

Die graphische Darstellung (Bild 4) zeigt auch für die Verwendung der ersten Übergröße tragbare Verhältnisse in den Lochabständen auf den Anschlußböcken.

Die Radfelgen dürften sich in der vorgeschlagenen Weise ohne großen Material- und Arbeitsaufwand herstellen lassen.

### Zusammenfassung

Für die vom landtechnischen Standpunkt angestrebte auswechselbare Verwendung von Normalreifen (Reifen minimaler Breite) und Übergrößereifen (Reifen größerer Breite) bei Ackerschleppern werden die Möglichkeiten in der Anpassung der Radbefestigungen an die unterschiedlichen Felgen dargelegt. Die Befestigungsmethoden werden am Normblattentwurf DIN

9642 über verstellbare Ackerschlepperräder mit Stufensprüngen von 100 mm und an den zum Vorschlag gebrachten Dimensionsreihen von Ackerschlepper-Triebradreifen zu deren weiteren Systematisierung und Rationalisierung erläutert. Die dargelegten Befestigungsmethoden bieten außerdem die Möglichkeit, auf die von amerikanischen Landmaschineningenieuren in Zusammenhang mit der auswechselbaren Verwendung von Normal- und Übergrößereifen vorgeschlagene Einführung von Flachquerschnittreifen zu verzichten.

### Literatur

- [1] Anonym: Low section heigh tires. Agric. Engng. (1956) H. 10, S. 665 bis 669.
- [2] SCHULTE, K. H.: Untersuchungen über eine zweckmäßige Dimensionierung von Ackerschlepper-Triebradreifen. Agrartechnik (1957) H. 2, S. 72. A 2705

Ing. W. ROSEL, Potsdam-Bornim\*)

## Der Leistungsbedarf der Schleppermähwerke in Abhängigkeit von der Arbeitsbreite und -geschwindigkeit

### 1. Einleitung

Die allgemein benutzte Mähmaschine, die den Schnitt der Halme zwischen feststehenden Fingern und hin- und herlaufenden Messerklingen vollzieht, ist seit etwa 130 Jahren bekannt. Die Konstruktion dieser Gespannmäher erfolgte zwar nach rein praktischer Erfahrung, stellte aber eine befriedigende Lösung dar.

Die fortschreitende Motorisierung der Landwirtschaft wirkte sich auch auf die Weiterentwicklung der Mähmaschinen aus. Gespannmäher wurden einzeln oder zu zweien gekoppelt an den Schlepper angehängt, motorisierte Fahrgestelle verwandelten die Mähmaschine in einen Selbstfahr-Grasmäher. Mit der Einführung der Zapfwelle verschwand der Bodenantrieb,

\*) Institut für Landtechnik Potsdam-Bornim (Direktor: Prof. Dr. ROSEGER).

