

# Optimierung der Warmwasserdruckreinigung

Dipl.-Ing. K. Sandler, Institut für Mechanisierung Potsdam-Bornim der AdL der DDR

Dr. R. Motz, Humboldt-Universität zu Berlin, Sektion Tierproduktion und Veterinärmedizin — Bereich Veterinärhygiene

## 1. Problem- und Aufgabenstellung

Die Intensivierung und Erhöhung der Effektivität unserer Volkswirtschaft steht im Vordergrund aller Bemühungen. Dabei kommt der Materialökonomie bei Roh- und Brennstoffen eine besondere Bedeutung zu. Der Übergang zur industriemäßigen Tierproduktion und die damit verbundenen hohen Anforderungen an prophylaktische Hygienemaßnahmen bedingen die Anwendung moderner Raumreinigungsverfahren. Nach dem gegenwärtigen Erkenntnisstand entspricht die Warmwasserdruckreinigung am besten den Anforderungen. In der DDR kommen zu diesem Zweck die Geräte M 805 und M 806 zur Anwendung, die eine Wassertemperatur von 85°C und einen Düsenaustrittsdruck von  $25 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$  erzeugen [1][2]. Damit wird ein Reinigungsgrad erreicht, der im Hinblick auf die nachfolgende Desinfektion als ausreichend zu betrachten ist [3]. Der ökonomische Aufwand für die Reinigung resultiert zu einem wesentlichen Teil aus dem Brennstoffverbrauch. Eine Verringerung dieses Verbrauchs bei gleichbleibender Arbeitsproduktivität und Arbeitsqualität durch die Verfahrensoptimierung führt demnach zu einer bedeutsamen Verringerung der Verfahrenskosten. Den Erfordernissen der Materialökonomie wird damit in hohem Maße entsprochen. Die Optimierung muß auch den Wasserverbrauch beinhalten, da dieser den Gülleanfall beeinflusst. Brennstoff- und Wasserverbrauch werden wesentlich durch die konstruktive Gestaltung und die Materialart der zu reinigenden Oberflächen beeinflusst. Die Auswirkungen der Makrogestalt von Konstruktionselementen auf die Schmutzhafung wurde bereits an anderer Stelle untersucht [4]. Aus den noch offenen Problemen läßt sich folgende Aufgabenstellung ableiten:

- Ermittlung des Einflusses der Materialart und der Mikrogestalt der Oberflächen auf die Schmutzhafung
- Senkung von Wasserdruck und Wassertemperatur auf das bei gleichbleibender Flächenleistung erforderliche Mindestmaß; diese Maßnahme hat eine Senkung des Wasserverbrauchs und des Brennstoffdurchsatzes zur Folge.

Für die Lösung der Aufgaben sind geeignete Untersuchungs- und Meßmethoden zu erarbeiten und anzuwenden.

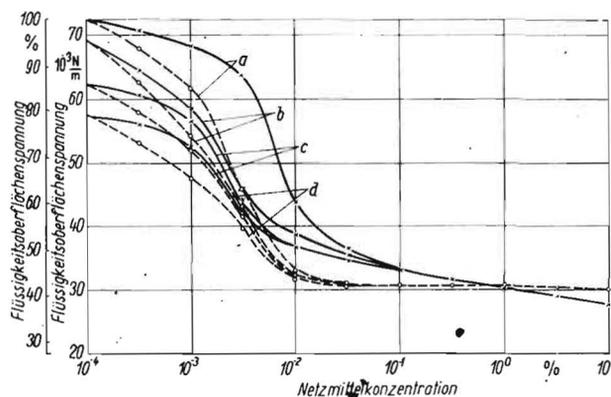


Bild 1. Flüssigkeitsoberflächenspannung in Abhängigkeit von der Netzmittelkonzentration;  
 — Zusatz von Netzmittel E 30  
 - - - Zusatz von Netzmittel Wolfen E;  
 a destilliertes Wasser, b 1%ige Wofasterillösung, c 5%ige Chloraminlösung, d 5%ige Formalinlösung

## 2. Lösungsweg

### 2.1. Erarbeitung von Meßverfahren zur qualitativen Ermittlung des Haftvermögens von Festkörperoberflächen und Messung der entsprechenden Größen

Das Haften von Schmutz auf Festkörperoberflächen wird im wesentlichen von der Schmutzart, der Oberflächenrauigkeit und der Festkörperoberflächenspannung beeinflusst [5]. Eine qualitative Aussage über die Festkörperoberflächenspannung ermöglicht der sich an der Grenzfläche „fest-flüssig“ ausbildende Randwinkel [6]. Er ist auf optischem Wege mit einer horizontalen Mikroskopanordnung meßbar [7]. Ermittelt wird der Randwinkel von destilliertem Wasser bzw. 0,1%iger wäßriger Lösung des Emulgators E 30 auf einer Auswahl von korrosiv beständigen Materialien [8]. Bezüglich der erreichbaren Absenkung der Flüssigkeitsoberflächenspannung ist eine Netzmittelkonzentration von 0,1% als Optimalwert zu betrachten (Bild 1) [7]. Die Bestimmung des Randwinkels ermöglicht auch eine Beurteilung der für die Desinfektion wesentlichen Benetzbarkeit der Oberflächen.

