

Landtechnische Forschung

HERAUSGEBER: KURATORIUM FÜR TECHNIK IN DER LANDWIRTSCHAFT
FACHGEMEINSCHAFT LANDMASCHINEN IM VDMA
MAX EYTH-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER LANDTECHNIK

Heft 3/1953

MÜNCHEN

3. JAHRGANG

Diplomlandwirt K. H. Seibold:

Die Leistung des Mähdreschers

Kuratorium für Technik in der Landwirtschaft, Büro Stuttgart

Im Auftrag des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten wurden in den letzten zwei Jahren mit Hilfe von ERP-Mitteln Untersuchungen über technische, arbeits- und betriebswirtschaftliche Fragen des Mähdreschereinsatzes durchgeführt. Die technischen Untersuchungen sind dem Landmaschineninstitut der TH Braunschweig (Dir.: Prof. Dr.-Ing. G. Segler) übertragen. Die vorliegende Veröffentlichung ist dem Bericht über die arbeits- und betriebswirtschaftlichen Untersuchungen, die unter Leitung von Prof. Dr. A. Köstlin beim KTL-Büro Stuttgart durchgeführt wurden, entnommen. Die Fragen der Verfahren des Mähdreschers und der Wirtschaftlichkeit der Mähdreschernte sollen gegebenenfalls einer weiteren Veröffentlichung vorbehalten bleiben.

Redaktion.

Mit der weiteren technischen Entwicklung des Mähdreschers sowie der Ausbildung der an ihn gebundenen Verfahren zur Korn-, Kaff- und Strohbergung änderten sich die Voraussetzungen für den Mähdreschereinsatz. Es schien daher angebracht, besonders das Leistungsvermögen der Maschinen erneut zu untersuchen, denn die erreichbare Leistung dient als Grundlage zur Beurteilung der Schlagkraft und Wirtschaftlichkeit eines Ernteverfahrens.

Als Bezugseinheiten werden die Flächenleistung in ha/Std. und die Druschleistung in dz/Std. verwendet. Aus Leistung je Stunde und Anzahl der verfügbaren Stunden je Tag und Jahr errechnet sich die theoretische Tages- und Kampagneleistung. Um Maschinen mit unterschiedlicher Schnittbreite einander vergleichen zu können, muß auch die Leistung auf einen Fuß Schnittbreite bezogen werden. Es wird ferner unterschieden zwischen Brutto- und Nettoleistung des Mähdreschers. Die Bruttoleistung ergibt sich aus der Brutto-Mähdrescherzeit (Beginn bis Beendigung des Mähdreschers auf dem Feld), die Nettoleistung aus der Bruttozeit abzüglich sämtlicher Unterbrechungen. Auf Rüst-, Wege- und sonstige Nebenzeiten wird in einer späteren Arbeit eingegangen.

Die Leistung des Mähdreschers hängt von mehreren Faktoren ab. Neben den technischen Gegebenheiten wie Schnittbreite, Abmessungen von Dreschwerk und Schüttlern, Ausrüstung der Maschine, zur Verfügung stehende Antriebskraft und jeweiliger Vorschub (Gangabstufungen), sind es vor allem auch die natürlichen, betriebswirtschaftlichen und pflanzenbaulichen Verhältnisse der Betriebe wie Fruchtart, Ertrag, Korn-Stroh-Verhältnis (in Abhängigkeit der Schnitthöhe), Unkrautwuchs und Untersaaten, Schlaggröße und Schlagform, Feldentfernungen, Hanglagen, Bodenzustand, Qualität der Arbeitskräfte, Dispositionsfähigkeit des Betriebsleiters und die jeweilige Art der Korn-, Kaff- und Strohbergung, welche die Stundenleistung eines Mähdreschers bestimmen. Von besonderem Einfluß auf die Kampagneleistung sind ferner das Anbauverhältnis, die Druschart (Halm-, Schwad-, Hocken- oder Standdrusch), die Einsatzform (Eigen-, Gemeinschafts-

oder Lohneinsatz) und selbstverständlich auch das Klima und das Erntewetter.

Eine exakte Definition des anteiligen Einflusses der einzelnen Faktoren auf die Leistung eines Mähdreschers ist außerordentlich schwierig, da die praktischen Einsatzbedingungen von Fall zu Fall sehr verschieden sind. Um den Wert der von uns gewonnenen Untersuchungsergebnisse beurteilen zu können, erscheint es daher angebracht, zunächst auf die möglichen und angewendeten Methoden zur Leistungsbestimmung einzugehen:

1. Theoretische Berechnung der Flächenleistung nach Schnittbreite und Vorschub. Die Druschleistung errechnet sich dann aus dem Hektarertrag.
2. Messen der in der Zeiteinheit abgeernteten Fläche und des Erdrusches. In praktischen Einzelaufnahmen kann nach dieser Methode bei sonst gleichen Voraussetzungen der Einfluß bestimmter Faktoren isoliert dargestellt werden.
3. Die Repräsentativerhebung. Sie führt über eine Vielzahl von Leistungsmessungen unter den verschiedensten Einsatzbedingungen der Praxis zur effektiven Durchschnittsleistung von Mähdreschern unterschiedlicher Kapazität.

Die erste Methode wird häufig von Ingenieuren der Industrie angewendet, für den vorstehenden Zweck scheidet sie jedoch aus. Die zweite, die Einzelaufnahme, eignet sich besonders zur Ermittlung der leistungsbestimmenden technischen Faktoren. Untersuchungen dieser Art laufen im Institut für Landmaschinen der TH Braunschweig. Nur in wenigen Fällen, so zur Ermittlung des Einflusses verfahrenstechnischer Einzelösungen, wurde auch im Rahmen der arbeits- und betriebswirtschaftlichen Mähdrescheruntersuchungen, von denen hier die Rede ist, nach der Methode der Einzelaufnahme vorgegangen.

Die tatsächlichen Einsatzbedingungen für den Mähdrescher sind von Jahr zu Jahr, von Tag zu Tag, von Dorf zu Dorf und von Schlag zu Schlag so grundverschieden, daß in keinem Fall von Einzelerkenntnissen, nicht einmal von einer Summe von Einzelerkenntnissen auf eine zu erwartende Leistung geschlossen werden kann. Daher wurde für unsere Untersuchungen die Repräsentativerhebung bevorzugt, vor allem, um der landwirtschaftlichen Praxis allgemein gültige Durchschnittswerte an die Hand geben zu können, auf die sie dringend wartet.

Des weiteren eignet sich die Repräsentativerhebung besonders zur Ermittlung der Kampagneleistung und gibt damit Werte zur Kostenrechnung. — Fehlerquellen können darin gesehen werden, daß zum Teil auf Betriebe zurückgegriffen werden mußte, die den Mähdrescher erst seit einem oder zwei Jahren eingesetzt haben und sich dort die Betriebsorganisation und auch die Arbeitskräfte noch nicht völlig auf das neue Ernteverfahren eingespielt hatten; solche Fehler halten sich jedoch durchaus im Bereich der zulässigen Grenzen.

