

# Die gleichmäßige Verteilung von Spritzbrühen auf unebenem Gelände ist mit den heutigen Spritzbalken- und Düsenkonstruktionen meistens unbefriedigend

Von Lambertus Speelman, Wageningen (Niederlande)

DK 632.982.1.001.5

Je mehr beim Fahren in unebenem Gelände die Höhe der Düsen eines Spritzbalkens über dem Boden und ihre Horizontalgeschwindigkeit wechseln, desto ungleichmäßiger ist die Verteilung der Spritzbrühe. Unterschiedliche Spritzbalkenaufhängungen und verschiedene Düsenarten zeigten z.T. typische Ergebnisse, von denen die meisten nicht befriedigten.

Es wurden fünf unterschiedliche Feldspritzen untersucht, **Bild 1**:

Bauart	Arbeitsbreite m
A Spritzbalken höhenverstellbar; quer zur Fahrtrichtung pendelnd, durch Zugfeder gedämpft.	20
B Spritzbalken höhenverstellbar; quer zur Fahrtrichtung pendelnd, durch Stoßdämpfer gedämpft.	22
C Spritzbalken höhenverstellbar; ungedämpft, feste Verbindung.	12
D Spritzbalken höhenverstellbar; Behälter, Pumpe und Spritzbalken zusammen pendelnd, mit Zugfeder gedämpft.	20
E Spritzbalken höhenverstellbar; pendelnd; durch Blattfeder und Stoßdämpfer gedämpft.	18

## 1. Aufgabenstellung

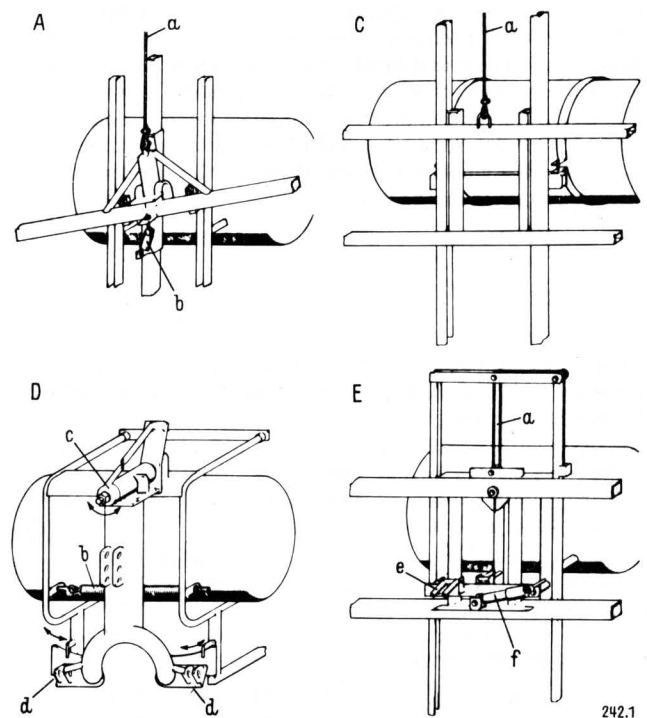
Beim Fahren in unebenem Gelände schwankt der Spritzbalken von Feldspritzen, so daß die Brühe in Längs- oder Querrichtung ungleichmäßig verteilt [1 bis 3] wird. Die vorliegende Arbeit soll die Auswirkungen der Balkenschwankungen sowie weiterhin untersuchen, ob und wie unterschiedliche Düsentypen bei Schwankungen die Verteilung beeinflussen.

## 2. Versuchseinrichtung und -ausführung

Die Verteilung der Spritzbrühe läßt sich qualitativ und quantitativ mit kolorimetrischen Meßverfahren [3 bis 6] bestimmen; insbesondere ist das Reflektionsverfahren [7] geeignet, bei dem man Fluoreszenz-Farbstoffe [8] verwendet. Die Schwankungen wurden stroboskopisch mit einer quer zur Fahrtrichtung aufgestellten Kamera photographiert.

