

Effektivitätssteigerung bei der Warmwasser-Spritzreinigung in Großanlagen der Tierproduktion

Dipl.-Ing. C. Lankow, Forschungszentrum für Tierproduktion Dummerstorf—Rostock der AdL der DDR

1. Problemstellung

Die strikte Beachtung der hygienischen Erfordernisse ist in der industriemäßigen Tierproduktion eine entscheidende Voraussetzung für die Erhaltung der Tiergesundheit, für die Realisierung der Planziele und für einen stabilen Produktionsablauf. Durch die Konzentration von Tieren auf engem Raum besteht die Gefahr, daß sich Krankheitserreger schnell stark vermehrend anreichern können und so zu sehr

verlustreichen akuten oder chronischen Tierseuchen führen. Im System der prophylaktischen Hygienemaßnahmen nimmt daher die regelmäßige Desinfektion eine bedeutende Rolle ein und wird mit zu einem bestimmenden Faktor für die Rentabilität einer Tierproduktionsanlage.

Durch die Reinigung müssen Voraussetzungen geschaffen werden, daß die vorgesehenen Flächen von der Desinfektionsmittellösung

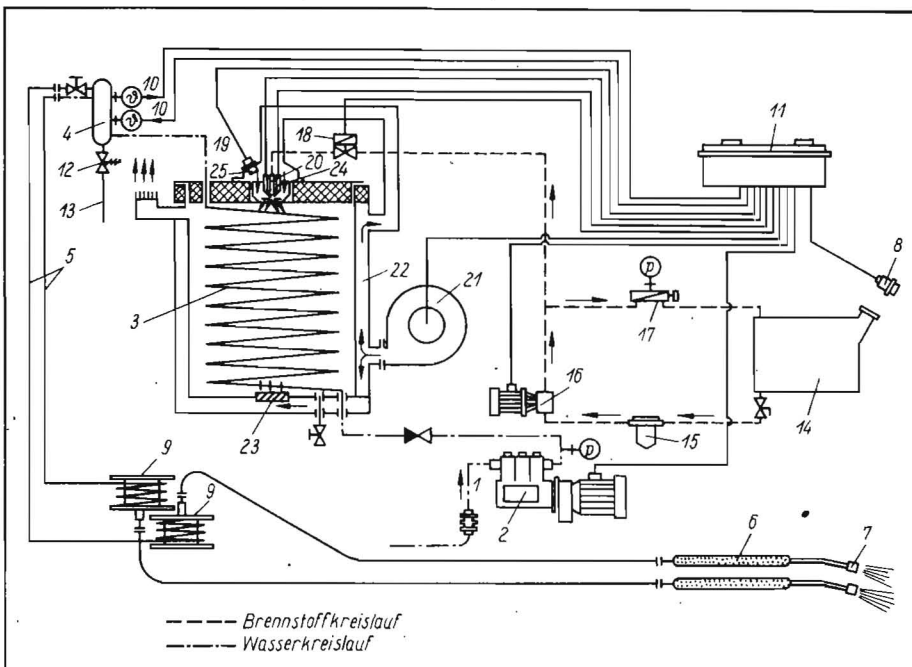
ausreichend benetzt und alle Krankheitserreger abgetötet werden. Aus diesen Erfordernissen der Desinfektion leiten sich daher die höchsten Anforderungen an die Reinigung ab. Die volkswirtschaftlichen Erfordernisse verlangen auf dem Gebiet der Reinigung einschließlich Desinfektion eine Erhöhung der Effektivität bzw. eine Senkung der Verfahrenskosten. Mit den vorliegenden Untersuchungsergebnissen soll ein Beitrag zur Anwendung der nach dem Warmwasser-Spritzverfahren erfolgenden Raumreinigung gegeben werden.