Flächen- und Druschleistung je Stunde

Bei Berücksichtigung der Faktoren, welche vorwiegend die Flächen- und Druschleistung je Stunde beeinflussen, muß zuerst die Abhängigkeit der Leistung von der Kapazität der Maschine, vom Kornertrag und vom Korn-Stroh-Verhältnis, also von der zu verarbeitenden Getreidemenge, genannt werden. Unterstellt man, daß von der konstruktiven Seite her für einen 7-Fuß-Mähdrescher eine Druschleistung von 17,5 bis 20 dz/Std. (bei einem durchschnittlichen Korn-Stroh-Verhältnis von 1:1,3) und ausreichende Kraft vorgesehen wurde, so läßt sich daraus die dem jeweiligen Hektarertrag entsprechende theoretische Netto-Flächenleistung errechnen. Veränderlich ist dabei der Vorschub. Zwei Beispiele sollen das veranschaulichen:

	Beispiel I		Beispiel II	
Theoretische Druschleistung der Maschine	17,5	17,5	dz/Std.	
Kornertrag (Korn-Stroh-Verhältnis 1:1,3)	30	40	dz/ha	
Theoretische Flächenleistung der Maschine	0,58	0,44	ha/Std.	

Tabelle 1: Netto-Mähdruschleistungen
(Schnittbreite: 7 Fuß)

Ertragsklasse	Ertrag dz/ha		Druschleistung dz/Std.		Flächenleistung ha/Std.	
	W.-Weizen	W.-Gerste	W.-Weizen	W.-Gerste	W.-Weizen	W.-Gerste
A) bis 25 dz/ha	18,4	18,0	15,8	6,5	0,86	0,36
	20,2	19,7	16,3	10,1	0,81	0,51
	21,9	22,4	10,5	12,7	0,48	0,57
	23,5	23,8	19,0	13,6	0,80	0,57
	23,6	.	9,0	.	0,38	.
	24,1	.	11,4	.	0,47	.
Durchschnitt:	20,5	21,0	14,2	10,7	0,63	0,50
B) 25—35 dz/ha	28,3	25,7	8,6	19,8	0,30	0,77
	28,3	27,5	11,4	11,5	0,41	0,42
	30,3	28,2	16,2	11,2	0,53	0,40
	31,6	30,0	15,1	6,6	0,47	0,22
	32,4	30,3	28,9	19,2	0,89	0,63
	34,4	30,5	20,4	11,6	0,52	0,38
	34,5	30,7	14,8	15,9	0,43	0,52
	34,6	31,3	25,1	11,9	0,72	0,38
.	34,5	.	10,0	.	0,29	
Durchschnitt:	31,6	29,9	17,1	13,3	0,53	0,45
C) 35—45 dz/ha	35,5	36,0	13,6	16,7	0,38	0,46
	35,5	36,4	19,8	10,8	0,56	0,31
	35,8	37,1	23,8	14,8	0,67	0,40
	36,5	40,0	24,3	18,0	0,66	0,45
	37,1	40,8	13,7	22,8	0,37	0,56
	37,3	.	14,9	.	0,40	.
	37,5	.	17,1	.	0,45	.
	37,5	.	13,8	.	0,37	.
	37,7	.	19,4	.	0,51	.
	38,6	.	29,9	.	0,77	.
	39,0	.	15,7	.	0,40	.
	39,5	.	9,3	.	0,23	.
	41,4	.	14,7	.	0,36	.
43,3	.	16,0	.	0,37	.	
Durchschnitt:	38,1	38,2	17,6	16,8	0,46	0,44

Tabelle 2: Beziehungen zwischen Drusch- und Flächenleistung bei verschiedenen Ertragsklassen und Getreidearten

	Durchschnittlicher Ertrag	Leistungen bei Ertrag A) = 100%		Leistungen bei Ertrag B) = 100%		Leistungen bei Ertrag C) = 100%	
		ha/Std.	dz/Std.	ha/Std.	dz/Std.	ha/Std.	dz/Std.
Weizen		(0,63*)	(14,2)	(0,52)	(17,1)	(0,46)	(17,6)
A)	20,5	100	100	121	83	137	80
B)	31,6	84	120	100	100	115	97
C)	38,1	73	124	87	103	100	100
Gerste		(0,50*)	(10,7)	(0,45)	(13,3)	(0,44)	(16,8)
A)	21,0	100	100	111	80	114	64
B)	29,9	90	124	100	100	102	79
C)	38,2	88	157	98	126	100	100

* Absolute Leistungen = 100%

Die maximale Druschleistung würde danach also in jedem Fall gewährleistet sein. Bei gleichem Ertrag müßten dann sämtliche Abweichungen von der maximalen Netto-Druschleistung auf verminderte Schnittbreite oder nicht optimale Fahrgeschwindigkeit zurückgeführt werden können. In beiden Fällen müßte ferner die Netto-Flächenleistung proportional der Netto-Druschleistung sinken. Beides trifft jedoch in der Praxis nicht zu.

Die Versuche (Tabelle 1) zeigen einmal, daß die maximale Druschleistung durchschnittlich nur bei einem Hektarertrag von 35 bis 45 dz/ha (C) erreicht wird, und zum anderen, daß sich das Verhältnis von Druschleistung zur Flächenleistung in den einzelnen Ertragsklassen A, B und C innerhalb einer Getreideart und zwischen verschiedenen Getreidearten innerhalb derselben Ertragsklasse unterscheidet (Tabelle 2 und 3). Die Abbildungen 1, 2a und 2b zeigen das besonders deutlich. Aus Abbildung 1 ist zunächst zu ersehen, daß bei beiden Getreidearten, ausgehend von den erzielten Leistungen beim durchschnittlichen Ertragswert (B) gleich 100%, generell auf eine Minderung der Flächenleistung und Steigerung der Druschleistung bei größeren Erträgen (C) und umgekehrt bei kleineren Erträgen (A) geschlossen werden kann. Dieselbe Tendenz kann abgelesen werden, wenn die effektiven Leistungswerte in den Ertragsklassen A oder C gleich 100% gesetzt werden.

Besonders interessant sind noch zwei Erscheinungen. Einmal fällt auf, daß sich bei Weizen die Druschleistungen, bei Gerste dagegen die Flächenleistungen im Bereich der Ertragsklassen B und C nur wenig unterscheiden. Die größten Schwankungen innerhalb sämtlicher Ertragsklassen treten beim Mähdrusch von Weizen bei der Flächenleistung und von Gerste bei der Druschleistung auf. Der Schwankungsbereich ist bei der Druschleistung der Gerste allerdings größer als bei der Flächenleistung des Weizens. Die Ursache beider Erscheinungen kann nur in den Zusammenhängen

Tabelle 3: Theoretische und praktische Netto-Drusch- und Flächenleistungen bei Winterweizen und Wintergerste

Ertrag dz/ha	Druschleistung				Flächenleistung			
	praktisch		theoretisch		praktisch		theoretisch	
	dz/Std.	%	dz/Std.	%	ha/Std.	%	ha/Std.	%
Weizen:								
C. 38,1	17,6	100	17,6	100	0,46	100	0,46	100
B. 31,6	17,1	97	17,6	100	0,53	115	0,56	122
A. 20,5	14,2	80	17,6	100	0,63	137	0,86	187
Gerste:								
C. 38,2	16,8	100	16,8	100	0,44	100	0,44	100
B. 29,9	13,3	79	16,8	100	0,45	102	0,56	127
A. 21,0	10,7	64	16,8	100	0,50	114	0,80	182

