

Reg.-Rat. Dipl.-Ing. Fr. Flehr: „Possibilités d'une formation avantageuse du courant d'air mis en mouvement par des machines et des instruments agricoles.“

Le problème de la résistance à l'avancement est le plus complexe pour l'amélioration de la traction aisée des machines agricoles. La résistance au roulement, celle des engrenages etc. ne sont que des données partielles. Les formes de la résistance à l'avancement, au déplacement et au frottement superficiel sont examinées et les possibilités d'application des études classiques des courants d'air à la technique agricole sont recherchées. De nombreux exemples de diminution possible des phénomènes de courant d'air produit par le mouvement des machines agricoles ou des outils par l'accumulation de différentes substances, laissent apercevoir un important domaine d'investigations pour l'étude fondamentale de la technique agricole.

Ing. dipl. Fr. Flehr, consejero gub.: „Posibilidades de dar forma favorable a las corrientes a los aperos y utensilios agrícolas.“

La cuestión de la resistencia al deslizamiento es un problema primordial para facilitar la tracción de máquinas agrícolas, siendo en cambio problemas parciales la resistencia a la rodadura, así como el del engranaje y otros. Son tratadas las formas de resistencia al resbalamiento, al desplazamiento y al roce de las superficies, buscándose la aplicación de la doctrina clásica de las corrientes para la técnica agrícola. Los numerosos ejemplos que se dan del alisado posible para reducir el efecto de las corrientes en el movimiento de máquinas y de aperos de labranza por la combinación de varias sustancias, hacen resaltar la importancia de estas cuestiones para la investigación de los problemas técnico — agrícolas.

Dr.-Ing. H. Engesser, Waldeck:

## Spritzmengen von Gespannspritzen bei veränderlicher Fahrgeschwindigkeit

Die gespanngezogene Schädlingsbekämpfungsspritze, bei der die Pumpe und das Rührwerk vom Laufrad angetrieben werden, nimmt wegen der im Vergleich zu Motorspritzen günstigen Betriebskosten, wegen ihrer verhältnismäßig großen Flächenleistung und wegen der einfachen Bedienbarkeit im deutschen Pflanzenschutz, vor allen Dingen bei der Bekämpfung von Schädlingen und Pflanzenkrankheiten im Ackerbau, immer noch eine wichtige Stellung ein. Zehntausende dieser Geräte sind in jedem Jahr zur Bekämpfung der Kartoffelkäfer, der Krautfäule, der Rapsglanzkäfer und zur Vernichtung der Unkräuter in Gebrauch. Es lohnt sich also, der Weiterentwicklung und Verbesserung der Gespannspritzen besondere Aufmerksamkeit zu schenken.

### Spritzmengen je ha

Von den staatlichen Pflanzenschutzstellen in Deutschland wurden in den letzten Jahren Versuche zur Senkung des Wasserverbrauchs von Gespannspritzen durchgeführt, um die durch Wassertransport, Umpumpen usw. entstehenden erheblichen Kosten zu reduzieren. Auf Grund dieser Untersuchungen war es möglich, die Spritzmenge je ha von 800 bis 1000 l auf 400 und sogar auf 200 l zu senken, ohne daß die biologische Wirkung der Spritzung vermindert wurde. Die Tendenz zu noch stärkerer Senkung des Wasserverbrauchs und damit zu noch rationellerer Spritzung besteht weiterhin.

Zahlreiche Firmen und Versuchsstellen beschäftigen sich mit der Entwicklung von Spritzgeräten mit Flächenleistungen bis zu 40 l/ha. Es liegt auf der Hand, daß bei derartig geringen Flüssigkeitsmengen je ha nicht nur die Erzeugung einer homogenen Spritzbrühe von besonderer Bedeutung ist, sondern auch eine vollkommen gleichmäßige Verteilung der Flüssigkeit je Flächeneinheit angestrebt werden muß.

### Fahrgeschwindigkeiten der Gespannspritze

Wenn man von der Beeinflussung der Flüssigkeitsverteilung durch Windeinwirkung, durch Düsenverstopfungen, durch die Konstruktion der Düsen und durch die Anordnung der einzelnen Düsen am Gerät absieht, dürfte die gleichmäßige Benetzung der Pflanzen vor allem durch die Geschwindigkeitsänderung der von einem Pferd gezogenen Spritze beeinträchtigt werden. Das Temperament des Pferdes, die erforderliche Zugkraft der Spritze und die Beschaffenheit des Ackerbodens wirken sich auf die Fahrgeschwindigkeit aus; sie beeinflussen damit die ausgebrachte Flüssigkeitsmenge je Zeiteinheit und, da sich bei Veränderung der Fahrgeschwindigkeit auch der Betriebsdruck der Spritze ändert, die Flüssigkeitsmenge je ha.

Die Energiegleichung für eine gespanngezogene Feldspritze lautet:

$$\mathcal{L}_{\text{ges.}} = \mathcal{L}_{\text{RR}} + \mathcal{L}_{\text{LR}} + \mathcal{L}_P + G \quad [\text{mkg/s}]$$

darin bedeutet:  $\mathcal{L}_{\text{RR}}$  = Rollende Reibung (Fahrwiderstand)

$\mathcal{L}_{\text{LR}}$  = Lagerreibung

$\mathcal{L}_P + G$  = Antriebsleistung für Pumpe und Getriebe.