Tafel 1. Wesentliche Kenndaten der Warmwasser-Spritzreinigungsgeräte M 805 und M 806 [1, 3]

Benennung	Zahlenwert oder Erläuterung		
		M 806	M 805
Nennleistung	kJ/s	204	99
Wasserdurchsatz	10^{-4} m ³ /s	6,1 ... 6,94	2,78 ... 3,34
Wasserdruck am Erhitzeraustritt	10^5 Pa	24 ... 25	24 ... 25
zulässiger Betriebsdruck der Rohrschlange	10^5 Pa	25	25
Saughöhe	m	6,5	6,5
Wassertemperatur am Erhitzeraustritt	°C	83 ... 85	83 ... 85
Energieträger der Heizung	—	Dieselkraftstoff DK 1,2 gemäß TGL 4938	
Brennstoffverbrauch	10^{-3} kg/s	6,05 (\pm 25 l/h)	3,03 (\pm 12,5 l/h)
Volumen des Brennstofftanks	dm ³	60	60
E-Anschluß	—	Drehstrom 220/380 V	
E-Anschlußwert	kW	4,5	3,5
Länge	mm	1925	1880
Breite	mm	925	810
Höhe	mm	1755	1460
Spurweite	mm	720	630
Masse	kg	870	670
Einsatzort	—	mobil, teilstationär mobil	
erreichbare Flächenleistung in Rinder- und Schweineanlagen	m ² /AKmin	0,77 ... 1,25 ¹⁾	0,38 ... 0,62 ¹⁾

1) Die Angaben sind durchschnittliche Werte gemäß [2]; im Einzelfall hängt die Flächenleistung vom Material und von der Struktur der verschmutzten Flächen ab.

Bild 1. Prinzipdarstellung der Funktionssysteme der Reinigungsgeräte M 805 und M 806 [1]; 1 Saugleitung, 2 Wasserpumpe, 3 Dreifach-Rohrschlängenregister, 4 Wasserverteiler, 5 Druckschläuche, 6 Strahlrohr, 7 Flachstrahldüsen, 8 Netzanschluß, 9 Schlauchtrommel, 10 Temperaturwächter, 11 Öl-brennersteuergerät, 12 Niederhub-Sicherheitsventil, 13 Überlaufrohr, 14 Brennstofftank, 15 Brennstofffilter, 16 Brennstoffpumpe, 17 Druckregelventil, 18 Magnetventil, 19 Brennkopf, 20 Öl-Zerstäuberdüse, 21 Radiallüfter, 22 Doppelmantel, 23 Drallrose, 24 Zündelektroden, 25 Fotodiode



2. Allgemeines

Gegenwärtig ist die Warmwasser-Spritzreinigung das günstigste Raumreinigungsverfahren. Die manuell-mobilen Geräte M 805 und M 806 kommen zur Erfüllung dieser Aufgabe in der DDR zur Anwendung. Sie bestehen im wesentlichen aus einem druckbeaufschlagten Wasserdurchlauferhitzer mit Ölfuehrung und entsprechen in ihrem Aufbau den gültigen Standardvorschriften (Bild 1, Tafel 1) [1, 2, 3].

Sie erzeugen warmes Druckwasser mit einem Druck von 24 bis $25 \cdot 10^5$ Pa und mit einer Temperatur von 83 bis 85°C. Dabei wird das Wasser über manuell geführte Strahlrohre, die mit Flachstrahlprühlöfen ausgerüstet sind, auf die verschmutzten Flächen gespritzt. Hieraus ergeben sich im einzelnen folgende Feststellungen:

— Der erforderliche Reinigungsgrad ist bei Restschmutzdicken von $\leq 50 \mu\text{m}$ auf den gereinigten Flächen gegeben.

— Für einen desinfektionsgerechten Reinigungsgrad muß durch die Reinigung eine Reduzierung der Oberflächen-Gesamtkeimanzahl um $\geq 90\%$ erreicht werden [4].

— Aus technischer und veterinärhygienischer Sicht ist für die Schmutzablösung bei Berücksichtigung der ungünstigsten Schmutzhaftungsverhältnisse eine auf die Strahlbreite bezogene Mindeststoßleistung des Wasserstrahls von 28 W/mm auf der verschmutzten Festkörperoberfläche erforderlich [2]. Das entspricht in der Praxis folgenden Parametern:

- Düsenaustrittsdruck $p_{0a} = 18 \cdot 10^5$ Pa
- Mindestwassertemperatur am Düsenaustritt $t_{wa} = 65^\circ\text{C}$

bei einer Freistrahllänge $x = 50$ mm je nach Düsentyp [2, 5].

