

Landesanstalt für Pflanzenbau und Pflanzenschutz, Mainz

# Dosierung und Applikationsqualität bei Verwendung einer Laborspritzbahn in der Prüfung von Pflanzenschutzmitteln

Aspects of laboratory spray track use in pesticide testing procedures

Von Heribert Koch und Peter Weißer

## Zusammenfassung

Im Rahmen der Prüfung von Pflanzenschutzmitteln wird zur Applikation einer Testsubstanz häufig eine Laborspritzbahn verwendet. Charakteristisch für die Flächenapplikation ist ein mit einer oder mehreren Düsen ausgestattetes Gestänge, das starr montiert ist und über eine Ebene geführt wird, auf der die Zielobjekte angeordnet sind. Geräteeinstellung und Dosierung erfolgen im Rahmen der mathematischen Zusammenhänge der Dosiergleichung, derzufolge Fahrgeschwindigkeit, Düsenausstoß und Arbeitsbreite in einer bestimmten Relation zum Wasseraufwand je behandelter Flächeneinheit stehen.

Um eine gleichmäßige Verteilung in der Fläche zu erreichen, wird heute üblicherweise die Querverteilung eines über einem Rinnenprüfstand fixierten Düsenverbandes ermittelt, d. h. unter statischen Bedingungen. Es wird angenommen, daß eine homogene, statisch erfaßte Querverteilung zu gleichmäßiger Verteilung in der Fläche führt, wenn der Düsenverband über diese Fläche geführt wird. Messungen der dynamischen Querverteilung in Fahrt zeigen jedoch von der statisch erfaßten Verteilung erheblich abweichende Verteilungsmuster. Demzufolge repräsentieren statische Messungen das Geschehen in Fahrt nicht. Wie die Ergebnisse belegen, wird bei jeder Gerätekonfiguration, definiert durch Düsentyp, Arbeitshöhe, Arbeitsdruck und Fahrgeschwindigkeit, ein spezifisches, nicht vorhersehbares Verteilungsmuster mit Längsstreifen bestimmter Belagsmassen erzielt. Bei einem Gestänge mit drei Düsen in 50 cm Abstand können die Initialbeläge innerhalb des nutzbaren, nur 1 m breiten Behandlungstreifens um bis zu 80 % differieren. Wegen der Strahlgeometrie und dem Anteil außerhalb der rechnerischen Behandlungsfläche abgelagerter Tropfen werden üblicherweise niedrigere Belagsmassen erzielt, als theoretisch berechnet wurde. Um Fehlinterpretationen zu vermeiden, ist es insbesondere bei der Untersuchung von Dosis-Wirkungs-Beziehungen notwendig, die dynamische Querverteilung der verwendeten Gerätekonfiguration zu kennen. Damit lassen sich bestimmten Positionen unter dem Düsenverband die zugehörigen Dosis-Level zuordnen. Die Arbeit liefert Aussagen zum Übergang von der vorgesehenen bzw. ausgebrachten Aufwandmenge zu dem an den Zielobjekten erzielten und letztlich wirksamen Initialbelag.

**Stichwörter:** Laborspritzbahn, Dosis-Wirkungs-Beziehung, Applikationsqualität, Spritzbelag, Pflanzenschutzmittelprüfung

## Abstract

Laboratory spray tracks widely used for pesticide testing purposes are equipped with one or more nozzles so that spray deposits are considered to be in relation to speed, flow rate, swath width and volume per unit area

sprayed. Spray distribution, measured under static conditions on a patternator does not represent the pattern achieved in routine dynamic applications. Each specific sprayer configuration defined by nozzle type, spraying height, pressure and speed yields in a specific horizontal dynamic distribution pattern which is unpredictable and shows longitudinal stripes of distinct deposit levels on targets within the sprayed area. Deposition can vary more than 80 % and the average quantity of deposit is normally much lower than calculated, because of fan geometry and spray losses outside the sprayed area. To avoid misinterpretation when dose response is investigated it is necessary to identify the specific dynamic transversal distribution pattern of any sprayer configuration used in tests in order to assure that dose levels within the sprayed area are known and can be related to target positions below or between nozzle positions.