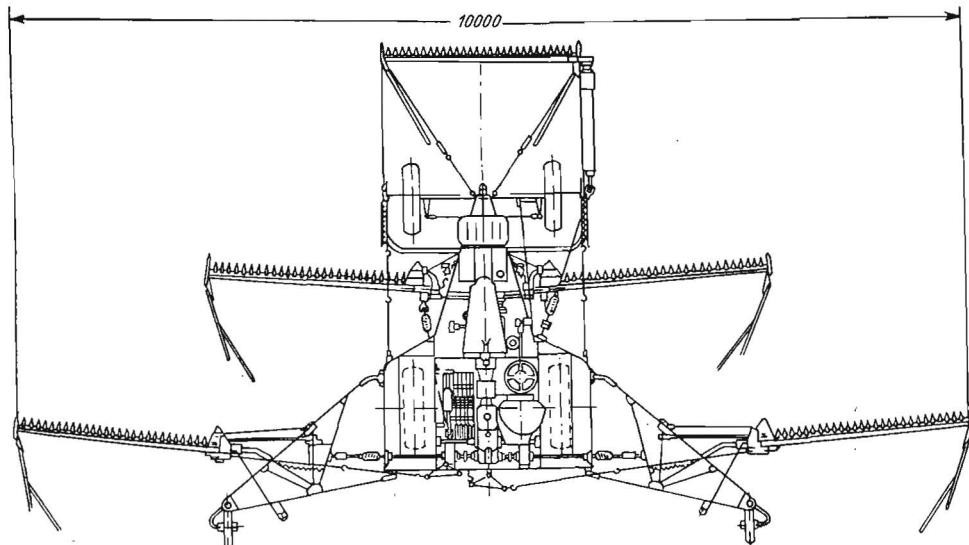


Bild 2. Schema der selbstfahrenden Mähmaschine KS-10



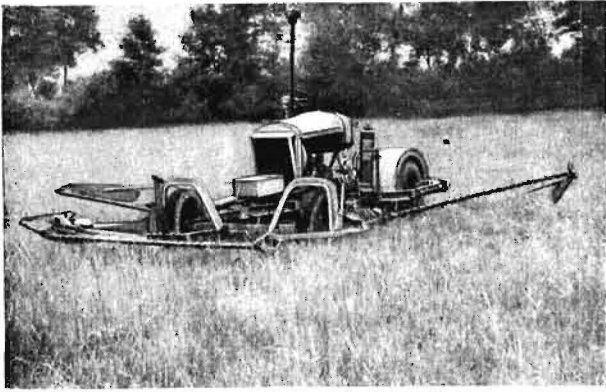
Bild 1. Das Anhängemähwerk K-6 A

das Mähwerk wurde Anbaugerät zum Schlepper. Die Arbeitsgeschwindigkeit und -breite wurde erhöht, um damit die Schlepper bei der Mäharbeit auszulasten und höhere Flächenleistungen zu erreichen. Zur rationalen Großflächenbearbeitung entwickelten sowjetische Ingenieure Mähwerke mit großen Arbeitsbreiten. Die Anhängemaschine K-6 A (Bild 1) besitzt drei Mähbalken mit einer Gesamtschnittbreite von 6 m. 1947 entstand in der UdSSR eine selbstfahrende Mähmaschine KS-10 mit fünf Mähbalken und 10 m Arbeitsbreite [1]²), angetrieben von einem 30-PS-Benzinmotor (Bild 2 und 3). Das Streben nach höheren Flächenleistungen beim Mähen durch Vergrößerung der Arbeitsbreite führte in der DDR 1953 zu Versuchen mit einem Großflächenmähwerk als Anbaugerät zum RS 08/15 (Bild 4 und 5). Das Mähwerk arbeitet mit einer Gesamtarbeitsbreite von 4,30 m; die drei Balken (Mittelschnitt) können auch

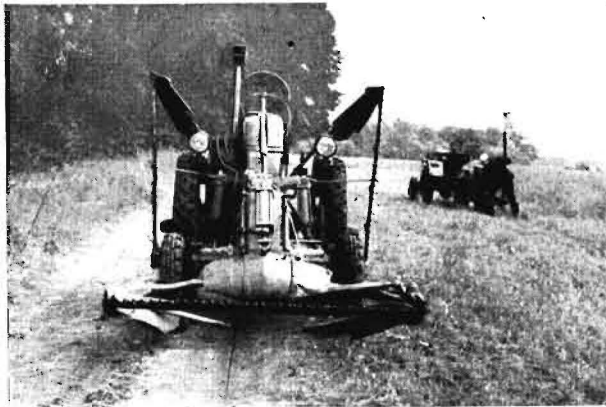
einzel in und außer Betrieb gesetzt werden, das Heben und Senken der Balken geschieht pneumatisch (Seitenbalken 1,35 m und Frontbalken 1,80 m Schnittbreite). Der Messerantrieb erfolgt über ein Anbaugetriebe von der vorderen Zapfwelle aus. Die Messergeschwindigkeit beträgt 2,2 m/s bei 540 U/min der Zapfwelle.

Zwei Jahre hindurch arbeiteten die Versuchsgeräte im praktischen Einsatz, wobei jedoch häufig Antriebschwierigkeiten auftraten, da der 15-PS-Motor nicht die erforderliche Leistung abgab,

²) Siehe auch „Die weitgreifende, selbstfahrende Mähmaschine KS-10“ von Ing. KRASSAWIN. Deutsche Agrartechnik (1952) H. 7, S. 202.



**Bild 3.** KS-10 in „Putzstellung“; die beiden hinteren Ausleger sind abgenommen



**Bild 4.** Großflächenmäherwerk am RS 08/15 in Transportstellung (Messerschutz abgenommen)



**Bild 5.** Großflächenmäherwerk am RS 08/15 während der Arbeit



**Bild 6.** Schlechter Abfluß des Mähgutes von dem Mähbalken infolge zu geringer Arbeitsgeschwindigkeit



**Bild 7.** Verklebter Frontbalken infolge zu geringer Arbeitsgeschwindigkeit

um mit der notwendigen Arbeitsgeschwindigkeit beim Mähen mit allen drei Mähbalken fahren zu können (Bild 6 und 7).

