

# Düsen für Hochdruckspritzgeräte

Dr.-Ing. J. Spillecke, KDT/Dipl.-Ing. O. Kreuzmann, KDT/Dipl.-Ing. W. Bergmann, KDT  
 Kombinat Fortschritt Landmaschinen, VEB Anlagenbau Impulsa Elsterwerda  
 Dr. med. vet. A. Steiger, Institut für angewandte Tierhygiene Eberswalde  
 Dr. agr. G. Wirsching/Dipl.-Ing. J. Sobzig  
 Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim der AdL der DDR

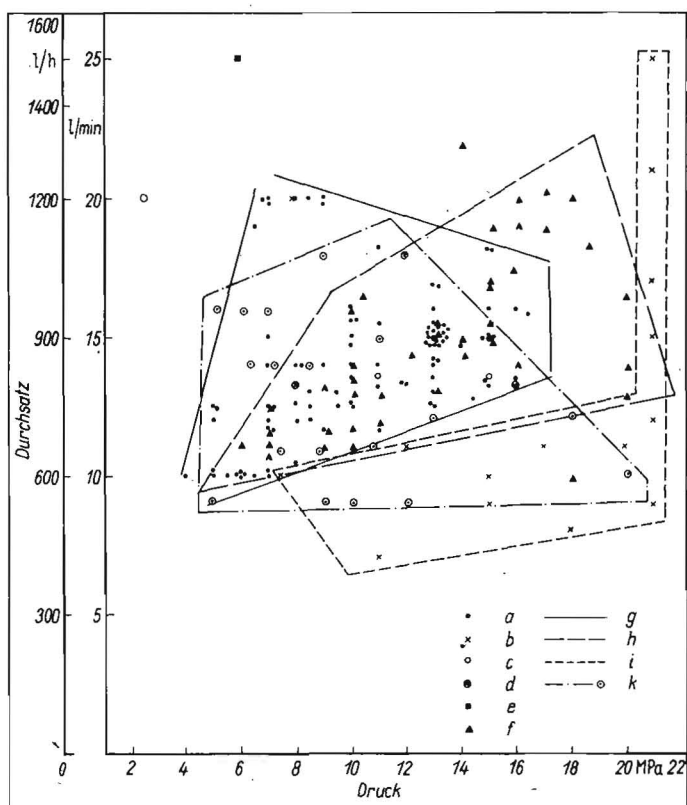
## 1. Einleitung

Die hydromechanische Reinigungswirkung wird durch die Aufprallenergie am Reinigungsobjekt bestimmt. Um einen optimalen Reinigungseffekt erzielen zu können, müssen u. a. Volumenstrom und Druck in einem richtigen Verhältnis zueinander stehen. Richtwerte in Abhängigkeit von Verschmutzungsgrad, -art und Trägermaterial sowie dessen Oberflächenbeschaffenheit sind grob bekannt und werden derzeit systematisch präzisiert. Neben Volumenstrom und Druck stellt die Strahlform eine erhebliche Einflußgröße auf den Reinigungsvorgang dar. Daraus entstehen für die Düsendimensionierung, -fertigung und -anwendung besonders hohe Anforderungen. Auf diesen Entwicklungsstand und die damit nachgewiesenen Ergebnisse soll näher eingegangen werden, um eine einheitliche Bewertungsbasis zu erhalten und um dem Konstrukteur und dem Anwender neueste Erkenntnisse zu vermitteln. Die in [1, 2, 3] getroffenen Aussagen sind zu erweitern und hinsichtlich Reinigungseffekt und Optimierung zu ergänzen.

## 2. Düsendimensionierung, allgemeine Anforderungen

Wie umfangreich die Forderungen an die Hochdruckdüsendimensionierung sind, geht aus Bild 1 hervor, in dem Leistungsparameter von nationalen und internationalen Hochdruckspritzgeräten verschiedener Entwicklungszeiträume dargestellt werden. Die zusammengestellten Geräteleistungen zeigen, wie unterschiedlich die zugehörigen Düsen ausgelegt sind, und lassen die Frage nach einem leistungsseitigen Optimum offen, obwohl eine Häufung in gewissen Bereichen besteht. Der mit g gekennzeichnete Bereich umfaßt Geräte, die etwa bis 1981 auf dem Markt neu erschienen, während der mit h und i gekennzeichnete Bereich Daten einiger Ausführungen der letzten drei Jahre angibt. Aus Nutzersicht ist auch bemerkenswert, daß entweder universell anwendbare Geräte oder Ausführungen für speziellere Aufgaben, die dafür meist optimiert sind, international entwickelt wurden. Für die Düsendimensionierung haben die Leistungsklassen bis 600 l/h, 900 l/h, 1200 l/h und 1500 l/h bei Drücken von 10 MPa bis rd. 20 MPa besondere Bedeutung. Damit können die überwiegenden Reinigungsaufgaben erfüllt werden. Eine Grenze nach oben besteht in der ergonomisch erforderlichen Begrenzung der für die Bedienperson zulässigen Haltekräfte, wobei größere Düsen für stationäre Aufnahmen sowie leistungsfähigere Geräte für stationäre Anlagen zum gleichzeitigen Betreiben mehrerer Düsen an Düsenträgern auch erforderlich sind. Die untere Grenze ist als noch sinnvoller Bereich für die Anwendung der Hochdrucktechnik herangezogen, d. h. eine Reduzierung der Antriebsleistung unter 1 kW