Für die Messung der Rauhtiefe der Haftoberflächen wird ein serienmäßiges Schmutz-Oberflächenprüfgerät des VEB Carl Zeiss Jena verwendet [9].

### 2.2. Erarbeitung eines Verfahrens zur quantitativen Ermittlung des adhäsiven Haftvermögens von Schmutz auf Festkörperoberflächen und Messung der Haftkräfte

Zur Messung der Haftkräfte wird ein spezielles Haftkraftmeßgerät (Haftwaage) verwendet [7]. Als adhäsive Haftkraft wird die zur Oberfläche senkrecht stehende Kraft bestimmt, die zum Abreißen einer  $6,6 \text{ cm}^2$  großen Kreisringfläche von einer 2 mm dicken Schmutzschicht (TS-Gehalt 85...88%) erforderlich ist.

### 2.3. Experimentelle Ermittlung des zur Schmutzablösung erforderlichen Mindestwasserdrucks auf der verschmutzten Oberfläche

Entscheidend ist der Stoßdruck des Freistrahls an der Aufprallstelle, der mit der Wasserverteilung im Strahl im Zusammenhang steht. Der Stoßdruck wird durch direkte Messung in Abhängigkeit vom Düsenaustrittsdruck, vom Abstand der Düsenöffnung von der Meßstelle und von der Fertigungsqualität der Düse ermittelt [10]. Untersucht werden die Druckverhältnisse in den Strahlen von Flachstrahlwaschdüsen der Reinigungsgeräte M 805 und M 806. Die Düsenbezeichnungen des Herstellers erläutert folgendes Beispiel:

Düse 12/60—1

12: Sollwert des Wasserdurchsatzes  $1,2 \text{ m}^3/\text{h}$  bei einem Düsenaustrittsdruck von  $25 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$

60: Sollwert des Strahlwinkels der Düse =  $60^\circ$  bei einem Austrittsdruck von  $25 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$

1: Bezifferung einer zufällig für die Versuche ausgewählten Düse. Das Schmutzablösevermögen des Freistrahls wird labormäßig mit einer Düse 12/40 ermittelt [7]. Dabei finden künstlich mit Milchviehkot (TS-Gehalt 85...88%) verschmutzte Testoberflächen aus Fußbodenbeton und Polyäthylen Anwendung. Entsprechend der Arbeitsbreite des Strahls wird ein Streifen aus einer kompakten Schmutzmasse herausgelöst. Eine zweite Variante stellt die Beseitigung von Punktschmutz dar. Es wird ein Streifen beaufschlagt, dessen Breite gleich der Arbeitsbreite des Strahls ist.

Die Wassertemperatur trägt in erster Linie zur Auflösung sehr dünner eiweiß- und fetthaltiger Schmutzfilme bei. Ihre Wirksamkeit wird daher ausschließlich mikrobiologisch untersucht.

Bild 2

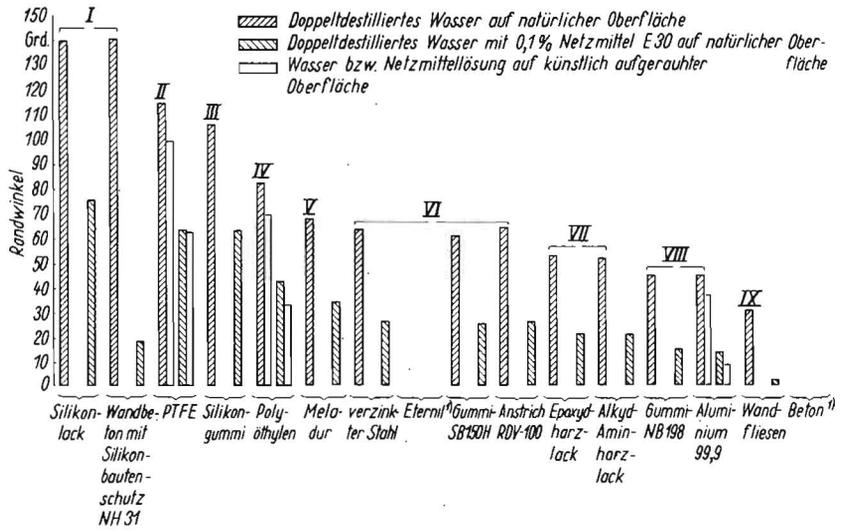
Quantitative Darstellung des Randwinkels bei Medienkombination „fest—flüssig“;

| Oberflächenmaterial | Rauhtiefe in $\mu\text{m}$ |                                |
|---------------------|----------------------------|--------------------------------|
|                     | Oberfläche natürlich       | Oberfläche künstlich aufgeraut |
| Silikonlack         | 1,5                        |                                |
| PTFE                | 6,4                        | 62,7                           |
| Silikongummi        | 14,6                       |                                |
| Polyäthylen         | 3,9                        | 121,4                          |
| Meladur             | 2,1                        |                                |
| verzinkter Stahl    | 6,5                        |                                |
| Eternit             | 41,4                       |                                |
| Gummi SB 150 H      | 1,4                        |                                |
| RDV-100             | 3,7                        |                                |
| Epoxydharzlack      | 3,9                        |                                |
| Alkyd-Aminharzlack  | 1,5                        |                                |
| Gummi NB 198        | 1,4                        |                                |
| Al 99,9             | 3,8                        | 22,7                           |
| Wandfliesen         | 1,3                        |                                |
| Beton               | 76,3 <sup>2)</sup>         | 183,4 <sup>3)</sup>            |