Die Untersuchungen, die zu den nachstehend angeführten Ergebnissen führten, lassen erkennen, wie sich die Vergrößerung der Arbeitsbreite bei Mähwerken und die Erhöhung der Arbeitsgeschwindigkeit auf den Leistungsbedarf auswirken.

## 2. Methodik der Untersuchungen

Die Beziehungen zwischen Arbeitsbreite, Arbeitsgeschwindigkeit und Antriebsleistung wurden im vorliegenden Falle beim Mähen mit dem Großflächenmäherwerk mit Mittelschnittbalken am RS 08/15 „Maulwurf“ auf ebener, mäßig feuchter Wiese mit normalem Grasbestand während des ersten Schnittes untersucht.

Die Ermittlung des Leistungsbedarfs geschah über Kraftstoffverbrauch (Bild 8) und Motordrehzahl. (Aus Kraftstoffverbrauch und Motordrehzahl konnte mit Hilfe des Motorkennlinienfeldes die jeweilige Motorleistung je Betriebsbedingung bestimmt werden).

Die Meßfahrten erfolgten in mehreren Geschwindigkeitsstufen, zuerst mit voller Schnittbreite, sodann mit zwei und mit einem Mähbalken. Leerfahrten mit aus- und eingeschaltetem Mähwerkgetriebe sowie mit schleppenden Mähbalken auf abgemähter Wiese vervollständigten die Meßreihen.

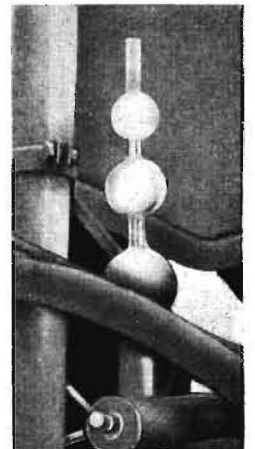
Die einzelnen Meßreihen mit verschiedenen Betriebsbedingungen wurden in mindestens fünffacher Wiederholung durchfahren und die Ergebnisse gemittelt.

## 3. Arbeitsbreite – Arbeitsgeschwindigkeit – Leistungsbedarf

Die Tabellen 1 und 2 enthalten die durchschnittlichen Meßwerte und Leistungszahlen als Ergebnis der nach der angegebenen Methodik durchgeführten Untersuchungen; weiterhin waren sie die Grundlage zur Aufstellung der Diagramme Bild 9, 10 und 11.

Die Tendenz für eine Zunahme des Leistungsbedarfs ist bei Erhöhung der Arbeitsgeschwindigkeit wie bei der Vergrößerung der Arbeitsbreite klar zu erkennen.

**Bild 8.** Kraftstoffmeßglas mit Dreiwegebahn in der Kraftstoffleitung vor dem Vergaser des RS 08/15



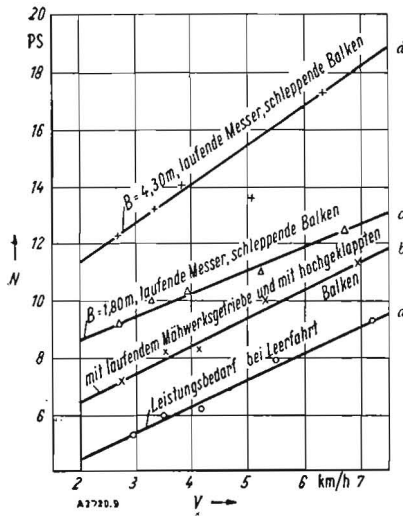


Bild 9. Leistungsbedarf bei hochgeklappten und bei schleppenden Balken ohne Schnitt

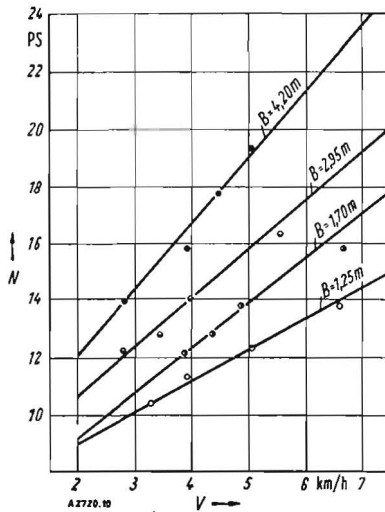


Bild 10. Leistungsbedarf bei steigender Arbeitsgeschwindigkeit und verschiedenen Arbeitsbreiten