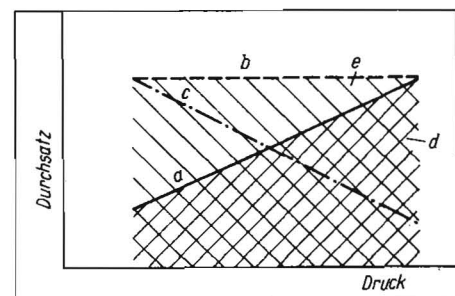
Bild 1  
 Übersicht über Leistungsparameter von Hochdruckspritzgeräten;  
 a Geräte nach dtz.-Typentabelle [4], b Geräte der Friedrichs GmbH [5], c R208, M805A, d Sterimob StA 80HS und H (UVR), e Geräte des VEB Rationalisierung Gera, f Geräte, die mit Radial- und Axialkolbenpumpen ausgerüstet sind, g Bereich der Typen, die bis 1982 auf dem Markt international erschienen, h Bereich der Typen, die ab 1982 auf dem Markt erschienen, i Typen der Friedrichs GmbH, die nach 1982 erschienen, k Apro-Geräte von 1983



bringt sicher keine besseren Effekte als eine Niederdruckspritztechnik. Die serienreife Ausführung ergibt sich danach als Kompromiß zwischen leistungsseitigen Anforderungen, Idealstrahlform, Fertigungs- und Konstruktionsaufwand sowie ergonomischen Anforderungen. Die Düse als druckaufbauender Strömungswiderstand entscheidet wesentlich mit über die Höhe der Verluste bei der Wandlung in die verschiedenen Energieformen, von elektrischer in hydraulische und kinetische Energie. Bei der Düsendimensionierung muß grundsätzlich von der Leistungsfähigkeit der Pumpen, speziell von deren Kennlinienverhalten, ausgegangen werden. Pumpen mit konstantem Verdrängervolumen erfordern andere Steuerungsprinzipie des Förderstroms und eine andere Düsen-gestaltung als Pumpen mit veränderbarem Fördervolumen. Für die Hochdruckspritztechnik gelangen international überwiegend Konstantverdrängerpumpen zur Anwendung. Deren Durchsatz sinkt nur minimal mit steigendem Druck infolge innerer Leckverluste. Ein idealer Pumpentyp für die Zwecke der Hochdruckreinigung wäre dagegen eine wechselweise durchsatz- sowie druckvariierbare Ausführung, die zusätzlich von einem leistungsvariierbaren Motor angetrieben wird, was z. Z. jedoch noch einen zu großen technischen Aufwand erfordert. Damit könnte der Gerätenu-tzer eine bedarfsgerechtere Leistungsvorwahl durchführen und letztlich Energie spa-

ren sowie der Bedienperson optimale Arbeitsbedingungen bieten. Die aufgenommene Motorleistung müßte sich auf die abgegebene Leistung einstellen. Daraus abgeleitet ergibt sich für die Düsenentwicklung eine Situation entsprechend Bild 2. Die vorhandenen Düsen mit unveränderlichem Querschnitt sind für die üblichen durchsatzkonstanten Pumpen weniger gut geeignet, da Druck und Durchsatz nur im Leistungsspitzenwert beidseitig voll genutzt werden und ein geringerer Druck nur mit ge-

Bild 2. Prinzipielle Düsenkennlinien;  
 a bei geometrisch unveränderlichen Düsenquerschnitten (Istzustand), b bei geometrisch veränderlichem Querschnitt, c Düse, die zur vollständigen Ausschöpfung der Pumpenantriebsleistung erforderlich ist, d Nutzbereich herkömmlicher Düsen, e Verlustbereich



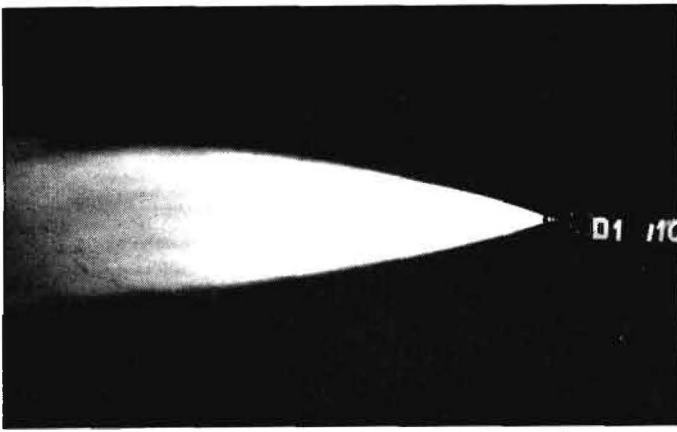


Bild 3. Gut ausgeprägtes Strahlbild bei 10 MPa und einem Strahlwinkel von 31° (Draufsicht)

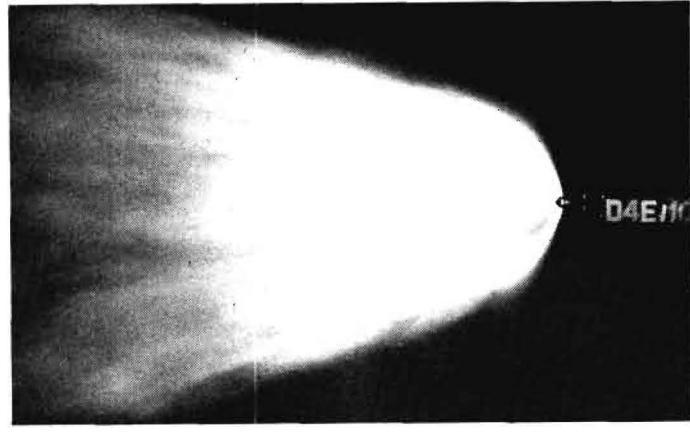


Bild 4. Schlecht ausgeprägtes Strahlbild bei 10 MPa und einem Winkel des Kernstrahls von 66° (Draufsicht)

ringerem Durchsatz erzielt wird. Die Druckminderung an der Düse müßte über eine Regeleinrichtung die Durchsatzserhöhung der Pumpe auslösen, um die Antriebsleistung voll zu nutzen, oder die aufgenommene Leistung des Motors müßte sich auf den Optimalwert der abgegebenen Leistung einstellen. Gerade bei niedrigem Druck ist eine Durchsatzverringerung ungünstig, meist wäre eine Durchsatzserhöhung nutzerseitig erforderlich. Bei einem idealen Düsentyp müßte entsprechend der Kennlinie  $b$  nach Bild 2 nur der Druck variabel sein. Eine derartige Variodüse würde folgende Vorteile aufweisen:

- maximale Nutzung der Antriebsleistung über den gesamten Druckbereich
- Erhöhung des Wirkungsgrades des gesamten Geräts
- an verschiedenste Reinigungsaufgaben besser anpassungsfähig.