**Key words:** Laboratory spray track, dose-response, application quality, spray deposit, pesticide testing

## Einleitung

Die Entwicklung neuer Pflanzenschutzmittel ist ein langwieriger Prozeß, der umfangreiche Versuchsserien im Labor einschließt. In den ersten Screenings, aber auch in späteren, gezielteren Versuchsreihen wird die Applikation auf einer Laborspritzbahn durchgeführt. Kommt es anfänglich nur darauf an, zu erkennen, ob eine Substanz Effekte zeigt, so geht es sehr bald um das Erkennen dosisbezogener Wirkungen. Dabei werden die Tests zunehmend mit praxisähnlichen Applikationsmethoden durchgeführt. Auch in toxikologischen und ökotoxikologischen Versuchen ist ein eindeutiger Bezug zwischen ausgebrachter Stoffmenge, angelagerter Dosis und der Wirkung unabdingbar.

Eine Laborspritzbahn, die mit einer oder mehreren Düsen bestückt ist, wird deshalb in den meisten Prüf- und Forschungseinrichtungen zur Applikation der Testsubstanzen verwendet. Wie bei jedem Feldspritzgerät wird die Zerstäubereinheit über eine Ebene bewegt, zu der Wasseraufwand und Stoffmenge in Beziehung gesetzt werden. Die Einstellung erfolgt gemäß der bekannten Dosiergleichung, die die mathematische Beziehung zwischen Düsenausstoß, Fahrgeschwindigkeit, Arbeitsbreite und Wasseraufwand je Behandlungsflächeneinheit zusammenfaßt. Theoretisch wird eine gleichmäßige und uniforme Verteilung innerhalb der Behandlungsfläche nur dann erreicht, wenn diese Faktoren während der Ausbringung konstant gehalten werden.

Die bisher stets unter statischen Bedingungen gemessene Querverteilung soll bei konstanter Geschwindigkeit eine gleichmäßige Verteilung in der Fläche gewährleisten. Dies muß derzeit allerdings eher als eine Annahme denn wissenschaftlich belegt angesehen werden. Für Feldspritzgeräte führte die offensichtliche Notwendigkeit gleichmäßiger Querverteilung in Deutschland inzwischen zur Einführung der Pflichtkontrolle mit zweijährigem Überprüfungsrythmus (Anonym, 1992).

Andererseits zeigen verschiedene Untersuchungen, daß die auf einem Prüfstand ermittelte statische Querverteilung die tatsächliche Verteilung im Feld auf natürlichen Zielobjekten kaum repräsentiert (KNOTT, 1978; KOCH et al., 1991). Hieraus und aus der Tatsache, daß Zulassungsbehörden immer mehr Untersuchungen mit noch weiter ausgefeilten Fragestellungen fordern, ist es notwendig, die Eignung einer Laborspritzbahn als Applikationsgerät für diese Tests sowie den Prozeß der Transformation der je ha vorgesehenen Aufwandmenge zur realisierten Belagsmasse am Zielobjekt zu untersuchen und zu belegen.

Da in einem Laborversuch in der Regel relativ wenige und meist auch kleine Zielobjekte untersucht werden und das Ergebnis die Grundlage weiterer Entscheidungen liefert, ist die Kenntnis der räumlichen Verteilung der Initialbeläge im einzelnen Versuch notwendig. Larven von *Coccinella septempunctata* L. werden entsprechend der BBA-Richtlinie 23-2. 1. 5 (BBA, 1989) einzeln in Plexiglaszylinder von 4 cm Durchmesser gesetzt, die auf einer zuvor übersprühten Glasplatte stehen. Unterschiedliche Belagsmassen auf der Glasplatte würden das Ergebnis infolge der unterschiedlichen Exposition sicher beeinflussen.

Die Ergebnisse dieser Arbeit zeigen, daß jede Gerätekonfiguration ein anderes Verteilungsmuster bewirkt. Rückschlüsse für Versuchsansteller werden formuliert.

