

# Dynamische Verteilungsqualität von Feldspritzgeräten

*Da die Beurteilung des dynamischen Verteilungsverhaltens von Feldspritzgeräten unter Feldbedingungen einen hohen versuchstechnischen Aufwand bei vergleichsweise geringer Reproduzierbarkeit der Messergebnisse erfordert, sind bislang Untersuchungen zum Stand der Gerätetechnik nur in begrenztem Umfang durchgeführt worden. Um einen europäischen Standard für Feldspritzgeräte definieren zu können, wird von der Biologischen Bundesanstalt nach Möglichkeiten gesucht, unter Laborbedingungen auch mit einfachen Versuchsaufbauten auf die Verteilungsqualität der Geräte unter Feldbedingungen schließen zu können.*

Dipl.-Ing. Pamela Wolf und Dr.-Ing. Andreas Herbst sind wissenschaftliche Angestellte, Dr.-Ing. Heinz Ganzelmeier ist Leiter der Fachgruppe Anwendungstechnik der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Messeweg 11/12, 38106 Braunschweig; e-mail: p.wolf@bba.de, a.herbst@bba.de, h.ganzelmeier@bba.de. Das Projekt wird finanziell von der DFG unterstützt.

## Schlüsselwörter

Feldspritzgeräte, Gestängebewegung, Belagsverteilung

## Keywords

Field sprayers, boom movement, spray deposit distribution

Bei der Verteilung von Pflanzenschutzmitteln in Flächenkulturen führen die Gestängebewegungen der Feldspritzgeräte zu Über- und Unterdosierung der Pflanzenschutzmittel auf der Zielfläche. Dies bleibt bisher bei der Geräteprüfung unberücksichtigt. Die Verteilungsqualität der Geräte wird im Allgemeinen statisch an Rinnenprüfständen ermittelt [1].

Da die Bestimmung der dynamischen Belagsverteilung versuchstechnisch sehr aufwendig ist, ist es zweckmäßig, Parameter der Gestängebewegung zu definieren, die eine Beurteilung der Geräte ermöglichen und einen Rückschluss auf die Verteilungsqualität des Gerätes im Feld zulassen.

An der Biologischen Bundesanstalt (BBA) wurden eine Reihe von Versuchen mit Geräten unterschiedlicher Bauart und Arbeitsbreite zum Stand der Technik durchgeführt, bei denen die dynamische Belagsverteilung in Fahrtrichtung im Feldeinsatz ermittelt wurde [2, 3].

In Hinblick auf ein zusätzliches Merkmal in der Geräteprüfung wurden darüber hinaus an einer Gruppe von Anhängegeräten verschiedene Methoden zur Bestimmung der Gerätedynamik vergleichsweise getestet, über die nachfolgend kurz berichtet wird.

## Material und Methoden

Zur Untersuchung der dynamischen Eigenschaften der Spritzgestänge und deren Aufhängungen verfügt die BBA über einen Servo-Hydraulischen Schwingungsprüfstand, mit dem die Geräte mit sechs Freiheitsgraden bewegt werden können. Die dabei auftretenden Gestängebewegungen werden von einer Ultraschall-Messeinrichtung aufgezeichnet. Eine speziell entwickelte Belagsmesseinrichtung ermöglicht eine online-Messung der Längsverteilung des Spritzbelages. Die Auflösung von 10 cm • 10 cm ist an die Querverteilungsmessung angepasst.

Ausgangspunkt der Bewertung eines Gerätes ist die Fahrt in einer Fahrgasse. Mit jeweils einer ausgewählten Gruppe von Anhängen- und Anbaugeräten wurden zahlreiche Feldfahrten durchgeführt. Die während der Feldfahrt aufgezeichneten Beschleunigungen an den Rahmen der Geräte wurden auf dem Schwingungsprüfstand reproduziert

und additiv zu jeweils einer Standardanregung für Anhängen- und Anbaugeräte zusammengefasst. Mit den so generierten Anregungen können die Feldbedingungen reproduziert und die Gestängebewegungen in vertikaler und horizontaler Richtung sowie die dynamische Belagsverteilung in Fahrtrichtung sehr genau gemessen werden.

In Anlehnung an die von Clijmans [4] entwickelte Methode wurden weitere Tests durchgeführt, bei denen die Geräte mit Sinusschwingungen unter einem Rad in einem Frequenzbereich von 0,2 Hz bis 3 Hz angeregt wurden. Eine Amplitudenabnahme des Eingangssignals von 1/f wurde gewählt, um bei hohen Frequenzen eine Beschädigung des Prüflings oder der Messeinrichtung zu verhindern.

Weiterhin wurden aus den Ergebnissen der Bewegungsmessungen sowohl für die simulierte Feldfahrt als auch für die Sinusanregung mit Hilfe der Fourier-Transformation die Eigenfrequenzen ermittelt.