Im Unterschied hierzu dient die Winkel-Variodüse nach [6] nur zum stufenlosen Einstellen des Hochdruckstrahls zwischen einem Spritzwinkel von 0° (Rundstrahl) und 90° (Flachstrahl). Mit dieser Düse kann sowohl im Flächenbereich als auch im Tiefenbereich ohne Umrüstung und ohne wesentlichen Leistungsverlust gearbeitet werden, indem die Schwemmwirkung des Strahls dem Grad der Verschmutzung angepaßt wird.

Die Bedeutung der Fertigungstechnologie der Düsen kann nicht hoch genug eingeschätzt werden. Neben spangebender und spanloser Formgebung für Düsen aus korrosionsbeständigen Stählen werden u. a. auch Keramikdüsen gefertigt. Sie unterliegen hohen Qualitätsansprüchen, ähneln sich in Anschlußbedingungen und Leistungswerten. Im Unterschied zu den in [1] vorgestellten Düsen für Drücke bis 2,5 MPa geht es bei Hochdruckdüsen u. a. um eine höhere Standfestigkeit. Das wird erreicht, indem die durchsatz- und strahlformbestimmenden Düseninnenkonturen durch entsprechende konstruktive Ausführung keinen erhöhten Verschleiß der typischen Konturreinheit gestatten. Treten derartige Erscheinungen infolge von Produktionsmängeln oder Verschleißerscheinungen auf, bilden sich Randstrahlen aus, wodurch die mechanische Strahlenergie gemindert wird.

Die in [2] vorgestellten Düsenformen weisen abweichende Einflußgrößen auf Strahl- und Durchsatzausbildung auf. Bei der Sprühdüse sind es die Durchmesser, die Bohrungslängen, die Anstellwinkel der Bohrungen und der Druck, bei der Rundstrahldüse der Durchmesser, die Bohrungslänge, die Boh-

rungseingangsgestaltung und der Druck. Auf die Verhältnisse bei der Flachstrahldüse als der für die Reinigung entscheidenden Düse wird im folgenden näher eingegangen. Allgemein beeinflußt wird der Wirkungsgrad der Düse durch die Oberflächenqualität im strahlformbildenden Bereich, durch die Ausführung der Übergangsstelle bei Querschnittsveränderungen (Größe der Rundungen und gratfreie Ausführung) bzw. auch von Umlenkungen bei hoher Strömungsgeschwindigkeit, vor allem wenn turbulente Strömung auftritt.

### 3. Geometrische Gestaltung, Kennlinien

Die verschiedenen Herstellungsverfahren und der unterschiedliche Materialeinsatz bei der Hochdruckdüsenproduktion führen zwangsläufig zur differenzierten Gestaltung der Düseninnenkonturen, speziell bei Flachstrahldüsen. Erzeugt werden mit diesen Düsen Strahlbilder zumeist hoher Qualität mit unterschiedlicher Geometrie. Die bevorzugt eingesetzten Spritzwinkel sind bei Flachstrahldüsen bis 15° für die Beseitigung sehr fester und dicker Schmutzschichten, bis 25° für normale Schmutzschichten, bis 40° für geringe und leicht lösbare Schmutzablagerungen und bis 60° – in Ausnahmefällen auch darüber – für Sprühdeseinfektionsmaßnahmen und für das Versprühen von Reinigungsmitteln. Die Spritzwinkelwahl entscheidet in Abhängigkeit von Druck, Durchsatz, Schmutzschicht usw. wesentlich über die Effektivität des Reinigungsvorgangs. Für durchschnittliche Reinigungsaufgaben in der Tierproduktion sind Spritzwinkel zwischen 15° und 30° optimal.

Der Düsenaustrittsquerschnitt bei Flachstrahldüsen ist linsen- oder ellipsenförmig mit unterschiedlichen Länge-Breite-Verhältnissen. Aus Länge und Breite sowie ausgehend von der Grundform kann der Äquivalentdurchmesser ermittelt werden. Umfangreiche Meßreihen bilden dazu neben den theoretischen Berechnungsmöglichkeiten eine sichere Grundlage. Üblicherweise werden Flachstrahldüsen von allen Herstellern in der äquivalenten Rundstrahldüse charakterisiert.

Einen geringen Einfluß auf die Strahlwinkelgröße haben der anliegende Druck sowie die Viskosität und die Dichte der Flüssigkeit. Viel entscheidender ist jedoch die Fertigungsqualität. Deshalb muß gerade diese druckbedingte steigende Kompliziertheit zur Fertigung mit Spezialeinrichtungen, -technologien usw. führen. Analog zur Rundstrahldüse wirkt sich die Länge des querschnittsveren-

genden Düsenstücks auf die Leistungsparameter aus. Deshalb ist die bei der Fertigung zu fordernde Längenkonstanz ein wichtiges Qualitätsmerkmal, das bei der Düsenprüfung u. a. im Rahmen der Durchsatzprüfung indirekt mit erfaßt wird.

### 4. Reinigungsleistung, Vergleich verschiedener Düsen, Erprobungsergebnisse

Unter Praxisbedingungen ist die Ermittlung fundierter, untereinander vergleichbarer Werte, z. B. zur Reinigungsleistung, ausgedrückt in Flächenleistung je Zeiteinheit, nicht durchführbar. Definierte Schmutzschichten, Schmutzarten, Oberflächenbeschaffenheiten usw. liegen nicht vor bzw. sind schwer zu schaffen. Im Praxiseinsatz lassen sich nur zeit- und ortsgebundene Vergleichsmessungen durchführen, während in Laboruntersuchungen definierte, reproduzierbare Bedingungen geschaffen werden können. Diesem Ziel dienen entsprechend geschaffene Voraussetzungen, wovon Ergebnisse im folgenden vorgestellt werden.