<sup>1)</sup> aufgrund der Saugfähigkeit der Oberfläche bildet sich kein Randwinkel aus

<sup>2)</sup> Wandbeton

<sup>3)</sup> Fußbodenbeton



Tafel 1. Flächenspezifische Haftkraft in Abhängigkeit von der Art der Haftpaarung Schmutz/Oberflächenmaterial, mittlere Abriebbelastung in N, bezogen auf eine makrogeometrische Grenzfläche von  $6,6 \text{ cm}^2$

| Oberflächenmaterial                     | Milchviehkot | Tränkkälberkot | Mast Schweinekot | Sauenmastalleinfutter |
|---|--------------|----------------|------------------|-----------------------|
| a) auf natürlicher Oberfläche           |              |                |                  |                       |
| Silikonlack                             | 0,46         | 0,47           | 0,27             | 0,07                  |
| Wandbeton mit Bautenschutz NH31         | 3,35         | 3,19           | 1,76             | 0,76                  |
| PTFE                                    | 3,07         | 2,92           | 1,33             | 0,64                  |
| Silikongummi                            | 5,99         | 5,68           | 3,44             | 1,87                  |
| Polyäthylen                             | 7,12         | 7,03           | 4,50             | 2,94                  |
| Meladur                                 | 18,95        | 18,01          | 9,05             | 5,71                  |
| verzinkter Stahl                        | 38,10        | 18,94          | 26,18            | 15,76                 |
| Asbestzement                            | 38,02        | 38,53          | 26,48            | 16,01                 |
| Gummi SB 150 H                          | 38,09        | 38,92          | 25,99            | 15,88                 |
| Anstrich RDV-100                        | 37,32        | 38,88          | 25,84            | 16,07                 |
| Epoxydharzlack                          | 46,24        | 45,19          | 33,06            | 26,74                 |
| Alkyd-Aminharzlack                      | 46,35        | 45,43          | 32,62            | 26,64                 |
| Gummi NB 198                            | 50,30        | 49,67          | 38,55            | 33,28                 |
| Aluminium 99,9                          | 50,42        | 49,60          | 38,49            | 33,27                 |
| Wandfliesen                             | 75,24        | 73,76          | 52,41            | 43,69                 |
| Beton                                   | 75,12        | 74,14          | 52,55            | 43,92                 |
| b) auf künstlich aufgerauter Oberfläche |              |                |                  |                       |
| PTFE                                    | 5,93         | 5,70           | 3,53             | 1,91                  |
| Polyäthylen                             | 18,80        | 17,99          | 9,05             | 5,84                  |
| Aluminium 99,9                          | 57,92        | 58,39          | 45,67            | 38,56                 |
| Beton                                   | 84,30        | 82,36          | 61,43            | 50,74                 |

#### 2.4. Mikrobiologische Ermittlung des Reinigungsgrades in der Praxis — veterinärhygienische Beurteilung der Wirkung unterschiedlicher Wassertemperaturen und Wasserdrücke am Düsenaustritt

Bei den Untersuchungen wird die von Motz eingeführte Agarstempelprüfmethode angewendet [3].

Die auf den unterschiedlichen Materialien gewonnenen Ergebnisse werden nach Prüfung der Signifikanz und der Möglichkeit einer gemeinsamen Aufrechnung der Keimarten zusammengefaßt. Laktospaltende Bakterien sind besonders temperaturempfindlich und damit speziell für die Beurteilung des Erfolgs der Warmwasserdruckreinigung geeignet. Enterokokken reagieren in erster Linie auf Chemikalien, was für die Beurteilung des Desinfektionserfolgs wesentlich ist.

#### 2.5. Ermittlung des Einflusses von Wasserdruck und Wassertemperatur auf den Wasserverbrauch und den Brennstoffdurchsatz bei der Reinigung

Der Wasserdurchsatz bei gleichzeitigem Einsatz der Düsen 12/40 und 12/60—3 und einem Düsenaustrittsdruck von  $25 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$  entspricht der Nennförderleistung des Geräts M806 [7]. Die Durchsatzmessungen basieren daher auf dieser Düsenkombination.

Der Nachweis der statistischen Sicherheit erfolgt bei allen technischen Ergebnissen mit dem t-Test, während die mikrobiologischen Ergebnisse varianzanalytisch aufbereitet werden.

### 3. Ergebnisse

#### 3.1. Einfluß von Materialart und Mikrogestalt der Oberflächen auf die Schmutzhaftung

Aus den Ergebnissen lassen sich folgende Aussagen ableiten: (Bild 2 und Tafel 1):

- Bezüglich der Schmutzarten ergibt sich beginnend mit der intensivsten Haftung folgende Einstufung: Milchvieh- oder Kälberkot, Schweinekot, Kraftfutter. Die Haftkraftunterschiede zwischen Milchvieh- und Kälberkot sind nicht signifikant.
- Hinsichtlich des Einflusses der Oberflächenmaterialien auf die Schmutzhaftung lassen sich Materialgruppen von I—IX bilden, innerhalb derer keine signifikanten Unterschiede bestehen. Die Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen sind mit 5%iger Irrtumswahrscheinlichkeit statistisch gesichert.
- Eine weitgehend gleiche Gruppenbildung wie bei den Haftkräften

ten ist auch im Hinblick auf die mit destilliertem Wasser ermittelten Randwinkel möglich. Es besteht ein statistisch gesicherter Zusammenhang zwischen Haftkraft und Randwinkel, die einander umgekehrt proportional sind.