Druschleistung: A B - - - C - - -
 Flächenleistung: A B - - - C - - -

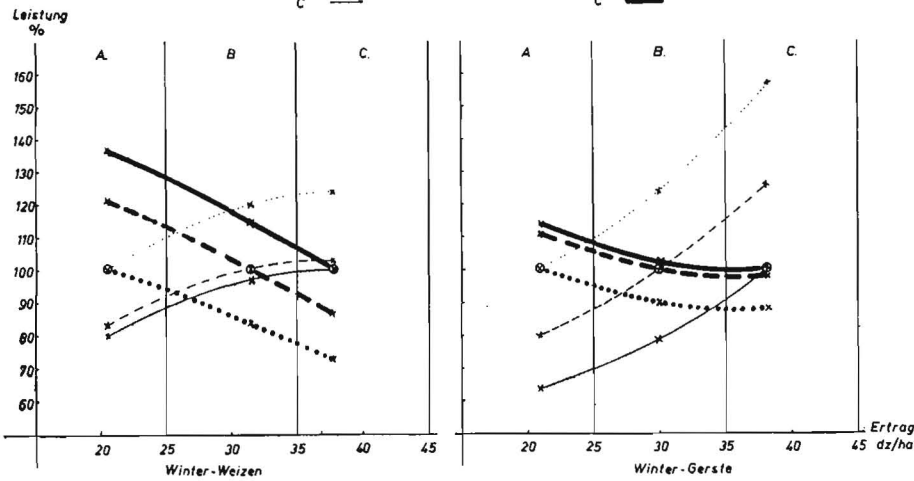


Abb. 1: Beziehungen zwischen Drusch- und Flächenleistung bei verschiedenen Ertragsklassen und Getreidearten

zwischen der Zusammensetzung des Erntevolumens (Korn-Stroh-Verhältnis für Winterweizen: 1 : 1,9; für Wintergerste: 1 : 1,3) und den konstruktiven Merkmalen der eingesetzten Maschinen vermutet werden. In den Abbildungen 2a und 2b wurde das Problem des Leistungsvermögens der Maschinen weiter verfolgt. Dabei wurden wiederum die ermittelte maximale Druschleistung und die dazugehörige optimale Flächenleistung der Ertragsklassen A und B eingetragen. Des weiteren wurde unterstellt, daß die erreichte Druschleistung der Ertragsklasse C theoretisch bei A und B ebenfalls hätte erzielt werden müssen. Die sich daraus, entsprechend den geringeren Erträgen, ergebende höhere Flächenleistung wurde ebenfalls eingezeichnet. Vergleicht man nun die Kurven für praktische und theoretische Drusch- und Flächenleistung, läßt sich daraus zugleich die Minderung der Gesamtleistung ablesen. Es zeigt sich, daß bei Gersteerträgen der Ertragsklasse B mit rund 21 % und bei A mit bis zu 36 % und mehr Minderleistung gerechnet werden muß. Die entsprechenden Werte

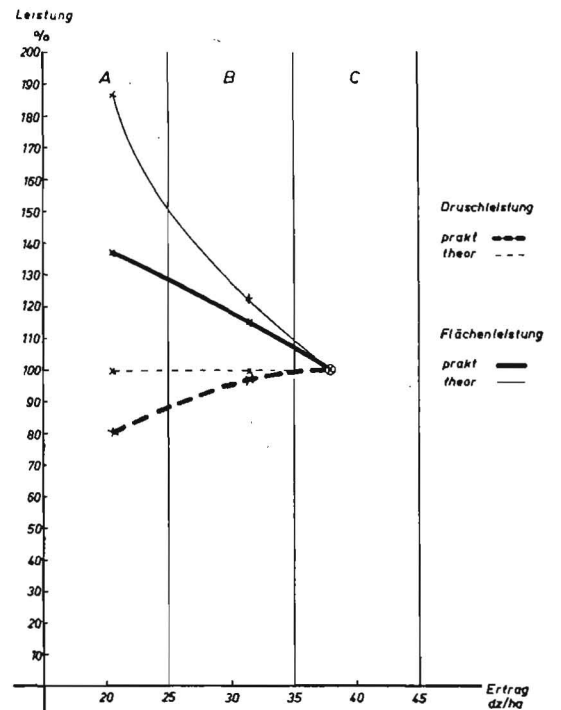


Abb. 2a: Theoretische und praktische Netto-Drusch- und Flächenleistung bei Winterweizen

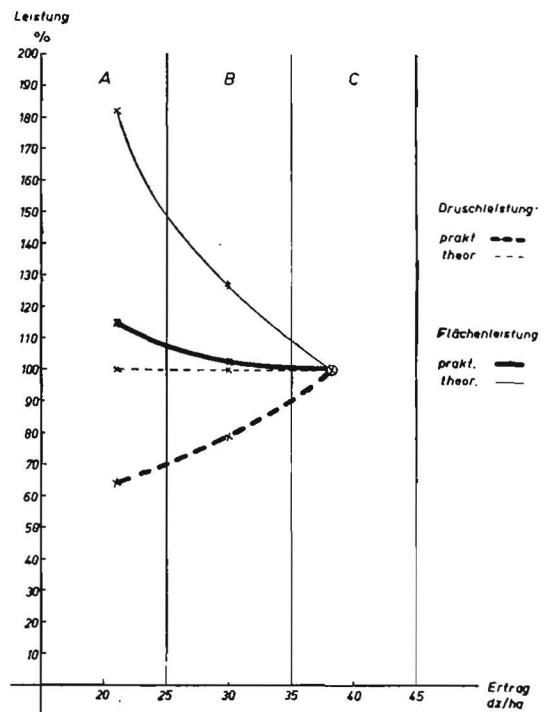


Abb. 2b: Theoretische und praktische Netto-Drusch- und Flächenleistung bei Winter-Gerste

Tabelle 4: Mähdruschleistungen bei verschiedenen Frucht- und Getreidearten (Schnittbreite: 7 Fuß)