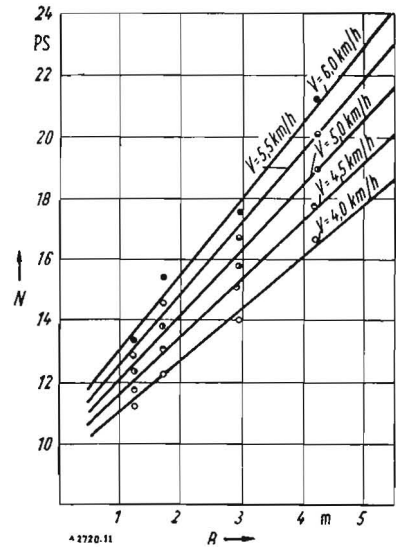


Bild 11. Leistungsbedarf bei steigender Arbeitsbreite und verschiedenen Arbeitsgeschwindigkeiten

Betrachten wir vorerst die Leistungsbilanz bei voller Schnittbreite des Mähwerkes (Diagramm Bild 12a und b). Bei der Arbeitsgeschwindigkeit von 4 km/h wird eine Schlepperleistung von fast 17 PS, bei 6 km/h über 20 PS zum Antrieb benötigt. Motor, Getriebe, Fahrwiderstand und das Mähwerkgetriebe verbrauchen etwa 50 % der Gesamtleistung. Die übrigen 50 % teilen sich in 32 % zur Überwindung des Schlepperwiderstandes der Mähbalken und 18 % für den eigentlichen Schnitt auf.

Wird die Arbeitsbreite verringert, dann sinkt der Leistungsbedarf bei Beibehaltung der gleichen Arbeitsgeschwindigkeit. Legt man die Antriebsverhältnisse des RS 08/15 zugrunde, so zeigt das Diagramm Bild 13 die richtige Zuordnung von Arbeitsbreite und Arbeitsgeschwindigkeit zur Schlepperleistung.

Die Nennleistung von 15 PS ist demnach bei der Arbeitsbreite von 4,30 m mit einer Geschwindigkeit von 3,2 km/h bereits erreicht. Störungsfreie Mäharbeit mit gutem Abfluß des Mähgutes vom Mähbalken ist aber erst bei Geschwindigkeiten von über 4 km/h möglich. Nun ist außerdem eine gewisse Leistungsreserve für Bestands- und Bodenunterschiede notwendig, so

daß 3 m Schnittbreite den Maximalwert darstellen. Die untere Grenze der Arbeitsgeschwindigkeit liegt, wie schon erwähnt, über 4 km/h, die obere wird durch Messergeschwindigkeit und Klingenform bestimmt. Die üblichen Messergeschwindigkeiten von über 2 m/s gestatten mit den normalen Klängen das Mähen bis zu 8 km/h ohne ein Rupfen befürchten zu müssen (Diagramm Bild 14). Die Messergeschwindigkeit wird nach oben durch die zunehmenden Massenkräfte begrenzt; 2,7 bis 2,8 m/s dürfte die höchste, noch vereinzelt vorkommende Messergeschwindigkeit sein.

Die durchschnittliche Arbeitsgeschwindigkeit wird unter günstigen Verhältnissen kaum unter 6 km/h betragen.

Da der Kraftbedarf zur Eigenfahrt des Schleppers von seinem Gewicht, Bereifung usw. abhängig und damit sehr verschieden ist, soll der Schlepper jetzt außer Betracht bleiben.

Bei einer Geschwindigkeit von 6 km/h benötigt das untersuchte Mähwerk mit seinem Getriebe 13,5 PS, für Schnitt und Vorschub 11 PS; das Getriebe verbraucht somit etwa 18 %

Tabelle 1.