Da bei Fortbewegung in Richtung der Antriebskraft (Kraft am Zughaken)

$$\mathcal{L} = P \cdot v \quad [\text{mkg/s}] \quad \text{oder} \quad P = \frac{\mathcal{L}}{v} \quad [\text{kg}]$$

ist, kann durch Division mit  $v$  direkt die Zugkraft an Stelle der Antriebsleistung und damit auch der Zugkraftanteil der einzelnen Summanden errechnet werden.

Für den Zugkraftanteil der Rollenden Reibung  $P_{\text{RR}}$  kann nach R. Bernstein<sup>1)</sup> bei 2 Laufrädern gesetzt werden:

$$P_{\text{RR}} = 2 \cdot 0,57 \frac{G^{3/2}}{R^{3/4} \cdot \sqrt{a_1 + a_2 \cdot b}} \quad [\text{kg}] = \text{konstant bei veränderlicher Fahrgeschwindigkeit, aber veränderlich mit der Bodenbeschaffenheit und dem Durchmesser sowie Breite der Laufräder.}$$

Darin bedeutet:  $G$  = Gewicht des Fahrzeuges [kg]  
 $R$  = Radius des Laufrades [cm]  
 $b$  = Felgenbreite [cm]  
 $a_1$  und  $a_2$  = Beiwerte für Bodenzustand

Für den Zugkraftanteil der Lagerreibung  $P_{\text{LR}}$  gilt:

$$P_{\text{LR}} = \mu \cdot G' \cdot \frac{r}{R} = \text{konstant für bestimmte Rad- und Achsenabmessung; klein gegenüber } P_{\text{RR}} \text{ und } P_P + G$$

darin bedeutet:  $\mu$  = Reibungskoeffizient (Stahl auf Gußeisen)

$G'$  = Gewicht des Fahrzeuges [kg] (ohne Räder)

$r$  = Radius der Achse [m].

Für den Zugkraftanteil aus der Pumpenleistung  $P_P + G$  gilt:

$$P_P + G = \frac{N_P}{\eta_{\text{Getr.}}} \cdot \frac{1}{v} = \text{steigt mit Fahrgeschwindigkeit } v \text{ an, denn } N_P \text{ ist etwa proportional } v^2 \text{ (siehe Pumpendiagramm Abb. 1).}$$

Darin bedeutet  $N_P$  = Pumpenleistung [mkg/s]

$\eta_{\text{Getr.}}$  = Getriebewirkungsgrad.

Bei schwerem Boden erhöht sich infolge der Zunahme der Rollenden Reibung (Beiwerte  $a_1$  und  $a_2$  sinken!) der erste Summand  $P_{\text{RR}}$ , der zweite Summand  $P_{\text{LR}}$  bleibt annähernd konstant (Lagerreibung) und der dritte Summand  $P_P + G$  muß bei angemommener gleicher Zugkraft daher kleiner werden; das bedeutet, daß das Pferd langsamer gehen wird, denn bei kleinerer Drehzahl sinkt sofort die Antriebsleistung der Pumpe, aber auch die ausgebrachte Wassermenge und der Druck. Umgekehrt ist das Verhalten bei hartem, glattem Boden. Dann steigert das Pferd die Geschwindigkeit (Druck

<sup>1)</sup> Kühn, Handbuch der Landmaschinentechnik 1930, Band 1.

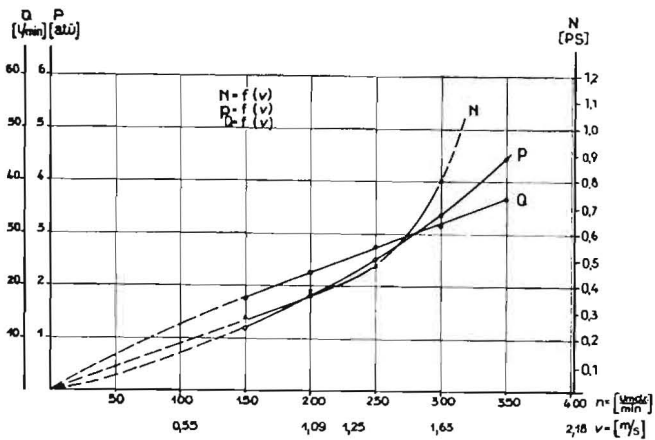


Abb. 1: Pumpendiagramm der Zahnradpumpe für Feldspritze VI/50

und Wassermenge steigen) bis wieder durch Erhöhung der Pumpenantriebsleistung bei höherer Drehzahl die Zugkraft von etwa 85 kg insgesamt erreicht wird.

Die obigen Überlegungen können leicht durch praktische Versuche auf dem Feld geprüft werden. Vom Verfasser wurden mit einem mittelschweren Pferd vor einer Feldspritze VI/50 Versuche auf verschiedenen Ackerböden gemacht und im Mittel folgende Fahrgeschwindigkeiten gemessen:

- feuchter Kartoffelacker ca. 1,0 m/s
- trockener Kartoffelacker ca. 1,2 m/s
- trockenes Rapsfeld ca. 1,35 m/s
- feuchte Wiese ca. 1,5 m/s
- trockene harte Wiese über 1,5 bis 1,65 m/s.

Die Fahrgeschwindigkeit kann also im praktischen Betrieb in einem Bereich von etwa 1,0 bis 1,65 m/s schwanken. Es ist nun interessant zu untersuchen, wie sich die Geschwindigkeitsveränderung auf die Spritzmenge je ha auswirkt.