Frucht- und Getreideart	Ertrag dz/ha	Bruttoleistung				Nettoleistung			
		der Gesamt-Schnittbreite		je Fuß Schnittbreite		der Gesamt-Schnittbreite		je Fuß Schnittbreite	
		ha/Std.	dz/Std.	ha/Std.	dz/Std.	ha/Std.	dz/Std.	ha/Std.	dz/Std.
Schwaddrusch									
Rops	20,0	0,39	7,8	0,056	1,1	0,56	11,2	0,080	1,6
Grassamen	5,0	0,22	1,1	0,031	0,16	0,23	1,2	0,033	0,17
Steckrüben	13,8	0,28	3,9	0,040	0,56	0,42	5,8	0,060	0,83
Hafer	25,0	0,40	10,0	0,057	1,4	0,64	16,0	0,091	2,3
Hockendrusch									
Rops	18,2	0,24	4,4	0,034	0,63	0,25	4,6	0,036	0,66
Grassamen	8,2	0,28	2,3	0,040	0,63	0,31	2,5	0,044	0,36
Mengfrucht	32,7	0,35	11,5	0,050	1,6	0,40	13,4	0,057	1,9
Roggen	33,4	0,24	8,0	0,034	1,1	0,32	10,7	0,046	1,5
Hafer	33,0	0,25	8,3	0,036	1,2	0,29	9,6	0,041	1,4
W.-Gerste	23,5	0,51	12,0	0,073	1,7	0,57	13,4	0,081	1,9
Getreidemittel	30,7	0,34	10,4	0,049	1,5	0,40	12,3	0,057	1,8
Halmdrusch									
Rops	18,2	0,20	3,6	0,029	0,51	—	—	—	—
Grassamen	4,4	0,40	1,8	0,057	0,26	0,52	2,3	0,074	0,33
Roggen	27,9	0,37	10,3	0,053	1,5	0,45	12,6	0,064	1,8
Hafer	35,6	0,33	11,8	0,047	1,7	0,38	13,5	0,054	1,9
W.-Gerste	30,0	0,36	10,8	0,051	1,5	0,45	13,5	0,064	1,9
S.-Gerste	31,4	0,45	14,1	0,064	2,0	0,56	17,6	0,080	2,5
W. Weizen	33,6	0,44	14,8	0,063	2,1	0,56	18,8	0,080	2,7
S.-Weizen	36,0	0,46	16,6	0,066	2,4	0,58	20,9	0,083	3,0
Getreidemittel	32,4	0,40	13,0	0,057	1,9	0,50	16,2	0,071	2,3

für Weizen liegen zwar mit 3 und 20 % wesentlich günstiger, rechtfertigen aber trotzdem noch einen eindringlichen Hinweis, der Schnitthöhe, der Schnittbreite, den Gangabstufungen (gerade auch bei Normalgängen) und den Verlustzeiten mehr Aufmerksamkeit als bisher zuzuwenden, denn dort sind die Ursachen dieses Leistungsabfalles zu suchen.

Der Einfluß der jeweiligen Getreideart auf die Mähdruschleistung wird außer vom Erntevolumen noch von der Beschaffenheit des Strohes (Hart- und Weichstroh), von der Strohlänge, von der Neigung zum Wickeln und von der Möglichkeit eines leichten Ausdrusches maßgebend bestimmt. Alle diese Faktoren können besser erfaßt werden, wenn man einer Betrachtung die Brutto-Mähdruschleistung zugrunde legt (Tabelle 4), da bei Einbeziehung der Unterbrechungs-

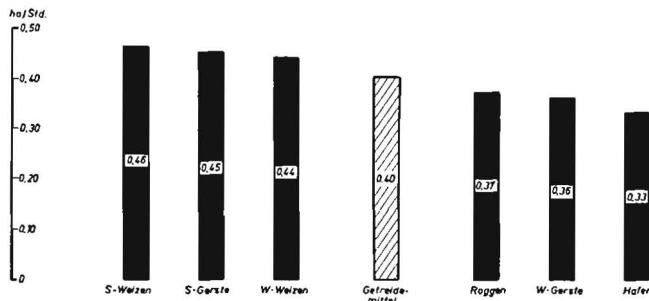


Abb. 3: Brutto-Mähdruschleistung (ha/Std.) bei verschiedenen Getreidearten (Durchschnittl. Ertrag: 32,4 dz/ha; Schnittbreite: 7 Fuß)

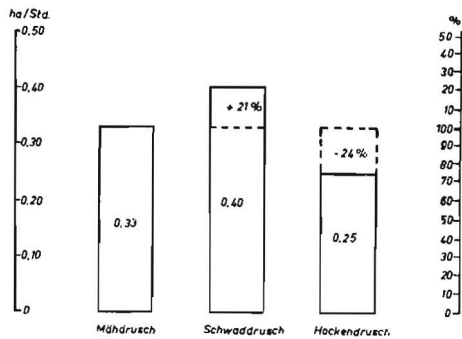


Abb. 4: Bruttoleistung des Mähreschers (ha/Std.) bei Hafer (Durchschnittl. Ertrag: 32,4 dz/ha; Schnittbreite: 7 Fuß)

zeiten, besonders der Arbeitsstörungen, die unterschiedlichen Auswirkungen dieser Faktoren auf die Leistung des Mähreschers mit berücksichtigt werden können. Abbildung 3 zeigt, daß beim Mähdrusch im Mittel aller Getreidearten 0,40 ha/Std. abgeerntet wurden (den Versuchen liegt ein durchschnittlicher Ertrag von 32,4 dz/ha zugrunde, die Angaben beziehen sich auf 7-Fuß-Mährescher). Sommer- und Winterweizen sowie Sommergerste liegen über dem Durchschnitt; Roggen, Wintergerste und Hafer darunter. In dieser Reihenfolge kann auch die Eignung der einzelnen Getreidearten für den Mähdrusch festgelegt werden. Während sich die obigen Angaben auf Halmdrusch beziehen, ist in Abbildung 4 die unterschiedliche Leistung des Mähreschers beim Mähdrusch, Schwaddrusch und Hockendrusch bei der Ernte von Hafer niedergelegt. Demnach lag die Leistung beim Schwaddrusch mit 0,40 ha/Std. 21 % über der Mähdruschleistung und mit 0,25 ha/Std. beim Hockendrusch 24 % darunter. Die höhere Leistung beim Schwaddrusch dürfte vor allem darauf zurückzuführen sein, daß bei der Aufnahme des abgetrockneten Schwads eine Leistungsminderung durch Unkraut und gütige Halmteile entfällt und keine Störzeiten durch Verstopfen des Schneidwerkes oder Wickeln der Haspel auftreten. Leistungsmindernd wirken beim Hockendrusch vor allem die beim Vorrücken und Herantragen der Garben entstehenden Verlustzeiten und der Wegfall der kontinuierlichen Beschickung.

Aus der hohen Leistung beim Schwaddrusch ist zu ersehen, daß der Einfluß der natürlichen Einsatzbedingungen auf die Leistung des Mähreschers ganz erheblich sein kann. Neben Unkrautbesatz und Untersaaten, deren nachteilige Wirkung unter Umständen durch größere Stoppellängen zum Teil abgeschwächt werden kann, sind es vor allem auch unreifes und feuchtes Stroh, der Boden Zustand, die Schlaggröße und Schlagform, Lagergetreide sowie Hanglagen, welche die Drusch- und Flächenleistung mindern können. Unreifes Stroh führt beispielsweise zum Trommelwickeln. Feuchter Boden erhöht den Rollwiderstand und erfordert dadurch eine höhere Zugleistung. Nach Czechanowski [1] sind ferner bei einem Mährescher von 7 Fuß Schnittbreite zur Aberntung eines Schlags von 2,5 ha und mehr 2 Std./ha, bei 2 ha Schlaggröße bereits 2,2 Std./ha, bei 1 ha 2,8 Std./ha und bei 0,5 ha Schlaggröße sogar 3,9 Std./ha erforderlich. Wenn auch

anzunehmen ist, daß sich dieses Verhältnis bei kleineren, wendigeren Mähreschertypen nicht ganz so extrem nachweisen lassen wird, darf doch der Einfluß der Schlaggröße auf keinen Fall übersehen werden. Als günstigste Schlagform gilt ein langes Rechteck. Hanglagen bis zu 7 % können von Mähreschern im allgemeinen noch mit Sicherheit abgeerntet werden, wenn der erhöhte Kraftbedarf bei der Bergfahrt und die einseitige Belastung der Schüttler und Siebe durch entsprechende Kraftreserven und durch verminderte Schnittbreite ausgeglichen werden können. Besondere Nachteile ergeben sich beim Hangabwärts-Fahren für längs zur Fahrtrichtung angeordnete Strohschüttler, wie sie bei fast allen deutschen Mähreschertypen anzutreffen sind und für Längsflußmährescher, die nicht über eine Frontschnecke und geschlossene Getreidezuführung verfügen, zumal, wenn deren Fördertisch einen steilen Schnittwinkel aufweist [2]. Der steile Fördertisch des Längsflußmähreschers wirkt sich außerdem bei Lagergetreide sehr nachteilig aus; rotierende Halmteiler und die Kammhaspel können diese Schwäche nicht immer völlig aufheben.