#### 4.1. Düsen- und Strahlgeometrie

Untersuchungsgegenstand waren 15 serienmäßig gefertigte Flachstrahldüsen des VEB Anlagenbau Impulsa Elsterwerda. Ziel der Untersuchungen war die Ermittlung von Düsenkennwerten und eine Beurteilung der Fertigungsqualität. Bestimmt wurden

- Düsendurchmesser  $d$
- Düsen Schlitzbreite  $b$
- Düsenaustrittsfläche  $A$
- theoretischer Volumenstrom  $\dot{V}_{th}$
- experimenteller Volumenstrom  $\dot{V}_{ex}$
- Strahlwinkel der Düse  $\alpha$ .

Die Bestimmung des Düsendurchmessers  $d$  und der Düsen Schlitzbreite  $b$  erfolgte mit Hilfe eines Mikroskops. Nach der Berechnung der Düsenaustrittsfläche wurden die theoretischen Volumenströme ermittelt. Zur Bestimmung des Strahlwinkels wurden die Strahlbilder der einzelnen Düsen bei verschiedenem Düsendruck fotografiert und ausgemessen.

Die Versuchsergebnisse zeigen Unterschiede beim Düsendurchmesser  $d$  und bei der Schlitzbreite  $b$  in der Größenordnung von hundertstel Millimeter. Dementsprechend gibt es kaum Abweichungen für die errechnete Düsenaustrittsfläche und den Volumenstrom. Unter dem Mikroskop wahrgenommene Ungenauigkeiten bei der Fertigung, wie z. B. ein nach links oder rechts versetzt eingebrachter Düsen Schlitz und somit eine Vergrößerung der Düsenaustrittsfläche,

konnten bei der theoretischen Berechnung nicht erfaßt werden. Diese Fertigungsungenauigkeiten sind aber Ursache für die differierenden experimentell ermittelten Volumenströme.

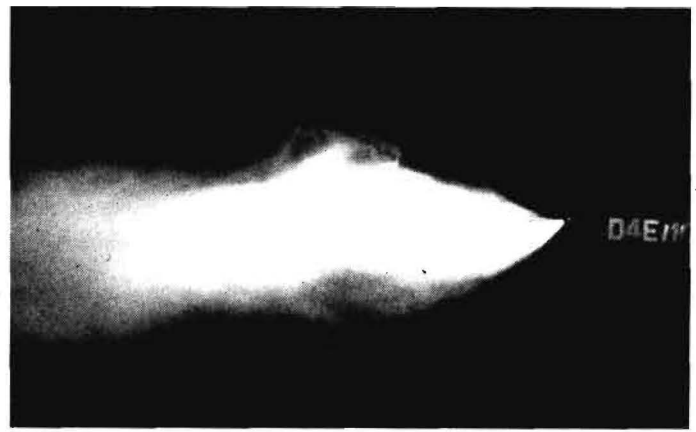
Bei der Strahlwinkelmessung wurde ein durchschnittlicher Winkel von  $31,6^\circ$  (Strahlpistoleneingangsdruck 6 MPa) und  $32,5^\circ$  (10 MPa) ermittelt. Somit führt die Druckerhöhung zu einer geringfügigen Winkelvergrößerung. Die Unterschiede des Strahlwinkels innerhalb einer Druckstufe resultieren hauptsächlich aus Fertigungsungenauigkeiten bei der Düsenherstellung. Dazu zählen z. B. Seitenversatz des Düsen Schlitzes zur Mittelbohrung sowie ungenügende Oberflächenqualität und Maßhaltigkeit der Bohrung bzw. des Schlitzes. Sie beeinflussen auch wesentlich die Kompaktheit des Strahls. Während eine relativ gut gefertigte Düse ein kompaktes Strahlbild mit kleinem Strahlwinkel hervorbringt (Bild 3), ergibt eine schlecht gefertigte Düse ein aufgelockertes Strahlbild mit „Fingern“ und Randstrahlen sowie mit einem großen Strahlwinkel (Bilder 4 und 5). Voraussetzung für eine optimale Kraftübertragung auf die zu reinigende Oberfläche ist ein geschlossenes kompaktes Strahlbild mit relativ großer Kernzonenlänge des Wasserstrahls.

Bei weiteren 6 Flachstrahlprüfungen ergab die visuelle Strahlbildbeurteilung, daß die Strahlgestaltung bei den einzelnen Düsen nicht zu einem einheitlichen und über die gesamte Strahlbreite gleichmäßigen Strahlbild führt. Die Düsen scheinen mehr oder weniger stark eine einseitige Betonung des Strahlbilds zu erzeugen, die sich im Bild 6 auf der rechten Seite der Strahlbreite darstellt.

#### 4.2. Strahldruck

Die Messung des Strahlendrucks erfolgt mit ei-

Bild 5  
Schlecht ausgeprägtes Strahlbild bei 10 MPa (Seitenansicht); Seitenversatz des Düsen Schlitzes deutlich im Strahlbild erkennbar



nem Flüssigkeitsmanometer, wobei der kreisförmige Meßfühler mit einem Durchmesser von 8 mm eine Prüffläche von  $0,5 \text{ cm}^2$  aufweist. Der Strahldruck wird in  $\text{N} \cdot \text{cm}^{-2}$  ( $\cong 0,01 \text{ MPa}$ ) angegeben. Der Gesamtstrahldruck ergibt sich aus den gemessenen Partialstrahlrücken.

Die Strahlruckkurven für verschiedene Düsen bei gleichem Wasserdruck sind dem Bild 7 zu entnehmen (Meßwertfolge: 1 Meßwert je  $0,5 \text{ cm}$  Strahlbreite). Deutlich zeichnen sich die Druckmaxima im Bereich der Randstrahlen ab. Diese Maxima rücken mit dem Anstieg des Wasserdrucks näher zusammen. Die Einsattlung in der Strahlmitte bildet sich bei den unterschiedlichen Düsen verschieden stark aus.

Durch die Vergrößerung des Abstands zwischen der Düse und der Reinigungsfläche verringert sich der Strahldruck erheblich. Er verteilt sich über eine entsprechend größere Fläche.

