

tauschbaren Elementen besteht, die jederzeit erweiterbar in bezug auf den Versuchsumfang eingesetzt werden können und deren Bedien-, Informationserfassungs- und Steuerungselemente den speziellen Bedingungen im Stall angepaßt sind. Die eingesetzten Geräte ermöglichen sowohl einen teilautomatisierten Einzelbetrieb als auch einen komplexen Rechnerverbund. Die verwendeten Wägerechner sind mit Folientastatur und Anzeige ausgerüstet. Die Wägung im Produktionsprozeß (hier Forschungsprozeß) vollzieht sich kontinuierlich oder anhand auslösbarer Kommandos über Tastatur bzw. Rechner. Für das Wägesignal werden repräsentative Ausschnitte über ein gleitendes Mittelungsintervall softwaremäßig verarbeitet. Der Wägerechner ist über das Standardinterface IFSS mit der intelligenten Prozeßstation zur Datenerfassung und -auswertung gekoppelt. Bis zu sechs Geräte können an einer intelligenten Prozeßstation betrieben werden. Eine binäre Ein-/Ausgabeeinheit ermöglicht eine spezielle Prozeßsteuerung im Rahmen der Haltung und Fütterung der Tiere. Die

zentralisierte Datenerfassung ist über ein lokales Netz (SCOM-LAN) mit den intelligenten Prozeßeinheiten gekoppelt (Bild 2). Für die erste Ausbaustufe ist die zentrale Datenerfassungstation (PC/BC) selbst als Prozeßkoppeleinheit gestaltet. Sie besteht neben der PC-Grundhardware aus einem 192-kByte-RAM-Floppy, einem IFSS-Verteiler sowie einem LAN-Anschluß.

Die Softwarelösung der Versuchsbox geht davon aus, daß ein Standardbetriebssystem (CP/M kompatibel) für die Datenerfassung und -auswertung eingesetzt wird. Ebenso wurde die Software auf den intelligenten Prozeßstationen realisiert, wobei ggf. eine „Startsoftware“ einen File-Transport über das lokale Netz zum Laden der Anwendungssoftware ermöglicht.

Für die Anwendungssoftware auf den intelligenten Prozeßstationen sind eindeutige hardware- und softwaremäßige Kanalstrukturen festgelegt, die sowohl Austauschbarkeit als auch eine hohe Variabilität gewährleisten.

Die Grundfunktionen der Geräte werden in

Form fester Programme realisiert. Dazu gehören beim Wägerechner die Art und Weise der Meßwerterfassung, die Vorverarbeitung, die Anzeige, die Tastaturbedienung, der Datentransport zur intelligenten Prozeßstation über IFSS u. a. m.

### 3. Zusammenfassung

Für die rechnergestützte Primärdatengewinnung bei der Haltung und Aufzucht von Jungtieren wurde im Forschungszentrum für Tierproduktion Dummerstorf-Rostock eine Intensivmeßbox entwickelt, die durch einen gestaffelten Rechnerverbund die Anforderungen der experimentellen Forschung weitestgehend erfüllt.

Die Endgeräte ermöglichen einen autonomen Betrieb mit Standardanschluß zu einer intelligenten Prozeßstation. Den Bedingungen der experimentellen Forschung im Versuchstall genügend, können diese über ein realisiertes lokales Netz untereinander und mit einer zentralisierten Datenerfassungs- und Datenauswertungsstation verbunden werden.

A 5386

## Flachstrahldüse für Hochdruckreinigung

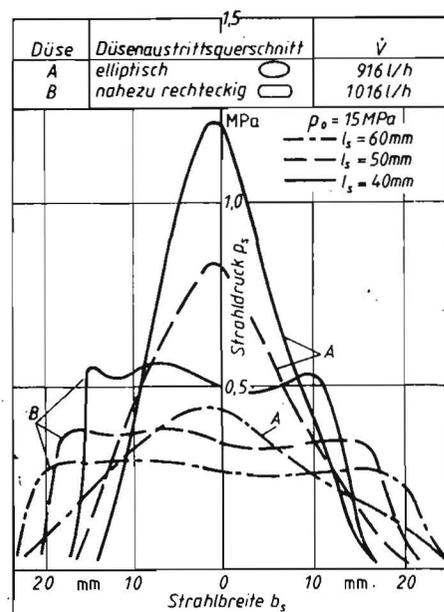
Dr. agr. G. Wirsching/Dr.-Ing. J. Sobzig

