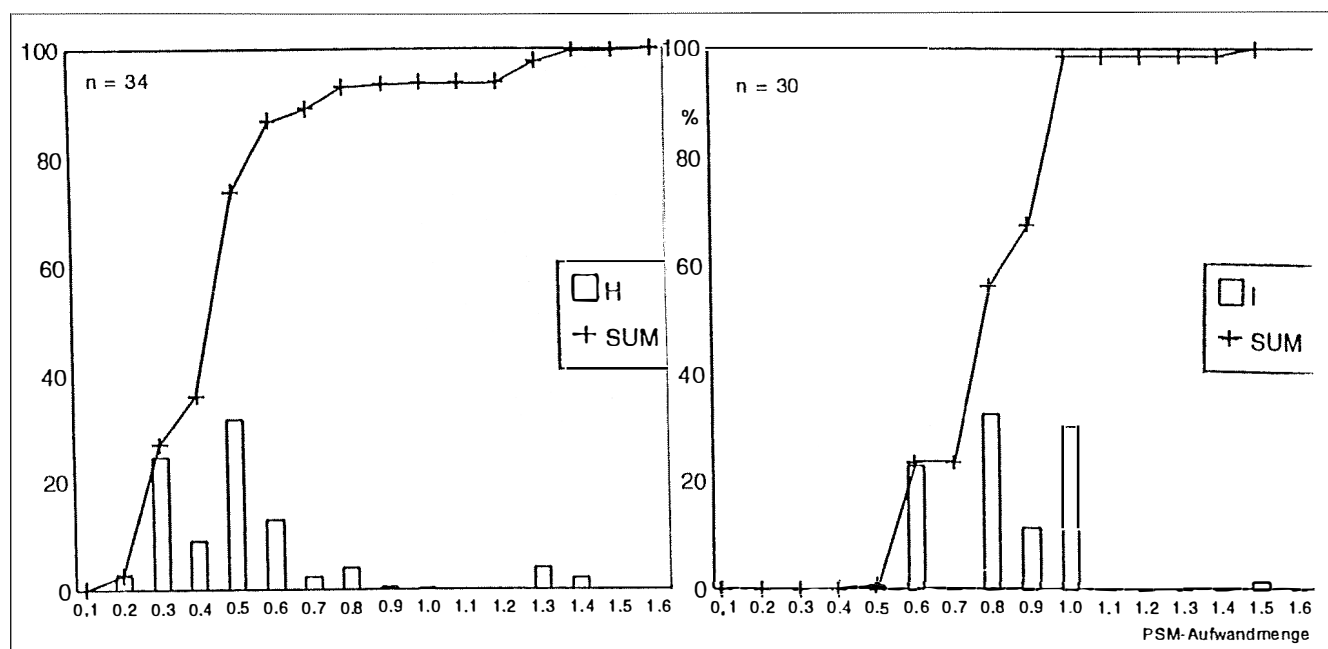


Abb. 7 (unten). PSM-Aufwandmengen in Relation zur maximal mit der Zulassung ausgewiesenen Menge (= 1) bei Zuckerrüben 1991/92.