Leistungsbestimmend sind weiter das jeweilige Kornbergesystem und die Arbeitsorganisation. In Anlehnung an schwedische Untersuchungsergebnisse [3] wurde in Abbildung 5 der Einfluß verschiedener Tankentleerverfahren auf die Bruttoleistung eines 7-Fuß-Mähreschers dargestellt. Daraus ist zu ersehen, daß der in Abbildung 3 für das Getreidemittel ausgewiesene Leistung von 0,40 ha/Std. das Kornbergesystem c) „Wagen am Feldrand abgestellt, Tank entleeren oder Säcke umladen“ zugrunde lag. Wird der Wagen zum Mährescher gebracht (Verfahren b), steigt die Leistung auf 0,45 ha/Std., bei Entleerung während des Mähdruschs (Verfahren a) sogar auf 0,50 ha/Std. und mehr. Diese Leistungen wurden bei einem Ertrag von 30 bis 35 dz/ha erzielt. Mit steigendem Ertrag fällt die Leistung infolge des größeren zu verarbeitenden Volumens erheblich ab und beträgt bei einem Ertrag von 50 dz/ha, zum Teil auch wegen des häufigeren Umlerens, nur noch 0,18 bis 0,29 ha/Std. Im übrigen kann aus dieser Darstellung ebenfalls der Leistungsabfall bei Erträgen unter 35 dz/ha abgelesen werden.

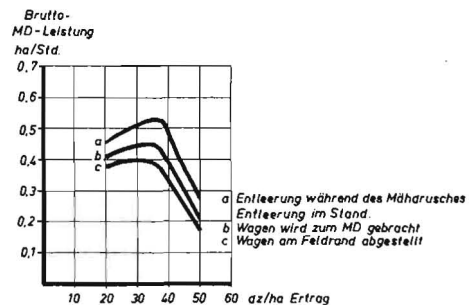


Abb. 5: Bruttoleistung eines 7-Fuß-Mähreschers bei verschiedenem Ertrag und jeweiligem Tankentleerverfahren

Das Zusammenwirken der natürlichen, verfahrenstechnischen, technischen und organisatorischen Einflüsse auf die Mährescherleistung spiegelt sich auch in den Unterbrechungszeiten (Tabelle 5) wieder. Die entsprechenden Werte der einzelnen Frucht- und Getreidearten weichen dabei nicht unerheblich voneinander ab. — Die Bedeutung der Tankentleerung oder des Umladens der Säcke ist im Zusammenhang mit den übrigen Unterbrechungszeiten für das Getreidemittel in Abbildung 6 noch einmal gesondert dargestellt. In der linken Säule wurde die Brutto-Mähdruschzeit gleich 100 gesetzt, davon entfallen auf Netto-Mähdruschzeit 77 % und auf Unterbrechungen 23 %. Von diesen Unterbrechungen entfallen, wie aus der rechten Säule ersichtlich, 48 % auf das Umladen der Säcke, 21 % auf Arbeitspausen, 18 % auf Arbeitsstörungen und 13 % auf Maschinenschaden. Das bedeutet: 48 % und 21 % = 69 % der Unterbrechungszeit, entsprechend 16 % der Brutto-Mähdruschzeit, sind durch Betriebsorganisation unmittelbar beeinflussbar, und 18 % + 13 % = 31 % der Unterbrechungszeit oder 7 % der Brutto-Mähdruschzeit sind nur mittelbar beeinflussbar. Hier liegen also noch große

Tabelle 5: Die Zusammensetzung der Unterbrechungszeiten beim Mähdrusch

(Kornbergung: Körbe umladen; Strohbergung: Anbaupresse)

Frucht- und Getreideart	Unterbrechungen								
	Insgesamt in % der Brutto-Mähdruschzeit	davon:							
		unmittelbar beeinflussbar			% der Brutto-Mähdruschzeit	mittelbar beeinflussbar			% der Brutto-Mähdruschzeit
		% der Unterbrechungszeit				% der Unterbrechungszeit			
Säcke umladen	Arbeitspausen	zus.:	Arbeitsstörung	Maschinenschaden	zus.:				
Grassamen	22	20,4	38,2	58,6	12,9	34,6	6,8	41,4	9,1
Winterweizen	23	48,5	20,4	68,7	15,8	17,8	13,7	31,3	7,2
Wintergerste	26	49,7	11,0	60,7	15,8	20,5	18,8	39,3	10,2
Sommergerste	28	35,2	38,3	73,5	21,6	10,6	15,9	26,5	7,4
Roggen	21	45,6	22,4	68,0	14,3	22,3	9,7	32,0	6,7
Hafer	17	62,7	15,5	78,2	13,3	17,1	4,7	21,8	3,7
Getreidemittel	23	48,2	21,4	69,6	16,1	17,8	12,8	30,4	7,3

Reserven für die Steigerung der Mähdrescherleistung. Die Kampagneleistung der erfaßten Mähdrescher könnte bei entsprechender Disposition um 10 bis 15 % erhöht werden oder der Einsatz auf günstigere Mähdruschstunden beschränkt bleiben.

Nach den Ausführungen über den Einfluß der natürlichen und verfahrenstechnischen Faktoren, die die Leistung bestimmen, soll nun noch an einem Beispiel der Einfluß der technischen Ausrüstung einschließlich der zur Verfügung stehenden Antriebskraft nachgewiesen werden (Tabelle 6, Abb. 7), wie er sich aus den Ergebnissen der Repräsentativerhebungen darstellt. Die Netto-Mähdruschleistung eines 7-Fuß-Mähdreschers mit Anbaupresse, gezogen von einem 40-PS-Schlepper (A) wurde mit 0,50 ha/Std. ermittelt und gleich 100 gesetzt. Mähdrescher mit Anbaupresse und 30 PS Aufbaumotor (B) haben unter annähernd gleichen Bedingungen 0,54 ha/Std., das sind 8 % mehr, und Mähdrescher ohne An-

Tabelle 6: Die Leistung von 7 Fuß Mähdreschern in Abhängigkeit von der technischen Ausrüstung und Antriebsart (Getreidemittel)

