

Bild 14 zeigt noch einmal die Schwankungsbreite der Tropfengrößen für die Düse LP 11003. Danach ergeben sich im unteren Druckbereich sehr viel größere Tropfendurchmesser, und zwar nicht nur bei den großen Tropfen (d_{max} und $d_{90\%}$), sondern auch bei den kleinen Tropfen ($d_{10\%}$). Aus der Summenhäufigkeitsdarstellung in **Bild 15** geht diese Tatsache ebenfalls noch einmal hervor. Grundsätzlich wird das Tropfengrößenspektrum überwiegend durch den Spritzdruck beeinflusst, nur in geringerem Maße durch die Düsenbauart [2].

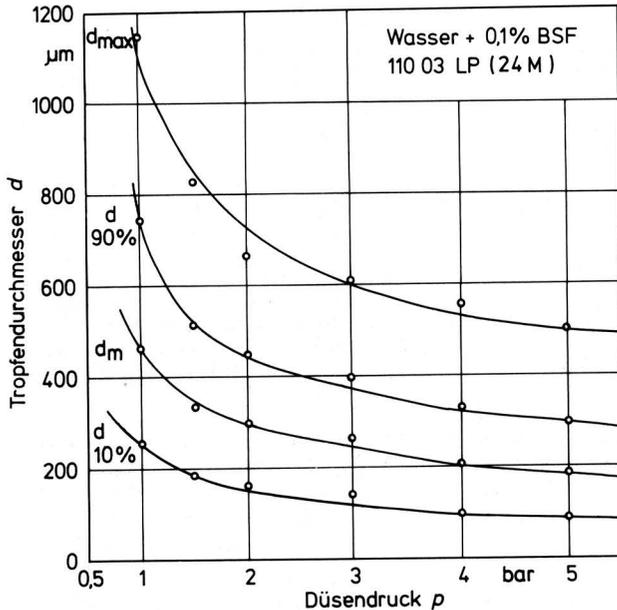


Bild 14. Schwankungsbreite des Tropfenspektrums der Düse LP 11003.

3. Zusammenfassung

Die Gleichmäßigkeit der Querverteilung eines Düsenverbandes, die Tropfengrößen und die Strahlbewegung bestimmen die Anlagerungsgüte eines Pflanzenbehandlungsmittels und damit die Effizienz des Mittels. Anhand von Strahlaufnahmen wird gezeigt,

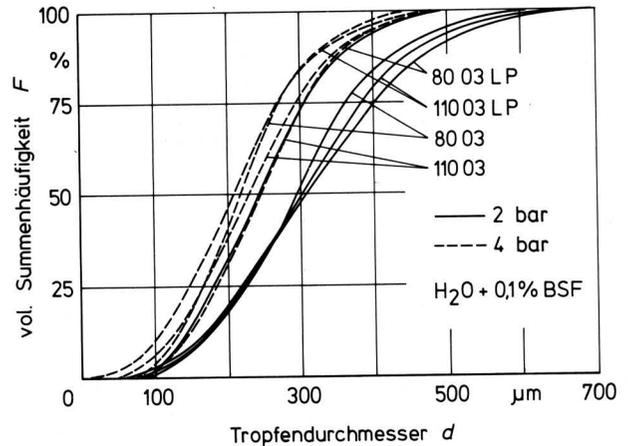


Bild 15. Summenhäufigkeitsdarstellung des Tropfengrößenspektrums verschiedener Flachstrahldüsen.

wie die Strahlausbildung von der horizontalen Geschwindigkeit des Düsenträgers abhängt. Die Arbeitsweise von konventionellen Flachstrahldüsen und von neueren Low-pressure-Düsen wird anhand der genannten Merkmale dargestellt. Um eine ausreichende Querverteilung zu gewährleisten, sollten die konventionellen Flachstrahldüsen mit einem Mindestdruck von 2 bar betrieben werden. LP-Düsen können bei etwa gleicher Querverteilungsgüte noch bis 1,0 bar eingesetzt werden.

LP-Düsen reagieren in der Querverteilungsgüte etwas weniger stark auf Höhenschwankungen. Die Tropfengrößenzusammensetzung unterscheidet sich bei Düsen mit gleicher Benummerung nur sehr geringfügig.

Schrifttum

- [1] *Kohsiek, H.*: Messungen an Rückschlagventilen und Filtern für Düsen. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes Bd. 32 (1980) S. 147/55.
- [2] *Selcan, Z.*: Tropfenspektrum und Verteilung von hydraulischen und Rotationsdüsen. Agrartechnische Berichte der Universität Hohenheim, Nr. 11 (1980) S. 45/53.