Addiert man die gemessenen Einzeldruckwerte zum jeweiligen Gesamtstrahldruck eines bestimmten Abstands, so ergeben sich

bei einem Abstand von  $10 \text{ cm}$   $80 \text{ N} \cdot \text{cm}^{-2}$ , bei  $15 \text{ cm}$   $52 \text{ N} \cdot \text{cm}^{-2}$ , bei  $20 \text{ cm}$   $41 \text{ N} \cdot \text{cm}^{-2}$ , bei  $25 \text{ cm}$   $32 \text{ N} \cdot \text{cm}^{-2}$ , bei  $30 \text{ cm}$   $28 \text{ N} \cdot \text{cm}^{-2}$ , bei  $35 \text{ cm}$   $25 \text{ N} \cdot \text{cm}^{-2}$  und bei  $40 \text{ cm}$   $22 \text{ N} \cdot \text{cm}^{-2}$ .

Es scheint, als würde sich der Strahldruck zum Kehrwert des Abstands prozentual verhalten.

Eine Erfassung der Strahlruckverhältnisse in der Strahltiefe zeigt, daß der Strahlruck im  $8 \text{ mm}$  breiten Mittelstreifen des Strahls konzentriert ist, während er in den entsprechenden Randstreifen erheblich abfällt.

#### 4.3. Wasserverteilung im Reinigungsstrahl

Die Wasserverteilung im Reinigungsstrahl der geprüften Düsen stimmt nicht immer exakt mit der Strahlruckverteilung überein. Deshalb ist eine gesonderte Messung des Wasservolumenstroms je Flächeneinheit erforderlich. Im Bild 8 sind einige Werte grafisch dargestellt. Dabei zeigt sich, daß der Volumenstrom in Strahlmitte bei allen Düsen größer ist als im Bereich der Randstrahlen.

Bild 6. Strahlrücke bei unterschiedlichem Abstand der Düse zur Reinigungsfläche; Druck 6 MPa, Durchsatz 509 l/h

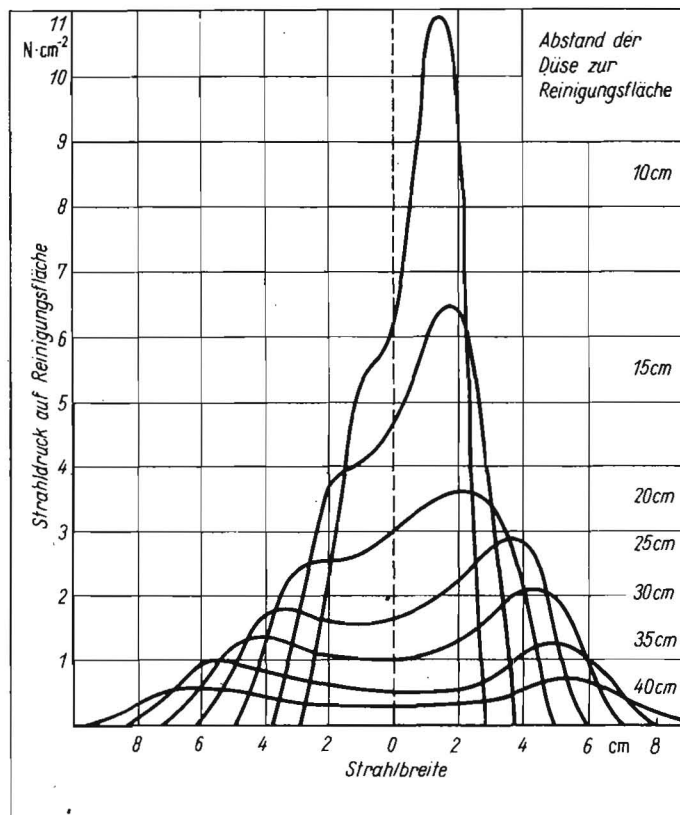
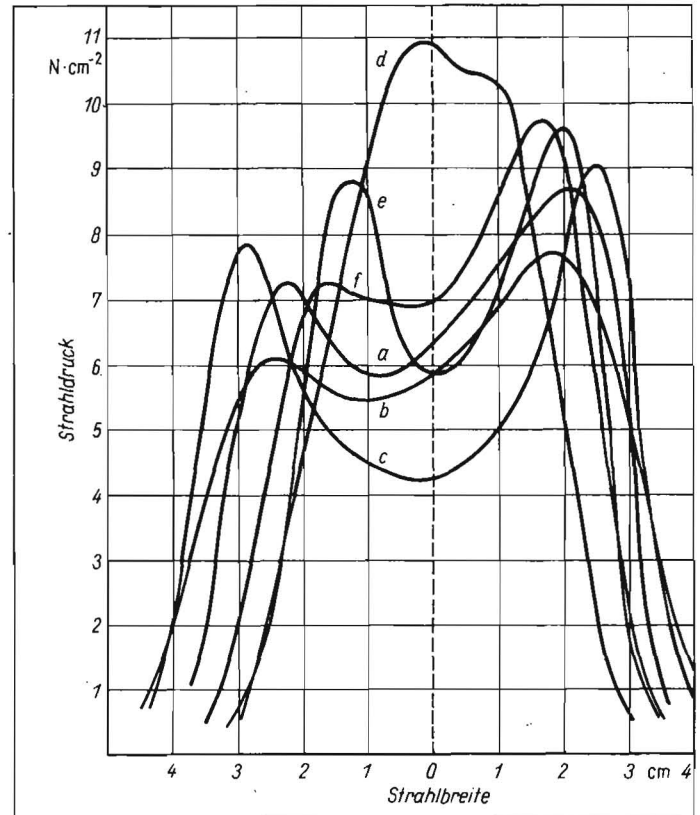


Bild 7. Strahldruck verschiedener Düsen in Abhängigkeit von der Strahlbreite; a, b, c Druck 10 MPa, d, e, f Druck 6 MPa