**Versuchsdurchführung**

Messungen zur Untersuchung der Veränderung der Flächenleistung von Feldspritzen bei steigender Fahrgeschwindigkeit wurden zum ersten Male 1949 von der Biologischen Zentralanstalt, Institut für Kartoffelkäferbekämpfung, in Darmstadt an Feldspritzen verschiedener Fabrikats durchgeführt. Dabei ist festgestellt worden, daß bei fast allen Geräten mit ansteigender Fahrgeschwindigkeit ein starker Abfall der je Flächeneinheit ausgebrachten Spritzbrühmenge eintritt.

Bei der ebenfalls durchgemessenen Feldspritze VI/49 zeigte sich dieser starke Abfall nur bei geschlossenen Rücklauf-Ventilen, während bei geöffneten Ventilen die Veränderung der Spritzmenge mit der Fahrgeschwindigkeit sehr gering war.

Diese Messungen wurden auf dem Prüfstand der Firma weitergeführt, um eine Erklärung für die zunächst überraschende

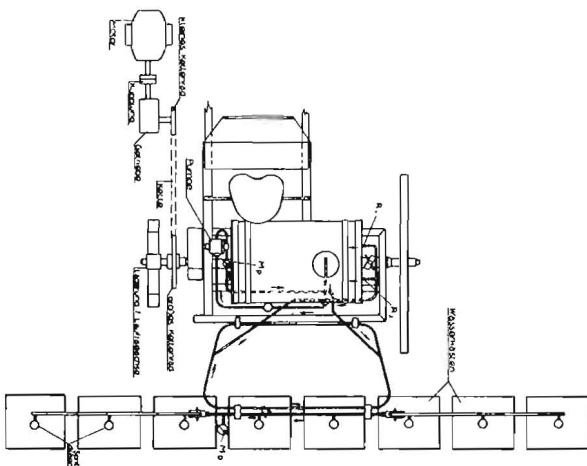


Abb. 2: Versuchsanordnung zur Messung der Spritzmenge bei verschiedenen Pumpen-Drehzahlen

Tatsache der Abnahme der Spritzmenge je Flächeneinheit bei steigender Fahrgeschwindigkeit zu finden. Dabei wurde die in Abbildung 2 wiedergegebene Versuchsanordnung verwendet. Die Feldspritze wurde mit 4 im Bereich der oben angegebenen Fahrgeschwindigkeiten liegenden Drehzahlen in Betrieb genommen (Tabelle I), wobei der Antrieb von einem Elektromotor über ein Untersetzungsgetriebe und einen Kettentrieb erfolgte. Die 4 Drehzahlen wurden durch Auswechseln des kleinen Kettenrades k eingestellt. Die Meßstellen für den Druck lagen unmittelbar hinter der Pumpe (Manometer  $M_p$ ) und an einer der mittleren Düsen am Spritzrohr (Manometer  $M_D$ ). Das je Zeiteinheit aufgefangene Wasser wurde ausgewogen und entsprechend der Spritzbreite b des Gerätes bei der errechneten Fahrgeschwindigkeit auf die bespritzte Fläche umgerechnet. Es wurden zur Erhöhung der Meßgenauigkeit zwei Zahnradpumpen nacheinander auf der gleichen Feldspritze durchgemessen und die Mittelwerte aus diesen Messungen in Tabelle I wiedergegeben.

An dieser Stelle sei kurz das patentierte Rücklaufprinzip der Mauser-Feldspritze, das auch bei der weiterentwickelten Feldspritze VII/52 mit zwei Kolbenpumpen an Stelle der Zahnradpumpe (Abb. 3) beibehalten wurde, erläutert: Die aus dem Flüssigkeitsbehälter gesaugte Spritzbrühe wird in der Pumpe auf einen Druck von 2 bis 3 atü gebracht und zu den Spritzdüsen geleitet. Ein Teil der Flüssigkeit wird über diese Spritzdüsen an die Pflanzen abgegeben, während der Rest über besonders konstruierte Rücklaufdüsen  $R_1$  und  $R_2$ , die die Druckenergie in Geschwindigkeitsenergie umsetzen, in den

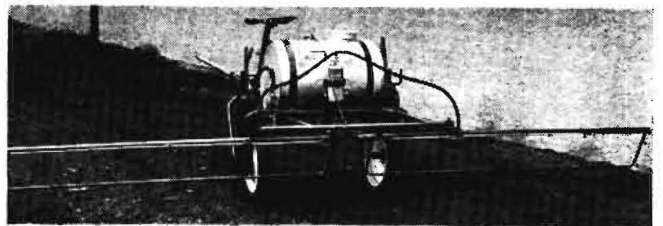


Abb. 3: Neue Feldspritze VII/51 mit 2 Kolbenpumpen und Flüssigkeitsumlauf

Flüssigkeitsbehälter zurückströmt und infolge der erhöhten Strömungsgeschwindigkeit die Spritzbrühe in ständigem Kreislauf durchwirbelt (hydraulisches Rührwerk). Es stellt sich so für jede Fahrgeschwindigkeit bei einem bestimmten Pumpen- und Düsendruck ein Gleichgewichtszustand in der Durchströmung der Spritzdüsen, der Rohrleitungen und der Rücklaufdüsen ein.