Beurteilung von Energieeinsparmöglichkeiten bei Bodenbearbeitung, Bestellung, Düngung und Pflanzenschutz

Von Wilhelm Hartmann und Erwin Reisch,
Stuttgart-Hohenheim*)

Mitteilung aus dem Sonderforschungsbereich 140 – Landtechnik "Verfahrenstechnik der Körnerfruchtproduktion" der Universität Hohenheim

DK 633:65.015:531.41

Bei der Verknappung und Verteuerung der Energie ist neben der wirtschaftlichen auch eine energetische Optimierung der Verfahren bei Bodenbearbeitung, Bestellung,

Düngung und Pflanzenschutz notwendig. Hier wird, ausgehend von 3 verschiedenen Verfahren der Bodenbearbeitung (Pflug, Grubber, Fräse), in einer Modellrechnung untersucht, wie sich bei Anbau von 3 verschiedenen Früchten (Winterweizen, Sommergerste und Mais) für verschiedene Bestellverfahren und Stufen der Intensität von Düngung und Pflanzenschutz der Deckungsbeitrag und das energetische Input/Output-Verhältnis gestalten.

*) Dipl.-Kfm. W. Hartmann ist wissenschaftlicher Mitarbeiter des Sonderforschungsbereichs 140 am Institut für Landwirtschaftliche Betriebslehre; Prof. Dr. h. c. E. Reisch ist Inhaber des Lehrstuhls für angewandte landwirtschaftliche Betriebslehre am Institut für Landwirtschaftliche Betriebslehre der Universität Hohenheim.

1. Einleitung

Der Energieverbrauch in der Landwirtschaft (einschließlich Gartenbau) hatte 1978/79 in der Bundesrepublik Deutschland einen Anteil von 2,6 % am gesamten Primärenergieverbrauch [1]. Obwohl dieser Anteil sehr gering ist und die Landwirtschaft zu den wenigen Bereichen mit einer positiven Energiebilanz gehört, sollten auch hier Überlegungen zur Energieeinsparung angestellt werden. Dafür ist es wichtig, die Hauptverbrauchsstellen der Energie zu kennen.

Im Bereich der Pflanzenproduktion kann von einer durchschnittlichen Aufteilung des Energieaufwandes je Flächeneinheit ausgegangen werden, wie sie Bild 1 zeigt [2]. Danach sind die ertragssteigernden Hilfsmittel (Mineraldünger, Pflanzenschutz) für den größten Teil des Energieverbrauchs verantwortlich. Dennoch kann die Energieeinsparung nicht in einem einseitigen Verzicht auf dieselben bestehen, sondern das Ziel muß die Optimierung des Verhältnisses von eingebrachter zu ausgebrachter Energie sein [3].

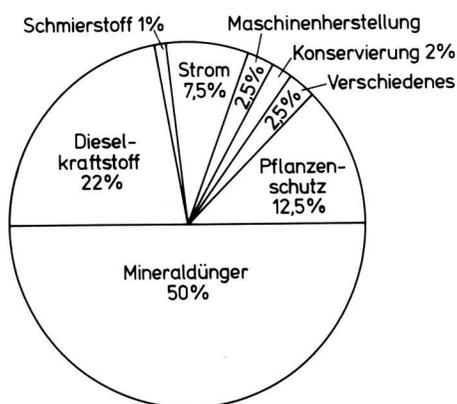


Bild 1. Durchschnittliche Aufteilung des Energieaufwandes je Flächeneinheit, nach Dohne [1].

Wie aus Bild 1 weiter zu ersehen ist, haben auch die Bereiche Maschinenherstellung, Dieselmotorkraftstoff und Schmiermittel zusammen einen Anteil von über 25 % am gesamten Energieaufwand je Flächeneinheit. Nennenswerte Möglichkeiten zur Energieeinsparung bestehen deshalb auch in diesem Bereich; und da heute ungefähr 70 % der Feldarbeiten im Getreidebau auf die Bodenbearbeitung und die Bestellung entfallen, wirken sich Einsparungen hier besonders aus [4].

2. Kalkulationsgrundlagen und Methodik

Im folgenden soll untersucht werden, welche Auswirkungen ein verminderter Arbeitsaufwand sowohl auf den Betriebsertrag als auch auf den Energieeinsatz hat. Kalkulationsdaten für diese Untersuchung liegen aus dem Teilprojekt A 2.1 des DFG-Sonderforschungsbereichs 140 an der Universität Hohenheim vor. Es wurden im 3jährigen Feldversuch bei 3 Fruchtarten (Winterweizen, Sommergerste, Körnermais) die Abweichungen im Ertrag bei Anwendung von konventionellen Bodenbearbeitungs- und Bestellverfahren und von Verfahren der Minimalbestelltechnik ermittelt, **Tafel 1**.

Die Bedarfswerte für die Arbeitszeit, die Schlepperstunden und den Energieeinsatz für Dieselöl und Schmierstoffe konnten ebenfalls nach einer im Teilprojekt A 2.1 des SFB 140 entwickelten Methode errechnet werden [5, 6].