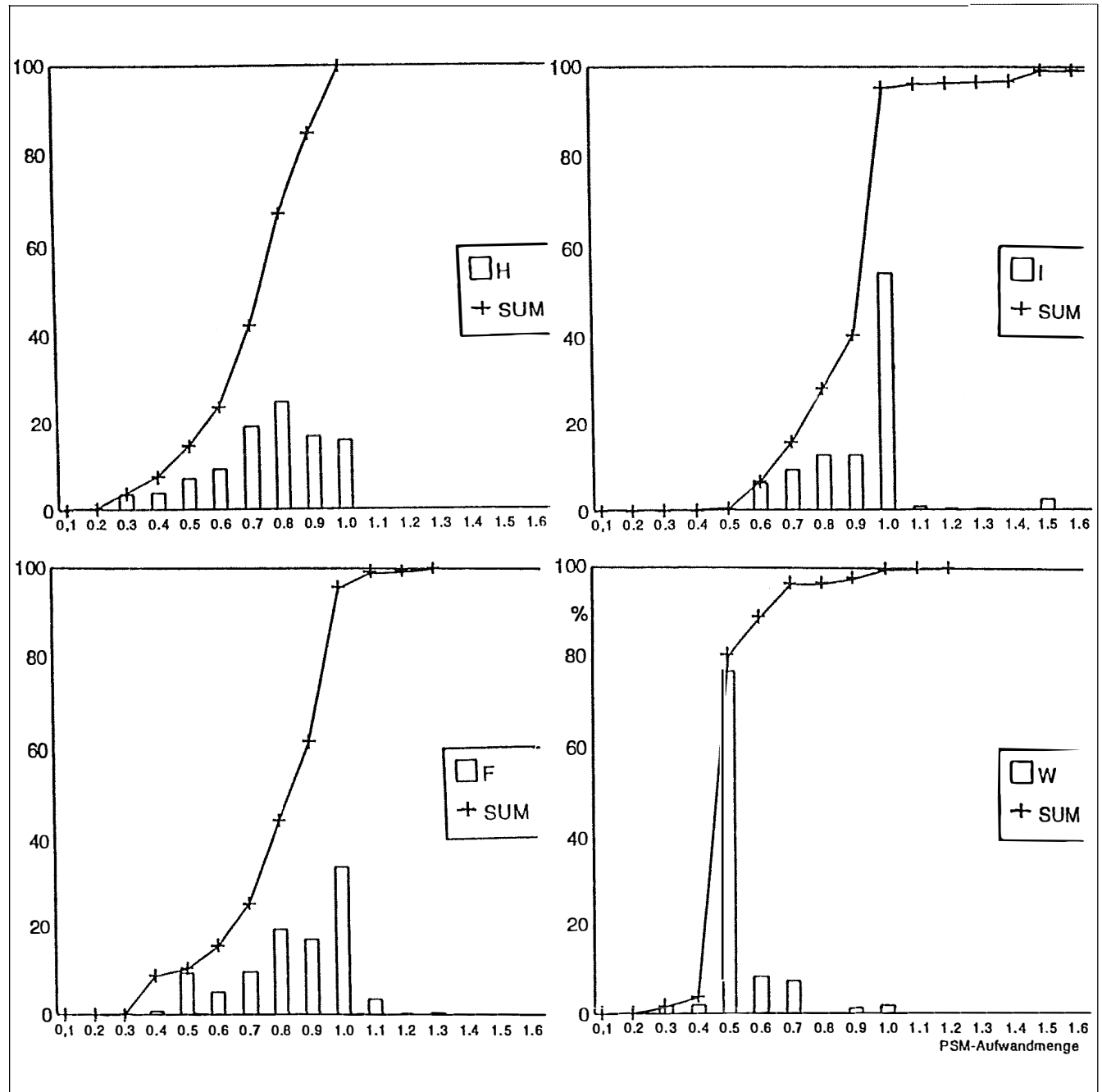


Abb. 8. PSM-Aufwandmengen in Relation zur maximal in der Zulassung ausgewiesenen Menge (= 1) in 11 Feldkulturen 1991/92 (n = 950).

der EU-Agrarreform sinkenden Preise für die Marktordnungsfrüchte eine weitere Anpassung des Faktoreinsatzes bei Pflanzenschutzmitteln in Richtung einer Reduzierung erfolgen müßte. Ähnliche Effekte zeigen sich z. B. bei einer Verteuerung der PSM.

In der vorliegenden Analyse ergab sich, daß in der Praxis die maximalen in der Zulassung ausgewiesenen Präparateaufwandmengen in allen Wirkungsbereichen durchschnittlich um 24 % (Median der Summenhäufigkeit) unterschritten wurden. Die Stratifizierung nach den Hauptwirkungsbereichen zeigt, daß die Aufwandmenge bei der Anwendung von Wachstumsreglern nur rd. 48 % der höchsten in der Zulassung ausgewiesenen Aufwandmenge betrug (Abb. 8) und damit sehr präzise an die jeweilige Bestandesentwicklung, Sorten, Wit-