**Versuchsergebnisse**

Die Messungen an der Feldspritze VI/50, die zu diesem Zweck mit neuen Exzenterdüsen ZNK II 15 versehen worden war, ergaben folgendes (Tabelle I und Abb. 4): Über den Bereich von 1,0 bis 1,65 m/s war die Flüssigkeitsmenge je ha bei Spritzmengen von 400 und 270 l/ha und eingeschaltetem Rücklauf nahezu konstant; es wurde also praktisch eine fast gleichmäßige Benetzung des bespritzten Feldes bei sich ändernder Fahrgeschwindigkeit erreicht.

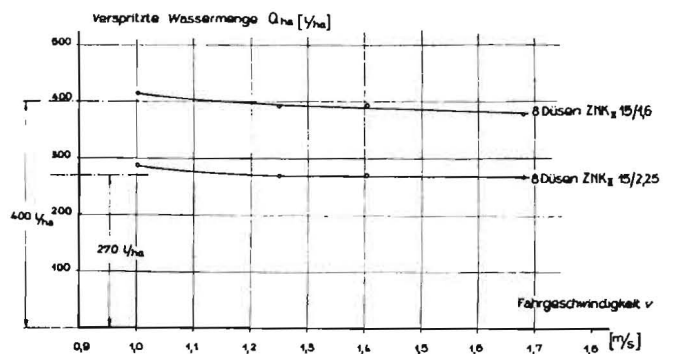


Abb. 4: Spritzmenge der Feldspritze VI/50 je ha bei veränderlicher Fahrgeschwindigkeit

Tabelle I

Spritzmengen je ha bei veränderlicher Fahrgeschwindigkeit

V	$d_D$	$d_{R_1}$	$d_{R_2}$	$P_p$	$P_D$	$n_p$	$Q_D$	$Q_{ha}$
[m/s]	[mm]	[mm]	[mm]	[atü]	[atü]	[Umdr./min]	[l/min]	[l/ha]
1,00	1,60	4,5	—	1,45	1,40	190	9,85	287
	2,25	—	3,7	1,55	1,50	188	14,30	415
1,25	1,60	4,5	—	2,05	2,00	236	11,50	269
	2,25	—	3,7	2,13	2,08	232	16,75	392
1,42	1,60	4,5	—	2,70	2,65	266	13,03	270
	2,25	—	3,7	3,00	2,95	268	19,20	395
1,68	1,60	4,5	—	3,75	3,70	314	15,40	268
	2,25	—	3,7	3,85	3,82	318	21,83	380

 $d_D$  = Spritzdüsenbohrung  $P_p$  = Pumpendruck ( $M_p$ ) $d_{R_1}$  = Bohrung für Rücklaufdüse  $R_1$   $P_D$  = Düsendruck ( $M_D$ ) $d_{R_2}$  = Bohrung für Rücklaufdüse  $R_2$   $n_p$  = Pumpendrehzahl

Die Abhängigkeit zwischen der Spritzmenge je Flächeneinheit und der Fahrgeschwindigkeit

$$Q_{ha} = f(v)$$

kann mit Hilfe der „Flächenleistung“, d. h. der je Zeiteinheit befahrenen Fläche

$$F = b \cdot v \text{ [m}^2/\text{s]}$$

errechnet werden, wobei

b = Spritzbreite der Gespannspritze [m]

und v = Fahrgeschwindigkeit [m/s]

bedeutet. Es ist

$$Q_{ha} = f(v) = \frac{10^4}{60} \cdot \frac{Q_D}{F} = \frac{10^4}{60} \cdot \frac{Q_D}{b \cdot v} \text{ [l/ha]}$$

denn die je Zeiteinheit verspritzte Flüssigkeitsmenge

$$Q_D = f(p) \text{ [l/min]},$$

die zu einer bestimmten Drehzahl der Pumpe und damit zu einer bestimmten Fahrgeschwindigkeit v gehört, bezogen auf die je Zeiteinheit bespritzte Fläche F, ergibt die Flüssigkeitsmenge je Flächeneinheit  $Q_{ha}$ . Es ergibt sich daraus ein reziprokes Abhängigkeitsverhältnis zwischen der Spritzmenge je Flächeneinheit  $Q_{ha}$  und der Fahrgeschwindigkeit v. Dabei ist jedoch zu beachten, daß die Flüssigkeitsmenge je Zeiteinheit  $Q_D$  wegen des sich mit der Drehzahl der Pumpe ändernden Druckes wiederum von der Geschwindigkeit v abhängig ist.

Bei den zur Zeit auf dem Markt befindlichen Gespannspritzen ergeben sich hinsichtlich des Zusammenhanges zwischen Fahrgeschwindigkeit v, Spritzmenge der Düsen  $Q_D$  und je ha verspritzter Flüssigkeitsmenge  $Q_{ha}$  drei besondere Fälle:

1. Zwischen  $Q_D$  [l/min] und v [m/s] bestehe eine quadratische Abhängigkeit, d. h.  $Q_D = f(v)$  ist eine Parabel ( $Q_D^2 = a \cdot v$ ). Dies trifft im allgemeinen bei Feldspritzen zu, die kein Sicherheitsventil besitzen, oder bei denen die Einstellung des Sicherheitsventils weit über dem Betriebsdruck liegt. Dann ist

$$Q_D = \sqrt{a \cdot v},$$

daraus

$$Q_{ha} = \frac{10^4}{60} \cdot \frac{Q_D}{F} = \frac{10^4}{60} \cdot \frac{\sqrt{a \cdot v}}{b \cdot v}$$

$$Q_{ha} = k_1 \cdot \frac{1}{\sqrt{v}} \text{ [l/ha]}.$$

In diesem Falle ist also die je Flächeneinheit verspritzte Brühmenge der Wurzel aus der Fahrgeschwindigkeit v umgekehrt proportional, d. h. mit zunehmender Geschwindigkeit muß die Spritzmenge je ha kleiner werden.