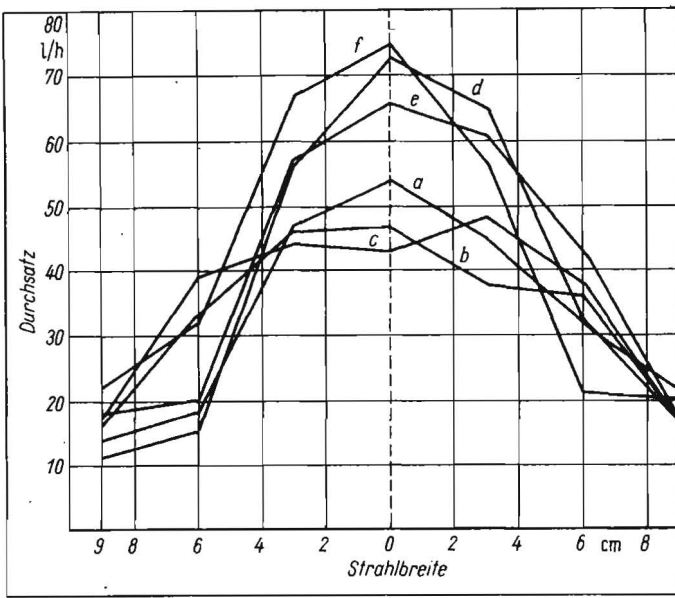
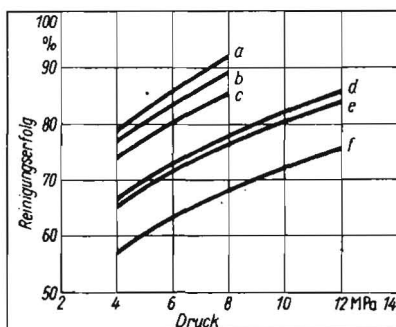


Bild 8. Durchsatz verschiedener Düsen in Abhängigkeit von der Strahlbreite; a, b, c Druck 10 MPa, d, e, f Druck 6 MPa, Düsenabstand 30 cm

#### 4.4. Reinigungserfolg

Der Erfolg der Reinigung, angegeben in Prozent, wurde mit Hilfe von definiert schmutzbeschichteten, angerosteten Stahloberflächen ermittelt. Die Restschmutzschicht nach der Reinigung im Vergleich zur Ausgangsschmutzschichtdicke vor der Reinigung konnte anhand des dem Schmutz beigemischten Technetium-Nuklids durch Messung seiner  $\gamma$ -Aktivität mit einem Strahlungsmeßgerät und Szintillationsmeßsonde bestimmt werden. Da die Prüfoberflächen (Breite der Prüffläche: 4,6 cm) symmetrisch in der Wasserstrahlmitte im 150-mm-Abstand von der Düse angeordnet wurden, konnte bei allen Düsen gleichermaßen ein Strahlwinkel von  $17,5^\circ$  aus dem Gesamtstrahl in die Messungen einbezogen werden. Der düsenimmanente reinigungswirksame Gesamtstrahlwinkel  $\alpha_R$  und der zugehörige Strahlwinkel zwischen den beiden Druckmaxima der Randstrahlen  $\alpha_{St}$  sind in Tafel 1 dargestellt. Daraus ist ersichtlich, daß die gesamte Prüffläche vom Reinigungsstrahl erfaßt wird. Analog zum Strahldruck beteiligt

Bild 9. Reinigungserfolg in Abhängigkeit vom Druck für verschiedene Düsen (Oberflächenmaterial: Stahl St 38, angerostet); a, b, c größerer Durchsatz, d, e, f kleinerer Durchsatz

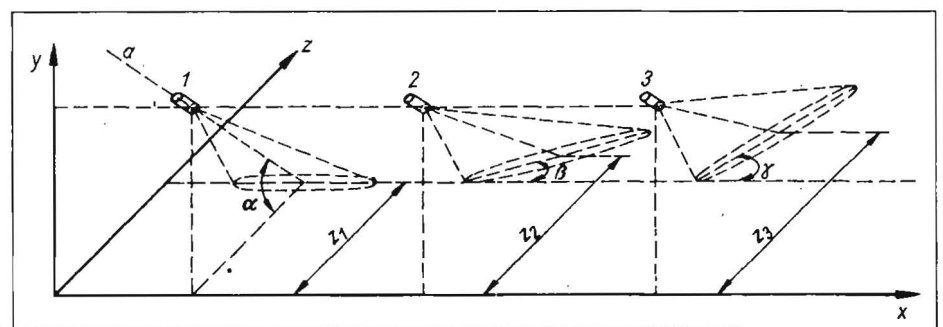


sich nicht der gesamte Wasservolumenstrom an der Reinigung der Prüffläche. Der auf den Prüfflächen ermittelte Reinigungserfolg ist im Bild 9 verdeutlicht. Dabei zeigt sich, daß Durchsatz, Strahldruck und Reinigungserfolg miteinander korrelieren. Eine Aussage zur Effektivität der Reinigung kann anhand dieser Bilder noch nicht getroffen werden. Hierfür sind weiterführende Untersuchungen vor allem im höheren Druckbereich erforderlich.

#### 4.5. Diskussion der Erprobungsergebnisse

Zur leichteren Interpretation der Prüfergebnisse werden in Tafel 2 die Prüfergebnisse zum Durchsatz und zum Strahldruck, die Pumpenleistung und der Reinigungserfolg sowie der Elektroenergieverbrauch gegenübergestellt. Wichtet man die darin aufgeführten Mittelwerte, so ergibt sich, daß die Düse 6 die weitaus beste Leistung bringt, aber auch am meisten Wasser und Elektroenergie benötigt, während die Düsen 2 und 3 die geringste Leistung bei wenig Wasser- und wenig Energieverbrauch aufweisen.