Die Untersuchung wurde in Zusammenarbeit mit dem Institut für biologische und chemische Forschung der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen und dem Institut für Technik und Rationalisierung in der Landwirtschaft, Wageningen, ausgeführt.

*Ir. L. Speelman ist wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Abteilung für Landtechnik der Landwirtschaftlichen Hochschule Wageningen, Niederlande.*



**Bild 1.** Unterschiedliche Anordnung der Spritzbalken.

A, C, D, E Bauarten, Erläuterung im Text

- |   |                  |   |                |
|---|------------------|---|----------------|
| a | Höhenverstellung | d | Aufhängepunkte |
| b | Zugfeder         | e | Verriegelung   |
| c | Gelenkwelle      | f | Stoßdämpfer    |

Diesen Einflüssen auf die Brühverteilung überlagern sich die der unterschiedlichen Düsenbauarten; so wurden Hohlkegel, Vollkegel und Flachstrahldüsen in die Untersuchung einbezogen.

Bei den Versuchen überführen das rechte Vorder- und Hinterrad eines Schleppers bzw. (bei Spritze B) eines Unimogs ein dammförmiges Hindernis (0,18 m hoch, Flankenneigung 27°) mit Geschwindigkeiten von 4 und 8 km/h. Die 12 m lange Prüfstrecke besteht aus einer 2 m langen Teilstrecke, auf der keine Schwankungen auftreten sollten; auf der sich anschließenden 8 m langen Teilstrecke waren die Schwankungen und ihre Einflüsse auf die Brühverteilung zu ermitteln. Das Hindernis befand sich in 7 m Entfernung vom Beginn der Versuchsstrecke, um den Abstand zwischen Vorderrad des Schleppers und Spritzbalken ( $\pm 5$  m) zu berücksichtigen. Die restliche 2 m lange Strecke sollte Informationen über die Dämpfung der Schwankungen liefern. Als Maß für das je Flächeneinheit ausgebrachte Brühvolumen  $Q$  wurde lediglich das Volumen berücksichtigt, das sich im Bereich unter der dritten Düse (vom linken Balkenende gerechnet) bestimmen ließ.

Die Unregelmäßigkeiten der Brühverteilung sind definiert durch die mittlere Differenz  $d$  vom Sollwert

$$d = \frac{\sum_{i=1}^n |Q_i - Q_o|}{n Q_o} \cdot 100\%$$

und die maximale Abweichung  $a_{\max}$  vom Sollwert

$$a_{\max} = \frac{Q_{\text{extr}} - Q_o}{Q_o} \cdot 100\%$$

mit  $i$  als den Indizes für die Numerierung der Istwerte,  $v$  als dem Index der Sollwerte,  $n$  als der Anzahl der Meßwerte und  $Q_{\text{extr}}$  als dem vom Sollwert am meisten abweichenden Istwert.