2. Ist das Sicherheitsventil der Feldspritze so eingestellt, daß es bei normalem Betriebsdruck (z. B. 2 atü) anspricht, so bleibt der Druck auch bei steigender Fahrgeschwindigkeit

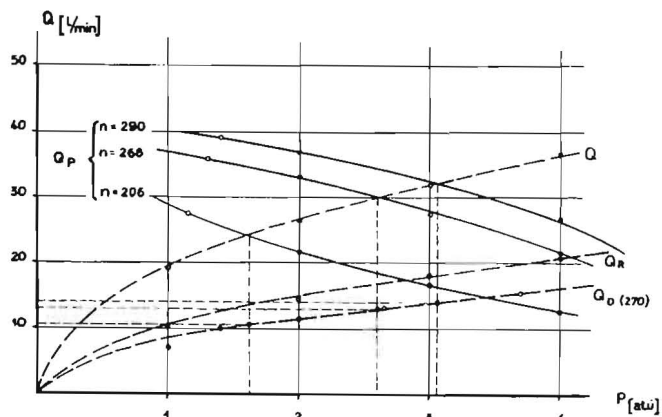


Abb. 5: Zusammenhang zwischen Fördermenge der Pumpe, Spritzmenge der Düsen und Rücklaufmenge bei der Feldspritze VI/50

konstant und die durch die Pumpe infolge der höheren Drehzahl zusätzlich geförderte Flüssigkeit gelangt über einen Überlauf in das Faß zurück. Durch den konstanten Druck bleibt die minütliche Spritzmenge  $Q_D$ , die an die Pflanzen abgegeben wird, ebenfalls konstant, d. h. die Kurve  $Q_D = f(v)$  ist eine zur v-Achse parallele Gerade (Abb. 5). In diesem Falle ist

$$Q_{ha} = \frac{10^4}{60} \cdot \frac{Q_D}{b \cdot v} = \frac{10^4}{60} \cdot \frac{a}{b \cdot v}$$

$$Q_{ha} = k_2 \cdot \frac{1}{v} \text{ [l/ha]}.$$

Die je ha verspritzte Flüssigkeitsmenge ist der Fahrgeschwindigkeit umgekehrt proportional, der Abfall von  $Q_{ha}$  mit steigender Fahrgeschwindigkeit also noch stärker als im Fall 1.

3. Wann ist die verspritzte Flüssigkeitsmenge je ha unabhängig von der Fahrgeschwindigkeit v? Dieser Idealfall tritt ein, wenn  $Q_D = a \cdot v$  ist, also dann, wenn die Kurve für  $Q_D$  eine Gerade mit der Steigung a ist, die durch den Nullpunkt geht. Nur dann ist

$$Q_{ha} = \frac{10^4}{60} \cdot \frac{Q_D}{b \cdot v} = \frac{10^4}{60} \cdot \frac{a \cdot v}{b \cdot v} \text{ [l/ha]}$$

$$Q_{ha} = k_3 = \text{konst.}$$

Daher muß das Bestreben bei der Entwicklung einer Gespannspritze dahin gehen, für die Spritzmenge je Zeiteinheit  $Q_D$  eine lineare Abhängigkeit zur Fahrgeschwindigkeit zu erreichen.

Tabelle II

Fördermenge der Zahnradpumpe bei veränderlicher Drehzahl und Druck

$n_p$	$P_p$	$Q_p$
[Umdr./min.]	[atü]	[l/min]
208	1,00	27,40
207	2,00	21,85
205	3,10	16,70
205	4,00	12,29
264	1,25	35,93
270	2,00	32,93
270	3,00	27,50
267	4,00	23,63
290	1,50	39,05
290	2,00	36,85
290	3,00	31,05
287	4,00	25,78

 $n_p$  = Pumpendrehzahl $P_p$  = Pumpendruck $Q_p$  = geförderte Flüssigkeitsmenge

digkeit  $v$ , oder, was dasselbe ist, zur Pumpendrehzahl  $n$ , zu erreichen.

Das scheint sich nach dem oben Gesagten mit dem Rücklaufprinzip der erwähnten Feldspritze ermöglichen zu lassen. Zur weiteren Untersuchung dieser Zusammenhänge wurde folgender Versuch durchgeführt:

Die zwei beim ersten Versuch (Tabelle I) verwendeten Zahnradpumpen wurden bei verschiedenen Drehzahlen und Drücken einzeln auf einem Pumpenprüfstand durchgemessen und die Mittelwerte aus diesen Messungen als Kurven

$$Q_p = f(p) \text{ [l/min]}$$

aufgetragen (Tabelle II, Abb. 5). Dies ergibt bei konstanter Drehzahl mit steigendem Druck  $p$  abfallende Kurven für  $Q_p$ . In dieses Diagramm wurde ferner die Verbrauchskurve für die 8 Exzenterspritzdüsen ZNK115/1,6 bei steigendem Druck eingezeichnet.