Zusätzlich wurden drei Intensitätsstufen für Düngung und Pflanzenschutz gebildet, um den hohen Energieeinsatz in diesem Bereich zu erfassen. Diese Daten wurden nach Arbeiten von Gutzmann [7] für Sommergerste, von Zeddies [8] für Winterweizen und von Zscheischler [9] für Körnermais errechnet, **Tafel 2**.

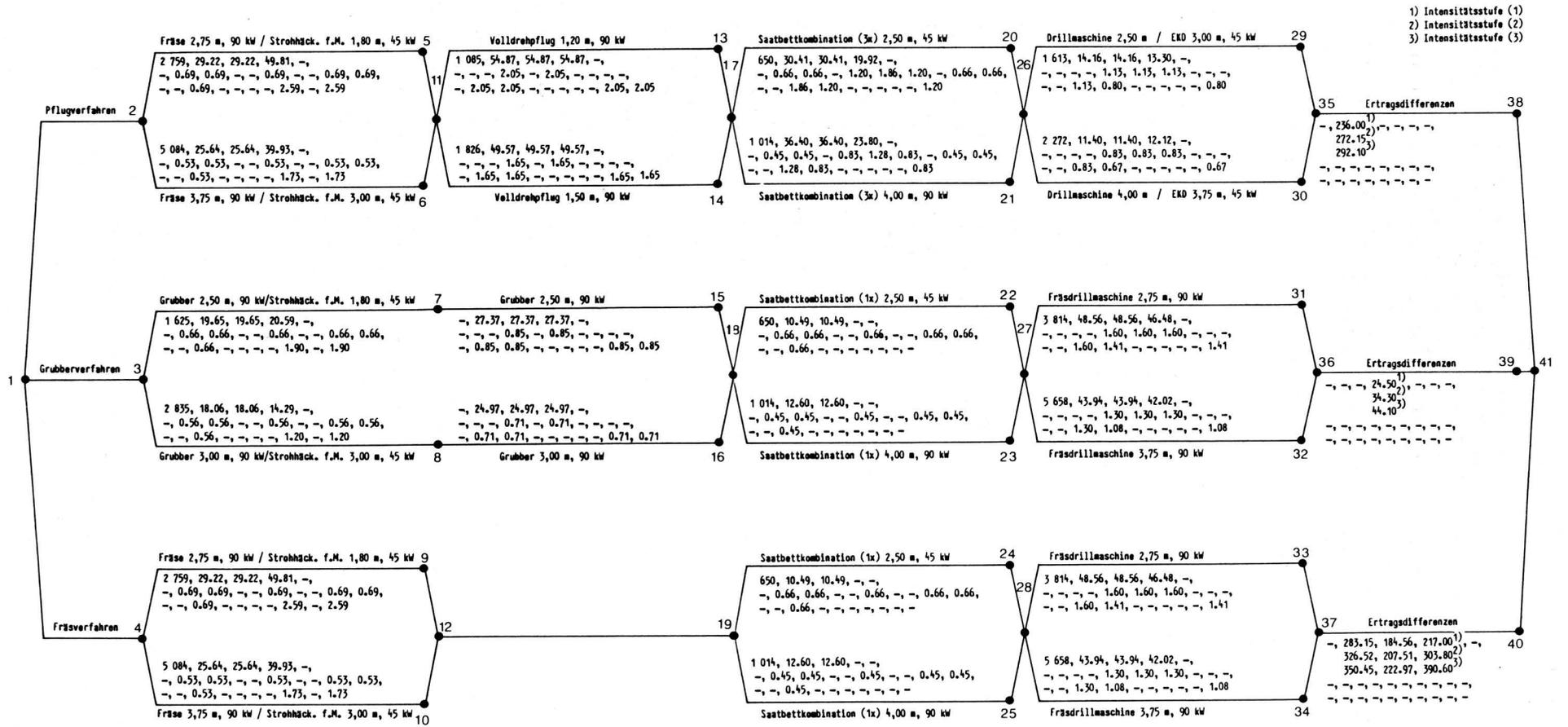
Fruchtart \ Verfahren	Fruchtart			relativ (in % des Höchstertages)		
	WW	SG	KM	WW	SG	KM
PV 1 Pflug	55,2	49,1	71,4	91,69	100,00	100,00
PV 2 Grubber	60,2	49,1	70,7	100,00	100,00	99,02
PV 3 Fräse	54,2	44,1	65,2	90,03	89,82	91,32

Tafel 1. Erträge bei Bodenbearbeitung mit Pflug, Grubber und Fräse.