3. Ergebnisse auf dem Gebiet der Reinigung

Zu den Reinigungsarbeiten können die Geräte sowohl halbstationär in Verbindung mit stationär im Stall verlegten Rohrleitungen eingesetzt als auch mobil durch den Stall gefahren werden.

Der Einsatz des Warmwasser-Spritzreinigungsgeräts M 806 erfolgt nach der erstgenannten Variante, worauf sich die folgenden Aussagen beziehen.

Zum Unterteilen der Rohrleitung in einzelne Arbeitsbereiche sind Ventile vorzusehen. Über die gesamte Stalllänge werden Zapfstellen angebracht. An die Zapfstellen werden Druckschläuche angeschlossen, die mit Strahlrohren und Waschdüsen ausgerüstet sind.

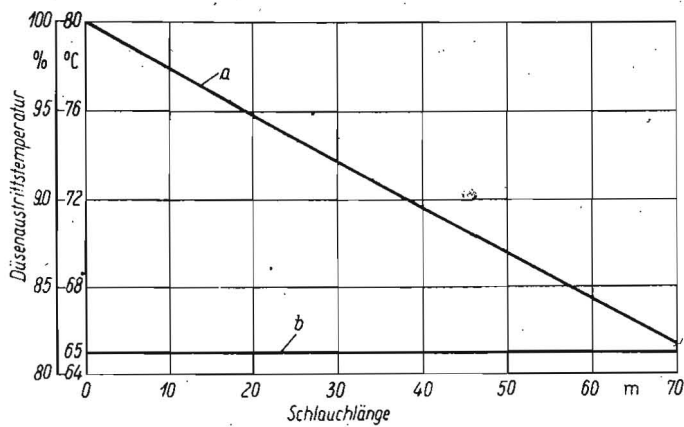


Bild 2. Temperaturabfall in der Schlauchleitung (Hydraulikschlauch AA 8 x 320 — TCH 1200) beim Einsatz des Reinigungsgeräts M 805 [7];
 a) $V_w = 1,20 \text{ m}^3/\text{h}$ (Wasser-Volumenstrom), $p_o = 25 \cdot 10^5 \text{ Pa}$, Düse 12/60
 b) Mindestwassertemperatur an den Austrittsöffnungen der Waschdüsen

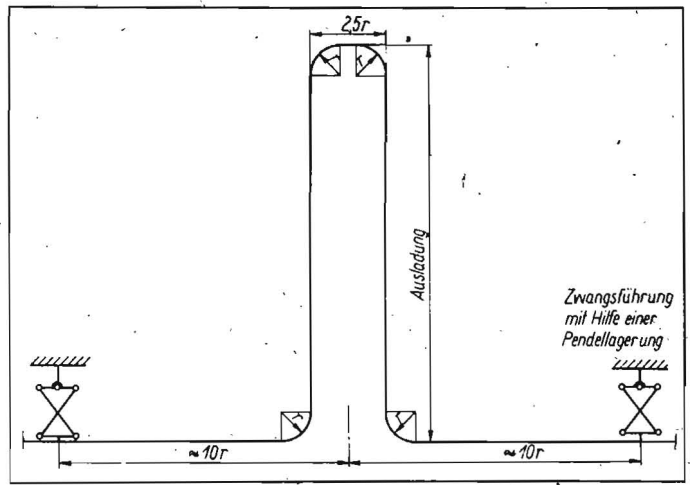


Bild 3. Schematische Darstellung eines U-Bogen-Dehnungsausgleichers [7]

Bei der Erarbeitung der technologischen Grundlösung für die Reinigung, d. h. die Berechnung wesentlicher Kenngrößen der Rohrleitung, wie Druckverlust, Wärmeverlust, Temperaturabfall, thermische Dehnung anhand von vorgegebenen bzw. abgeleiteten Berechnungsgleichungen, sind folgende Faktoren zu berücksichtigen:

— Bezüglich der Werkstoffauswahl ergibt sich als optimale Lösung für das Rohrleitungssystem nahtloses Stahlrohr nach TGL 14514, Werkstoff St 35 h b, mit einer Wanddicke von 3,1 mm in der geometrischen Abmessung $1\frac{1}{4}''$.