## Material und Methoden

### Die Laborspritzbahn

Die Untersuchungen wurden auf der Laborspritzbahn der Landesanstalt für Pflanzenbau und Pflanzenschutz, Mainz (LPP) durchgeführt, die in einer geschlossenen Kammer von 3,5 m Breite und 11 m Länge steht. Das Gestänge ist an einem Wagen montiert, der an einer Hängebahn von 9 m Länge fährt. Die Geschwindigkeit kann zwischen 0 und 7 km/h variiert werden. Auf dem Wagen sitzt ein 4-l-Behälter, der mit Preßluft beaufschlagt wird. Vor den Düsen sitzt ein Magnetventil. Es wird durch Schalter an der Fahrschiene ein- und ausgeschaltet. Die Breite der Kammer erlaubt es, die Düsenanzahl zu variieren. Die untersuchten Flachstrahldüsen (110°/120°) waren im Abstand von 50 cm montiert. Arbeitsdruck und Fahrgeschwindigkeit werden an einer Konsole außerhalb der Kammer eingestellt und dokumentiert. Von dort wird die Anlage gesteuert. Künstliche oder natürliche Zielobjekte werden unter dem Gestänge plaziert.

### Statische Messung der Querverteilung

Ein Querverteilungsprüfstand ist ein Modell, mit dem die horizontale Verteilung eines montierten Düsenatzes bei bestimmter Arbeitshöhe und bei festgelegtem Druck beschrieben werden soll. Der in Deutschland verwendete Standardprüfstand hat 10 cm breite Kanäle mit senkrechten Trennwänden. Die Untersuchungen werden mit Wasser durchgeführt, das in den Kanälen aufgefangen wird und von dort in Messuren fließt. Aus den aufgezeichneten Behälterfüllständen werden Mittelwert und maximale Abweichungen errechnet. Jeder Kanal repräsentiert 10 cm Arbeitsbreite eines Düsenverbandes. Das Gestänge ist bei dieser statischen Messung über dem Prüfstand fixiert. Deutsche Anforderungen verlangen, daß kein Behälterfüllstand mehr als  $\pm 15\%$  vom Mittelwert abweicht bzw. der Variationskoeffizient sämtlicher Behälterinhalte kleiner als 7% ist (BBA, 1992). Einzelne Düsen werden auch auf einem Prüfstand mit 25 mm Rinnenbreite untersucht.

### Die dynamische Messung der Querverteilung

Zur Untersuchung der dynamischen Querverteilung wurden Glasobjektträger (26 × 76 mm) als Zielobjekte quer zur Fahrtrichtung unter dem Gestänge angeordnet. Die 26 mm breiten Glasplatten liefern eine dem 25-mm-Rinnenprüfstand vergleichbare Auflösung.

Dem Wasser wurde Natrium-Fluorescein als wasserlöslicher, fluoreszierender Tracer zugesetzt. Nach dem Antrocknen der Beläge wurden die Objektträger einzeln in 150 ml Aqua dest. abgewaschen. Dann wurde die Konzentration in einem Fluorometer (Perkin Ellmer LS 3) bei einer Exzitation von 484 nm und einer Emission von 512 nm bestimmt. Die Belagsmassen wurden für jeden Objektträger einzeln berechnet und in  $\text{ng/cm}^2$  ausgedrückt.

## Ergebnisse

### Die Messung der statischen Querverteilung

Abbildung 1 zeigt eine typische statisch erfaßte Querverteilung am Beispiel von drei montierten Flachstrahldüsen des Typs Lechler LU 120015 mit 120° Spritzwinkel und bei 50 cm Arbeitshöhe. Der auswertbare Bereich beträgt entsprechend dem Abstand zwischen den äußeren Düsen lediglich 1 m. Die Unterschiede zwischen dem 10-cm und dem 25-mm-Prüfstand sind gering. Geometrie und Überlapung der Spritzfächer ergeben die gewünschte Verteilungsgleichmäßigkeit im auswertbaren Bereich. Die waagrechteten Linien zeigen den Mittelwert sowie den Bereich von  $\pm 15\%$  Abweichung. An beiden Seiten entstehen die typischen Flanken mit abnehmenden Behälterfüllständen. Die Spritzbreite ist insgesamt etwa 2,5 m breit. Die Behälterfüllstände wurden in diesem Fall in Belagsmassen umgerechnet, um eine direkte Vergleichbarkeit mit den weiter unten dargestellten dynamischen Messungen zu ermöglichen. Hierzu wurde ein Fahrgeschwindigkeit von 6,1 km/h angenommen. Der Mittelwert im auswertbaren Bereich liegt bei 180  $\text{ng/cm}^2$  und damit etwa 10% niedriger als mit der Dosiergleichung berechnet. Die fehlende Menge findet sich in den Flanken der Querverteilung, d. h. außerhalb der auswertbaren Breite.