	Einheit	Intensitätsstufe 1			Intensitätsstufe 2			Intensitätsstufe 3		
		WW	SG	KM	WW	SG	KM	WW	SG	KM
N	kg/ha	60	40	120	100	60	150	160	80	190
P ₂ O ₅	kg/ha	90	50	110	120	75	140	120	100	180
K ₂ O	kg/ha	130	100	140	170	125	180	170	150	220
Herbizide	kg/ha	4	3	8	6	5,5	8	7	5,5	8
Cycocel	kg/ha	—	—	—	3	—	—	3	—	—
Fungizide	kg/ha	—	—	—	—	—	—	0,5	1	—
Insektizide	kg/ha	—	—	—	—	—	3	—	—	5
Ertrag	dt/ha	56,8	37,0	50,0	65,5	41,6	70,0	70,3	44,7	90,0
Marktleistung	DM/ha	2840,—	1813,—	2500,—	3275,—	2038,40	3500,—	3515,—	2190,30	4500,—
Prop. Spezialkosten	DM/ha	1007,17	777,14	1349,79	1294,86	937,27	1735,91	1485,05	1084,22	2148,15
Deckungsbeitrag	DM/ha	1832,83	1035,86	1150,21	1980,14	1101,13	1764,09	2029,95	1106,08	2351,85

Tafel 2. Aufwendungen, Erträge und Deckungsbeiträge von Winterweizen (WW), Sommergerste (SG) und Körnermais (KM) beim Pflugverfahren V16 für 3 Intensitätsstufen.

Bild 2. Verfahren der Bodenbearbeitung und Bestellung für die Produktionszweige Winterweizen, Sommergerste und Körnermais.



Netzplan für die Verfahren der Bodenbearbeitung und Bestellung

Parameter einer Kante :

Parameter 1 :	fixe Kosten des Gerätes (DM/Jahr)
2 :	variable Kosten des Gerätes einschl. Schlepperkosten für das PV Winterweizen (DM/ha)
3 :	" " " " " " " " PV Sommergerste (DM/ha)
4 :	" " " " " " " " PV Körnermais (DM/ha)
5 :	AKh-Anspruch des Gerätes für das PV Winterweizen in der Zeitspanne I (FB) (AKh/ha)
6 :	" " " " " " " " Zeitspanne III (FG)
7 :	" " " " " " " " Zeitspanne IV (SG)
8 :	" " " " " " " " Zeitspanne V (GE)
9 :	" " " " " " " " Zeitspanne VIII (HE)
10 :	" " " " " " " " Zeitspanne IX (SH)
11 :	" " " " " " " " Zeitspanne XI (Jahr)

Parameter 12 :	AKh - Anspruch des Gerätes für das PV Sommergerste in der Zeitspanne I (FB) (AKh/ha)
13 :	" " " " " " " " Zeitspanne III (FG)
14 :	" " " " " " " " Zeitspanne IV (SG)
15 :	" " " " " " " " Zeitspanne V (GE)
16 :	" " " " " " " " Zeitspanne VIII (HE)
17 :	" " " " " " " " Zeitspanne IX (SH)
18 :	" " " " " " " " Zeitspanne XI (Jahr)
19 :	" " " " " " " " für das PV Körnermais in der Zeitspanne I (FB) (AKh/ha)
20 :	" " " " " " " " Zeitspanne III (FG)
21 :	" " " " " " " " Zeitspanne IV (SG)
22 :	" " " " " " " " Zeitspanne V (GE)
23 :	" " " " " " " " Zeitspanne VIII (HE)
24 :	" " " " " " " " Zeitspanne IX (SH)
25 :	" " " " " " " " Zeitspanne XI (Jahr)

Die gesamten Daten wurden anschließend in das Modell eines 80 ha-Betriebs übernommen, um mit Hilfe der Linearen Programmierung und der Netzplantechnik die optimale Betriebsorganisation und die Auswirkungen auf den Gesamtdeckungsbeitrag zu ermitteln, die sich aufgrund der verschiedenen Bodenbearbeitungs- und Bestellverfahren und der unterschiedlichen Intensitätsstufen im Einsatz von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln ergeben. Die Daten der drei technischen Verfahren wurden in einen Netzplan übernommen, Bild 2. Er enthält die fixen Kosten der Geräte, die variablen Kosten der Geräte und des dazugehörigen Schleppers sowie die Werte des Arbeitskräftebedarfs in den betreffenden

Zeitspannen für die jeweiligen Produktionsverfahren. Dabei werden negative Ertragsdifferenzen, die sich als Folge der unterschiedlichen Bodenbearbeitung und Bestellung ergeben, als Kosten mit in die Produktionsverfahren übernommen. Die Ertragsunterschiede infolge der 3 Düngungs-Intensitätsstufen wurden bereits in der vorangegangenen Deckungsbeitragsrechnung berücksichtigt.

Auf die methodische Vorgehensweise für die Verknüpfung der Linearen Programmierung und der Netzplantechnik zur Ermittlung der optimalen Organisation und der besten Ergebnisse der einzelnen Verfahren wird hier nicht näher eingegangen; es sei auf das diesbezügliche Schrifttum verwiesen [10].