Meßwerte bei hochgeklappten und mit schleppenden Balken ohne Schnitt

V	B	$n_{zw}$	$n_M$	$B_\theta$	N
[km/h]	[m]	[U/min]	[U/min]	[l/h]	[PS]
1. Fahren mit stillstehendem Mähwerksgetriebe, stillstehenden Messern und hochgeklappten Balken (Kurve a, Diagramm Bild 9) (Motor und Fahrwiderstand)					
7,20				4,38	9,3
5,50				3,78	7,9
4,16		540	2750	3,28	6,2
3,50				3,18	6,0
2,96				2,92	5,3
2. Fahren mit laufendem Mähwerksgetriebe, stillstehenden Messern und hochgeklappten Mähbalken (Kurve b, Diagramm Bild 9) (Motor, Fahrwiderstand und Getriebebedarf)					
6,94		525	2680	4,65	11,3
5,30		525	2680	4,08	10,0
4,12		535	2730	3,68	8,3
3,53		540	2750	3,68	8,2
2,75		530	2700	3,33	7,2
3. Fahren mit mitlaufenden Messern und 2 schleppenden Balken ohne Schnitt (auf abgemähter Wiese) (Kurve c, Diagramm Bild 9)					
6,66	1,80	515	2625	5,09	12,5
5,20	1,80	500	2550	4,42	11,0
3,88	1,80	500	2550	4,16	10,3
3,26	1,80	500	2550	4,03	10,0
2,67	1,80	520	2650	3,87	9,2
4. Fahren mit laufenden Messern, schleppenden Balken ohne Schnitt (auf abgemähter Wiese) (Kurve d, Diagramm Bild 9)					
6,30	4,30	530	2700	8,57	17,3
5,04	4,30	510	2600	5,80	13,6
3,82	4,30	520	2650	6,05	14,0
3,33	4,30	520	2650	5,55	13,3
2,68	4,30	510	2600	5,04	12,3

Tabelle 2. Meßwerte bei verschiedenen Betriebsbedingungen (Diagramm Bild 10 und 11)

V	B	Anzahl der Mähbalken	$n_{zw}$	$n_M$	$B_\theta$	N
[km/h]	[m]		[U/min]	[U/min]	[l/h]	[PS]
Mähen mit dem Großflächenmähwerk am RS 08/15 auf ebener Wiese mit normalem Grasbestand						
5,05	4,20	Front- und	540	2750	9,70	19,3
4,44	4,20	2 Seiten-	530	2700	8,70	17,7
3,92	4,20	balken	535	2730	7,33	15,8
2,84	4,20		535	2730	6,06	14,0
5,14	2,95	Front- und	540	2750	7,80	16,0
3,98	2,95	1 Seiten-	535	2730	6,20	14,0
3,44	2,95	balken	540	2750	5,85	12,8
2,80	2,95		580	2950	5,70	12,2
6,66	1,70	Front-	530	2700	7,70	15,8
4,88	1,70	balken	540	2750	6,00	13,8
4,36	1,70		575	2925	5,65	12,8
3,98	1,70		610	3100	5,70	12,1
2,70	1,70		535	2730	4,16	10,0
6,60	1,25	Seiten-	515	2625	5,88	13,8
5,10	1,25	balken	515	2625	5,05	12,3
3,93	1,25		515	2625	4,62	11,3
3,26	1,25		510	2600	4,25	10,4

Zeichenerklärung zu den Tabellen 1 bis 3 und Diagrammen Bild 9 bis 17

B	Arbeitsbreite	m
V	Arbeitsgeschwindigkeit	km/h
$B_\theta$	Kraftstoffverbrauch	l/h
N	Leistung	PS
$N_\psi$	Vorschubleistung	PS
$N_s$	Schnittleistung	PS
$n_{zw}$	Zapfwellendrehzahl	U/min
$n_M$	Motordrehzahl	U/min
$\omega_m$	Mittlere Messergeschwindigkeit	m/s

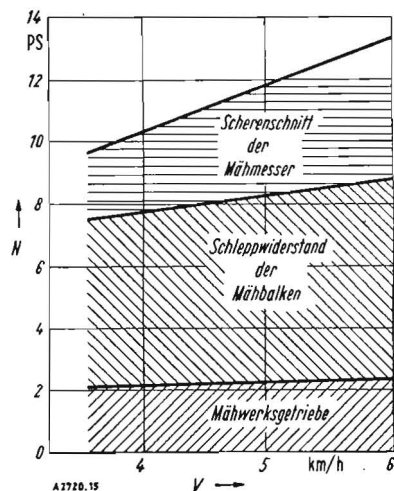
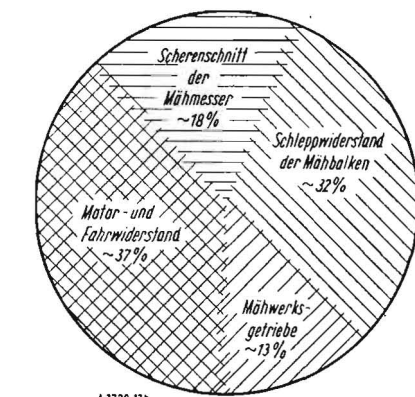
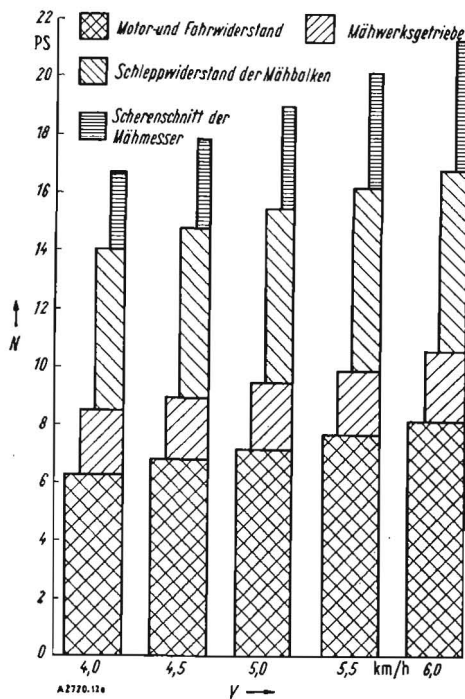