Für den Zusammenhang zwischen  $Q_p$  (Fördermenge der Pumpe),  $Q_D$  (Spritzmenge der Düsen) und  $Q_R$  (Rücklaufmenge) gilt:

$$Q_p = Q_D + Q_R$$

Die Rücklaufmenge  $Q_R$  ist nach der Ausflußgleichung

$$Q_R = \mu_R \cdot F \cdot \sqrt{2g \cdot H} \text{ [m}^3/\text{s]}$$

zu ermitteln. Darin bedeutet:

- $\mu_R$  = Ausflußkoeffizient
- $F$  = Fläche der Düsenbohrung [m<sup>2</sup>]
- $g$  = Erdbeschleunigung [m/s<sup>2</sup>]
- $H$  = Druck in [m WS].

Daraus läßt sich in vorliegendem Falle für die 270 l/ha Spritzmenge

$$\mu_R = \frac{Q_R}{F \cdot \sqrt{2g \cdot H}} = 0,77$$

errechnen, so daß die Kurve für  $Q_R$  als Funktion des Druckes  $p$  in das Diagramm Abbildung 5 eingezeichnet werden kann. Aus diesem Diagramm ist ersichtlich, daß die Betriebspunkte für die Feldspritze bei verschiedenen Drehzahlen bzw. Geschwindigkeiten dort liegen, wo die Summe aus  $Q_D$  und  $Q_R$  einen Wert der Pumpenkurve für die betreffende Fahrgeschwindigkeit ergibt. Wenn man also eine Summenkurve aus  $Q_R$  und  $Q_h$  zeichnet, so liegen die Betriebspunkte der Spritze in den Schnittpunkten der Summenkurve mit der Pumpenkurve. Die entsprechenden Betriebspunkte der Düsenkurve liegen senkrecht darunter und müssen, abhängig von  $n$  bzw.  $v$  aufgetragen, eine ansteigende Gerade ergeben (Abb. 6), wenn

$$Q_{ha} = f(v) = \text{konst.}$$

sein soll.

Das obige Beispiel zeigt, daß zur Beeinflussung des Kurvenverlaufs von

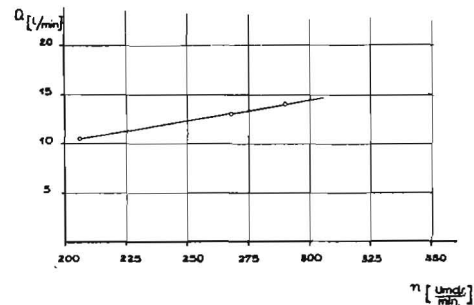


Abb. 6: Spritzmenge je Zeiteinheit als Funktion der Pumpendrehzahl für die Feldspritze VI/50

$$Q_D = f(v) \text{ (Idealfall: } Q_D = a \cdot v)$$

$$\text{bzw. } Q_{ha} = f(v) \text{ (Idealfall: } Q_{ha} = \text{konst.)}$$

folgende 3 Veränderliche zur Verfügung stehen:

$$1. Q_p = f(p) \text{ (Pumpenauswahl)}$$

$$2. Q_D = f(p) \text{ (Düsenauswahl)}$$

$$3. Q_R = \mu_R \cdot F \cdot \sqrt{2g \cdot H} \text{ (Gestaltung der Rücklaufdüse).}$$

Es müßte daher bei Verwendung des Rücklaufprinzips in jedem Falle eine von der Fahrgeschwindigkeit unabhängige, konstante Flüssigkeitsausbringung je ha möglich sein. Allerdings spielen bei der Pumpen- und Düsenauswahl für eine Gespannspritze auch noch andere Gesichtspunkte, wie z. B. Pumpenwirkungsgrad, Kolbengeschwindigkeit, und (bei Düsen) Spritzbreite, Benetzung, Tropfengröße usw. eine Rolle, so daß zur Erreichung einer konstanten Flüssigkeitsausbringung je Flächeneinheit in jedem Falle sehr eingehende Versuche angestellt werden müßten.

Betrachten wir am Schluß noch einmal die oben erwähnten Fälle 1 „Gespannspritze mit veränderlichem Druck“ und 2 „Gespannspritze mit konstantem Druck“, so ergibt sich auch aus den zuletzt angestellten Überlegungen, daß für den 2. Fall  $Q_{ha} = \text{konst [l/ha]}$  nicht zu erreichen ist; denn infolge der konstanten Einstellung des Druckes mit Hilfe des Sicherheitsventils ist eine Beeinflussung des Kurvenverlaufes von  $Q_{ha} = f(v)$ , die durch eine Veränderung der Kurven  $Q_p = f(p)$  und  $Q_D = f(p)$  gegeben wäre, nicht mehr möglich. Für Fall 1 wäre zu prüfen, ob durch entsprechende Düsen- und Pumpenauswahl eine Kombination denkbar ist, bei der — wenigstens annähernd —  $Q_D = a \cdot v$  und damit  $Q_{ha} \sim \text{konst}$  werden kann.