Intensitätsstufe	Verfahren	Fixe Kosten d. Bodenbearbeitung u. Bestellung DM/Jahr	Variable Kosten von Bodenbearb., Bestellung, Düngung u. Pflanzenschutz einschl. Ertragsdifferenz DM/ha			Anbauflächen			Deckungsbeitrag DM/Betrieb LF = 80 ha
			WW	SG	KM	WW	SG	KM	
			ha	ha	ha	ha	ha	ha	
1	PV 1 Pflug								
	V 06	7507	836,84	450,84	726,34	31,96	22,99	24,95	117708
	V 07	7212	845,59	459,59	731,40	32,00	23,06	24,94	117452
	PV 2 Grubber								
	V 17	6089	586,31	436,31	713,86	32	16	32	128582
	V 19	6453	599,42	439,42	713,86	32	16	32	128116
	PV 3 Fräse								
	V 25	7223	851,66	603,07	908,21	32	16	32	110069
	V 27	7587	853,77	605,18	908,21	32	16	32	109604
2	PV 1 Pflug								
	V 15	9537	1130,80	599,05	927,28	32	17,11	30,89	137084
	V 16	10196	1128,04	596,29	926,04	32	18,66	29,34	138002
	PV 2 Grubber								
	V 17	6089	838,95	579,35	929,42	32	16	32	153660
	V 19	6453	841,06	581,46	929,42	32	16	32	153195
	PV 3 Fräse								
	V 25	7223	1147,67	769,06	1200,77	32	16	32	130928
	V 27	7587	1149,78	771,17	1200,77	32	16	32	130463
3	PV 1 Pflug								
	V 15	9537	1318,59	733,21	1158,52	32	17,75	30,25	155163
	V 16	10196	1315,83	730,45	1157,34	32	19,28	28,72	155245
	PV 2 Grubber								
	V 17	6089	1006,79	713,51	1170,46	32	16	32	173810
	V 19	6453	1008,90	715,62	1170,46	32	16	32	173345
	PV 3 Fräse								
	V 25	7223	1339,44	918,68	1518,81	32	16	32	147602
	V 27	7587	1341,55	920,79	1518,81	32	16	32	147136
Verfahren	Kantenfolge in Bild 2				Verfahren	Kantenfolge in Bild 2			
V 06	1 2 5 11 14 17 20 26 30 35 38 41	V 17	1 3 7 15 18 22 27 31 36 39 41						
V 07	1 2 5 11 14 17 21 26 29 35 38 41	V 19	1 3 7 15 18 23 27 31 36 39 41						
V 15	1 2 6 11 14 17 21 26 29 35 38 41	V 25	1 4 9 12 19 24 28 33 37 40 41						
V 16	1 2 6 11 14 17 21 26 30 35 38 41	V 27	1 4 9 12 19 25 28 33 37 40 41						

Tafel 3. Kosten und Deckungsbeiträge ausgewählter Verfahren der Bodenbearbeitung und Bestellung bei 3 Intensitätsstufen.

3. Beschreibung der Ergebnisse

3.1 Monetäre Betrachtung

Aus der Optimierungsrechnung ergeben sich für die einzelnen Bearbeitungsverfahren in den drei Intensitätsstufen der Düngung die in Tafel 3 zusammengestellten besten Ergebnisse.

Werden jeweils die beiden besten Ergebnisse der Bodenbearbeitungs- und Bestellverfahren in jeder Intensitätsstufe ausgewählt, zeigen sich für alle Verfahren mit steigender Intensitätsstufe höhere Gesamtdeckungsbeiträge, allerdings mit abnehmenden Zuwachsraten. Den jeweils höchsten Gesamtdeckungsbeitrag erzielt das Grubberverfahren. Dieses Ergebnis überrascht nicht, da das Grubberverfahren in den Feldversuchen die relativ höchsten Erträge erzielte. Daraus resultieren dann auch auf jeder Intensitätsstufe die niedrigsten variablen Kosten, wenn in diese die Ertragsunterschiede mit einbezogen werden. Darüber hinaus liegen die variablen Kosten der Bodenbearbeitung und Bestellung auch ohne Berücksichtigung der Erträge unter denen des Pflugs und haben ungefähr die gleiche Höhe wie bei Einsatz der Fräse. Die eindeutige Vorteilhaftigkeit des Grubberverfahrens wird aber durch die Tatsache etwas gemindert, daß nach pflanzenbaulichen Gesichtspunkten nicht jedes Jahr gegrubbert werden kann, sondern mindestens jedes 3. bis 4. Jahr die Grundbodenbearbeitung mit dem Pflug durchgeführt werden muß.

Zu beachten ist weiterhin der Anteil, den die einzelnen Fruchtarten Winterweizen, Sommergerste und Körnermais zum Gesamtdeckungsbeitrag liefern. Alle drei Fruchtarten erhöhen mit sinkendem Grenzertrag bei steigenden Intensitätsstufen den Gesamtdeckungsbeitrag des Betriebes. Dabei trägt der Mais am meisten zur Steigerung bei. Die Begründung dafür liegt darin, daß die bei den unterschiedlichen Intensitätsstufen unterstellten Ertragssteigerungen bei Mais am stärksten ausfallen.