Bild 12a. Einzelleistungsbedarf des Großflächenmäherkes am RS 08/15 beim Mähen auf normaler Wiese ( $B = 4,30$  m)

Bild 12b. Leistungsbilanz (Großflächenmäher am RS 08/15 ( $B = 4,30$  m))

Bild 13. Leistungsbedarf beim Mähen auf normaler Wiese (Großflächenmäher am RS 08/15)

Bild 14. Maximale Arbeitsgeschwindigkeit in Abhängigkeit von der mittleren Messergeschwindigkeit und der Klingengeform  
 $V = 3,6 \cdot \omega_m \cdot b/a$  (km/h)

Bild 15. Leistungsbedarf des Großflächenmäherkes beim Mähen auf normaler Wiese ( $B = 4,3$  m)

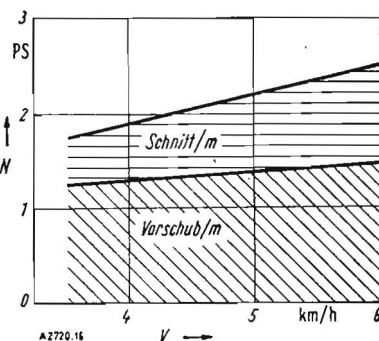
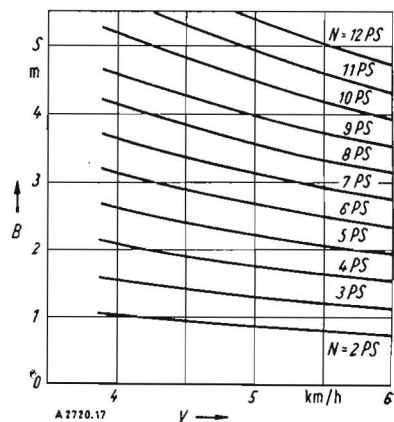
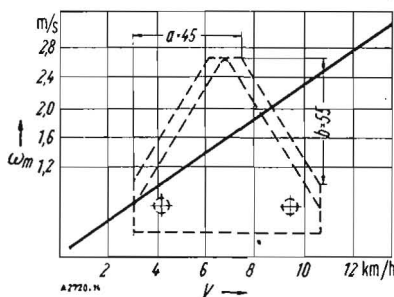
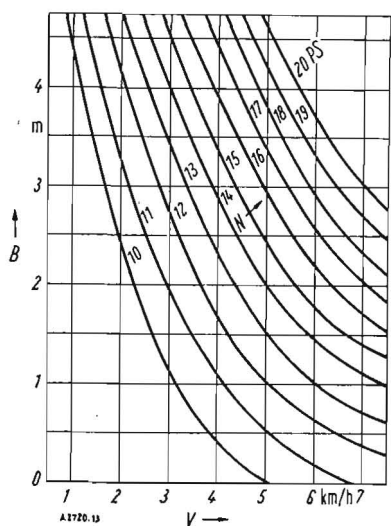


Bild 16. Leistungsbedarf für Vorschub und Schnitt je Meter Arbeitsbreite

Bild 17. Leistungsbedarf für Schnitt und Vorschub beim Mähen auf normaler Wiese



der Antriebsnennleistung (Diagramm Bild 15). Während der Mähwerks-Getriebebedarf mit gut 2 PS bei einer Geschwindigkeitssteigerung nur unwesentlich ansteigt, wächst der Leistungsbedarf zur Überwindung des Schleppwiderstandes und für den Schnitt stärker an.