Der Fall 2 entspricht übrigens auch der gespanngezogenen Spritze mit Motorpumpe, denn bei diesem Gerät besteht zwischen der mit konstanter Drehzahl und damit mit konstantem Druck arbeitenden Pumpe und der vom Pferd abhängigen Fahrgeschwindigkeit kein Zusammenhang, so daß bei Steigerung der Fahrgeschwindigkeit die Spritzmenge je ha mit  $\frac{1}{v}$  abnehmen muß.

DK 632.001

## Résumé:

Dr.-Ing. H. Engesser: „Spritzmengen von Gespannspritzern bei veränderlicher Fahrgeschwindigkeit.“  
Auf Grund bisher durchgeführter Versuche war es möglich, die Spritzmenge je ha bei gespanngezogenen Schädlingbekämpfungsspritzern von 800 bis 1000 auf 400 und sogar auf 200 l zu senken, ohne daß die biologische Wirkung der Spritzung vermindert wurde. Die Tendenz zu noch stärkerer Senkung des Wasserverbrauchs und damit zu noch rationellerer Spritzung besteht weiterhin. Bei derart geringen Flüssigkeitsmengen ist eine vollkommen gleichmäßige Verteilung der Flüssigkeit je Flächeneinheit von größter Bedeutung. Der Verfasser untersucht die Beeinflussung der Flüssigkeitsverteilung durch die Geschwindigkeitsänderung der von einem Pferd gezogenen Spritze und zeigt, unter welchen Bedingungen es möglich ist, eine von der Fahrgeschwindigkeit unabhängige, konstante Flüssigkeitsausbringung je ha zu erreichen.

Dr.-Ing. H. Engesser:  
“A Consideration of the Quantities of Fluid consumed by Horse-drawn Sprays moving at varying speeds.”  
The results obtained at previous tests made it possible to reduce the quantities of insecticide or weed-killer required in horse-drawn sprays from approximately 800 to 1,000 litres to 400 litres, and even down to 200 litres, without in any way reducing the biological effect of the liquid. The possibility of still greater reductions in the water consumption, and thus a more economical spraying operation, exists. With such minimal quantities of liquid, a perfectly even distribution of the liquid per unit area is of the utmost importance. The author examines the influence of variations in speed of a horse-drawn sprayer on the distribution of the liquid, and demonstrates the conditions necessary to obtain a constant flow per hectare of liquid independent of the speed at which the sprayer is being drawn.

Dr.-Ing. H. Engesser: „Les quantités de liquide pulvérisé épanchées par des pulvérisateurs à traction animale, lors des différentes vitesses.“  
A la suite des recherches poursuivies jusqu'à ce jour, la quantité de liquide pulvérisé, épanchée par des pulvérisateurs à traction animale, a pu être abaissée de 800/1000 jusqu'à 400 et même 200 litres par ha., sans que l'effet biologique n'en soit diminué. La tendance



à un abaissement plus grand encore de la consommation en eau et, de ce fait, à une pulvérisation encore plus rationnelle, s'affirme toujours. Ainsi, pour une quantité minimale de liquide, une pulvérisation absolument régulière est de la plus grande importance. L'auteur examine l'influence du changement de vitesse d'un pulvérisateur tiré par un cheval, sur l'épandage du liquide, et montre dans quelles conditions il est possible d'obtenir une pulvérisation uniforme, indépendamment de la vitesse de traction.

Dr.-Ing. H. Engesser: „Cantidades de líquido pulverizado que proporcionan las bombas arrastradas por caballería a velocidad variable.“

En los ensayos llevados a cabo ha sido posible rebajar la cantidad de líquido pulverizado por hectárea con bombas arrastradas por caballería al combatir las plagas del campo. La dosis de 800 a 1.000 litros, que era corriente, se ha reducido a 400 y hasta 200 litros sin disminuir el resultado biológico de la pulverización. La tendencia es a reducir todavía más el gasto de agua y lograr no obstante una pulverización racional. Con tan pequeñas cantidades de líquido es de suma importancia que resulte uniformemente distribuido por unidad de superficie.

El autor analiza la influencia en la distribución del líquido pulverizado como consecuencia de variaciones de velocidad al arrastrar por caballería la bomba pulverizadora y demuestra en qué condiciones es posible alcanzar un gasto de líquido constante por hectárea independientemente de la velocidad.

## Aus dem Fachschrifttum

### Kurzauszüge aus dem 10. Konstrukteurheft

Grundlagen der Landtechnik, Heft 3. Düsseldorf 1952. Deutscher Ingenieur-Verlag

#### Entwicklungsmöglichkeiten der Landtechnik von der Grundlagenforschung her gesehen von W. Kloth.

Aus Anlaß der 10. Tagung der Landmaschinen-Konstrukteure wird einleitend ein Rückblick auf die Programme der vorhergehenden Tagungen gegeben. Anschließend werden die Aufgaben der Grundlagenforschung behandelt. Für die Werkstoffe müssen die landtechnischen Anforderungen herausgearbeitet und mit ihren Eigenschaften verglichen werden. Beispiele für Haltbarkeit, Aufwand und Verarbeitung erläutern dies. Aus dem Gebiet der Mechanik werden Untersuchungen über Kräfte und Beanspruchungen behandelt, die zu den Gesetzen der Gestaltung überleiten. Die hochentwickelte Kinematik gibt für die vielfältigen Bewegungsaufgaben interessante Lösungen. Auch aus den Erkenntnissen der Aerodynamik kann die Landtechnik Nutzen ziehen. Die Technologie der Arbeitsvorgänge ist bisher wenig wissenschaftlich behandelt worden, obwohl sich darauf die Konstruktion der Maschinen aufbauen sollte. Forschungsarbeiten über Physik und Biologie werden vielleicht für spätere Zeit das Gesicht der Landtechnik wesentlich beeinflussen.