- Die Haftkraft- und Randwinkeldifferenzen zwischen natürlichen und aufgerauten Oberflächen sind ebenfalls gesichert. Jede Vergrößerung der Rauhtiefe führt zu einer Absenkung des Randwinkels und verstärkt die Schmutzhaftung. Somit ist die Randwinkelmessung ein geeignetes Verfahren zur Ermittlung der voraussichtlichen Schmutzhaftung auf nicht saugfähigen Materialoberflächen. Es kann eingeschätzt werden, welche Oberflächenmaterialien im Verschmutzungsbereich bevorzugt zu verwenden sind.
- Ein 0,1%iger Zusatz des Emulgators E30 bewirkt auch auf hydrophobem Material, wie Silikonlack, Polytetrafluoräthylen und Silikongummi, eine für die Desinfektion ausreichende Steigerung der Benetzung [12]. Der Einsatz von reinigungsgünstigem Material bedeutet somit keine Erschwernis für die Desinfektion.

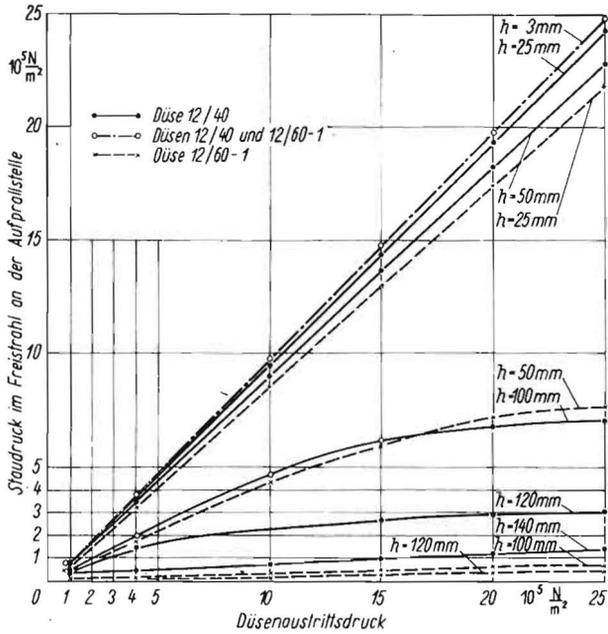


Bild 3. Staudruckverlauf im Freistrah von Flachstrahlwaschdüsen in Abhängigkeit vom Wasserdruck am Düsenaustritt; h senkrechter Abstand der Düsenöffnung von der Aufprallstelle des Freistrahls

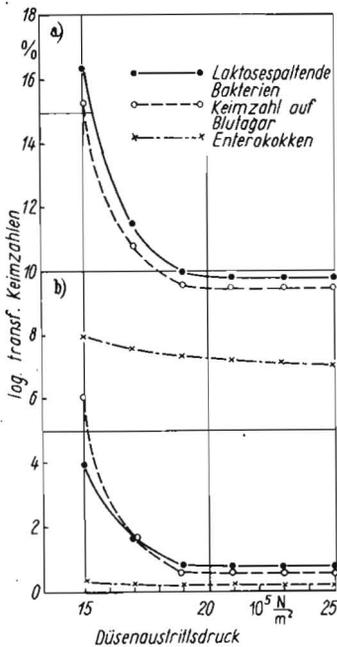


Bild 4 Wirkung unterschiedlichen Wasserdrucks am Düsenaustritt auf die Eliminierungsrate von Indikatorkeimen bei Warmwasserdruckreinigung und anschließender Spritzdesinfektion; a) nach der Reinigung b) nach der Desinfektion  
Wassertemperatur am Düsenaustritt 65°C (konst.), Desinfektionslösung:  $3 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{m}^2$  1,5%ige Formaldehydlösung mit 0,1% Emulgator E 30; Oberflächen: Wände mit Latexanstrich, Fußbodenbeton, verzinkter Stahl, Gummimatten, Spaltenböden aus Stahlfuß; Keimzahlen vor der Reinigung = 100%

### 3.2. Zur Reinigung erforderlicher Wasserdruck und erforderliche Wassertemperatur

- Die Änderung des Stoßdrucks im Freistrah in Abhängigkeit von der Strahlänge wird wesentlich vom Düsenaustrittsdruck beeinflusst (Bild 3). Der Strahlöffnungswinkel, der die Arbeitsbreite des Strahls bestimmt, verringert sich mit abnehmendem Düsenaustrittsdruck. Eine Druckabsenkung von  $25 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$  auf  $15 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$  verringert den Winkel um etwa 30% [7].
- Zur Beseitigung von Kompaktschmutz ist ein Düsenaustrittsdruck von  $18 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$  erforderlich [7]. Das entspricht einem Stoßdruck auf der Oberfläche von  $16,4 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$  (Bild 3). Entscheidend für den Reinigungswiderstand ist hierbei die Kohäsion, die größer als die Adhäsion ist, so daß das Oberflächenmaterial eine untergeordnete Rolle spielt. Punkt-