Je Meter Schnittbreite ergibt sich daraus bei 6 km/h Arbeitsgeschwindigkeit ein Leistungsbedarf von 2,5 PS für Schnitt und Vorschub (Diagramm Bild 16, Tabelle 3), wobei die Vorschubleistung fast 60% beträgt. Untersuchungen von KLOTH und GÖTTMANN [3] ergaben einen mittleren Leistungsbedarf beim Mähen je Meter Schnittbreite von 0,65 PS bei einer Messergeschwindigkeit von 2 m/s und einer Arbeitsgeschwindigkeit von 4,5 km/h. Bei den vorliegenden Messungen wurde ein Leistungsbedarf von 0,70 PS/m bei einer Arbeitsgeschwindigkeit von 4,5 km/h ermittelt; die 5/100 PS Mehrbedarf können auf die um 0,2 m/s höhere Messergeschwindigkeit zurückzuführen sein. Demzufolge erfordern 4 m Schnittbreite bei einer Arbeitsgeschwindigkeit von 6 km/h mindestens 10 PS für Schnitt und Vorschub, ein 5-Fuß-Schneidwerk verbraucht

unter denselben Verhältnissen etwa 4 PS. Wie sich durch Steigerung der Arbeitsgeschwindigkeit und Vergrößerung der Schnittbreite der Leistungsbedarf für Schnitt und Vorschub erhöht, zeigt Diagramm Bild 17.

Tabelle 3. Einzelleistungsbedarf in PS/m Schnittbreite  $l'$  (zu Diagramm Bild 16) - Mittelschnittbalken,  $\omega_m \approx 2,2$  m/s

Fahrgeschwindigkeit (v) [km/h]	4,00	4,50	5,00	5,50	6,00
Vorschub ( $N_v$ ) [PS/h]	1,30	1,36	1,40	1,45	1,50
Schnitt ( $N_s$ ) [PS/h]	0,62	0,70	0,82	0,93	1,04
$N_v + N_s$ [PS/h]	1,92	2,06	2,22	2,38	2,54

#### 4. Zusammenfassung

Größere Flächenleistungen beim Mähen können durch Vergrößerung der Arbeitsbreite oder durch Erhöhung der Arbeitsgeschwindigkeit erzielt werden; ein Mehrbedarf an Antriebsleistung ist immer die Folge.

Nur die richtige Wahl der Schnittbreite zum Leistungsvermögen des Schleppers gestattet ein zügiges Arbeiten und gewährleistet eine optimale Schlepperauslastung.

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchungen und auch des praktischen Einsatzes zeigen am Beispiel des Großflächmähwerkes eine Überlastung des Motors des RS 08/15.

Der Maulwurf mit seinen 15 PS zum Mähwerksantrieb verwendet, verbraucht etwa 8 PS zur eigenen Fortbewegung. Berechnet man für den Mähwerksantrieb und als Leistungsreserve etwa 20%, so verbleiben noch 5,6 PS für Schnitt und Vorschubleistung. Ein Schneidwerk mit einer Arbeitsbreite von 2,20 m würde somit den Schlepper genügend auslasten.

Bei der Betrachtung der Ergebnisse darf nicht vergessen werden, daß die Messungen während des Feldeinsatzes durchgeführt wurden und trotz häufiger Wiederholungen unvermeidbare Streuungen aufweisen.

Die Kurven sollen also weniger als Ergebnis von Absolutwerten gelten, als vielmehr die Tendenz für die Steigerung des Leistungsbedarfes bei einer Vergrößerung der Arbeitsbreite und der Erhöhung der Arbeitsgeschwindigkeit vermitteln.

#### Literatur

- [1] KRASSAWIN, P. P.: Die selbstfahrende Mähmaschine KS-10. Selchomská (1948), H. 11.
- [2] Ing. MAZÁČEK, JAN: Mähmaschinen. Zemědělské stroje (1956), H. 2.
- [3] RÖSEL, W.: Die Schleppergeschwindigkeit in Abhängigkeit von der zapfwellengetriebenen Landmaschine. Deutsche Agrartechnik (1955), H. 5.
- [4] KLOTH, W., u. A. GÖTTMANN: Untersuchungen über den Schneidvorgang beim Gras- und Getreidemähen. Die Technik in der Landwirtschaft (1953), H. 5/11. A 2720

Dipl.-Landw. E. THOMAS, MTS Döbernitz

## Feldleitungssysteme und Verbandsaufstellungen in der Feldberegnung\*)

*In der Möglichkeit der Bewässerung liegt noch eine große Ertragsreserve unserer Landwirtschaft, die durch die Anwendung von Beregnungsanlagen erschlossen werden kann.*