— Der spezifische Reibungswiderstand wurde mit $R = 287 \text{ Pa/m}$ ermittelt. Die Einzelwiderstände ζ für die verschiedenen Strömungshindernisse in der Rohrleitung sowie die daraus resultierenden Widerstände Z_w in bezug auf die jeweiligen Strömungsgeschwindigkeiten sind der Literatur zu entnehmen.

— Als Druckschläuche kommen Hydraulikschläuche vom Typ AA 12 x 710 — HFPS 18110 zur Anwendung, da die vom Hersteller angebotenen Pflanzenschutzschläuche nur eine Temperaturbeständigkeit bis +70°C haben.

Im ungünstigsten Fall liegen an den Schläuchen 80°C an, so daß keine ausreichende Lebensdauer zu erwarten ist, was Erfahrungen der Praxis bestätigen. Deshalb sollte der Einsatz dieser Schläuche vermieden werden.

— Exakte Angaben über den Druckabfall in Gummischläuchen beim Einsatz des M 806 sind der Literatur nicht zu entnehmen. Hierzu erfolgten Untersuchungen an Hydraulikschläuchen unterschiedlicher Länge [6, 7]. Diese Schläuche haben eine Temperaturbeständigkeit bis 80°C, der Hersteller ist VEB Techno-Chemie Plauen. Beim Einsatz von nur einem Druckschlauch darf mit einer maximalen Länge von 15 m gearbeitet werden. Dann ist mit Sicherheit gewährleistet, daß der erforderliche Mindestdruck $p_{0a} = 18 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ am Düsenaustritt erreicht wird [7].

— Bezüglich der Produktivität sind die maximalen Einsatzgrenzen in erster Linie durch die Verwendung von 2 Druckschlauchanschlüssen gegeben. Dabei darf die maximale Druckschlauchlänge von 60 m nicht überschritten werden, um den erforderlichen Mindestwasserdruck am Düsenaustritt zu

gewährleisten [7]. Diese Aussage entspricht auch dem Fall, wo das M 805 ausschließlich mobil eingesetzt wird, da meist längere Schläuche zur Anwendung kommen.

— Der Gesamtwärmeverlust \dot{Q}/l , bezogen auf 1 m Rohrlänge, errechnet sich aus der konvektiven Wärmeabgabe \dot{Q}_K und dem Wärmeverlust durch Strahlung \dot{Q}_S zu $\dot{Q}/l = 69,7 \text{ W/m}$. Dabei beläuft sich der Anteil der Strahlung am Gesamtwärmeverlust auf $(\dot{Q}_S/\dot{Q}) 100\% = 19,9\%$. Der Wärmeverlust der Druckschläuche kann vernachlässigt werden, da ihre Wärmeleitfähigkeit um 200fach kleiner als die von Stahl ist.

— Der Temperaturabfall des im Rohr strömenden Wassers wird nach dem ersten Hauptsatz der Thermodynamik berechnet. Für den Temperaturabfall je Längeneinheit der Rohrleitung ergibt sich damit $\Delta t = 2,46 \cdot 10^{-2} \text{ }^\circ\text{C}$, bezogen auf 1 m Rohrlänge.

— Die Richtwerte zum Temperaturabfall in Hydraulikschläuchen beziehen sich auf den mobilen Einsatz des M 805 [7]. Der Einfluß der Schlauchlänge auf die Temperatur des Wassers am Strahlrohr, bezogen auf die Austrittstemperatur am Verteiler des Geräts, ist im Bild 2 grafisch dargestellt. Wie ersichtlich, darf die Schlauchlänge 60 m nicht überschreiten.