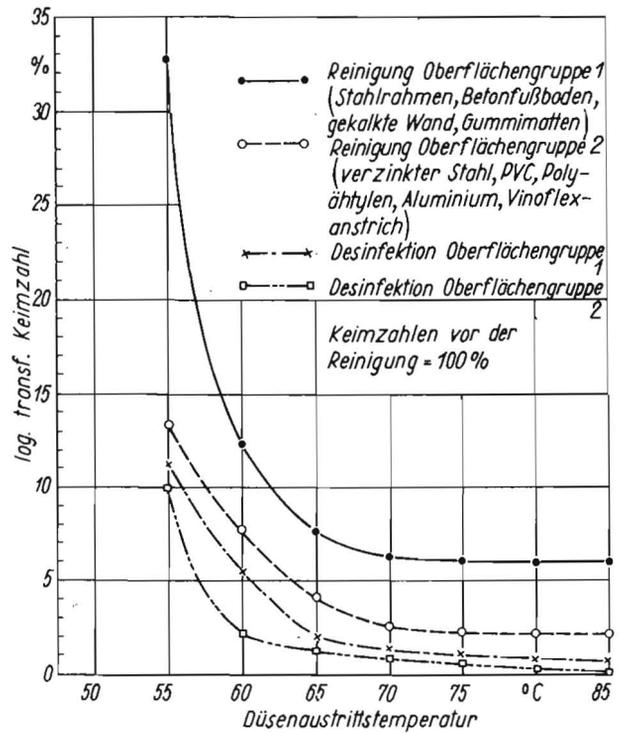


Bild 5. Wirkung unterschiedlicher Wassertemperatur am Düsenaustritt auf die Eliminierungsrate von Indikatorkeimen bei Warmwasserdruckreinigung und anschließender Spritzdesinfektion; Wasserdruck am Düsenaustritt  $20 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$  (konst.), Desinfektionslösung:  $3 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{m}^2$  1,5%ige Formaldehydlösung mit 0,1% Emulgator E 30; betrachtete Keimarten: laktosespaltende Bakterien und Enterokokken zusammengefaßt zu einer Gesamtkeimzahl

schmutz tritt in der Praxis häufiger auf als geschlossene Schmutzdecken. Er läßt sich auf Beton mit  $16 \cdot 10^2 \text{ N/m}^2$  Düsenaustrittsdruck entfernen. Dabei wird er als zusammenhängender Block unter schlagartiger Überwindung der Haftung abgelöst. In Verbindung mit einer Polyäthylen-Oberfläche ist der erforderliche Druck um rd. 90% geringer.

- Die Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchungen sagen aus, daß die Unterschiede der Keimzahleliminierungsraten im Bereich von  $18 \cdot 10^5 \dots 25 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$  Düsenaustrittsdruck unwesentlich sind (Bild 4) [11].
- Bei geringeren Drücken ist der erreichte Reinigungs- und Desinfektionserfolg nicht mehr ausreichend.
- Düsenaustrittstemperaturen  $\geq 65^\circ\text{C}$  schaffen ausreichende Bedingungen für den Erfolg einer nachfolgenden Desinfektion. Das drückt sich in einer Eliminierungsrate der logarithmisch transformierten Keimzahlwerte von 98 bis 99% aus (Bild 5) [11]. Bei Wassertemperaturen  $< 65^\circ\text{C}$  sind diese Verhältnisse nicht mehr mit Sicherheit gewährleistet.
- Die an der Verschmutzung wirksame Wassertemperatur unterscheidet sich im entscheidenden Strahlängenbereich von 3...50 mm nur unwesentlich von der Düsenaustrittstemperatur. Bei einer Düsenaustrittstemperatur von  $65^\circ\text{C}$  fällt die Temperatur in 50 mm Entfernung vom Düsenaustritt um 1 bis  $2^\circ\text{C}$  ab [7].

Zusammenfassend sind folgende Reinigungsparameter als optimal zu bezeichnen:

|                          |                               |
|--------------------------|-------------------------------|
| Düsenaustrittsdruck      | $18 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ |
| Düsenaustrittstemperatur | $65^\circ\text{C}$            |

### 3.3. Zusammenhänge zwischen Strahlparametern am Düsenaustritt und Wasser- bzw. Brennstoffverbrauch bei der Reinigung

- Der druckabhängige Wasserdurchsatz der Flachstrahlwaschdüsen wird von der Fertigungsqualität der Düsen beeinflusst. Im Bereich von  $20 \cdot 10^5 \dots 25 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$  Düsenaustrittsdruck