terungsbedingungen usw. angepaßt war. Bei der Analyse der Herbizide nimmt der Median der Abweichungen von den höchsten zugelassenen Aufwandmengen den Wert von -26 % an. Häufungen der Unterschreitung sind in der Klasse -70 bis -80 % durch Tankmischungspartner, in der Klasse 30 bis -50 % durch Splitting (Anpassung an Unkrautbestand und Termin), in den Klassen -0 bis -30 % durch allgemeine Anpassungsreaktionen und bei den maximalen in den Zulassungen ausgewiesenen Aufwandmengen durch starke Verunkrautung oder/und risikoarmes Verhalten der Landwirte erklärbar. Zwischen den Häufungen bestehen jedoch fließende Übergänge. Diese Ergebnisse sprechen für situationsbezogene Anpassung der Aufwandmengen an die Unkrautbestände (Splitting, Tankmischungen) und für konsequente Nutzung von Wirkungsreserven. Prinzipiell läßt sich die gleiche Vorgehensweise bei Fungiziden (-16 %) feststellen, wobei Beziehungen zum Wirkungstyp unverkennbar sind. Im Kartoffelanbau werden die Kontaktfungizide mit normaler Aufwandmenge bevorzugt, da hier keine bedeutsamen Wirkungsreser-

Tab. 3. Bestimmtheitsmaße für Behandlungsfrequenz, Präparate- und Wirkstoffaufwand sowie PSM-Kosten n = 11 Kulturen (in Klammern: 1188 Anwendungen bei PSM)

	Beh.- freq.	Präparate- aufwandmenge	Wirkstoff- aufwandmenge	PSM-Kosten
Beh.freq.		0,84 (0,78)	0,72 (0,73)	0,73 (0,51)
Präp.aufw.		1	0,91 (0,88)	0,78 (0,64)
Wirkstoffaufw.			1	0,53 (0,51)
PSM-Kosten				1

ven (LINDNER u. a., 1994) vorhanden sind. Bei Getreide sind jedoch durch reduzierte Aufwandmengen vorhandene Wirkungsreserven der Präparate (z. B. JAHN und SUNKEL, 1988; BURTH u. a., 1990; RADTKE, 1990; JOERGENSEN und NIELSEN, 1992) ausgeschöpft worden. Der größte Teil der Insektizide wurde in den beiden warmen und mehr trockenen Jahren wegen des verstärkten Auftretens von Schadinsekten nahezu mit voller Aufwandmenge (-6 %) appliziert. Für die Anpassung der PSM-Anwendung an das Schadorganismenaufreten sprechen:

- regionale Befallseinschätzungen einschließlich modellgestützter Bekämpfungentscheidungen (z. B. GUTSCHE und KLUGE, 1983; KLUGE und GUTSCHE, 1990)
- die Ausschöpfung von Wirkungsreserven der PSM (dort, wo es aufgrund von Forschungsergebnissen möglich ist)
- Effekte der Agrarreform.

Diese führten in der derzeit praktizierten Landbewirtschaftung zu einer gezielten und reduzierten PSM-Anwendung im Sinne des § 15 Absatz 1 Ziffer 3 des Pflanzenschutzgesetzes. Diese Verhaltensweise ist nicht nur betriebswirtschaftlich im Sinne der Einkommenssicherung über eine Kostensenkung richtig, sondern entspricht bereits auch der im agrarpolitischen Konzept der Bundesregierung (BORCHERT, 1993) niedergelegten These, daß „die Forderung der Gesellschaft an Tier-, Umwelt- und Naturschutz und eine wettbewerbsfähige Landwirtschaft in Einklang gebracht werden müssen“.

Für statistische Berechnungen ist auf sektoraler Ebene die Frage der gegenseitigen Ersetzbarkeit von Parametern von Interesse. Zwischen der Behandlungsfrequenz Präparate- und Wirkstoffaufwand sowie PSM-Kosten bestehen die in Tabelle 3 aufgeführten Zusammenhänge.

Aus dem geringeren Grad des Zusammenhanges auf der Aggregationsebene PSM ist zu folgern, daß mit hochaggregierten Daten nur ungenaue Schätzungen bezüglich der Anwendung von PSM in einzelnen Kulturen möglich sind. Der Wirkstoffaufwand weist die schlechtere Korrelation zu den PSM-Kosten auf, während er mit dem Präparateaufwand und der Behandlungsfrequenz in gutem Zusammenhang steht. An dieser Stelle muß bemerkt werden, daß mit vorgenannten Kennziffern die in der öffentlichen Diskussion eine

Rolle spielenden „ökologischen Belastungen“ größtenteils nicht in Zusammenhang stehen, da z. B. „Belastungen“ im Einzelfall wirkstoffspezifisch waren (z. B. Atrazin) oder im Falle von Biopräparaten bzw. naturnahen Stoffen (wenn nicht bestimmte Konzentrationen überschritten werden) nicht vorhanden sind.