Antriebsart und Ausrüstung	Ertrag dz/ha	Bruttoleistung				Nettoleistung			
		der gesamt. Schnittbreite		je Fuß Schnittbreite		der gesamt. Schnittbreite		je Fuß Schnittbreite	
		ha/Std.	dz/Std.	ha/Std.	dz/Std.	ha/Std.	dz/Std.	ha/Std.	dz/Std.
I. 40 PS Schlepper m. Anbaupresse	32,4	0,40	12,9	0,057	1,8	0,50	16,2	0,071	2,3
II. 25 PS Schlepper 30 PS Aufbaumotor mit Anbaupresse	35,5	0,48	17,1	0,069	2,4	0,54	19,2	0,077	2,7
III. 40 PS Schlepper ohne Anbaupresse	30,9	0,52	16,1	0,074	2,3	0,63	19,5	0,090	2,8

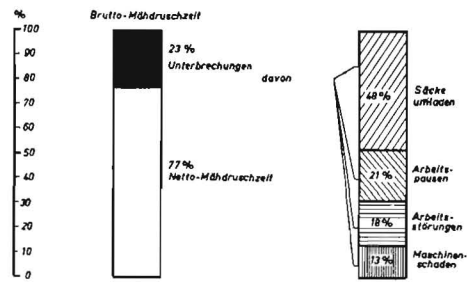


Abb. 6: Mähdruschzeit und Unterbrechungen (Kornbergesystem: Säcke umladen; durchschnittl. Ertrag: 32,4 dz/ha)

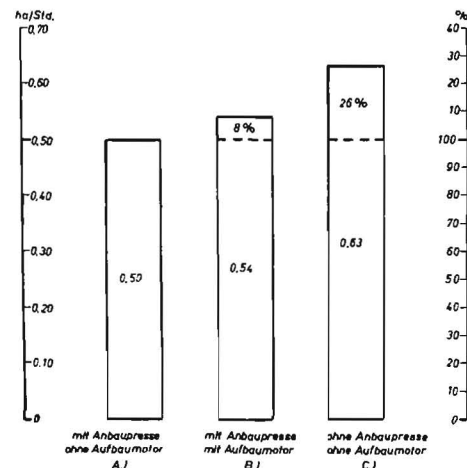


Abb. 7: Nettoleistung von Mähdreschern mit verschiedener technischer Ausrüstung und Antriebsart (Durchschnittl. Ertrag: 32,4 dz/ha; Schnittbreite: 7 Fuß)

baupresse und ohne Aufbaumotor, gezogen wiederum von einem 40-PS-Schlepper (C), 26 % Mehrleistung erzielt. Beide Zahlen sprechen für eine größere Kraftreserve zum Ziehen des Mähdreschers und Antrieb des Dreschwerkes. Unter (C) tritt außerdem der Wegfall der Störzeiten in Erscheinung, welche durch die Anbaupresse verursacht werden. Bei Mähdrescher mit Strohzerreißern ist dagegen infolge des höheren Kraftbedarfs des Strohzerreißers bei gleicher Gesamt-Antriebskraft die Leistung bis zu 20 % abgesunken.

Aus den Erhebungen konnte weiter die interessante Folgerung gezogen werden, daß die Netto-Leistung von Längsfluß-Mähdreschern sichtlich niedriger lag als die von Querflußmaschinen. So wurden bei gleich hoher Antriebskraft je Fuß Schnittbreite 7,1 a von Querfluß-Mähdreschern und nur 4,5 a von Längsfluß-Mähdreschern je Stunde abgeerntet. Dieses Ergebnis der Repräsentativerhebungen berechtigt jedoch noch nicht zu endgültigen Schlüssen, vielmehr müssen gerade hierzu die Ergebnisse der technischen Untersuchungen abgewartet werden.

In diesem Zusammenhang läge nahe, auf weitere Antriebsfragen einzugehen, wobei an bessere Gangabstufungen sowie an motorabhängige Zapfwellen gedacht werden muß. Es ist anzunehmen, daß besser abgestufte Schleppergetriebe wohl kleinere Zugeinheiten erlauben, wobei allerdings mit geringerem Vorschub die Flächenleistung des Mähdreschers erheblich abfällt und die verfügbaren Mähdruschstunden unter Umständen nicht mehr ausreichen. Mehr zu erreichen wäre wahrscheinlich mit motorabhängigen Zapfwellen oder mit Schleppern, deren Kraftabgabe vorübergehend gesteigert werden kann. Denkbar wäre ferner ein kleiner Aufbaumotor, der zur Unterstützung der Zapfwelle entweder direkt mit dem Hauptantrieb gekuppelt ist oder auch einen Teil des Aggregates selbständig antreibt. Ein solcher Motor sollte angeflanscht sein, um noch an anderer Stelle (Hackrahmen, Aufnahmepresse, Feldhäcksler) Verwendung finden zu können.

Tabelle 7: Durchschnittliche Kampagneleistung von Mäh-dreschern verschiedener Schnittbreite

(Ausstattung: ohne Aufbaumotor, mit Anbaupresse)

Schnittbreite	Durchschn.Brutto-Flächenleistung		Jährliche Einsatzstunden		Jährliche Flächenleistung			Jährliche Kampagneleistg.	
	je Fuß-Schnittbreite	der Gesamt-Schnittbreite	Zur Getreide-ernte	fürsonst. Mäh-drusch-flächen	Ge-treide-flächen	Sonstige Mäh-drusch-flächen*)	Einsatz-stunden	Ernte-fläche*)	
Fuß	ha/Std.	ha/Std.	Std.	Std.	ha	ha	Std.	ha	
4	0,057	0,23	142	7-14	32,6	1,6-3,2	149-156	34-36	
5	0,057	0,28	142	7-14	39,7	2,0-4,0	149-156	42-44	
6	0,057	0,34	142	7-14	48,3	2,4-4,8	149-156	51-53	
7	0,057	0,40	142	7-14	56,9	2,8-5,6	149-156	60-63	
8	0,057	0,46	142	7-14	65,4	3,2-6,4	149-156	69-72	
9	0,057	0,51	142	7-14	72,5	3,6-7,2	149-156	76-80	
10	0,057	9,57	142	7-14	81,0	4,0-8,0	149-149	85-89	

*) abgerundet

Die Kampagneleistung

Zur Beurteilung der Schlagkraft und Wirtschaftlichkeit des Ernteverfahrens Mähdrusch muß die unter bestimmten betriebswirtschaftlichen und klimatischen Voraussetzungen erzielbare Kampagneleistung herangezogen werden. Sie ist gegeben durch die Brutto-Flächenleistung einer Maschine je Stunde und durch die Anzahl der möglichen Einsatzstunden im Jahr. Die Zahl der möglichen Einsatzstunden wiederum kann sich nach folgenden Gesichtspunkten ergeben:

- Stunden, in denen der Einsatz des Mähdreschers grundsätzlich möglich ist,
- Stunden, in denen der Einsatz bei einer gegebenen Auflage möglich ist (z. B. der Wassergehalt des Getreides darf 16 oder 20 % nicht übersteigen).

Die Zahl der Stunden nach a) wird bestimmt durch die Größe der eigenen Mähdruschfläche (bei gemeinschaftlicher Maschinenbenutzung, Lohneinsatz oder Nachbarschaftshilfe auch durch die Größe der Fremdfäche), durch das Anbauverhältnis und damit zugleich durch die Druschart und die phänologischen Daten eines Klimabereiches, sowie durch das Erntewetter einzelner Klimazonen. Dasselbe gilt für die Zahl der Stunden nach b), jedoch mit der durch die jeweilige Auflage bedingten Einschränkung.