— Aufgrund der Förderung von warmem Wasser in der Rohrleitung macht sich die Berechnung der thermischen Dehnung erforderlich. Die Berechnung ergibt, daß sich 1 m Stahlrohr bei einer Temperatur der äußeren Rohrwand von 69,8°C um $\Delta l = 0,81 \text{ mm/m}$ dehnt. Diese ermittelten Längenausdehnungen sind konstruktiv zu berücksichtigen, wobei im vorliegenden Fall im Hauptstrang U-Bogen-Dehnungsausgleichers zur Anwendung kommen (Bild 3).

Durch die Verwendung der U-Bogen-Dehnungsausgleichers besteht kein zusätzlicher Bedarf an Sondermaterial und Konstruktionsaufwand.

— Die Rohrleitung wird zusätzlich zu den Festlagern alle 3 m an Pendellagerungen aufgehängt, um der thermischen Dehnung zu entsprechen und die schwerkraftbedingten Kräfte abzufangen (Bild 4).

— Die Längenausdehnung gegenüber den entsprechenden Abzweigungen wird mit Hilfe von Hydraulikschläuchen, NW 25, Länge 30 cm, ausgeglichen (Bild 5).

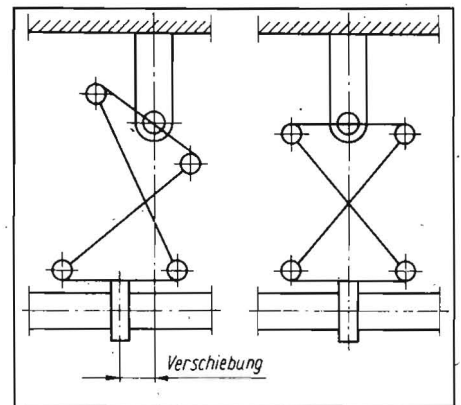


Bild 4. Darstellung der Pendellagerung der Rohrleitung;
 rechts: Ausgangsstellung
 links: Rohrverschiebung infolge thermischer Dehnung

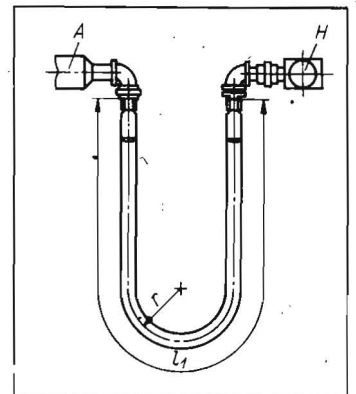


Bild 5. Ausgleich der Längenausdehnung mit Hilfe des Hydraulikschlauchs AA 25 x 710 — HFPS 18110;
 l_1 Länge der gesamten Schlauchleitung
 r zulässiger kleinster Biegeradius 140 mm, A Abzweigung, H Hauptstrang

— Für die stationäre Rohrleitung wird ein Duplexsystem als Korrosionsschutz empfohlen. Dabei handelt es sich um Feuerverzinkung und ein Vinyl-Anstrichsystem, das speziell vom VEB Lackfabrik Berlin, Betriebsabteilung Teltow, für die Landwirtschaft entwickelt wurde.

4. Zusammenfassung

Die breite Praxisanwendung der vorgestellten Ergebnisse zur Warmwasser-Spritzreinigung dient der Beschleunigung des wissenschaftlich-technischen Fortschritts auf diesem Gebiet. Die Voraussetzungen für den teilstationären Einsatz der Warmwasser-Spritzreinigungsgeräte in Tierproduktionsanlagen sind gegeben. Diese Aussage bezieht sich vor allem auf die Berechnung der wichtigsten Kenngrößen einer stationären Rohrleitung, wie Druckverlust, Wärmeverlust, Temperaturabfall, thermische Dehnung in Abhängigkeit von den Parametern an den Austrittsöffnungen der Waschküsen der Reinigungsgeräte und die Ermittlung der funktionellen Zusammenhänge. Grundlage der Berechnungen war, daß die Stoffwerte auf den stationären Zustand bezogen sind. Dabei ist die Temperatur des Wassers $t_w = 80^\circ\text{C}$ über die gesamte Rohrlänge konstant angenommen,