Forschungszentrum für Mechanisierung und Energieanwendung in der Landwirtschaft Schlieben der AdL der DDR

### Verwendete Formelzeichen

$b_s$	m	Strahlbreite
$d_s$	m	Düseneinschnittbreite
$d_o$	m	Düseneinlaufdurchmesser
$d_{el}$	m	Düseneinlauflänge
$d_i$	m	Düseneinschnittlänge
$l_s$	m	Strahlänge
$p_o$	Pa	Ausgangsdruck
$p_s$	Pa	Strahldruck
$\dot{V}$	m <sup>3</sup> /s	Volumenstrom
$v_s$	m/s	mittlere Geschwindigkeit des Freistrahls
$\alpha_o$	°	düsenspezifischer Ausflußbeiwert
$\gamma$	°	Düseneinlaufwinkel

Bild 1. Strahldruckverlauf über der Strahlbreite von Flachstrahldüsen in Abhängigkeit von der Strahlänge



### 1. Problem- und Zielstellung

Die Düse ist neben der Hochdruckpumpe das wichtigste Arbeitselement eines Reinigungsgeräts. Sie hat die Aufgabe, einen Strahl zu formen, der mit wenig Verlust an kinetischer Energie auf die zu reinigende Oberfläche auftrifft. Die Energieverluste resultieren aus Strahlurbulenzen und aus Durchflußwiderständen, für die die geometrische Gestaltung der Düse verantwortlich ist. Charakterisiert werden die letztgenannten Verluste durch den Widerstandsbeiwert der Geschwindigkeit und den Kontraktionskoeffizienten. Die Minimierung dieser Parameter ist Voraussetzung zur Erreichung eines günstigen Ausflußbeiwertes. Für Flachstrahldüsen liegen diese Werte im Bereich von  $0,70 \leq \alpha_D \leq 0,85$  [1]. Aufgrund der hohen Strömungsgeschwindigkeiten des Wasserstrahls ( $v_s \geq 140$  m/s bei  $p_o \geq 10$  MPa) ist bei Flachstrahldüsen von besonderer Bedeutung, den Strahlzusammenhalt für möglichst große Strahlängen zu gewährleisten. Voraussetzung für die Herstellung einer qualitätsgerechten Düse sind:

- Oberflächenqualität im strahlformbildenden Bereich der Düse
- Anwendung von Erkenntnissen der Strömungsmechanik vor allem für die Ausführung der Übergangsstellen bei Querschnittsveränderungen.

Mit Einführung einer neuen Generation von Hochdruckreinigungsgeräten durch das Kombinat Fortschritt Landmaschinen war die konstruktive Auslegung von Hochdruckflachstrahldüsen für den Druckbereich von 10 bis 20 MPa erforderlich. Dazu lagen bisher keine ausreichenden Erfahrungen vor. Die durchgeführten Untersuchungen an Flachstrahldüsen hatten das Ziel, den Einfluß der Düsengeometrie auf die Strahlbildung zu kennzeichnen sowie Aussagen zum

Strahlkraft- und Strahldruckverhalten zu gewinnen.

### 2. Untersuchungsergebnisse

#### 2.1. Strahldruckverlauf über der Strahlbreite

Zur Kennzeichnung der Qualität der Düse hinsichtlich der mit ihr erreichbaren Reinigungsgeschwindigkeit dient der Strahldruck, da die Reinigungsgeschwindigkeit eine Funktion dieser Größe ist. Der Strahldruck ist wiederum von der Pumpenleistung abhängig, die vom Ausgangsdruck und vom Volumenstrom bestimmt wird. Für Düsen mit gleichem Strahlwinkel ist die direkte funktionelle Abhängigkeit der Reinigungsgeschwindigkeit vom Strahldruck nachgewiesen worden [2]. Bei der Untersuchung von Düsen mit unterschiedlichem Volumenstrom, d. h. auch mit voneinander abweichenden Werten für Strahlkraft und Strahldruck je nach Ausgangsdruck, wurde die Erkenntnis gewonnen, daß bei gleichem Strahldruck der Düsen annähernd gleiche Reinigungsgeschwindigkeiten erreicht werden. Auf einem entsprechenden Prüfstand wurde ein Sortiment von Flachstrahldüsen vermessen. Der vermutete Zusammenhang zwischen der Geometrie der Düsenaustrittsfläche und dem Druckverlauf in der Flachstrahlbreite konnte eindeutig nachgewiesen werden. Elliptische Düsenaustrittsflächen bedingen durch den relativ höheren Massestrom in der Mitte der Ellipse auch einen höheren Strahldruck in der Strahlmitte (Bild 1).