Der Einfluß und das Zusammenwirken der verschiedenen Wetterfaktoren wie Menge, Art und Häufigkeit von Nieder-

schlägen, relative Luftfeuchtigkeit, Temperatur, Wind und Intensität der Sonneneinstrahlung und ihre Bedeutung für die Qualität und den Zustand des Getreides, sowie für die Anzahl der täglich möglichen Mähdruschstunden wurden nach Repräsentativerhebungen und Einzelaufnahmen ermittelt. Die Auswertung erfolgt unter Einbeziehung der Weiterdaten von verschiedenen meteorologischen Stationen in einer besonderen Arbeit [4] und wird zu einer Charakteristik verschiedener Mähdrusch-Klimazonen Westdeutschlands führen. Ebenfalls aus Einzelaufnahmen und Repräsentativerhebungen gewonnen wurden die tatsächlichen, unter verschiedenen betriebswirtschaftlichen, phänologischen und klimatologischen Verhältnissen in den Jahren 1951 und 1952 erreichten Drusch- und Flächenleistungen je Stunde, Tag und Kampagne. In den erfaßten Betrieben wurde durchschnittlich in einer Zeitspanne von 38 Kalendertagen an 21 Tagen Mähdrusch durchgeführt. Davon entfielen rund 16 Tage auf die Spätgetreideernte. Je Mähdruschtag standen im Mittel der Gesamt-ernte 6,7 Einsatzstunden, während der Spätgetreideernte 6,9 und während der Frühgetreideernte 6,4 Stunden zur Verfügung. Der durchschnittliche Beginn für die Früh-, Spät- und Gesamtgetreideernte lag mit 12 Uhr 23, 11 Uhr 12 und 11 Uhr 55 erstaunlich spät. — Die Zahl der Mähdruschstunden zur Frühgetreideernte lag also im Durchschnitt bei 5 Tagen mal 6,4 Stunden = 32, zur Spätgetreideernte bei 16 x 6,9 = 110 und zur Getreideernte insgesamt bei 142 Einsatzstunden. Dabei hielt sich das Mittel der Kornfeuchtigkeit des geernteten Gutes unter 18 %.

Die bei einem Durchschnittsertrag von 32,4 dz/ha für sämtliche Getreidearten ermittelte stündliche Brutto-Flächenleistung von 0,057 ha je Fuß Schnittbreite im Mittel aller Mähdrescher (Tabelle 4) ergibt Richtwerte für die Leistungen der einzelnen Maschinentypen. Daraus kann man, zusammen mit den durchschnittlichen Einsatzstunden, die jährliche Flächenleistung für die Getreideernte errechnen (Tabelle 7). Hinzu kommt der mögliche Einsatz des Mähdreschers beim Felldrusch von Raps, Rüben, Erbsen, Klee-, Gras-, Rüben- und Gemüsesämereien. Dadurch kann sich bei vorsichtiger Schätzung, je nach dem Anbauverhältnis eines Betriebes, die Felldruschleistung des Mähdreschers um 5 bis 10 % erhöhen und bei 150 bis 155 Einsatzstunden für 4-Fuß-Mähdrescher beispielsweise zu einer Kampagneleistung von rund 35 ha, für 7-Fuß-Mähdrescher zu einer solchen von rund 62 ha führen. Die auf diese Weise ermittelten Durchschnittswerte aller eingesetzten Maschinen eignen sich besonders als Berechnungsgrundlage für Kalkulationen (auf Abweichungen durch verschiedene Ausstattung der Mähdrescher soll in einem späteren Beitrag eingegangen werden). Zur Beurteilung der Einsatzmöglichkeiten in unterschiedlichen Klimabereichen und den sich daraus ergebenden Konsequenzen für die Betriebsorganisation und verfahrenstechnische Durchbildung reichen diese jedoch nicht aus. Hier kann eine Skizzierung der einzelnen Klimazonen nicht umgangen werden.

Tabelle 8: Einsatzzeiten von Mähdreschern in verschiedenen Klimabereichen

Klimabereich ¹⁾	Niederschläge mm	rel. Luftfeuchtigkeit %	Mähdruschlage				Mähdruschst-d. je Tag	Einsatzstunden ²⁾		
			Ge-treide-ernte	Sonst. Fröhe	Ins-ges.	Ge-treide-ernte		Sonst. Fröhe	Ins-ges.	
			Tage	Tage	Tage	Std.		Std.	Std.	
I. günstig	130 und wenig.	57 und wenig.	21	2	23	8,1 und mehr	170	16	168 und mehr	
II. mittel	130-180	58-64	21	2	23	5,6-8	141	13	154	
III. ungünstig	130-180	65 und mehr	21	2	23	5,5 und wenig.	116	11	127 und wenig.	
IV. ungünstig	180 und mehr	65 und mehr	21	2	23	5,5 und wenig.	116	11	127 und wenig.	

¹⁾ nach Köstlin

²⁾ abgerundet

Köstlin [5] hat versucht, an Hand der vorliegenden Klimakarten aus dem langjährigen Durchschnitt der Niederschlagsmengen und den 14-Uhr-Werten der relativen Luftfeuchtigkeit für Juli und August grobe Testwerte für vier Klimabereiche anzugeben, in denen mit großer Wahrscheinlichkeit ein bestimmter Witterungsverlauf während der Mähdruschzeit zu erwarten ist.

Den Ergebnissen der zweijährigen Repräsentativerhebungen konnte ferner entnommen werden, daß in allen vier Klimazonen die Zahl der Mähdruschtage annähernd gleich hoch lag (21 Tage zur Getreideernte), wogegen die Zahl der täglichen Einsatzstunden voneinander abwich (Tabelle 8). Daraus ergibt sich die unterschiedliche Anzahl Einsatzstunden für die Getreide- und die Gesamternte. Sie liegt bei 186 und mehr Stunden in der Gutwetterzone und bei 127 und weniger Stunden in der Schlechtwetterzone. Die Einsatzstunden des mittleren Bereichs (154) decken sich mit dem nach Tabelle 7 gefundenen Durchschnittswert der Mähdrescher aller Klimabereiche, woraus die Berechtigung abgeleitet wird, diese Werte allen weiteren Betrachtungen zugrunde zu legen.