Bild 10. Veränderung des mittleren Abstands zwischen Düse und Reinigungsfläche beim Verdrehen der Flachstrahldüse; 1 Düsenstellung optimal, 2 Düse um  $\beta = 30^\circ$  verdreht, 3 Düse um  $\gamma = 60^\circ$  verdreht a Strahlpistolenachse,  $\alpha$  Anstellwinkel des Flachstrahls zur Reinigungsfläche,  $z_1$  bis  $z_3$  mittlere projizierte Abstände zwischen Düse und Reinigungsfläche



Tafel 1. Reinigungswirksamer Strahlwinkel  $\alpha_R$  und Winkel zwischen den beiden Druckmaxima der Randstrahlen  $\alpha_{St}$ , sowie zugehörige Strahlbreiten in cm bei einem Düsenabstand von 150 mm

Düse	$\alpha_R$ °	Strahlbreite cm	$\alpha_{St}$ °	Strahlbreite cm
1	26	7,0	16	4,0
2	32	8,5	17	4,5
3	30	8,0	20	5,4
4	22	5,8	6	1,5
5	24	6,3	11	3,0
6	25	6,9	12	3,0

Tafel 2. Mittelwerte von Durchsatz, Strahldruck, Pumpenleistung, Reinigungserfolg und Elektroenergieverbrauch aus den Einzelergebnissen an verschiedenen Düsen bei einem Druck von 4, 6 und 8 MPa (Strahlbreite 50 mm, Düsenabstand 150 mm)

Düse	Durchsatz l/h	Strahldruck $N \cdot cm^{-2}$	Pumpenleistung je Düse kW	Reinigungserfolg %	Elektroenergieverbrauch kWh
1	322	40,3	0,54	76	1,2
2	294	35,3	0,49	71	1,0
3	305	30,7	0,51	63	1,1
4	601	78,0	1,00	83	2,9
5	579	68,3	0,97	80	2,9
6	659	68,7	1,10	86	3,0

#### 5. Einsatzhinweise

Flachstrahldüsen werden vorrangig zur Flächenreinigung genutzt, können aber auch zum gleichmäßigen Versprühen von Reinigungsmitteln, Desinfektionsmitteln, Kalk u. a. Chemikalien eingesetzt werden, wobei meist mit einem Spritzwinkel  $\geq 40^\circ$  hohe Flächenleistungen erzielbar sind. Die düsenseitigen gegebenen Voraussetzungen für eine maximale Reinigungsleistung gelangen nur dann zur vollen Wirkung, wenn folgende Bedingungen zusätzlich erfüllt sind:

- Einhaltung des optimalen Düsenabstands zum Objekt und günstige Düsenanordnung bei Mehrfachdüsenträgern
- Wahl der richtigen Strahlform
- Wahl von optimalem Druck und Durchsatz.

Im Bild 10 ist die Flachstrahldüsenführung räumlich dargestellt. Neben der günstigsten Anordnungsvariante, d. h. geringste mittlere Entfernung zum Objekt, sind zwei ungeeignete Anordnungen, bei denen der Abstand der Düse, im linken Randstrahl gemessen, zur Reinigungsfläche gleich ist - d. h. von der

Bedienperson beim Spritzvorgang auch so gehandhabt wird –, aber die Schrägstellung der Flachstrahldüse zur Strahlpistolenachse von 0° über 30° bis 60° reicht. Beim praktischen Reinigungsvorgang kann eine derartige Verdrehung jederzeit auftreten. Bei einer Schrägstellung von 30° und 60° steigt die mittlere Düsenentfernung von z. B. rd. 69 mm auf 76 mm und 82 mm. Damit sinkt der Strahldruck, und analog nimmt die Reinigungsleistung ab. Ferner tritt eine Vergrößerung der Strahlauftrieffläche ein. Deshalb sollte auf eine richtige Flachstrahldüsenführung und -einstellung geachtet werden.

Werden mehrere Flachstrahldüsen auf einen Düsenträger montiert, stellen sich die Fragen nach günstigstem Düsenabstand und den Bedingungen entsprechender Spritzbildzuordnung. Im Bild 11 wird dieser Zusammenhang unter Berücksichtigung der Strahlausbildung bei Flachstrahldüsen dargestellt. Danach ergibt sich die gesamte Strahlbreite als Summe der Einzelbreiten minus dem vorgesehenen Überdeckungsgrad und einem ungefähr mit 10% angenommenen Toleranzbereich der Strahlbreiten. Zur maximalen Nutzung der hydraulischen Strahlenergie wird empfo-

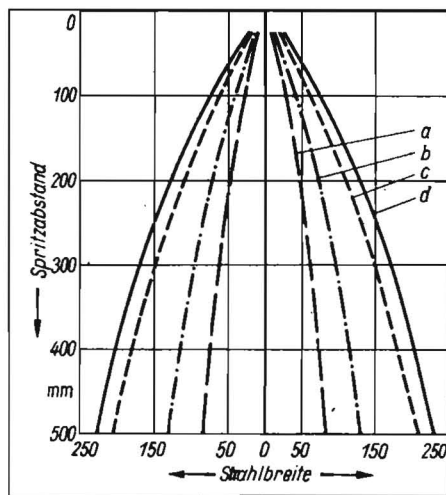


Bild 11. Abhängigkeit der auf der Reinigungsfläche entstehenden Strahlbreite vom Strahlwinkel der Düse und vom Abstand zwischen Düse und Reinigungsfläche (nach [6]); a Spritzwinkel 15°, b Spritzwinkel 30°, c Spritzwinkel 45°, d Spritzwinkel 60°, Druck 2 bis 15 MPa

len, die vorgesehenen Überdeckungen nicht durch Ineinanderstrahlen zu erzielen, sondern mit einem Winkel- oder Parallelversatz der Strahlflächen keine Energieverluste auftreten zu lassen.