Düsen mit einer nahezu rechteckigen Düsenaustrittsfläche erzeugen einen über die Strahlbreite gleichmäßigen Strahldruck. Da beide hier im Vergleich dargestellten Düsen annähernd den gleichen Volumenstrom bei gleichem Ausgangsdruck erzeugen, ergeben

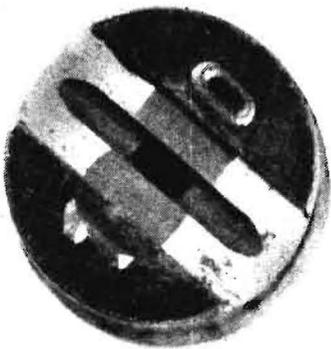


Bild 2. Forschungsmuster der entwickelten Flachstrahldüse (Draufsicht)

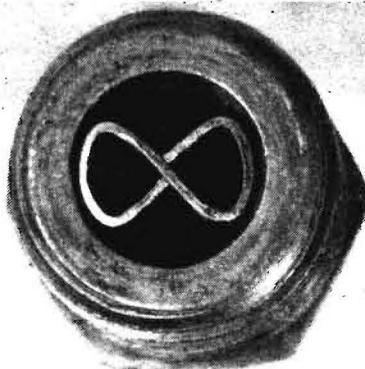


Bild 3. Flachstrahldüse mit eingesetztem Gleichrichter (Blick in den Düsen einlauf)

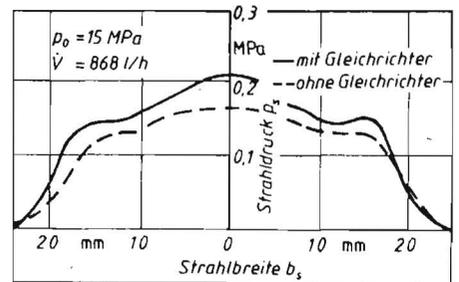


Bild 4. Einfluß des Gleichrichters auf den Strahl-druck

Bild 5. Skizze der inneren Düsengeometrie des Forschungsmusters einer Flachstrahldüse

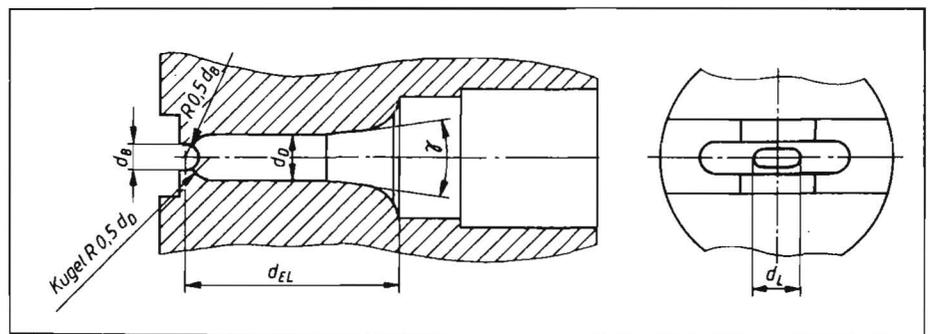
sich demzufolge die absolut höheren Druckwerte für die Düse A. Deutlich sichtbar wird ebenfalls die Druckerhöhung durch Verringerung der Strahllänge infolge der damit verbundenen Verkleinerung der Auftrefffläche. Für den Flachstrahl wird eine möglichst gleichmäßige Verteilung des Strahlendrucks über der Strahlbreite mit hohem Niveau gefordert. Deshalb wurde bei der weiteren Qualifizierung der Düse das Muster mit der rechteckigen Düsenaustrittsgeometrie in Betracht gezogen. Durch Optimierung der äußeren und inneren Düsengeometrie sowie durch präzise feinmechanische Fertigung bei Einhaltung der Toleranzen konnte im Endergebnis eine Musterdüse entwickelt werden, die sowohl hinsichtlich des Strahl-druckniveaus als auch bezüglich der gleichmäßigen Strahl-druckverteilung im Vergleich zu internationalen Flachstrahldüsen gute Werte zeigt und als gleichwertig einzuschätzen ist (Bild 2).