Diese Kalkulation bestätigt weitgehend die Erfahrung der Praxis, daß bei uns die Körnerproduktion auf der höchstmöglichen Intensitätsstufe zum maximalen Ertrag führt. Diese Aussage gilt aber nur unter den jetzigen Preis/Kosten-Relationen. Eine Erhöhung der Energiepreise würde zur Produktion auf einer geringeren Intensitätsstufe führen, in der die letzte Einheit, beispielsweise ertragssteigernder Hilfsmittel, gerade noch durch den Preis gedeckt wird. In der durchgeführten Kalkulation würde beispielsweise die Intensität bei Winterweizen schon zurückgenommen werden müssen, wenn allein die Kosten für die in der letzten Intensitätsstufe eingesetzten Düngemittel von 591 DM/ha auf über 641 DM/ha ansteigen würden. Bezogen auf 1 kg Reinstickstoff kommt dieses einer Anhebung des Stickstoffpreises von 1,80 DM/kg auf 2,11 DM/kg gleich.

3.2 Energiebezogene Betrachtung

Während bei der monetären Beurteilung die Maximierung des Gesamtdeckungsbeitrages im Vordergrund stand, ist für die energiebezogene Betrachtung besonders das Energie-Input/Output-Verhältnis von Bedeutung. Beim Input liegen die Energiebedarfswerte der Minimalbestellverfahren bei allen Intensitätsstufen immer unter denen des Pflugverfahrens (bis zu 10 %). Das entspricht bei einem durchschnittlichen Dieseltreibstoffverbrauch von 100 bis 130 l/ha einer Einsparung von fast 20 % (20 l/ha) [8]. Bei gleichen Erträgen führt dieses zu einem besseren Input/Output-Verhältnis bei den Minimalbestellverfahren.

Liegen allerdings wie im berechneten Fall Ertragsnachteile aufgrund der Bodenbearbeitung und Bestellung vor, kann es wieder zu Verschiebungen zugunsten des Pflugverfahrens kommen. Im vorliegenden Fall erzielt das Grubberverfahren bei allen Intensitätsstufen hinsichtlich der Input/Output-Relationen das beste Ergebnis, da es bei einem mittleren Input die geringsten Ertragsinbußen hinnehmen mußte **Tafel 4.**

Aus Tafel 4 ist weiterhin ersichtlich, daß der maximale Energie-Output bei allen Verfahren in der höchsten Intensitätsstufe liegt. Dazu tragen die einzelnen Fruchtarten in unterschiedlicher Höhe bei. Aus diesem Grund besteht kein Zielkonflikt zwischen dem einzelbetrieblichen Trachten nach einem maximalen Gesamtdeckungsbeitrag und einem energiepolitisch wichtigen maximalen Energie-Output, solange keine Knappheitssituation und Verteuerung bei den Rohstoffen auftritt. Allerdings muß einschränkend gesagt werden, daß es bezüglich der einzelnen Fruchtfolgekombinationen bessere Möglichkeiten gibt, mit gleichem Energieeinsatz einen höheren Energie-Output zu erzielen.

Tritt aber eine Knappheitssituation oder eine starke Verteuerung der Energie auf, so sind unter den Intensitätsstufen und Bodenbearbeitungsverfahren diejenigen bevorzugt auszuwählen, die das beste Verhältnis von Input zu Output aufweisen. Das wäre in der betrachteten Kalkulation wieder das Grubberverfahren, und zwar für die Getreidearten Winterweizen und Sommergerste mit der Intensitätsstufe 1 und für Mais mit der Intensitätsstufe 3.