Literatur

- Agrarberichte: Agrar- und ernährungspolitische Berichte der Bundesregierung, Bonn, verschiedene Jahrgänge.
- BORCHERT, J., 1993: Der künftige Weg – Agrarstandort Deutschland sichern. Bonn.
- BURTH, U., M. JAHN und L. ADAM, 1990: Überlegungen und erste Ergebnisse zur situationsbezogenen Aufwandmenge bei Fungiziden. 6. Int. Symp. Schaderreger des Getreides 1990, Teil 1, 313.
- GUTSCHE, V. und E. KLUGE, 1983: Phyteb Prognose, ein neues Verfahren zur Prognose des Krautfäuleauftretens (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary). Nachr.-Bl. Pflanzenschutz DDR 37, 45–49.
- HILDEBRANDT, A., H. SCHÖN, W. HAMMER und M. HILLE, 1991: Veränderungen im chemischen Pflanzenschutz des Ackerbaues in den 80er Jahren. Gesunde Pflanze 43, H. 3, S. 71–78.
- HILDEBRANDT, A., W. HAMMER und R. GIESECKE-SCHWERDT, 1992: Komplexe Wirkungen von Betriebs- und Standortbedingungen auf den Umfang des chemischen Pflanzenschutzes bei den Hauptfeldfrüchten, Landbauforschung Völknerode, 28–41.
- JAHN, M. und M. SUNKEL, 1988: Untersuchungen zu Wirkeigenschaften von Mehltau fungiziden als Grundlage für einen gezielten Einsatz, Tag.-Ber., Akad. Landwirtschaftswiss. DDR, Berlin 1988, 271, 217–221.
- Jahresberichte des Pflanzenschutzdienstes der DDR, versch. Jahrgänge, Zentralverwaltung für Statistik Berlin.
- JOERGENSEN, L. N. und B. J. NIELSEN, 1992: Reduced dosages of fungicides for controlling wheat diseases in Denmark. BCPC-Pest and Diseases, 1992, S. 609–614.
- KLUGE, E. und V. GUTSCHE, 1990: Krautfäuleprognose mittels Simulationsmodell – Ergebnisse der Anwendung 1982 bis 1988. Arch. Phytopathol. Pflanzenschutz, 26, Berlin, 265–281.
- LINDNER, K., U. BURTH, H. STACHEWICZ und V. GUTSCHE, 1994: Ermittlung der Wirkeigenschaften von Phytophthora-Fungiziden für Epidemiesimulation. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutz. 46 (10), 205–209.
- PALLUTT, B., B. HOFMANN und K. WIESNER, 1978: Herbizidfolgen für die Zuckerrübenproduktion. Nachr.-Bl. Pflanzenschutz DDR, 32, 6, 119–122.
- PALLUTT, B. und B. HOFMANN, 1980: Weitere Erfahrungen bei der Unkrautbekämpfung in Zuckerrüben unter besonderer Berücksichtigung der ein- bis zweimaligen Anwendung von 3 l/ha Betanal und der Bandspritze. Nachr.-Bl. Pflanzenschutz DDR 34, 12, 240–243.
- PALLUTT, P. und B. HOFMANN, 1988: Flexibler Herbizideinsatz im Getreide. 7. Fortschrittsseminar des IPF Kleinmachnow, 18. 6. 1987, 17–18.
- RADTKE, W., 1990: Versuche zum gezielten Fungizid-Einsatz in Winter-Weizen und Winter-Gerste zur Optimierung der Wirtschaftlichkeit. 6. Int. Symp. Schaderreger des Getreides, Teil 1, 329–336.
- STJB: Statistisches Jahrbuch für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, versch. Jahrgänge, Landwirtschaftsverlag, Münster Hiltrup.
- ZSCHALER, H. und K. ARLT, 1993: Strukturierung interner und externer Kosten im Pflanzenschutz. Jahresbericht der BBA 1993, S. 111.

Kontaktanschrift: Dr. Helfried Zschaler, Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Folgenabschätzung im Pflanzenschutz, Stahnsdorfer Damm 81, D-14532 Kleinmachnow