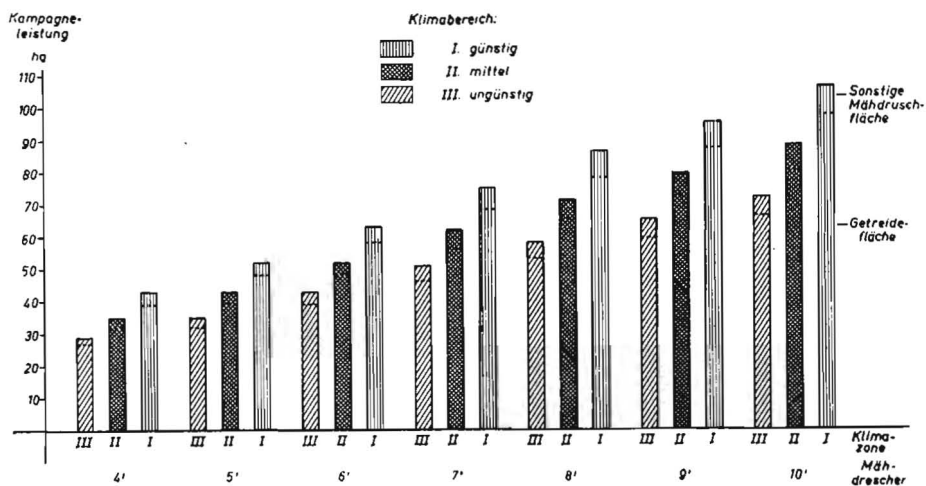


Abb. 8: Kampagneleistung von Mähdreschern in verschiedenen Klimabereichen (Ausstattung: ohne Aufbaumotor, mit Anbaupresse)

Aus der Anzahl der in den einzelnen Klimazonen erreichbaren Einsatzstunden und der Flächenleistung der Mähdrescher ergibt sich die Kampagneleistung (Abb. 8), bei welcher der Wassergehalt des Getreides nicht höher als 16 bis 18 % zu sein braucht. Unter dieser Bedingung reicht also beispielsweise zur Aberntung von 43 ha im Gutwettergebiet ein 4-Fuß-Mähdrescher aus. Bei mittlerer Wetterlage müßte bereits ein 5-Fuß-Mähdrescher und im Schlechtwettergebiet eine 6-Fuß-Maschine zur Verfügung stehen. Andernfalls müßte man die Einsatzzeit der 4- und 5-Fuß-Mähdrescher in den ungünstigen Bereich ausdehnen. Dazu gibt es zwei Möglichkeiten: Entweder die Überschreitung der zugrunde gelegten Tagesspanne oder die Vermehrung der Mähdruschtage. Das ist allerdings nur noch im Bereich der Klimazonen I und II möglich und führt dort zu höherem Wassergehalt des Getreides; ferner können Keimfähigkeit und Triebkraft darunter leiden, und unter Umständen ist die Bergung von qualitativ einwandfreiem Kaff und Stroh dadurch in Frage gestellt. Die Ausdehnung der Mähdruschtage erhöht außerdem das Risiko und erschwert eine fristgerechte Stoppelbearbeitung. Der Be-

triebsleiter wird sich also überlegen müssen, ob die geringeren Kosten kleinerer Maschinen nicht am Ende wieder abgewogen oder sogar überschritten werden durch höhere Trocknungskosten, vermehrtes Risiko und betriebswirtschaftliche Nachteile. Darauf, wie auch auf denkbare Zwischenlösungen (Aufbaumotor, Kriechgangschlepper, zweckvolle Durchbildung der Teilverfahren) soll in einem späteren Beitrag eingegangen werden. DK 631.354.2

Schrifttum:

- [1] Czechanowski, G.: Der Mähdrescher, *Landw. Zeitschr. d. Nordrhein-provinz*, 1951.
- [2] Segler, G.: Der technische Stand des Mähdruschs, *Berichte über Landtechnik* Nr. 34, 1953.
- [3] Aniansson, G., Norén, O., Haraldson, A.: Tonksystem vid Skörde-tröskning, *Jordbrukstekniska Institutet, Ultuna, Uppsala, Medd.* Nr. 235/1951.
- [4] Voigt, V.: Der Einfluß der Witterungsfaktoren auf die Kornfeuchtigkeit und die Folgerungen für den Mähdrusch. *Dissertation, in Vorbereitung.*
- [5] Köstlin, A.: Die Möglichkeiten des Mähdruschs in Westdeutschland. *Berichte über Landtechnik* Nr. 34, 1953.

Résumé:

Diplomlandwirt K. H. Seibold: „Die Leistung des Mähdreschers.“

Die erreichbare Leistung dient als Grundlage zur Beurteilung der Schlagkraft und der Wirtschaftlichkeit einer Erntemaschine. Die Leistung des Mähdreschers hängt von verschiedenen Faktoren technischer, natürlicher, betriebswirtschaftlicher und pflanzenbaulicher Art ab. Um dem Landwirt allgemein gültige Durchschnittswerte an die Hand geben zu können, wurde für die vorliegenden Untersuchungen die Repräsentativhebung angewandt, die über eine Vielzahl von Leistungsmessungen unter den verschiedensten Einsatzbedingungen der Praxis zur effektiven Durchschnittsleistung von Mähdreschern unterschiedlicher Kapazität führt. Einzelne behandelte werden die Faktoren, die die Flächen- und Druschleistung je Stunde beeinflussen und diejenigen, die die Kampagneleistung bestimmen. Weitere Beiträge über die Verfahren des Mähdruschs und über die Wirtschaftlichkeit der Mähdruschernnte sollen folgen.

Diplomlandwirt K. H. Seibold: "The Output of Combined Harvesters."

The output of a harvester serves as a basis for estimating the threshing power and the efficiency. The output of a combined harvester depends on various factors, which may be of a technical, economic or agricultural nature. In order to be able to provide the farmer with a set of average values of general application, a representative effective output figure was utilised. This figure was obtained from the results of numerous trials made with combined harvesters of varying capacities, working under a multitude of different conditions. The factors that influence the hourly acreage worked and the actual output per hour, as well as those that determine the season's output, are considered individually. Further contributions to combined reaping and threshing technique and the economics of combine harvesting will follow shortly.

Dipl. Landwirt K. H. Seibold: «Le rendement des moissonneuses-batteuses.»

Le rendement concret sert de base pour déterminer la puissance et la rentabilité d'une machine de récolte. Le rendement d'une moissonneuse-batteuse dépend de facteurs divers de caractères technique, naturel, économique ainsi que de la nature de la culture. Pour pouvoir donner à l'agriculteur des coefficients moyens valables, le contrôle représentatif a été employé dans ce secteur pour les essais, qui, en passant par une multitude de mesures, dans des conditions les plus diverses de la pratique, ont conduit à un rendement effectif moyen des moissonneuses-batteuses de capacité différentes. L'auteur traite séparément des facteurs qui influencent le rendement au m² et les résultats de battage par heure et des facteurs qui déterminent le rendement total. D'autres exposés traitant des méthodes de maison - battage et de la rentabilité des opérations doivent suivre.

K. H. Seibold, ingeniero — agrónomo: «El rendimiento de la cosechadora automotriz.»

El rendimiento posible de conseguir, nos sirve de base para juzgar de la eficacia y de la racionalidad de una cosechadora, dependiendo el de la cosechadora automotriz de varios factores de índole técnica, natural, administrativa y de la forma de cultivo. Para facilitar al agricultor unos valores medios de aplicación general, se hizo uso en las investigaciones que aquí se trata, del «sistema representativo» que permite apreciar el promedio del rendimiento efectivo de las cosechadoras automotrices de capacidad varia, a base de un sinúmero de mediciones, efectuadas bajo las condiciones más variadas de la práctica. Se tratan en detalle los factores que influyen en el rendimiento horario con respecto a la superficie trabajada y con respecto a la cantidad trillada, así como los que pesan en el rendimiento de la campaña. Seguirán otros artículos que se ocuparán de los procedimientos de la siega — trilla, así como de la economía que representan.