

Düsen für die Gemüeswäsche

Die im Spritzstrahl gebildeten Tropfenspektren verschiedener Düsen wurden einer energetischen Betrachtung unterzogen und die Düsen hinsichtlich ihrer Effektivität bewertet.

Die Bildung einer effektiven Strahlstruktur für die Gemüesreinigung wird maßgeblich durch den Volumenstrom in Verbindung mit dem Spritzdruck, dem mittleren Strahlwinkel und dem Düsenabstand bestimmt. Durch die erfassten Versuchsdaten verschiedener Düsen wurde eine energetisch optimale, reinigungswirksame Tropfenvolumenverteilung eines Strahls erarbeitet, um die Strahlerfallverhalten der Düsen zu optimieren.

Dr. Martin Geyer ist Leiter der Abteilung "Technik im Gartenbau" am Institut für Agrartechnik Bornim e.V., Max-Eyth-Allee 100, 14469 Potsdam (Wissenschaftlicher Direktor: Prof. Dr.-Ing. Jürgen Zasko); e-mail: geyer@atb-potsdam.de
Dipl.-Ing. Ermyas Mulugeta und Dr.-Ing. Bernd Oberbarnscheidt sind Mitarbeiter dieser Abteilung. Robert Heinkel ist Mitarbeiter der Lechler GmbH & Co KG; Ulmer Str. 128, D-72555 Metzingen.

Schlüsselwörter

Waschdüsen, Gemüeswäsche, hydraulische Wäsche, Spritzstrahl

Keywords

Washing nozzles, vegetable cleaning, hydraulic cleaning, spray jet

Literatur

Literaturhinweise sind unter LT 03420 über Internet <http://www.landwirtschaftsverlag.com/landtech/local/fliteratur.htm> abrufbar.

Die Gemüeswäsche soll gründlich, aber produktchonend, wasser- und energiesparend sowie möglichst kostengünstig sein.

Im Rahmen von Grundlagenuntersuchungen werden die Beziehungen zwischen den Einflussfaktoren und der Strahlwirkung ausgewählter Flachstrahl- und Vollkegeldüsen am Aufprallort analysiert, um anschließend Möglichkeiten zur Optimierung der Düsen sowie des Waschvorgangs aufzuzeigen.

Material und Methode

Im vorliegenden Bericht sind die Versuchsergebnisse am Beispiel von zwei ausgewählten Waschdüsen dargestellt. Die Strahlparameter beider Düsen wurden bei veränderten Betriebsparametern (Spritzdrücke, $3 < p < 8$ bar bei Abständen der Düsen zur Strahlaufftrefffläche, $a = 100$ und 200 mm) ermittelt. Dabei wurden die im Spritzstrahl gebildeten Tropfen einer energetischen Betrachtung unterzogen.

Hierzu ist ein standardisiertes Prüfverfahren zur Beurteilung der Strahlparameter der Düsen hinsichtlich ihrer Flächenleistung erarbeitet worden, welches die Aufnahme der Tropfenimpulsverteilungen im Spritzstrahl und deren Wirkung über die radiale Strahlausbreitung ermöglicht [11].

Ergebnisse und Diskussion

Einfluss der Düsengeometrie unter praxisbezogenen Spritzbedingungen

Die Tropfenspektren, die durch die Variation

Tab. 1: Ermittelte Kenngrößen der Strahlgeometrie für verschiedene Spritzdrücke und Düsenabstände (a) a = 100 mm; (b) a = 200 mm

Table 1: Determined characteristics of the jet geometry for varied spray pressures and nozzle distances (a) a = 100 mm; (b) b = 200 mm

der untersuchten Kenngrößen der Betriebsparameter gebildet wurden, weisen relativ geringe Unterschiede in den Tropfenvolumenverteilungen und den mittleren volumetrischen Durchmessern (MVD), bezogen auf optimale Strahlwirkung, auf. Die Tropfenverteilungen der Agrardüse LU 90-04 weisen deutlich mehr kleine Tropfen $< 0,25$ mm (30 ... 48 % Volumenanteil) auf, was sich negativ auf die Strahlwirkung auswirkt.

Bei dem Einsatz der Industriedüse 632.726 (Spritzloch \varnothing 1,7 mm) ist im Gegensatz zur Agrardüse LU 90-04 (Spritzloch \varnothing 0,75 mm) eine Abnahme der Tropfenvolumenanteile der Tropfen $< 0,25$ mm um 22 bis 34 % in Abhängigkeit vom Spritzdruck ($3 < p < 8$ bar) und den untersuchten Düsenabständen zu verzeichnen.

Wie werden durch die Variation der Düsenkenngrößen die Bedingungen bei der Strahlausbreitung im Raum und folglich die Bedingungen für die Entwicklung der Tropfenspektren und -geschwindigkeiten im Strahl beeinflusst?