obwohl infolge des Wärmeverlustes ein nicht linearer Abfall zu erwarten ist. Der tatsächliche Rohrlängenspezifische Wärmeverlust wird mit zunehmender Rohrlänge geringer, da die Temperaturdifferenz zwischen Wasser und Außenluft kleiner wird. Mit der Annahme ist eine bestimmte Sicherheit gegeben, d.h. die tatsächlichen Verhältnisse in der Praxis können nur günstiger werden.

Literatur

- [1] Autorenkollektiv: Bedienungsanweisung AMK 18 des VEB Kombinat Impulsa, Lommatzsch, Mai 1975.
- [2] Sandler, K.: Untersuchungen zur Oberflächenhaftung und Abtrennung von Verunreinigungen in Anlagen der Tierproduktion. TU Dresden, Dissertation 1976.

- [3] Sandler, K.; Boese, E.: Gegenwärtiger Erkenntnis- und Entwicklungsstand auf dem Gebiet der Reinigung und Desinfektion in der industriemäßigen Tierproduktion. Mh. für Vet. med., Jena 32 (1977) H. 20, S. 770—772.
- [4] Motz, R.; Sandler, K.; Stellmacher, W.: Erforderlicher Reinigungsgrad von Oberflächen in Tierproduktionsanlagen. Mh. für Vet. med., Jena 29 (1974) H. 22, S. 846—849.
- [5] Sandler, K.; Motz, R.: Optimierung der Warmwasserdruckreinigung. agrartechnik 26 (1976) H. 1, S. 24—27.
- [6] Becker, E.; Sandler, K.: Manuskript über Druckversuche in Schlauchleitungen beim Einsatz des M 806. Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim, Forschungsbericht 1978 (unveröffentlicht).
- [7] Lankow, C.: Ausrüstungstechnisches Projekt zur Reinigung und Desinfektion der Kälberaufzuchtanlage Altheide. Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Diplomarbeit 1978.

A 2757

Technisch-physikalische Grundlagen des Vorweichens als Vorbereitung der Kaltwasser-Spritzreinigung in Tierproduktionsanlagen

Dipl.-Ing. P. Gronemeier, KDT, VEB Landtechnischer Anlagenbau Potsdam

Dr.-Ing. K. Sandler, Akademie der Wissenschaften der DDR, Zentralinstitut für Physik der Erde

Verwendete Formelzeichen

a_1	N/m	Konstante
b_1	$\text{min}^{1/2}$	Konstante
c_1	min^{-1}	Konstante
c_T	kg/m^3 ; %	Tensidkonzentration
h_t	m	Eintauchtiefe einer Kapillare in eine Flüssigkeit
K	—	Netzmittelkonstante
k_v	min^{-1}	Halbwertszeitkonstante des Schaumvolumens
p_G	Pa	Gesamtdruck einer in Flüssigkeit befindlichen Gasblase
t	min	Zeit
t_N	s	Netzzeit
V_A	m^3	ursprüngliches Flüssigkeitsvolumen
V_0	m^3	Anfangsschaumvolumen
V_D	m^3	Drainage des Schaumes
V_t	m^3	Schaumvolumen zur Zeit t
Wh	$^\circ\text{dH}$	Wasserhärte
Z_t	m^3/min	mittlere Schaumzerfallsgeschwindigkeit
σ	N/m	Grenzflächenspannung einer Flüssigkeit gegen Luft
σ_w	N/m	Grenzflächenspannung von Leitungswasser ohne Tensidzusätze gegen Luft
σ_{dest}	N/m	Grenzflächenspannung von destilliertem Wasser gegen Luft
τ_v	min	Halbwertszeit des Schaumvolumens