### Die Messung der dynamischen Querverteilung

Mit der in Abbildung 1 untersuchten Düsenkonfiguration (LU 120015) wurden die Belagsmassen über die Breite der Kammer untersucht. Abbildung 2 zeigt zwei Testläufe, die zeitlich auseinander lagen, so daß das Gerät neu eingestellt werden mußte. Die Übereinstimmung der ansonsten unveränderten Faktoren, wie Düsenposition, Reihenfolge, Verdrehwinkel, Druck, Geschwindigkeit, ist sehr gut. Auffällig ist jedoch das gegenüber der statischen Messung sehr viel ausgeprägtere Profil mit enormen Unterschieden zwischen den Maxima und Minima auch innerhalb der auswertbaren Arbeitsbreite. Die verwendeten Objektträger gestatten mit 26 mm Breite den di-

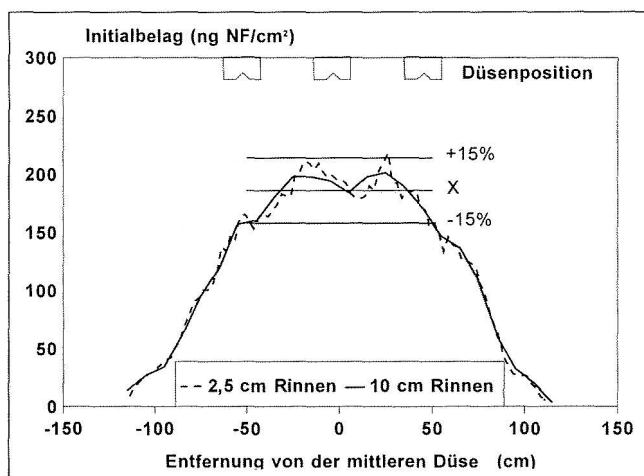


Abb. 1. Statisch gemessene Querverteilung eines Verbandes von drei Düsen des Typs Lechler LU 120015 auf einem 10-cm- und einem 25-mm-Rinnenprüfstand. Arbeitshöhe: 50 cm; Druck: 2,5 bar; Volumenstrom: 0,52 l/min; Die aufgefangenen Volumina wurden in Belagsmassen/cm<sup>2</sup> konvertiert unter Annahme einer Fahrgeschwindigkeit von 6,1 km/h.

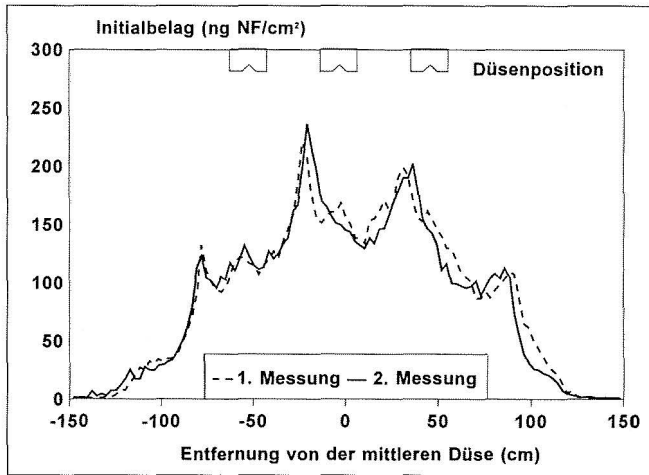


Abb. 2. Dynamisch erfaßte Querverteilung eines Verbandes von drei Düsen des Typs Lechler LU 120015 auf Glasobjektträgern (26 x 76 mm). Konfiguration wie in Abbildung 1 dargestellt.