Die dem größeren Spritzlochquerschnitt der Industriedüse 632.726 zuzuweisende Eigenschaft, den Tropfendurchmesser zu vergrößern, beruht auf der Erhöhung des Volu-

1a. Agricultural nozzle LU 90-04, spray angle according to manufacturers recommendations: 90° ; a = 100 mm

spray pressure (bar)	spray width (mm)	spray depth (mm)	spray angle (measured at the impact surface) (°)	spray area A (mm ²)
2,5	224	48	96,5	9687,1
5	256	16	104,1	5798,0
8	272	16	107,4	5967,9

Industrial nozzle 632.726, spray angle according to manufacturers recommendations: 90°

2,5	144	16	71,5	2344,2
5	176	16	82,7	3729,1
8	176	16	82,7	3729,1

1b. Agricultural nozzle LU 90-04, spray angle according to manufacturers recommendations: 90° ; a = 200 mm

spray pressure (bar)	spray width (mm)	spray depth (mm)	spray angle (measured at the impact surface) (°)	spray area A (mm ²)
2,5	416	80	92,3	35489,4
5	480	48	100,4	21662,6
8	496	48	102,3	22376,2

Industrial nozzle 632.726, spray angle according to manufacturers recommendations: 90°

2,5	304	32	74,5	10371,5
5	336	32	80,1	11134,4
8	352	32	82,7	11769

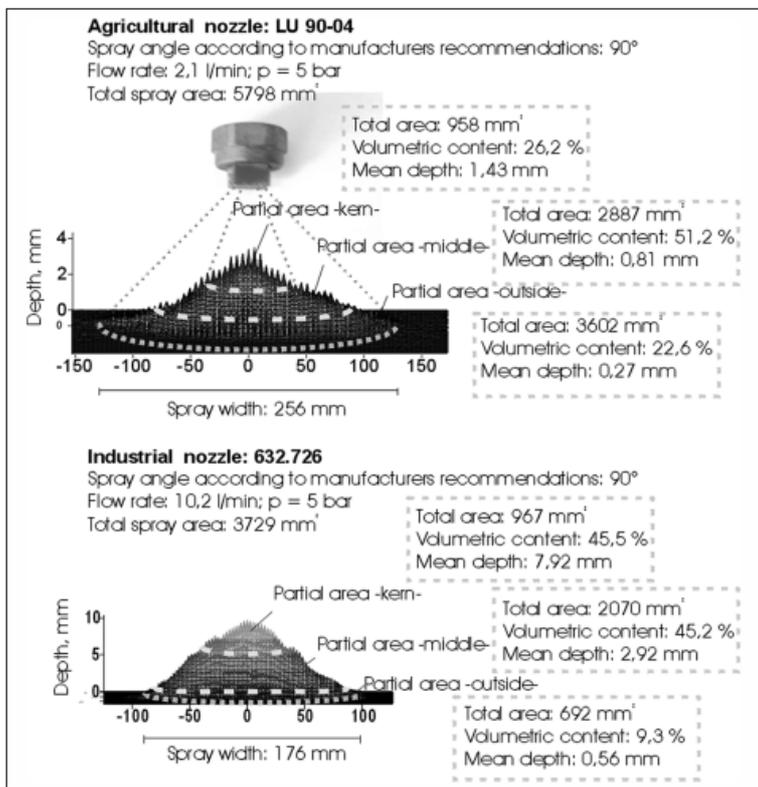


Bild 1: Ergebnisse der Vermessung des Materialabtrages und teilflächenbezogene Daten zur mittleren Abtragstiefe und zum Spritzwasseranteil bei a = 100 mm

Fig. 1: Results of measuring the material removal and partial area related data on mean depth of material removal and volumetric spray water content at 100 mm distance

menstroms durch die Düse. Resultierend daraus ergibt sich bei der Industriedüse eine deutliche Steigerung des Anteils an Tropfen > 0,25 mm sowie der mittleren Geschwindigkeit für Tropfen und Tropfenklassen gleicher Größe.

Wird der mittlere Tropfenimpuls aus den Messwerten der Tropfenmasse und -geschwindigkeit berechnet, sind bei gleichem Spritzdruck für alle Tropfengrößen der Industriedüse 632.726 höhere mittlere Impulswerte pro Flächeneinheit zu verzeichnen. Die höheren Impulse bewirken einen beschleunigten Aufprall der Tropfen auf die Oberfläche mit geringer radialer Abdrift (Tab. 1).

Somit wird eine höhere Flüssigkeits-/Tropfenkonzentration (Tropfen- (TSD) und Volumenstromdichte (VSD)) in der Spritzfläche der Industriedüse erzielt. Diese erhöhte Volumenstromdichte, verbunden mit einem optimalen, mittleren Tropfenimpuls,

führt zu steigender Strahlwirkung auf der Auftrefffläche (Tab. 2, Bild 1).