Intensitätsstufe	Fruchtart Verfahren	Energie-Input			Energie-Output			Energie-Input/Output 1:.....																
		WW	SG	KM	WW	SG	KM	WW	SG	KM														
1	PV 1 Pflug																							
	V 06	9318	7277	14243	82147	58311	77506	8,82	8,01	5,44														
	V 07	9716	7675	14475	82147	58311	77506	8,45	7,60	5,35														
	PV 2 Grubber																							
	V 17	9077	7036	13346	89582	58311	76797	9,87	8,29	5,75														
	V 19	9172	7131	13346	89582	58311	76797	8,77	8,18	5,75														
	PV 3 Fräse																							
	V 25	8354	6313	13199	80696	52335	71476	9,66	8,29	5,42														
	V 27	8448	6407	13199	80696	52335	71476	9,55	8,17	5,42														
2	PV 1 Pflug																							
	V 15	13287	9634	16862	94841	65555	108544	7,14	6,80	6,44														
	V 16	13164	9511	16810	94841	65555	108544	7,20	6,89	6,46														
	PV 2 Grubber																							
	V 17	12792	9139	16184	103364	65555	107480	8,08	7,17	6,64														
	V 19	12887	9234	16184	103364	65555	107480	8,02	7,10	6,64														
	PV 3 Fräse																							
	V 25	12069	8416	16037	93027	58854	100208	7,71	6,99	6,25														
	V 27	12163	8510	16037	93027	58854	100208	7,65	6,92	6,25														
3	PV 1 Pflug																							
	V 15	17189	12185	20418	101732	70444	139582	5,92	5,78	6,84														
	V 16	17066	12062	20366	101732	70444	139582	5,96	5,84	6,85														
	PV 2 Grubber																							
	V 17	16694	11690	19740	110980	70444	138163	6,65	6,03	7,00														
	V 19	16789	11785	19740	110980	70444	138163	6,61	5,98	7,00														
	PV 3 Fräse																							
	V 25	15971	10967	19593	99918	63200	128586	6,26	5,76	6,56														
	V 27	16065	11061	19593	99918	63200	128586	6,22	5,71	6,56														
Verfahren	Kantenfolge in Bild 2							Verfahren	Kantenfolge in Bild 2															
V 06	1	2	5	11	14	17	20	26	30	35	38	41	V 17	1	3	7	15	18	22	27	31	36	39	41
V 07	1	2	5	11	14	17	21	26	29	35	38	41	V 19	1	3	7	15	18	23	27	31	36	39	41
V 15	1	2	6	11	13	17	21	26	29	35	38	41	V 25	1	4	9	12	19	24	28	33	37	40	41
V 16	1	2	6	11	14	17	21	26	30	35	38	41	V 27	1	4	9	12	19	25	28	33	37	40	41

Tafel 4. Energiedaten (MJ/ha) ausgewählter Verfahren der Bodenbearbeitung und Bestellung bei 3 Intensitätsstufen in der Düngung und im Pflanzenschutz.

Zu den aus der Modellkalkulation resultierenden Aussagen ist zu bemerken, daß die Einzelergebnisse nur unter den getroffenen Annahmen gültig sind. Werden zusätzliche ertragsbestimmende Faktoren wie Standort, Bodenqualität, Fruchtfolgewirkungen, sonstige pflanzenbauliche und pflanzenzüchterische Maßnahmen mit einbezogen, können die Ergebnisse und Schlußfolgerungen im Detail von den gemachten Aussagen abweichen. Weiterhin ist bezüglich der Intensitätsstufen zu erwähnen, daß im Schrifttum abgesicherte Ertragszahlen von mehrjährigen Feldversuchen, die sich mit steigenden Einsatzniveaus ertragssteigernder Hilfsmittel unter energiesparenden Gesichtspunkten beschäftigen, nur wenig vorhanden sind. Verständlicherweise liegen hauptsächlich Arbeiten vor, die den optimalen Dünge- und Pflanzenschutzmitteleinsatz in Hinsicht auf den ökonomisch maximalen bzw. optimalen Betriebsertrag zum Ziel haben. Kalkulationen, die eine Steigerung der Energieproduktivität zum Ziel haben und Energieeinsparungsmöglichkeiten aufzeigen sollen, müßten deshalb durch mehrjährige Versuche auf eine bessere Datengrundlage gestellt werden.

4. Zusammenfassung

Möglichkeiten der Energieeinsparung bestehen im Pflanzenbau besonders in den Bereichen Bodenbearbeitung, Bestellung, Pflanzenschutz und Düngung. Diese Bereiche verursachen einen Anteil von über 80 % des gesamten Energieeinsatzes für eine Flächeneinheit. Untersucht man unterschiedliche Intensitätsstufen der Düngung und des Pflanzenschutzes, so führen sowohl bei den konventionellen Bodenbearbeitungs- und Bestellverfahren als auch bei den Verfahren der Minimalbestellung die Verfahren auf einer hohen Intensitätsstufe und mit den besten Kosten/Ertrags-Relationen unter Berücksichtigung des Arbeitszeitaufwandes zum maximalen Betriebsertrag und maximalen Energie-Output. Bei einer weiteren Energieverteuerung bzw. -verknappung ist eine Verminderung der Düngungsintensität von Vorteil, da dann die Grenzerträge bei den einzelnen Fruchtarten höher sind und eine teilweise bessere Energieausnutzung vorliegt. Diese Maßnahme hat aber gleichzeitig eine Verminderung des Betriebsertrages und des gesamten Energie-Outputs zur Folge.