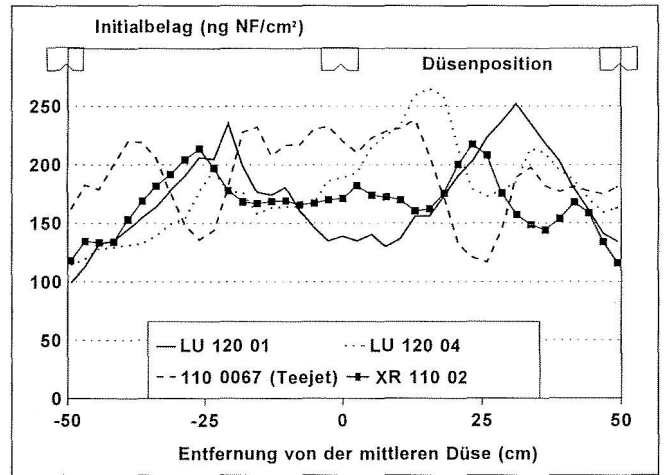


Abb. 4. Dynamisch erfaßte Querverteilung eines Verbandes von je drei Düsen verschiedener Typen von Flachstrahldüsen im auswertbaren Bereich von 1 m. Konfiguration siehe Tabelle 1.

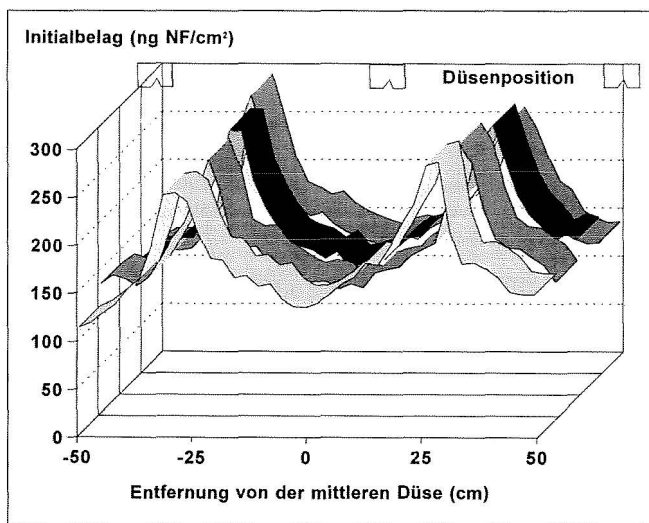


Abb. 3. Dynamisch erfaßte Querverteilung eines Verbandes von drei Düsen des Typs LU 120015 (vier Wiederholungen innerhalb einer Meßfahrt) im auswertbaren Bereich von 1,0 m. Längs- und Querverteilungsmuster führen zu erheblichen Dosierunterschieden in der Behandlungsfläche. Konfiguration siehe Abbildung 1.

rekten Vergleich zur Messung auf dem 25-mm-Rinnenprüfstand in Abbildung 1. Während die statische Messung ein Plateau mit ähnlichen Stoffmengen zeigt, variieren die angelagerten Stoffmengen in Fahrt räumlich dicht beieinander zwischen 130 und 240 ng/cm<sup>2</sup>. Das Integral unter dem Verteilungsprofil ergibt eine Wiederfindungsrate von etwa 96 %. Auf die Berechnung der mittleren Belagsmassen innerhalb der auswertbaren Breite wurde wegen der großen Unter-

schiede innerhalb des 1 m breiten Bandes verzichtet. Der Mittelwert wäre nicht repräsentativ für den Sollwert sowie die Werte an den einzelnen Positionen. Dieser liegt bei der hier angewendeten Menge von 20 g Natrium-Fluorescein in 110 l/ha bei 200 ng/cm<sup>2</sup>, wird aber tatsächlich nur an zwei Positionen etwa mittig zwischen den Düsen erreicht.

Abbildung 3 zeigt 4 Wiederholungsmessungen in einer Applikation mit drei Düsen des Typs LU 110 015 und liefert das Muster der Dosiervariabilität in der Behandlungsfläche. Die vier Reihen mit Objektträgern waren im Abstand von 1,0 m quer zur Fahrtrichtung ausgelegt und repräsentieren wenigstens drei m Fahrstrecke. Deutlich erkennbar sind die unmittelbar nebeneinander entstandenen Längsstreifen sehr hoher und sehr niedriger Belagsmassen.