#### Literatur

- [1] Wirsching, G.; Kreuzmann, O.: Untersuchung von Waschdüsen für Reinigungsgeräte. agrartechnik, Berlin 32 (1982) 5, S. 213–215.
- [2] Spillecke, J.; Bergmann, W.; Wetzel, H.: Geräte zur Hochdruckreinigung und Spritzdesinfektion. agrartechnik, Berlin 33 (1983) 3, S. 105–108.
- [3] Spillecke, J.; Demmel, L.; Bergmann, W.: Weiterentwicklung und Leistungsparameter einiger Baugruppen von Hochdruckspritzgeräten. agrartechnik, Berlin 34 (1984) 2, S. 81–84.
- [4] diz-Typentabelle Leistungsdaten von Hochdruckreinigern. die landtechnische Zeitschrift, München 30 (1979) 9, S. 1288–1291.
- [5] Ultra-kompakte Hochdruckreiniger. Prospekt der Friedrichs GmbH, Gronau-Epe (BRD) 1982.
- [6] Prospekt der Firma Lechler, Fellbach (BRD) 1980.

A 4406

## Im FORTSCHRITT-Programm

### Reinigungsautomaten für Impulsa-Melkanlagen

Zu den Impulsa-Melkanlagen werden seit 10 Jahren Reinigungs- und Desinfektionsgeräte geliefert, mit denen die Forderungen zur Reinigung und Desinfektion der Melkanlagen erfüllt werden. In der Folge einer spezifischen Weiterentwicklung ist die Serienproduktion einer Typenreihe von Reinigungsautomaten angelaufen, mit denen im großen Umfang die Gebrauchseigenschaften erweitert werden. So ist u. a. der Spülflüssigkeitsbehälter vollständig aus nichtrostendem Cr-Ni-Stahl gefertigt. Außerdem sind der Einsatz von flüssigen und pulverförmigen Reinigungs- und Desinfektionsmitteln sowie die Montage mit geringstem Aufwand möglich. Die neue Typenreihe umfaßt folgende Maschinen:

- Reinigungsautomat M884 A, B, C für Rohrmelkanlagen und kleine Melkstände (s. Bild)
- Reinigungsautomat M885 für Melkstände.

Die Reinigungsautomaten haben folgende technische Daten und Anschlußbedingungen:

#### Technische Daten

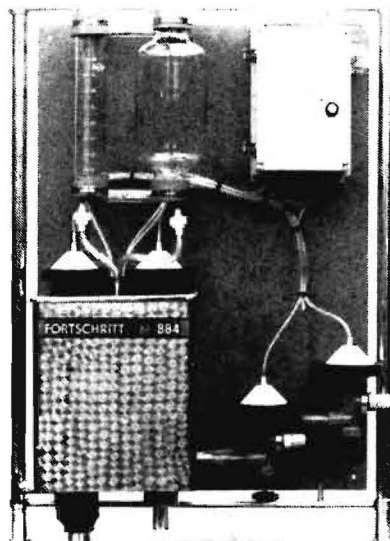
- Bruttovolumen Behälter 44 dm<sup>3</sup>
- Speichervolumen Behälter 30 dm<sup>3</sup>
- Speichervolumen Spülschale 2,5 dm<sup>3</sup> und 4 dm<sup>3</sup>
- Niveauregulierung Behälter Schwimmerventil, pneumatisch
- Auslaufventil pneumatisch gesteuertes 3/2-Wegeventil NW25
- Absaugventil M884C pneumatisch gesteuertes 2/2-Wegeventil
- Programmsteuerung elektro-mechanischer Programmzeitschalter

- Wegeventil elektrisch gesteuertes 3/2-Wegeventil NW6

#### Anschlußbedingungen

- Spannung 220 V/50 Hz
- Leistungsaufnahme 50 W
- Wasserdruck
  - Kaltwasser 100 bis 400 kPa
  - Warmwasser 80°C
- Unterdruck 50 kPa
- Wasseranschluß 1" oder 3/4"
- Milchpumpenanschluß 1× Schraubstutzen Rd 52 × 1/6"
- Spüleleitungsanschluß M884 C 1× NW37 M884 D 2× NW25.

Die Reinigungsautomaten dienen der kombinierten Reinigung und Desinfektion aller milchführenden Teile in Rohrmelkanlagen und in Melkständen. Grundlage für den Verfahrensablauf ist die im Heft 47/1983/1 „Grundzüge, Verfahren und technologisch-technische Lösungen der Reinigung und Desinfektion in der Milcherzeugung, Teil I:



Grundlagen und Rahmenvorschrift“, 2. überarbeitete Auflage, vom Institut für Milchwirtschaft Oranienburg veröffentlichte Rahmenvorschrift. Reinigung und Desinfektion laufen automatisch nach einem festen Programm ab. Ein Zugriff zum Programmablauf und eine Nullrückstellung ist von Hand möglich. Die Anwendungskonzentrationen betragen für die alkalischen Reinigungsmittel mit desinfizierender Wirkung 0,5% und für die sauren Reinigungsmittel 1%.

Mit den Dosiergeräten 4 l und 1 l erfolgt die Dosierung von flüssigen Reinigungs- und Desinfektionsmitteln, wobei das Dosiergerät 4 l für saure Reinigungsmittel (Clarín, sauer) und das Dosiergerät 1 l für alkalische Reinigungsmittel mit desinfizierender Wirkung (Trosilin flüssig kombi; Purin E) verwendet wird.

Bei Verwendung von pulverförmigen Reinigungsmitteln wird dieses direkt vor dem Start in die Spülschale geschüttet.

Das Steuergerät schaltet den automatischen Ablauf der Reinigung und Desinfektion nach einem festen Programm. Es enthält einen elektro-mechanischen Programmzeitschalter mit visueller Anzeige und Betätigungsmöglichkeit von Hand. Die elektro-pneumatischen Wandlungen der Steuersignale werden mit 3/2-Wegeventilen NW6 realisiert.

Der Programmstart erfolgt mit einem Leuchttaster. Das Programm untergliedert sich in das Spülen vor dem Melken und Reinigen nach dem Melken. Durch Drehen am Programmknopf kann das entsprechende Programm gewählt bzw. auf Nullstellung gebracht werden.

Der Reinigungsautomat Typ M884C wird mit einer Schwamm-schleuse für Rohrmelkanlagen und einem Absaugventil geliefert.

#### Produzent:

Kombinat Fortschritt Landmaschinen, VEB Anlagenbau Impulsa Elsterwerda.