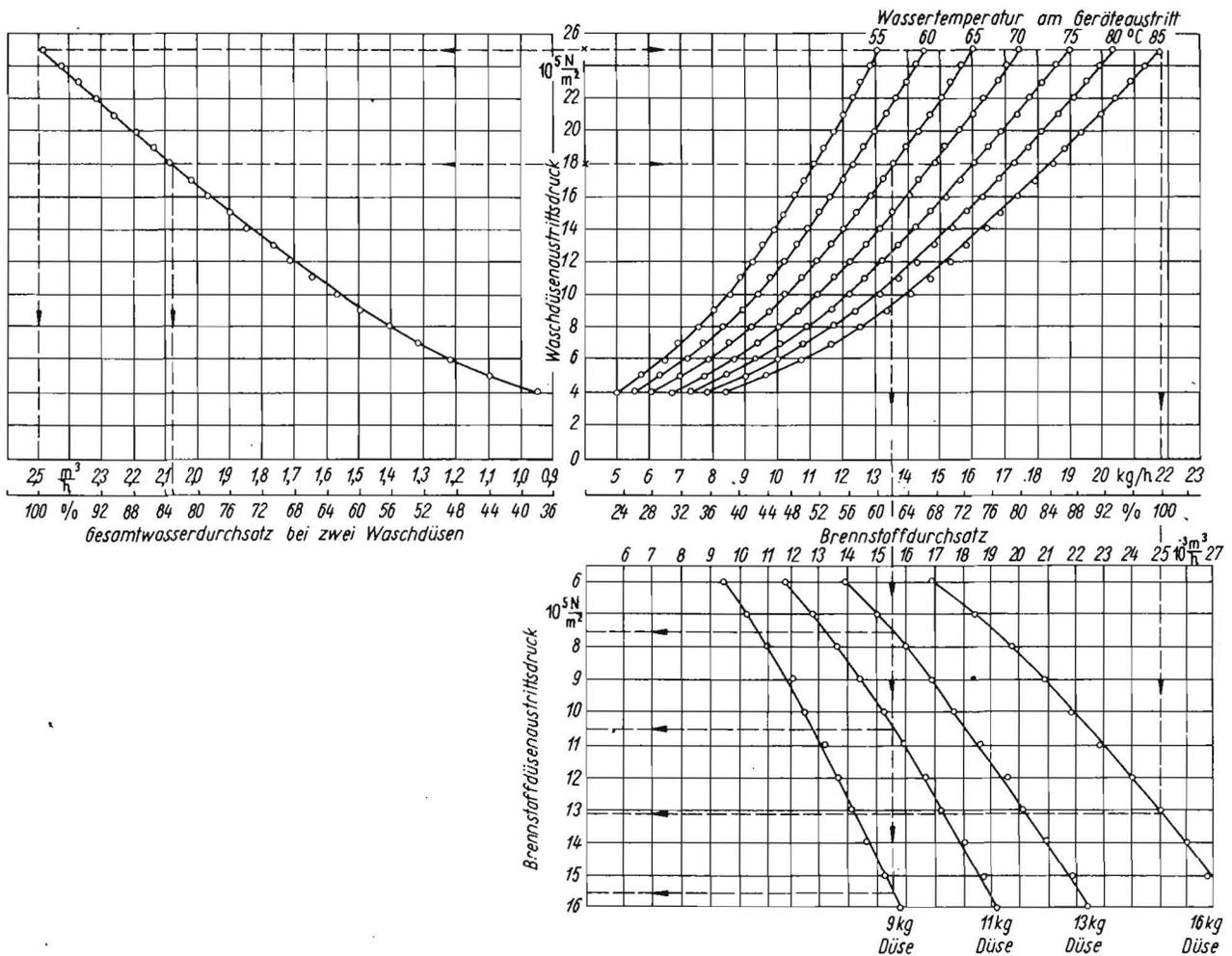


Bild 6. Brennstoff- und Wasserverbrauch des Reinigungsgeräts M 806 in Abhängigkeit vom Wasserdruck am Waschdüsenaustritt bei gleichzeitigem Einsatz der Waschdüsen 12/40 und 12/60-3

unterscheidet sich der Wasserdurchsatz bei den untersuchten Düsen gleichen Typs bis zu 30% voneinander [7].

- Eine Senkung des Düsenaustrittsdrucks von  $25 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$  auf  $18 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$  hat eine Senkung des Wasserverbrauchs um 17% zur Folge (Bild 6).
- Die Senkung der Düsenaustrittstemperatur von  $85^\circ\text{C}$  auf  $65^\circ\text{C}$  bewirkt in Verbindung mit der Wasserdrucksenkung eine Verringerung des Brennstoffverbrauchs um 38% (Bild 6).

#### 4. Schlußfolgerungen für die Industrie und die landwirtschaftliche Praxis

- Bei der Fertigung von serienmäßigen Flachstrahlwaschdüsen sind an die Maßgenauigkeit der Düsenaustrittsöffnung hohe Anforderungen zu stellen.
- Durch die Verringerung des Brennstoffverbrauchs wird die Verwendung von Brennstoffdüsen mit Öldrucksätzen  $< 16 \text{ kg/h}$  bei  $7 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$  Öldruck möglich (Bild 6). Dieser Umstand ist günstig, da 16-kg/h-Düsen nicht mehr gefertigt werden.
- Die Optimierung der Warmwasserdruckreinigung ergibt bei gleichbleibender Arbeitsproduktivität und gleicher Anzahl erforderlicher Arbeitskräfte eine Senkung der Verfahrenskosten um rd. 28%. Dieser Umstand ist im wesentlichen auf die Senkung des Brennstoffverbrauchs um 38% zurückzuführen. Dabei verringert sich der Anteil der Brennstoffkosten an den Verfahrenskosten von 73% auf 63,6%.
- Die Senkung des Wasserverbrauchs um 17% trägt nur unwesentlich zur Senkung an den Verfahrenskosten bei, da der Anteil der Wasserkosten an den Verfahrenskosten nur 2,5%

beträgt. Der Vorteil ist hier in der geringeren Belastung der Gülle zu sehen. So sind z. B. bei einer Milchviehanlage des Angebotsprojektes 1930 jährlich  $750 \text{ m}^3$  Gülle weniger aufzubereiten und auszubringen.