Die auf den Glasplatten gefundenen Unterschiede konnten bei entsprechender Positionierung unter dem Spritzbalken auch auf natürlichen Zielobjekten nachgewiesen werden. In einem Versuch wurden 10 cm große Pflanzen (*Ficus pumilla*) an den Positionen der maximalen bzw. minimalen Belagsmassen plaziert und übersprüht. Die mittleren Belagsmassen von 25 Blättern an beiden Positionen lagen bei 111,8 ng NF/cm<sup>2</sup> und bei 70 ng NF/cm<sup>2</sup>. Dabei wurden nur Blätter entnommen, die frei standen und nicht von anderen abgedeckt wurden, die also voll exponiert waren. Die Variationskoeffizienten waren deshalb relativ klein und lagen lediglich bei 18,2 % und 17,3 %.

*Die Messung der dynamischen Querverteilung von vier verschiedenen Düsentypen*

In Abbildung 4 ist die dynamische Querverteilung vier verschiedener Düsentypen innerhalb des auswertbaren, 1,0 m breiten Streifens dargestellt. Montiert waren je drei Düsen der Typen Teejet 1100067, XR 11002 sowie Lechler LU 12001 und LU 12004. Die Einstelldaten sind in Tabelle 1 zusammengefaßt. Die Verteilungs-

Tab. 1. Konfiguration des Spritzgestänges sowie Applikationsparameter der in Abbildung 4 verwendeten Düsen

Düsentyp	1100067 <sup>1)</sup>	LU 12001 <sup>2)</sup>	XR 11002 <sup>1)</sup>	LU 12004 <sup>2)</sup>
Druck (bar)	2,0	2,5	2,5	3,5
Ausstoß (l/min)	0,23	0,35	0,71	1,68
Geschwindigkeit (km/h)	7,1	6,1	6,1	6,1
Wasseraufwand (l/ha)	39	70	140	330

<sup>1)</sup> = Spraying Systems, <sup>2)</sup> = Lechler

muster sind sehr inhomogen und sehr verschieden. Sie weichen auch deutlich ab von dem in Abbildung 2 für die Düse LU 120015 gezeigten Profil. Jedoch ergeben sich auch hier Unterschiede zwischen Maximum und Minimum in der Größenordnung von 60%. Neben den hier variierten Faktoren müssen auch Fahrgeschwindigkeit und Arbeitshöhe als weitere wichtige Einflußgrößen gesehen werden (SCHMIDT, 1994).

## Diskussion

Bei jeder Spritzapplikation ist das Entstehen der Initialbeläge auf den Zielobjekten ein Zufallsprozeß (KOCH, 1992), der beeinflusst wird von der Tropfenbildung, dem Tropfentransport, der Anlagerung, die wiederum selbst von Zerstäuber- und Flüssigkeitseigenschaften und äußeren Bedingungen abhängig sind (SPILLMANN, 1984). Darüber hinaus spielen die Position sowie die Ausrichtung der Zielobjekte mit ihren Oberflächeneigenschaften weitere nicht beeinflussbare Parameter. Natürliche Zielobjekte in einem Pflanzenbestand werden nicht als Individuen behandelt, sondern als Population, d. h., das Dosiervorgang ist als indirekt zu bezeichnen. Die Zielobjekte erleben den Anlagerungs- bzw. Dosiervorgang passiv. In diesem Sinne sind Masse und Struktur des Initialbelags das Ergebnis überlappender und sich beeinflussender Zufallsprozesse (KOCH, 1992). Der Initialbelag auf jedem einzelnen Zielobjekt und Nichtzielobjekt ist gleichermaßen das Ergebnis der Ausbringung eines Pflanzenschutzmittels und der Ausgangspunkt für jede Art von Effekt, wie Wirksamkeit, Nebenwirkung auf Nutzorganismen, Rückstände, Verdunstung, Abbau. Diesem Übergang von beabsichtigter bzw. vorgesehener Stoffmenge und angelagerter Stoffmenge ist erhöhte Aufmerksamkeit zu schenken.