(4 Seiten und umfangreiche Literaturangaben)

#### Neue Erkenntnisse über beanspruchungsgerechte Gestaltung von W. Bergmann.

Mit einfachen Überlegungen über den Verformungsmechanismus ist es schon möglich, einen Überblick über die Beanspruchungen einer Konstruktion zu bekommen. Hieraus kann qualitativ auf die Art und die Richtung der Spannungen geschlossen werden. Messungen und Berechnungen haben ergeben, daß die durch Verhinderung der Verwölbung bei Torsion auftretenden Spannungen besonders in den Knotenpunkten der Bauwerke eine erhebliche Höhe erreichen können. Diese zusätzlich auftretenden Spannungen sind in vielen Fällen die Ursache für Risse. Bei biege- und drehbeanspruchten geraden Bauteilen vermeidet man diese Zusatzspannungen durch Beachtung der Gesetze, welche sich um den Querkraftpunkt aufbauen. Bei biegebeanspruchten, stark gekrümmten Trägern ist die Wahl der Querschnittform und des ursprünglichen Biegeradius' entscheidend für die Höhe der Spannungen in den äußeren Fasern.

(12 Seiten mit 21 Bildern)

#### Dauerhaltbarkeit starrer Speichenräder von H. Müller.

Es wird über Untersuchungen berichtet, die als Fortsetzung der im 9. Konstrukteurheft behandelten statischen Dehnungsmessungen an Rädern anzusehen sind. Mit einem Dehnungsmeßstreifen am Radkranz eines Vielfachgerätes wurden beim Fahren über Einzelhindernisse und Holperpflaster die Dehnungen gemessen und mit früheren Untersuchungen verglichen. Daraus ergaben sich Hinweise für die Konstruktion der Räder. Anschließend wurden Räder auf einem Holperprüfstand untersucht, der nach den praktischen Fahrversuchen

geeicht war. Hierbei ergaben sich weitere Erkenntnisse über Schwachstellen der Räder, z. B. ungünstige Schweißstellen oder schlecht eingegossene oder eingenieterete Speichen.

(7 Seiten mit 13 Bildern)

#### Staubschutz von Lagern von G. Hockner.

Die Abnutzung von Lagern wird in hohem Maße durch den eingedrungenen Staub verursacht. Durch die Untersuchungen auf einem Prüfstand werden die gebräuchlichen Staubschutzeinrichtungen (Filzringe, Manschetten, Labyrinth) unter Berücksichtigung der Betriebsverhältnisse bewertet. Weiterhin werden — soweit möglich — Hinweise auf Verbesserung der Schutzwirkung erarbeitet. Der eingedrungene Staub wird nach Menge und Teilchengröße kurvenmäßig angegeben. Unstetigkeiten bei steigender Drehzahl werden durch aerodynamische Übertragungen zu erklären versucht. Die mit der Gebrauchszeit stark abnehmende Schutzwirkung der Filzringe wird kurvenmäßig bestätigt. Für Manschetten und Labyrinth wird die Schutzwirkung unter Berücksichtigung der Betriebsverhältnisse angegeben.

(7 Seiten mit 15 Bildern)

#### Der Federausgleich von Lasten von K. Hain.

Bei einem befriedigenden Federausgleich von Lasten fordert man, daß möglichst in jeder Zwischenstellung die Last durch eine Feder im Gleichgewicht gehalten wird. Damit ist eine Handbetätigung auch für größere Lasten möglich. Man kann schon mit einer einfachen Schraubenfeder bei entsprechender Anordnung einen guten Ausgleich erreichen. Bessere Ergebnisse erhält man durch Zwischenschaltung eines Bandes, Seiles oder einer Kette und das Abwälzen dieses Teiles auf einer Rolle oder auf einer Kurve, die das Band und die Feder-Mittellinie im notwendigen Abstand vom Drehpunkt des Federhebels hält. Diese Kurvenbahnen erleiden nur geringe Abnutzung, da das Band sich nur aufliegt und nicht gleitet. Sie können sogar als unbearbeitete Gußstücke verwendet werden.

(13 Seiten mit 64 Bildern)

#### Die Verformbarkeit des Ackerbodens von W. Söhne.

Bei der Bodenverformung muß man zwischen elastischer und plastischer Verformung durch Verdichten und Fließen unterscheiden. Unter Bodenverdichtung ist die Verringerung des Porenvolumens durch Druckkräfte zu verstehen. Für verschiedene charakteristische Böden wurden die Verdichtungsgesetze in Abhängigkeit vom Druck bei verschiedener Feuchtigkeit untersucht. Danach ist eine solche Verdichtung, die eine Beeinträchtigung des Pflanzenwachstums erwarten läßt, unter Schlepperreifen nur bei nassem Boden zu erwarten. Sandboden und schwerer Lehmboden zeigen eine größere Verdichtungsempfindlichkeit als feinsandiger Lehm und Löß. Ferner wurden Messungen über das plastische Fließen der Böden in Abhängigkeit von der Feuchtigkeit ongestellt.

(9 Seiten mit 21 Bildern)