Eine Oberflächenbehandlung der den Strahl formenden Elemente der Düse, vor allem des Düsenaustrittsquerschnitts, erweist sich als unbedingt erforderlich. Anderenfalls sind ein Strahlbild von hoher Qualität und die damit zusammenhängenden positiven Wirkungen zur Schmutzablösung nicht realisierbar.

### 2.2. Einfluß des Gleichrichters auf den Strahl-druck

Dem in der Literatur als Gleichrichter benannten Strömungseinsatz (Bild 3) kommt die Aufgabe zu, den Strahl-druck über der Strahlbreite insgesamt zu heben. Die Erhöhung des Druckniveaus resultiert aus der Verringerung der Strahl-tiefe, wodurch sich die Strahl-auftrefffläche verkleinert.

Bei den untersuchten Düsen konnte eine



Strahl-druckerhöhung zwischen 5 % und 15 % nachgewiesen werden (Bild 4).

### 2.3. Forschungsmuster einer Flachstrahldüse

Durch die Optimierung der inneren geometrischen Düsenparameter – Düsen-einlauf-länge  $d_{EL}$ , Düsen-einlauf-winkel  $\gamma$ , Düsen-einlauf-durchmesser  $d_b$  sowie Düsen-einschnittbreite  $d_b$  – wurde ein Forschungsmuster entwickelt, mit dem auf dem Prüfstand bei entsprechendem Ausgangsdruck anforderungsgerechte Werte für den Strahl-druck erreicht werden konnten (Bild 5). Das Verhältnis von Düsen-einschnittbreite und Düsen-einschnitt-tiefe (im Bild nicht dargestellt) sowie das Verhältnis dieses Quotienten zum Düsen-einlauf-durchmesser bewirken eine dementsprechende Düsen-einschnittlänge  $d_L$ . Die somit entstehenden geometrischen Verhältnisse am Düsenaustritt bestimmen den Volumenstrom sowie den Strahl-winkel der Düse. Das empirische Vorgehen bei der Gewinnung der geometrischen Werte bedingt einen hohen Versuchsaufwand und ist deshalb sehr zeitaufwendig. Die erforderlichen Werte für

die geometrischen Parameter liegen dazu im Forschungszentrum für Mechanisierung und Energieanwendung Schlieben vor.

### 3. Zusammenfassung

Durch die Untersuchung der geometrischen Düsenparameter wurden Erkenntnisse gewonnen, die die Grundlage für ein Funktionsmuster mit optimierter äußerer und innerer Düsengeometrie darstellen. Vergleichsuntersuchungen zum Strahl-druck von Flachstrahldüsen waren Voraussetzung zur Qualifizierung des Forschungsmusters einer Flachstrahldüse für Drücke  $> 10$  MPa. Der Einsatz eines Gleichrichters als Strömungseinsatz bewirkt eine Erhöhung des Strahl-drucks um 5 bis 15 %.

### Literatur

- [1] Wirsching, G.; Sobzig, J.: Optimale geometrische Parameter von Hochdruckdüsenkörpern für  $> 10$  MPa. Forschungszentrum für Mechanisierung Schlieben/Bornim, Bericht 1985.
- [2] Sobzig, J.; Wirsching, G.: Dynamische Einflußfaktoren auf die Kaltwasserhochdruckreinigung. agrartechnik, Berlin 37 (1987) 10, S. 468–470. A 5346

## Hinweis für unsere Leser im Ausland

Wir bitten alle Bezieher unserer Zeitschrift außerhalb der DDR, die Erneuerung des Abonnements für das Jahr 1989 rechtzeitig vorzunehmen. Die Zeitungsvertriebsstellen Ihres Landes finden Sie auf Seite 528.

Redaktion agrartechnik