### 3. Versuchsergebnisse

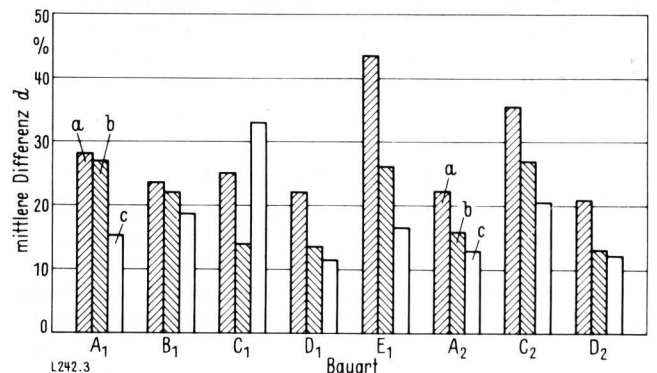
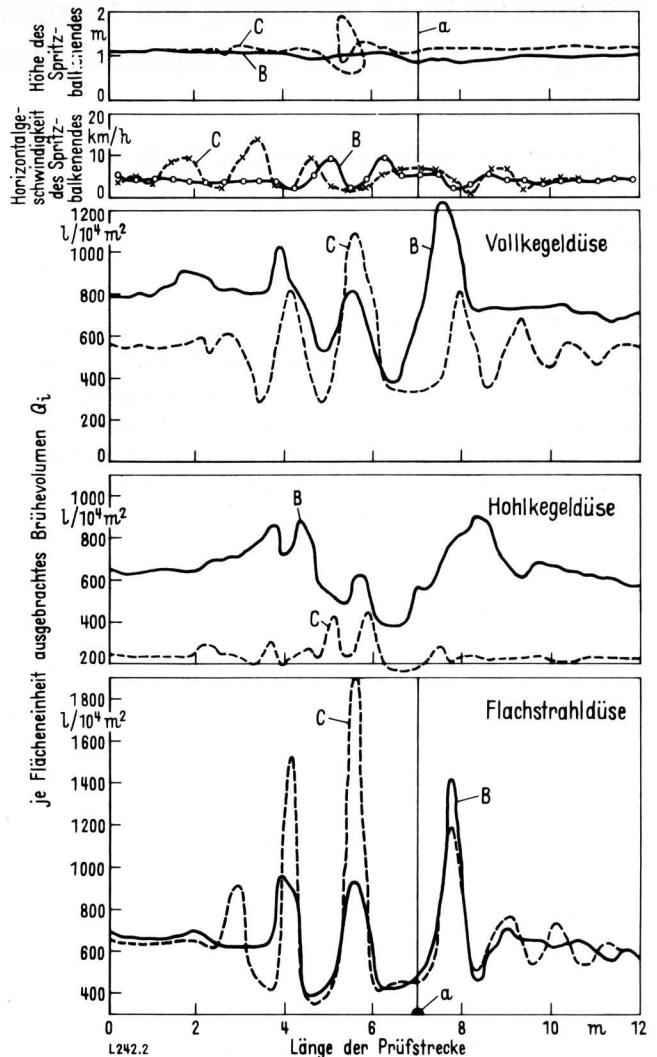
Die geprüften Vorrichtungen konnten Schwankungen der Spritzbalken nicht völlig vermeiden. Jede Spritze wies typische Schwankungen des Balkens und damit des je Flächeneinheit ausgebrachten Brühvolumens auf; sie verursachten erhebliche Abweichungen der Düsenhöhe und der Horizontalgeschwindigkeit des Balkenendes von den Sollwerten, **Tafel 1**. Es sind verschiedene Kombinationen dieser beiden Faktoren denkbar, die einander verstärken und abschwächen können.

**Tafel 1.** Abweichungen der Horizontalgeschwindigkeit des Balkenendes und der Düsenhöhe über dem Boden (Sollwert 0,85 m) bei vier Feldspritzen.

Spritzenbauart	Fahrgeschwindigkeit km/h	Düsenhöhe am Balkenende m		Mittelwerte der Horizontalgeschwindigkeit des Balkenendes innerhalb 0,2 m langer Fahrbahnabschnitte km/h	
		max	min.	max.	min.
A	4	1,01	0,75	14,4	2,0
	8	1,57	0,79	14,0	4,1
B	4	0,89	0,57	9,6	2,2
	8	0,85	0,40	9,6	4,1
C	4	1,57	0,34	9,6	1,6
	8	1,85	0,57	14,4	3,2
D	4	1,39	0,39	9,6	2,2
	8	1,52	0,61	14,0	2,2

**Bild 2.** Höhe und Geschwindigkeit des Spritzbalkenendes und je Flächeneinheit ausgebrachtes Brühvolumen für zwei Bauarten und drei Düsenarten.

B, C Spritzenbauarten; B mit großem, C mit feinem Töpfchenspektrum; Fahrgeschwindigkeit in beiden Fällen 4 km/h  
a Hindernis



**Bild 3.** Unregelmäßigkeit der Flüssigkeitsverteilung für unterschiedliche Spritzenbauarten, Düsenarten und Tröpfchenspektren.