Darüber hinaus wurden von der BBA Ausschwingversuche durchgeführt, bei denen das Gestängeende um 0,5 m in vertikaler und horizontaler Richtung ausgelenkt und das Rückschwingen in die Ruhelage aufgezeichnet wurde. Auf diese Weise ließen sich aus dem Zeitschrieb der Messungen auch die Eigenfrequenzen und die zugehörigen Dämpfungen direkt bestimmen.

## Ergebnisse

Die Untersuchungen zum Stand der Technik haben gezeigt, dass mit Anhängegeräten prinzipiell eine gleichmäßigere Verteilung erzielt werden kann als mit Anbaugeräten (Bild 1). Ursächlich hierfür dürften die Gierbewegungen des Traktors sein, die nicht auf die gezogenen Geräte übertragen werden. Andererseits bedingt auch die höhere Trägheit eines breiteren Auslegers im Allgemeinen einen niedrigeren Variationskoeffizienten der Belagsverteilung VK bei Geräten großer Arbeitsbreite.

Mit Hilfe der verschiedenen untersuchten Methoden lassen sich sowohl die Eigenfrequenzen  $f_N$  der Geräte als auch die auftretenden Amplituden  $A_N$  zu den jeweiligen Eingangssignalen bestimmen. In Bild 2 sind die erste Eigenfrequenz und die im Aus-

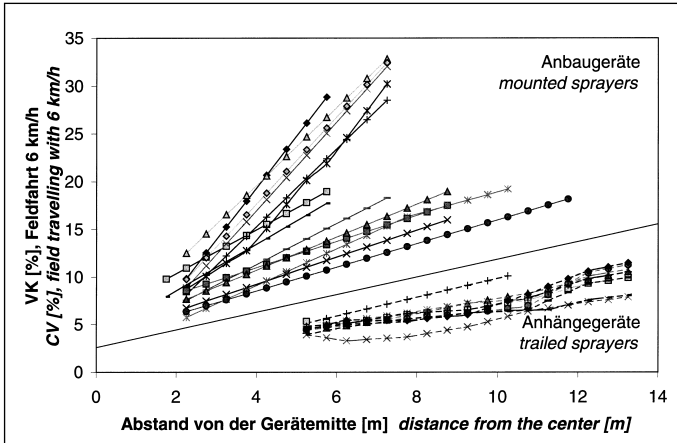


Bild 1: Dynamischer Variationskoeffizient der Belagsverteilung verschiedener Anbau- und Anhängegeräte in Fahrtrichtung; auf dem Prüfstand simulierte Feldfahrt mit 6 km/h

Fig. 1: Dynamic coefficient of variation of different mounted and trailed sprayers in driving direction; simulated field travelling with 6 km/h on the shaker test stand

schwingversuch ermittelte relative Amplitude nach einer Schwingung als Maß der Schwingungsdämpfung für die untersuchten Geräte vergleichsweise dargestellt.

Wie separate Messungen gezeigt haben, korreliert der VK der Belagsverteilung in vertikaler Richtung mit der Gestängeauslenkung und in horizontaler Richtung mit der Gestängegeschwindigkeit für die verwendeten Flachstrahldüsen. Folglich ist konstruktiv ein längeres Nachschwingen in beiden Bewegungsrichtungen zu vermeiden. In horizontaler Richtung sollte das Rückschwingen in die Ausgangslage mit möglichst geringer Geschwindigkeit erfolgen.

Da die horizontale Gestägebewegung maßgebend für die dynamische Belagsverteilung ist [2], wurden die ermittelten charakteristischen Gestängegeschwindigkeiten dem VK der Belagsverteilung unter Feldbedingungen gegenübergestellt (Bild 3). Für die simulierte Feldfahrt und die Sinusanregung wurde die Gestängegeschwindigkeit als Produkt der ersten Eigenfrequenz mit der Standardabweichung der Gestängeauslenkung ermittelt. Bei dem Ausschwingversuch wurde anstelle der Standardabweichung der Gestängeauslenkung ersatzweise die Amplitude nach einer halben Schwingungsdauer verwendet.