1. Problem- und Zielstellung

Reinigung und Desinfektion in der Tierproduktion bilden meistens eine technologische Einheit. Der Raumreinigung kommt dabei in erster Linie die Aufgabe zu, Voraussetzungen für den Erfolg einer nachfolgenden Desinfektion zu schaffen. Für diesen Zweck ist die Warmwasser-Spritzreinigung z. Z. das sicherste Verfahren. Es wird gereinigt, ohne den Schmutz intensiv vorzuweichen. Hohe Reinigungsleistungen sind dabei zwangsläufig mit einem hohen Brennstoffverbrauch verbunden. Die Diskrepanz zwischen notwendigen Reinigungsleistungen und der volkswirtschaftlich möglichen Brennstoffbereitstellung erfordert erhöhte

Anstrengungen zur Verbesserung der Materialökonomie.

Ein völliger Verzicht auf die Erwärmung des Wassers würde daher eine echte Rationalisierungsmaßnahme mit großer ökonomischer Bedeutung darstellen.

Jedes Reinigungsverfahren ist ein durch vier Wirkungsfaktoren bestimmter Prozeß:

$$\text{Ch} + \text{E} + \text{TP} + \text{Z} = 100\%; \quad (1)$$

Ch Anteil der chemischen Wirkung von Reinigungsmitteln an der Gesamtwirkung des Reinigungsverfahrens

E Anteil der mechanischen oder hydraulischen Energieeinwirkung an der Gesamtwirkung des Reinigungsverfahrens

TP Anteil der Wärmeenergie an der Gesamtwirkung des Reinigungsverfahrens

Z Anteil der Zeitdauer der reinigenden Einwirkung an der Gesamtwirkung des Reinigungsverfahrens.

Soll der Anteil der Wärmeenergie an der Gesamtwirkung des Reinigungsprozesses ausgeschlossen werden, so muß der Anteil eines anderen Wirkungsfaktors bzw. der anderen Faktoren erhöht werden. Eine aussichtsreich erscheinende Möglichkeit ist die, den Anteil der physikalisch-chemischen Wirkung von tensidhaltigen Reinigungsmitteln zu erhöhen. Zu diesem Zweck ist die Reinigung sowohl technologisch als auch technisch-physikalisch in 2 Phasen aufzuteilen, in einen Vorweich- bzw. Netzprozeß und in einen hydraulischen Reinigungs- bzw. Schmutzablöseprozeß.

Der hydraulische Reinigungsprozeß wurde bereits an anderer Stelle näher untersucht [1]. Vorliegend erfolgt daher eine Konzentration auf die Darstellung von physikalisch-technischen Grundlagen des Vorweichens. Das Kaltnetz- bzw. Schmutzpenetrationsvermögen von Tensidlösungen, das durch die Netzgeschwindigkeit bzw. die Netzzeit gemäß der Beziehung

$$\lg t_N \approx K - 2 \lg c_T \quad (2)$$

charakterisiert wird, ist die Eigenschaft, die die eigentliche Wirksamkeit der Tenside ausmacht. Die Netzgeschwindigkeit wird wiederum in entscheidendem Maß von der Zeitabhängigkeit der Flüssigkeitsoberflächenspannung beeinflusst. Diese Zeitabhängigkeit findet in folgender Beziehung ihren Ausdruck:

$$\sigma = \sigma_w - \frac{a_1}{\sqrt{t} + 1} \quad (3)$$

Tenside werden unterteilt in anionaktive, kationaktive und amphotere Verbindungen. Nichtionogene Tenside haben für die Reinigung keine Bedeutung. Unter Beachtung der Forderung nach atoxischer Zusammensetzung und biochemischer Abbaubarkeit können für Reinigungszwecke in Tierproduktionsanlagen nur anionaktive Tenside eingesetzt werden. Es ist

Bild 1. Schematischer Aufbau der Meßeinrichtung zur Bestimmung des Netzvermögens nach dem Auflageverfahren;

a Präzisionswaage mit Analoganzeige (Mettler-Waage), b mit Schmutz gefüllter Siebbehälter, c Flüssigkeitsbehälter, d tensidhaltige Lösung, e Vorrichtung zur Höhenverstellung des Flüssigkeitsbehälters