*Viele Betriebe haben sich in der letzten Zeit solche Anlagen zugelegt, aber sehr oft treten noch Mängel bei ihrem Einsatz auf. Der folgende Beitrag über Fragen der Aufstellung der Regenanlage auf dem Feld soll eine Anleitung für die Praxis sein und dazu beitragen, daß ein großer Teil der oft zu beobachtenden Fehler in Zukunft vermieden und so der betriebs- und volkswirtschaftliche Nutzen der Beregnungsanlagen erhöht wird.*

### 1 Feldleitungssysteme

Das Feldleitungssystem ist die Art und Weise, wie die aus Schnellkupplungsrohren zusammengesetzten Leitungsstränge zueinander angeordnet werden. Dementsprechend geht dann auch der Betrieb der Regner vor sich. An das System sind eine Reihe von Forderungen zu stellen:

- a) Alle Abschnitte des Feldes müssen mit den Regnern erreichbar sein;
- b) die Umstellung der Regner und Feldleitungen muß mit einem möglichst geringen Arbeitsaufwand vor sich gehen können;
- c) dabei dürfen keine Schädigungen des Pflanzenbestandes verursacht werden;
- d) der ununterbrochene Betrieb der Anlage muß gewährleistet sein;
- e) unnötige Druckverluste in den Rohrleitungen sind zu vermeiden;
- f) das System muß eine günstige Wasserverteilung ermöglichen.

Eventuell kann man durch die zweckmäßige Anlage des Systems auch die Möglichkeit eines Druckausgleiches zwischen den einzelnen Abschnitten der Rohrleitung schaffen (siehe Abschnitt 1.3).

Ein Feldleitungssystem besteht im allgemeinen aus einer Hauptleitung mit mehreren Abzweigstellen, an die die Flügel- oder Regnerleitungen angeschlossen und beim Betrieb der Anlage laufend umgesetzt werden. Auf die Flügelleitungen werden in bestimmten Abständen die Regner gesteckt. Entweder verwendet man nur wenige Regner und setzt sie auf der Flügelleitung von Anschluß zu Anschluß um (Starkberegnung), oder man besetzt sämtliche Anschlüsse der Flügelleitung mit Reg-

nern, so daß jedesmal die gesamte Flügelleitung umgesetzt wird (Schwachberegnung).

Da die Flügelleitung ständig umgesetzt werden muß, benutzt man für sie meist engere Rohre als für die Hauptleitung. Deren Rohre haben zweckmäßig einen etwas größeren Durchmesser, da sich hierdurch Druckverluste vermeiden lassen. Wegen des selteneren Umsetzens der Hauptleitung kommt es auf das Gewicht des Rohres nicht so sehr an.

Wie schon unter d) erwähnt, ist darauf zu achten, daß das Aggregat ununterbrochen regnet und nicht bei jeder Umstellung der Regner abgeschaltet werden muß. Deshalb ist grundsätzlich nur Wechselbetrieb durchzuführen. Während ein Flügel in Betrieb ist, wird der andere bereits verlegt und an die Hauptleitung angeschlossen. Voraussetzung ist, daß jede Abzweigung an der Hauptleitung mit einem Absperrschieber versehen ist. Außerdem muß für den Wechselbetrieb ein doppelter Satz Regner vorhanden sein.

#### 1.1 Einseitiger Wechselbetrieb

##### 1.11 Weitstrahlregner (Bild 1)

Beim einseitigen Betrieb liegt die Hauptleitung am Rande des Schlages; man kann also nur nach einer Seite Flügelleitungen legen. Dabei braucht man die Hauptleitungsrohre weder über das Feld zu fahren noch zu tragen.

Die Weitstrahlregner werden am Ende der Flügelleitung auf den Leitungsabschnitt *a* montiert und in Betrieb genommen. Abschnitt *b* ist ebenfalls bereits mit Regnern besetzt, die kurz vor Abschaltung des Abschnitts *a* angestellt werden. Dazu muß jeder einzelne Regneranschluß mit einem Absperrschieber versehen sein. Die ersten Regner kommen jetzt auf den Abschnitt *c*, die gestrichelte Linie *a* zeigt den neuen Standort des ersten Leitungsabschnittes an. Der Abschnitt *d*, der bereits an die nächste Abzweigung der Hauptleitung angeschlossen wurde, ist eine Zusatzflügelleitung. Sie wurde notwendig, da-

\*) Bearbeiteter Abschnitt aus der Diplomarbeit „Die technischen Einrichtungen für die Beregnung in der Landwirtschaft“ 1956 am Institut für Landmaschinenkunde der Humboldt-Universität Berlin (Prof. Dr.-Ing. H. HEYDE).