Werden in Laborversuchen Pflanzenschutzmittel appliziert, muß zusätzlich zur theoretisch festgesetzten Aufwandmenge, die quasi als auf eine Fläche von einem ha bezogener Mittelwert verstanden werden kann, bekannt sein, welche Stoffmenge einzelnen Positionen innerhalb dieser Fläche zugeordnet wird. Letztere ist die ausschlaggebende Größe für die tatsächlich an den Zielobjekten angelagerte Stoffmenge (KOCH u. WEISSER, 1995). Zumindest muß die Variabilität innerhalb des behandelten Prüfsystems bekannt sein. Anders ausgedrückt, es genügt nicht, die Aufwandmenge je ha als Durchschnittswert zu kennen, vielmehr muß der Prüfleiter die Aufwandmenge zu sehr viel kleineren Flächeneinheiten zuordnen, etwa zu 100 cm<sup>2</sup>, wenn es um Zielobjekte entsprechender Größe geht.

Wie das dargestellte räumliche Verteilungsmuster in Abbildung 3 zeigt, kann man innerhalb des Behandlungsbandes nicht von homogener Ausbringung, also auch nicht von gleichmäßiger Anlagerung ausgehen. Werden kleine Zielobjekte über die bei der statischen Messung als auswertbar angesehenen Breite plaziert, die in unseren Versuchen bei 1,0 m lag, muß man mit Dosierunterschieden von mindestens 60% rechnen, mit entsprechender Auswirkung auf Belagsbildung und damit Ergebnis und Aussage des Versuchs. Die stets nur als Mittelwert berechnete und ausgebrachte Stoffmenge läßt keine Aussage zu über die Verteilung auf den im Behandlungsband angeordneten Zielobjekten sowie die an jedem einzelnen angelagerte Belagsmasse. Es wird auch deutlich, daß sich für jede Düsenkonfiguration ein spezifisches Muster ergibt, das der Prüfleiter beim Plazieren der Zielobjekte jeweils beachten muß, wenn er Effekte einer Dosiermenge zuordnen will, wie es Ziel bestimmter Versuche ist.

Aus einer umfangreichen Versuchsserie leiten wir ab, daß das Querverteilungsmuster einer Düsenkonfiguration und Geräteeinstellung nach derzeitigem Wissensstand nicht vorhergesagt werden kann, sondern im Einzelfall erarbeitet werden muß. Selbst das Vertauschen der Düsen kann bereits zu einem veränderten Verteilungsmuster führen.

In diesem Zusammenhang spielen die Ursachen für das Entstehen der beschriebenen Verteilungsmuster keine Rolle, da sie vom Prüfleiter ohnehin nicht im Sinne der Zielsetzung seines Versuches optimiert werden können. Entscheidend ist, daß der Prüfleiter die kritische Phase der Applikation in seinen Untersuchungen nicht auf der Grundlage statisch ermittelter Querverteilungsmessungen aufbauen kann. Er läuft hierbei Gefahr der Mißinterpretation.

Insbesondere, wenn Dosis-Wirkungs-Beziehungen untersucht werden, wie dies in Zulassungsversuchen aber auch im Bereich der Forschung notwendig ist, sollten Prüfleiter die dynamische Querverteilung der im Versuch vorgesehenen Konfiguration vor Beginn der Tests ermitteln. Aus dem gefundenen Verteilungsmuster kann abgeleitet werden, welchen Stoffmengen die exponierten Zielobjekte an bestimmten Positionen unter dem Düsenverband tatsächlich ausgesetzt sind.

Grundsätzlich ist das Ermitteln der dynamischen Querverteilung ein wichtiges Instrument zur Beschreibung des Applikationsverhaltens einer Laborspritzbahn bzw. der aktuellen Gerätekonfiguration. Anders als beim fahrenden Feldspritzgerät kann bereits eine einzige Applikation Aufklärung über Dosierunterschiede innerhalb der auswertbaren Arbeitsbreite erbringen und dem Prüfleiter Sicherheit bei Versuchsdurchführung und Dateninterpretation geben.

Bei der Ermittlung der dynamischen Querverteilung sollten künstliche Zielobjekte verwendet werden, deren Format dem der späteren tatsächlichen Zielobjekte in der Größenordnung entspricht. Erhebliche Unterschiede der Zielobjektgrößen führen zu verschiedenem Anlagerungsverhalten und insbesondere zum Verschieben der statistischen Parameter.