Schrifttum

Bücher sind durch • gekennzeichnet

- [1] *Achilles, A. u. E. Dohne*: Energie-Kurzinformation, Band 2. KTBL, Darmstadt 1981.
- [2] *Kahnt, G.*: Produktionssysteme mit vermindertem Energieaufwand oder höherer Energiespeicherung. Vortrag: Hohenheimer Universitätstag 1980. In: Informationen für die Landwirtschaftsberatung in Baden-Württemberg. Jahrgang 1980, Nr. 5.
- [3] *Reisch, E.*: Energieproduktivität — Ein neuer Maßstab in der weiteren Entwicklung der Landwirtschaft. Vortrag: Hohenheimer Universitätstag 1980. In: Informationen für die Landwirtschaftsberatung in Baden-Württemberg. Jahrgang 1980, Nr. 5.
- [4] *Zeltner, E.*: Betriebstechnische und pflanzenbauliche Aspekte verschiedener Minimalbestellverfahren. KTBL-Schrift 204, Darmstadt 1976.
- [5] *Schäfer, W.*: Zur Ermittlung der optimalen Kombination von Allradschleppern und Geräten der Bodenbearbeitung anhand von b-v-Diagrammen. In: Planungsunterlagen für die Landwirtschaft, Band 2, KTBL, Darmstadt 1979.
- [6] *Stoppel, A.*: Planungsunterlagen für den Arbeits-, Leistungs- und Energiebedarf von Bodenbearbeitungsgeräten. In: Planungsunterlagen für die Landwirtschaft, Band 2, KTBL, Darmstadt 1979.
- [7] *Gutzmann, H.*: Pflanzenbauliche Untersuchungen über Wirkungen von wasserfreiem Ammoniak im Vergleich zu Stickstoff-Salzdüngemitteln bei verschiedenen Kulturpflanzen. Diss. Univ. Hohenheim 1976.
- [8] *Zeddies, J.*: Betriebswirtschaftliche Beurteilung der Möglichkeiten zur Energieeinsparung und -gewinnung in der Landwirtschaft. Vortrag: Hohenheimer Universitätstag 1980. In: Informationen für die Landwirtschaftsberatung in Baden-Württemberg. Jahrgang 1980, Nr. 5.
- [9] • *Zscheischler, J. u.a.*: Mais — Anbau und Verwertung. Frankfurt: DLG-Verlag 1979.
- [10] *Reisch, E.*: Betriebswirtschaftliche Methoden zur Beurteilung von technischen Neuerungen. Grundl. Landtechnik Bd. 26 (1976) Nr. 1, S. 1/5.

Notizen aus Forschung, Lehre, Industrie und Wirtschaft

Hans Sack zum Gedenken

Nach langer schwerer Krankheit, aber im Vollbesitz seiner geistigen Kräfte und mit stetigem Interesse für die Landtechnik*) verstarb am 5. Oktober 1981 in Aachen der o.emerit. Professor Dr.-Ing. Dr.-Ing.E.h. *Hans Sack*.

Er wurde am 28. Juni 1899 in Leipzig geboren und war ein Enkel von *Rudolf Sack* (1824–1900), der mit dem Bau eines "Eisernen Pfluges" 1850 bei einem Dorfschmied begonnen und eine Pflugfabrik mit 700 Arbeitern und einer Jahresproduktion von 30 000 Pflügen (1890) aufgebaut hatte, und Sohn des Kommerzienrates Dr.-Ing.h.c. *Paul Sack* († 1923), der mit seinem Bruder Fritz das Werk zur damals größten Pflugfabrik des Deutschen Reiches mit einer Jahresproduktion von 200 000 Pflügen bei 2 000 Arbeitern (1912) erweitert hatte.

*) Noch einen Tag vor seinem Tode hatte er dem Vorsitzenden des Arbeitskreises "Forschung und Lehre" der Max-Eyth-Gesellschaft mit Bedauern mitgeteilt, daß er nicht an der diesjährigen Tagung dieses Kreises teilnehmen könne und hatte auf das Buch "Die Geschichte der Dampfpflugfabrik John Fowler" hingewiesen, bei der Max Eyth von 1861–1882 tätig war. Er selbst habe noch "auf dem Dampfpflug gelernt".

Nach dem Abitur 1917 machte *Hans Sack* bis Kriegsende Dienst als Feldartillerist. Das Studium des Maschinenbaus in Dresden wurde nach dem Vorexamen unterbrochen, um in der Fa. Rud. Sack eine nach dem ersten Weltkrieg aktuell werdende Abteilung für Schlepperpflüge einzurichten. Nach dem Diplom mit Auszeichnung an der TH Danzig folgt 1923 und 1924 ein Aufenthalt in den USA mit zeitweiliger Tätigkeit als Vorrichtungskonstrukteur. Hier konnte der junge Ingenieur die damaligen Fertigungsmethoden kennenlernen, die er dann nach Eintritt in die Fa. Rud. Sack bei einer allmählichen Umstellung der Produktion von Gespann- auf Schlepperpflüge sowie auf rationelle Serienfertigung mit Erfolg anwendete.

Früh erkannte er die Möglichkeiten des Einsatzes von Geräten unter anderen Bedingungen als bisher üblich, wie in der Verwendung der Unkrauttriegel (Netzegen) im Getreide- und Kartoffelbau. Nach zähem Bemühen im Anfang der dreißiger Jahre wurden viele tausend Stück abgesetzt.