A<sub>1</sub> bis E<sub>1</sub> Spritzenbauarten, Betrieb mit großem Tröpfchenspektrum  
A<sub>2</sub> bis D<sub>2</sub> Spritzenbauarten, Betrieb mit feinem Tröpfchenspektrum

a Flachstrahldüsen  
b Vollkegeldüsen  
c Hohlkegeldüsen  
Fahrgeschwindigkeit 4 km/h

**Bild 2** zeigt, daß sich vor allem Abweichungen von der Soll-Horizontalgeschwindigkeit erheblich auswirken. Bei allen Düsen liegt ein Maximum  $v_{or}$  dem Hindernis, weil die erste Bewegung vom Vorderrad ausgeht, das dann das Hindernis überfährt.

**Bild 3** läßt für alle Spritzbalken bzw. Düsentypen, die z.T. erhebliche Unregelmäßigkeiten der Brüheverteilung in Längsrichtung erkennen, die stellenweise erhebliche Über- bzw. Unterdosierungen bewirken. Eine Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit von 4 auf 8 km/h hatte meist einen positiven Effekt, wie **Tafel 2** zeigt. Vor

**Tafel 2.** Einfluß der Düsenart auf das je Flächeneinheit ausgebrachte Brühevolumen.

Düse	Fahrgeschwindigkeit km/h	größte Abweichung des bezogenen Brühevolumens $a_{max}$ %	
		groß	fein
		Tröpfchenspektrum:	
Flachstrahl	4	129,4	135,0
	8	86,8	108,0
Vollkegel	4	94,7	65,7
	8	56,4	33,1
Hohlkegel	4	73,0	53,6
	8	48,9	56,3

allem die Flachstrahldüsen, die eine ausgezeichnete Querverteilung bewirken, ergaben eine verhältnismäßig schlechte Längsverteilung; drehte man sie um  $60^\circ$  nach hinten, dann war die Brüheverteilung in Längsrichtung besser (die mittlere Differenz  $d$  sank von 27,5 auf 15,0 %); es war jedoch mit größeren Unregelmäßigkeiten in Querrichtung zu rechnen. Hohlkegeldüsen bewirkten zwar eine relativ gute Längsverteilung; ihre große Anfälligkeit für Höhenänderungen ist, wie u.a. durch *van der Weij* [3] festgestellt wurde, im Hinblick auf die Querverteilung als negativ zu bewerten.

#### 4. Schlußfolgerungen

Die Ergebnisse der Versuche unterstreichen einmal mehr die Bedeutung, die entsprechenden Konstruktionen und Anordnungen der Balken, die Spritzbalkenschwankungen vermeiden sollen. Der Entwicklung noch besserer Vollkegeldüsen, die ebenso wie Flachstrahldüsen eine gute Querverteilung liefern, gegen wechselnde Höhen und Horizontalgeschwindigkeiten jedoch weniger empfindlich sind, sollte man Aufmerksamkeit schenken. Die möglichen Zusammenhänge zwischen Amplitude und Frequenz der Schwankungen und der Brüheverteilung sind z.Z. Ziel weiterer Forschungen.