Im Gegensatz zu dem starren, höchstens durch nicht relevante Eigenschwingungen in seiner Bewegung beeinflussten Düsenträger an der Laborspritzbahn werden Feldspritzgestänge infolge ihrer pendelnden Aufhängung an einem sich in unebenem Gelände bewegenden Traktor ständig in verschiedenen Ebenen angeregt. Daraus resultieren relative Geschwindigkeitsänderungen der Düsen, die zu einem Längs- und Querverteilungsmuster mit kleinflächig wechselnden Dosierunterschieden und damit stark wechselnden Belagsmassen an den Zielobjekten führen. Große Variationskoeffizienten sind die Folge (KNOTT, 1977; KOCH et al. 1991). Derzeit wird versucht, über Simulationsmodelle das Verteilungsverhalten von Einzeldüsen auf einen Düsenverband zu extrapolieren und zu einer Optimierung von Gestängeaufhängung und Gestängeführung beizutragen. Während KAUL et al. (1994) versuchen, ein Modell mittels einer fest montierten Düse auf einem 25-mm-Rinnenprüfstand zu erarbeiten, weisen CHAPPLE et al. (1995) auf die Problematik fixierter Düsen hin und arbeiten mit einer Düse, die über den Prüfstand hinweggefahren wird.

## Literatur

- Biologische Bundesanstalt für Land- und Fortstwirtschaft (BBA), 1989: Richtlinie für die Prüfung von Pflanzenschutzmitteln im Zulassungsverfahren, Teil VI, 23-2.1.5 Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln auf *Coccinella septempunctata* L.
- Biologische Bundesanstalt für Land- und Fortstwirtschaft (BBA), 1992: Richtlinien für die Prüfung von Pflanzenschutzgeräten, Teil VII, 1-3.2.1, Merkmale für die Prüfung in Gebrauch befindlicher Spritz- und Sprüheräte für Flächenkulturen.
- CHAPPLE, A. C., F. R. HALL, and B. L. BISHOP, 1995: Assessment of single-nozzle patternation and extrapolation to moving booms. *Crop Prot.* **12**, 207-213.
- KAUL, P. H., J. WYGODA und H. GANZELMEIER, 1994: Beurteilung des Spritzbildes von Flachstrahldüsen im Pflanzenschutz. *Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutz.* **46**, 45-52.
- KOCH, H., 1992: Über die Bedeutung von gerätetechnisch determinierten und stochastisch ablaufenden Prozessen des Applikationsvorgangs für Dosierung und Verteilung von Pflanzenschutzmitteln. *Gesunde Pflanzen.* **44**, 350-360.
- KOCH, H. und P. WEISSER, 1995: Retention und Initialbelag bei der Applikation von Pflanzenschutzmitteln. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz.* **102**, 203-210.

- KOCH, H. und P. WEISSER, 1995: Aufwandmenge und Initialbelag – zwei Kenngrößen für Applikation und Wirksamkeit von Pflanzenschutzmitteln. *Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd.* **47**, 273–278.
- KOCH, H., M. SPIELES und W. RINGEISEN, 1991: Applikationsqualität bei der Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln. *Gesunde Pflanzen* **43**, 196–203.
- KNOTT, L., 1978: Einfluß horizontaler Spritzgestängeschwankungen auf die Längsverteilung. *Gesunde Pflanzen* **30**, 42–48.
- MILLER, P. C. H., R. W. SMITH, C. R. TUCK, and P. J. WALKLATE, 1995: The Classification of agricultural Sprays based on Droplet Size Distributions and the results from Wind Tunnel tests. Brighton Crop Protection Conference, Weeds. 1125–1132.
- Pflanzenschutzmittelverordnung. 1994: Verordnung über Pflanzenschutzmittel und Pflanzenschutzgeräte (Pflanzenschutzmittelverordnung) vom 28. 7. 1987 (BGBl I. S. 1754) zuletzt geändert durch Artikel 8, §14, des Gesetzes vom 24. 6. 1994 (BGBl I. S. 1416).
- SCHMIDT, K., 1994: persönliche Mitteilung.
- SPILLMAN, J. J., 1984: Spray Impaction and Adhesion: an Introduction to Basic Characteristics. *Pest. Sci.* **15**, 97–106.

*Kontaktanschrift: Dr. Heribert Koch, Landesanstalt für Pflanzenbau und Pflanzenschutz, Essenheimer Str. 144, D-55128 Mainz*