Die Effektivität der Strahlstruktur zweier Düsen wird durch die eingesetzte Energie pro abgetragenem Volumen auf den standardisierten Sand-Bindmittelgemisch-Platten und durch den Grad des düsenpezifischen Druckabfalls (Quotient aus dem maximalen Aufpralldruck und dem Wasserdruck in der Zuführleitung vor der Düse, p_1/p_0) ausgedrückt. Danach erweisen sich die Strahlstrukturdaten der Agrardüse als uneffektiv, insbesondere bei einem Einsatz mit einem Düsenabstand > 10 cm, wie auch die höheren Energiewerte pro abgetragenem Volumen zeigen (Tab. 2).

Die Ergebnisse zeigen, dass die Verteilung der Volumenstromdichte, des mittleren Tropfenimpulses im Spritzstrahl sowie des Gesamtimpulses des Spritzstrahls Aufschlüsse über die Flächenleistung des Strahls geben. Die genannten Parameter ste-

hen untereinander in Beziehung, ihre jeweilige Größe beeinflusst die Strahlaktivität der Düse.

Schlussfolgerung

Durch das erarbeitete Prüfverfahren besteht die Möglichkeit der Analyse von Reinigungsdüsen hinsichtlich ihrer wirkungsrelevanten Spritzstrahlparameter in Abhängigkeit der unterschiedlichen Betriebs- und Düsenparameter. Die Analyseergebnisse zeigen, dass vor allem die Düsengröße entscheidend die Bedingungen zur Bildung der Spritzstrahlstrukturen und somit die Spritzstrahlaktivität beeinflusst. Eine Düse mit kleinem Volumenstrom ($Q < 3$ l/min bei $p = 3$ bar) und großem Strahlwinkel ($\alpha \geq 90^\circ$) erzeugt einen Spritzstrahl, der durch eine verringerte, flächenbezogene Volumenstromdichte und einen erhöhten Luftanteil im Spritzstrahl gekennzeichnet ist. Folglich ist die Reinigungswirkung solcher Düsen schlecht.

Durch die Erhöhung der Düsengröße unter Beachtung der Wassereinsparung und der produktschonenden Gemüsereinigung können diese Kenngrößen der Strahlstruktur und damit die Reinigungswirkung verbessert werden.

Das Ergebnis einer Parameterbestimmung der Verteilung wirkungsoptimaler Tropfengrößen im Spritzstrahl, die sich aus den Versuchsdaten verschiedener Düsen ergeben, ist in Bild 2 dargestellt.

Die weitere Betrachtung der Tropfenvolumenverteilung der Industriedüse 632.726 ergibt eine vermehrte Häufigkeit an großen Tropfen mit höheren Impulswerten. Diese Tendenz, insbesondere beim Düsenabstand von 10 cm, kann jedoch aufgrund der höheren Tropfenschlagwirkung als nachteilig anzusehen sein. Inwiefern dies aus Sicht einer produktschonenden Reinigung zu rechtfertigen ist, muss die Auswertung der Daten zur Bestimmung der Beschädigungsgrenzen einiger Gemüsearten zeigen.

nozzle distance (mm)	density of volume stream (mm ³ /mm ² s)	total calculated impulse (kg m/s)	mean droplet impulse (kg m/s)
Agricultural nozzle LU 90-04			
100	6,04	0,723	$6,6 \cdot 10^{-7}$
200	1,62	0,720	$4,9 \cdot 10^{-7}$
Industrial nozzle 632.726			
100	31,80	3,67	$3,0 \cdot 10^{-6}$
200	6,58	3,94	$2,1 \cdot 10^{-6}$

nozzle distance (mm)	mean maximum impact pressure (kPa)	mean depth of material removal (mm)	$E_{hyd.,spez.}$ used energy / volume removed (N m / mm ³)	pressure ratio p_1/p_0 (-)
Agricultural nozzle LU 90-04				
100	11,14	0,63	1,12	$2,23 \cdot 10^{-2}$
200	10,92	0,30	4,09	$2,18 \cdot 10^{-2}$
Industrial nozzle 632.726				
100	28,63	2,47	1,41	$5,73 \cdot 10^{-2}$
200	24,57	1,05	1,80	$4,91 \cdot 10^{-2}$

Tab. 2: Vergleich der Düsen hinsichtlich ihrer ermittelten Strahlparameter in Abhängigkeit zweier ausgewählter Düsenabstände, p = 5 bar

Table 2: Comparing determined nozzles spraying parameters, dependent on two selected nozzle distances, p = 5 bar

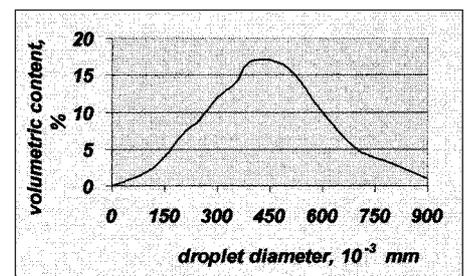


Bild 2: Energetisch optimale, wirkungsrelevante Tropfenvolumenverteilung eines Strahls

Fig. 2: Energetically optimal and effect relevant droplet size spectrum of spray jet