#### Literatur

- [1] Kreuzmann, O.: Warmwasser-Druckreinigungsgeräte — eine Neuentwicklung zur Rationalisierung der Raumreinigung in Tierproduktionsanlagen. agrartechnik 23 (1973), H. 7, S. 320—322.
- [2] Hahn, J.; Kreuzmann, O.: Warmwasser-Druckreinigungsgerät M 805 — Prüfergebnisse und Einsatzerfahrungen. agrartechnik 25 (1975) H. 2, S. 73—75.
- [3] Motz, R.; Sandler, K.; Stellmacher, W.: Erforderlicher Reinigungsgrad von Oberflächen in Tierproduktionsanlagen. Mh. f. Vet. med. 29 (1974) H. 22.
- [4] Sandler, K.: Experimentelle Untersuchungen zum Einfluß der Makrogestalt von Konstruktionselementen und von Oberflächenschutzüberzügen auf den Reinigungseffekt bei der Wasserdruckreinigung. Inst. f. Mechanisierung Potsdam-Bornim der AdL der DDR, Studie 1972 (unveröffentlicht).
- [5] Gregg, S.J.: Oberflächenchemie fester Stoffe. Berlin: VEB Verlag Technik 1958.
- [6] Eder, F.: Moderne Meßmethoden der Physik, T. I. Berlin: VEB Dt. Verlag d. Wissenschaften 1960.
- [7] Autorenkollektiv: Ausgewählte technische Prinziplösungen zur Ausrüstung von Milchproduktionsanlagen mit 2000—6000 Tierplätzen. Inst. f. Mechanisierung Potsdam-Bornim der AdL der DDR, Forschungsabschlußbericht 1975 (unveröffentlicht).

(Schluß auf S. 28)

# Lärmschutz in Rinderställen

Dr.-Ing. H. Kaul, KDT, Technische Universität Dresden, Sektion Architektur

## Lärmschutz für den Menschen

Der zulässige Lärm in der menschlichen Umwelt für den Bereich der DDR ist in TGL 10687/02 [1] festgelegt. Danach kann man drei Lebensbereiche mit verschiedenen Forderungen in bezug auf Lärmschutz unterscheiden

- Arbeitsplatz
- Wohn- und Gesellschaftsräume
- Nachtruhe.

Der zulässige Lärm am Arbeitsplatz ist abhängig von der Tätigkeit und der erforderlichen geistigen Konzentration bei der Arbeit und erreicht Werte zwischen 40 und 85 dB(AI). In Arbeitsräumen für Beobachtungs-, Meß- und Schalltätigkeit mit geringer psychischer Beanspruchung, zu denen auch moderne industriemäßig betriebene Rinderställe zu zählen sind, wird ein äquivalenter Dauerschallpegel  $L_{eq} = 70$  dB(AI) zugelassen.

In Wohn- und Gesellschaftsräumen dürfen maximal 40 bis 55 dB(AI) erreicht werden. Während der Nachtstunden sind in Schlafräumen nur 30 bzw. 40 dB(AI) zulässig.

Dabei kann festgestellt werden, daß der Schallpegel allein kein Maß für die Belästigung darstellt. Die zeitliche Struktur des Schalls und seine Interferenzen mit anderen Geräuschen zur Verständigung und Unterhaltung beeinflussen die Reizwirkung auf den Menschen. Sie können jedoch kaum in exakte gesetzliche Bestimmungen eingefügt werden.

Dieser Überblick zeigt, daß zum Schutz des Menschen vor Lärmbelastigung kein einheitlich festgelegter zulässiger Schallpegel den praktischen und ökonomischen Bedingungen genügen kann, sondern daß dieser Grenzwert für zahlreiche Arbeits- und Lebensbedingungen unterschiedlich sein muß.

## Vorhandener Lärm in Ställen

Mit dem Übergang zu industriemäßigen Produktionsmethoden ist die Lärmentwicklung erheblich angestiegen. Mehlhorn und Scheidler [2] berichten über Lärmpegelmessungen in Höhe von 77 bis 91 dB in einer Milchviehanlage MVA 1000. Auch in Milch-

viehanlagen der Sowjetunion wurde eine Steigerung des Lärmpegels durch die Mechanisierung festgestellt [3]. Als Lärmquellen werden die Lüftungsanlagen, die mechanischen Fütterungseinrichtungen und die Vakuumheber der Melkanlage angegeben. In konventionell betriebenen Milchviehställen ohne Mechanisierung beträgt der Lärmpegel um 60 dB. Mit dem technischen Fortschritt in der Milchproduktion wurde also eine Erhöhung des Lärmpegels um 20 bis 30 dB in Kauf genommen.