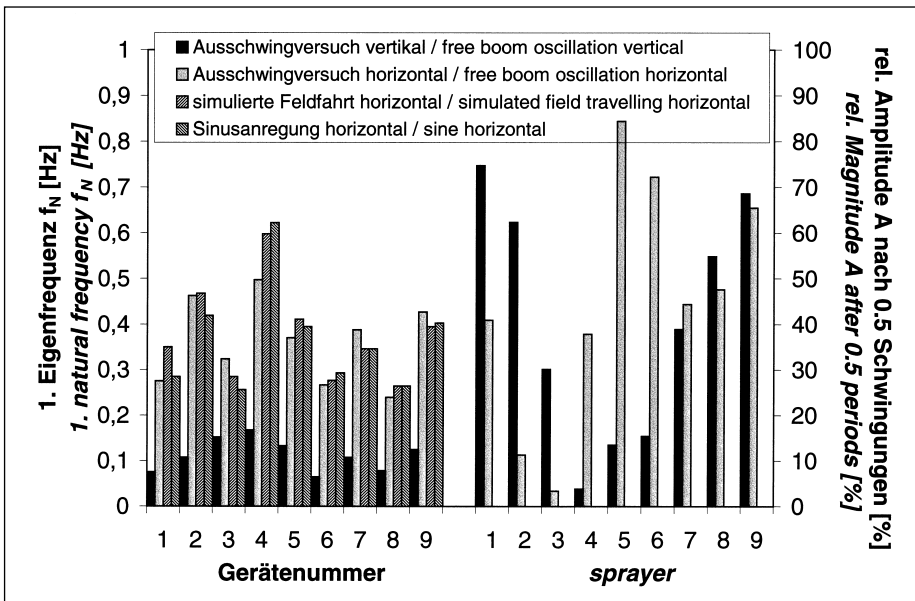


Bild 2: Erste Eigenfrequenz der horizontalen und vertikalen Gestängeauslenkung aus den untersuchten Meßmethoden mit zugehöriger Amplitudenabnahme aus dem Ausschwingversuch

Fig. 2: First horizontal and vertical natural frequencies of the booms as the result of the three tested methods and reduction of the magnitude in-between one period, calculated from the free boom oscillation test

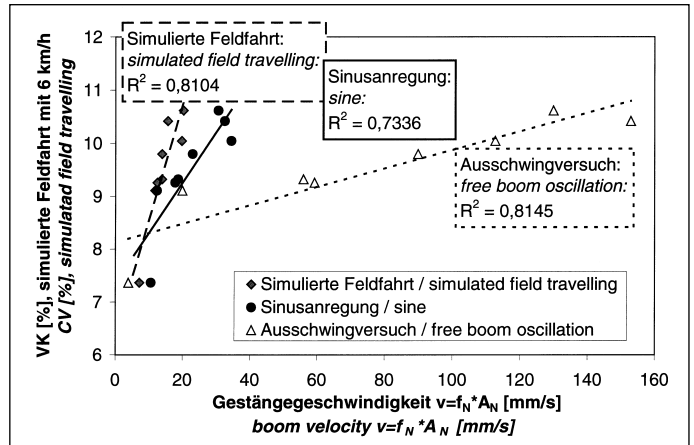


Bild 3: Zusammenhang zwischen Belagsverteilung im Feld und der aus der ersten horizontalen Eigenfrequenz und der Standardabweichung der horizontalen Gestängeauslenkung ermittelten Gestängegeschwindigkeit für die drei untersuchten Messmethoden

Fig. 3: Correlation of spray deposit distribution for the simulated field travelling and the boom movement, defined by the first horizontal natural frequency and the coefficient of variation of the boom oscillation for the three methods used

Es lässt sich ein linearer Zusammenhang zwischen der vom Eingangssignal abhängigen horizontalen Gestängegeschwindigkeit und dem VK der Belagsverteilung unter Feldbedingungen feststellen.

### Fazit

Der allgemeine Trend zu größeren Arbeitsbreiten ist hinsichtlich der dynamischen Verteilungsqualität unter Feldbedingungen von Vorteil.

In Hinblick auf eine vergleichende Gerätebeurteilung haben die drei untersuchten Messmethoden gezeigt, dass innerhalb der getesteten Gerätegruppe tendenziell ein linearer Zusammenhang zwischen der Belagsverteilung unter Feldbedingungen und der aus der jeweiligen Methode ermittelten horizontalen Gestängegeschwindigkeit besteht. Der Ausschwingversuch liefert bei vergleichsweise einfachem Versuchsaufbau gute, differenzierte und anschauliche Ergebnisse mit hoher Reproduzierbarkeit.

### Literatur

- [1] Richtlinien für die Prüfung von Pflanzenschutzgeräten, Teil VII: 1-1.1.1 Merkmale Spritz- und Sprüheräte für Flächenkulturen. Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft
- [2] Schmidt H.: Beitrag zur Beurteilung der Verteilungsqualität von Feldspritzgeräten. Fortschritt-Bericht, VDI-Reihe 14, Nr. 88, VDI-Verlag, Düsseldorf, 1998
- [3] Herbst, A., P. Wolf und R. Lenge: Neun Anhängerspritzern im Test. Top Agrar 29 (2000), H. 3, S. 131-134
- [4] Clijmans, L.: A model-based approach to assess sprayer's quality. Doctoraatsproefschrift Nr. 407 aan de Faculteit Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen van de K. U. Leuven, Belgium, 1999