L 242

#### Schrifttum

- [1] *Rice, B.*: Ground-crop sprayer testing: a review of procedures and techniques; British Crop Protection Council, Symposium on Pesticide Application, London, 1970.
- [2] *Göhlich, H.*, u. *J. Zasko*: Beeinflussung der Spritzverteilung durch Düsenart und Düsenanordnung beim Feldspritzen. Landtechnik Bd. 23 (1968) Nr. 6, S. 162/70.
- [3] *v.d. Weij, H.G.*: The advantages of full cone jets for spraying herbicides; British Crop Protection Council London, 1970, Monograph, Teil 2, S. 12/20.
- [4] *Rice, B.*: Spray distribution from ground crop sprayers. J. agric. Engineering Res. Bd. 12 (1967) Nr. 3, S. 173.
- [5] *Göhlich, H.*, u. *G.P. Coutsomitopoulos*: Eigenschaften von Pflanzenschutzdüsen. Prakt. Landtechnik Bd. 18 (1963) Nr. 5, S. 123/30.
- [6] *Bode, L.E.*: Spray-deposit patterns and droplet sizes obtained from nozzles for low-volume application. Trans. Am. Soc. agric. Engrs. Bd. 10 (1968) S. 754/61.
- [7] *Speelman, L.*: A fluorescent tracer technique for determination of the liquid distribution of field crop sprayers. J. agric. Engng. Res. Bd. 16 (1971) Nr. 3, S. 301/06.
- [8] *Stainiland, L.N.*: Fluorescent tracer techniques for the study of spray and dust deposits. J. Agric. Engng. Res. Bd. 4 (1959) Nr. 2, S. 110/25.

## Pneumatische Flugförderung in lotrechten Rohren

DK 621.867.8.01:532.529.5:532.542

Trotz zahlreicher Untersuchungen während der vergangenen rd. 50 Jahre ist bis heute noch kein Verfahren zum Berechnen des Leistungsbedarfs und zum Bestimmen des optimalen Betriebspunkts einer pneumatischen Förderanlage allein aus den Abmessungen der Anlage und den Eigenschaften des Förderguts bekannt. Mit dem Ziel, noch offenstehende Fragen zu klären und insbesondere unmittelbar verwendbare Unterlagen für das Auslegen von Lotrecht-Flugförderanlagen zu gewinnen, hat *J. Flatow*<sup>1)</sup> umfangreiche Versuche an lotrechten Rohren mit 0,05, 0,1 und 0,2 m Dmr. und Längen bis rd. 20 m bei Aufwärtsförderung mit Gutbeladungen bis maximal etwa 25 vorgenommen. Die Versuchsanlagen konnten im Saug- oder im Druckbetrieb arbeiten. Um die Auswirkungen möglichst vieler Einflußgrößen zu erfassen, benutzte

*J. Flatow* sehr verschiedene Fördergüter. Die wichtigsten Ergebnisse seien kurz angedeutet: Bei einer bestimmten Luftgeschwindigkeit erreicht der Druckverlust (ähnlich wie im waagerechten Rohr) ein Minimum. In weiten Rohren steigt der Druckverlust mit wachsender Schwebegeschwindigkeit an; in engen Rohren wirken sich die Kornform und die Reibungsbeiwerte in erhöhtem Maß aus. Der Druckverlust hängt in lotrechten Rohren (im Gegensatz zu waagerechten) linear vom Gutdurchsatz ab und sinkt mit abnehmendem Korndurchmesser. Hingegen wächst der Druckverlust wie in waagerechten Rohren mit steigender Korndichte. Es gelang, den zusätzlichen Druckverlust bei einem bestimmten Fördergut in geeigneter dimensionsloser Form für beliebige Rohrdurchmesser und beliebige Gutdurchsätze als universelle Kurve in Abhängigkeit von der Luftgeschwindigkeit darzustellen. Kennt man solche universellen Druckverluste für genügend viele Güter, so lassen sich neue Güter ohne Messungen allein auf Grund ihrer Eigenschaften in diese Kurventafel für die Lotrechtförderung einordnen.

Düsseldorf

Dr. phil. Horst W. Hahnemann VDI

<sup>1)</sup> Flatow, J.: Untersuchungen über die pneumatische Flugförderung in lotrechten Rohrleitungen. VDI-Forsch.-Heft Nr. 555. Düsseldorf: VDI-Verlag 1973. 40 S., m. 68 Bild. u. 11 Taf. Preis 50,- DM, im Abonnement 41,75 DM (VDI-Mitglieder erhalten 10 % Preisnachlaß). Danach dieses Referat.