## Vorschläge und gesetzliche Regelungen zur Lärmbegrenzung in Rinderställen

Eine gesetzliche Festlegung des maximal zulässigen äquivalenten Dauerschallpegels erfolgte durch die TGL 29084 [4] mit  $L_{eq} = 90$  dB(AI).

Mit dieser Bestimmung wird dem hohen Schallpegel, der in einigen modernen Ställen erreicht wird, zugestimmt. Noch im Entwurf dieses Standards [5] war als zulässiger Höchstwert  $L_{eq} = 85$  dB(AI) enthalten. Die jetzt erfolgte standardisierte Festlegung hemmt den Fortschritt, da damit den Projektanten, Technologen und Konstrukteuren neuer Stallbauten der Anreiz genommen wird, den bisher aufgetretenen hohen Schallpegel zu senken. Mehlhorn und Scheidler [2] schlagen vor, nach ihren Meßergebnissen in einer Milchviehanlage MVA 1000 den Dauerschallpegel auf 80 dB zu begrenzen. Der Nachweis der Lärmschädigung bei Tieren ist sehr schwierig. Es kann in den nächsten Jahren nicht damit gerechnet werden, daß experimentell Grenzwerte für den zulässigen Lärmpegel in Tierställen ermittelt werden, bei deren Überschreitung Leistungsminderungen zu erwarten sind. Ihre Existenz ist wahrscheinlich. Es ist auch zu vermuten, daß das Rind ohne Einfluß auf die Leistung während der Fütterung einen größeren Lärmpegel erträgt als während der Zeit der Ruhe und des Melkens. Beim Menschen wirkt der Schallreiz in erster Linie auf das Nervensystem. Wir kennen das Nervensystem des Rindes nur ungenügend, um Schallreizwirkungen untersuchen zu können. Jedoch sollten durch Verhaltensuntersuchungen Ergebnisse gesammelt werden, die Hinweise auf zumutbare Lärmpegel geben.

Da sich in Rinderställen Arbeitskräfte aufhalten, sollten für sie gesunde Arbeitsbedingungen geschaffen werden, zu denen ein niedriger Lärmpegel gehört. Solange für Tiere kein maximaler Lärmpegel zur Verhinderung von Leistungsdepressionen angegeben werden kann, müssen zumindest die Festlegungen der TGL 10687/02 [1] beachtet werden. Es muß versucht werden, den dort angegebenen Wert von  $L_{eq} = 70$  dB(AI) mit ökonomisch vertretbarem konstruktivem und betriebswirtschaftlichem Aufwand einzuhalten.

## Minderung des Dauerschallpegels bei einfachen mechanischen Lüftungsanlagen

Als Ursache für sehr hohe Dauerschallpegel werden an erster Stelle die Lüftungseinrichtungen genannt. Es ist daher als nächster Schritt zu untersuchen, wie der durch die Lüftungseinrichtungen verursachte Lärm gesenkt werden kann.

Die Berichte über hohe Dauerschallpegel in modernen Rinderstallanlagen dürfen die Projektanten bei der Rekonstruktion kleinerer Ställe nicht abhalten, mechanische Lüftungseinrichtungen vorzusehen. Gewiß ist eine Schwerkraftlüftung mit Abluftschächten nahezu geräuschlos. Doch ist ihre Regelung in kalten Winterperioden schwierig, und an heißen Sommertagen bei Stalllufttemperaturen in Höhe der Außenlufttemperatur versagt sie ganz.

Mit dem Einsatz von Axiallüftern in Form von Wand- und Dachlüftern nach TGL 180—1408 [6] kann in kleineren Anlagen bei guter Regelung der Zuluftöffnungen im Unterdruck- oder

(Schluß von S. 27)

- [8] Sandler, K.: Zum korrosiven Verhalten von Anstrichsystemen und Werkstoffen bei der Einwirkung von Reinigungs-, Desinfektions- und Futtermittelkonservierungsmitteln. *agrar-technik* 24 (1974) H. 12, S. 609—612.
- [9] Gebrauchsanweisung zum Zeiss-Oberflächenprüfgerät nach Schmalz. VEB Carl Zeiss Jena, Abt. für techn. Meßgeräte, Jena 1950.
- [10] Fende, P.: Ermittlung der Druck-, Temperatur- und Wasserverteilung im Freistrahl von Flachstrahlwaschdüsen. TU Dresden, Sektion Kfz-, Land- und Fördertechnik, Bereich Technologie der Landwirtschaft, Ingenieurbeleg 1974 (unveröffentlicht).
- [11] Motz, R.: Normalvorschläge für den erforderlichen Reinigungs- und Desinfektionsgrad verschiedener Materialien und Stalleinrichtungen. Humboldt-Universität zu Berlin, Sektion Tierproduktion und Veterinärmedizin, Bereich Veterinärhygiene, Forschungsabschlußbericht 1975 (unveröffentlicht).
- [12] Stellmacher, W.: Untersuchungen zur Desinfizierbarkeit von hydrophoben Materialien durch Spritzdesinfektion. Staatl. Veterinärmed. Prüfungsinstitut Berlin, Versuchsbericht 1974 (unveröffentlicht).

A 1109