

# Hinweise zum Einsatz von Pumpen für das Fördern von Gülle unter Berücksichtigung des Aufwands an Elektroenergie sowie an materiellen und finanziellen Mitteln

Dr. agr. M. Schwabe/Dipl.-Ing. W.-P. Krüger, KDT, Institut für Düngungsforschung Leipzig – Potsdam der AdL der DDR

Beim Einsatz von Pumpen zum Fördern von Gülle, besonders in Bereichen mit hohem Trockensubstanzgehalt (TS-Gehalt), stellt sich immer wieder die Frage nach der günstigsten Pumpenvariante entweder für die Entnahme der Gülle aus dem Stall oder zum Befüllen der Tankfahrzeuge [1]. Dabei spielen zweifellos Fragen des Energieverbrauchs eine wichtige Rolle. Oft steht mit dem Einsatz einer großen Pumpe der ungünstige Energieverbrauch im Blickfeld, was zunächst auf die Bereitstellung einer höheren Antriebsleistung  $P_{Mot}$  zutrifft. Gleichzeitig werden mit großen Pumpen höhere materielle und finanzielle Mittel als notwendig angesehen. Eine Antwort auf diese Probleme und Fragen soll mit Hilfe der Angaben aus Tafel 1 gegeben werden. Verglichen werden die vertikalen Kreiselpumpen KRCLV 80/275, KRCLV 80/275 (Neuerervorschlag), KRCLV 80/325 und KRCLV 80/325 (KFH 80/325) mit Zusatzausrüstungen (Zuführschnecke und Vibrator) sowie die Doppelschöpfkolbenpumpen DSK 150/182 und DSK 150/255.

Die in Tafel 1 berechneten Werte basieren auf der tatsächlich gemessenen elektrischen Antriebsleistung  $P_{el}$  der Pumpen und auf den z. Z. geltenden Aufwendungen für Investitionen, wobei als Beispiel eine Förderung von 1000 m<sup>3</sup> Gülle angenommen wurde. Eine getrennte Bewertung der Arbeitsabschnitte Entnahme der Gülle aus dem Stall sowie Fördern in die Lagerbehälter und Entnahme der Gülle aus den Lagerbehältern sowie Befüllen der Tankfahrzeuge braucht nicht zu erfolgen, außer bei der Wertung der Kreiselpumpen untereinander. Im einzelnen zeigt der Vergleich der Pumpentypen aus der DDR-Produktion folgendes:

- Die Doppelschöpfkolbenpumpe DSK 150/182 ist bei Energieverbrauch und finanziellen Aufwendungen allen anderen Pumpen unterlegen. Der erzielte Volumenstrom  $\dot{V}$  ist gering, besonders bei einem TS-Gehalt > 8% (Rindergülle).
- Die Doppelschöpfkolbenpumpe DSK 150/255 liegt in den Energiewerten günstiger, wobei aber die Aufwendungen an Investitionen und Maschinenkosten um fast das Doppelte höher liegen. Diese Aussage trifft nicht auf den Einsatz in Schweinegülle ohne langfaserige Bestandteile zu. Hier nähern sich die Aufwendungen den Werten der Kreiselpumpe an. Unter gleichen Einsatzbedingungen treffen diese Aussagen auch etwa auf die Doppelschöpfkolbenpumpe DSK 150/182 zu, zumindest gestaltet sich der Einsatz günstiger gegenüber der Förderung von Rindergülle.
- Zum Befüllen von Tankfahrzeugen scheiden die Doppelschöpfkolbenpumpen aufgrund ihrer geringen Volumenströme i. allg. aus. Ein Vielfaches an Pumpen zum Erreichen der gleichen Schlagkraft wie beim Einsatz der vertikalen Kreiselpumpen, besonders gegenüber der KRCLV 80/325 mit Zusatzausrüstungen, ist erforderlich und erhöht die notwendigen Aufwendungen beträchtlich.
- Beim Vergleich der Kreiselpumpen liegt in jedem Fall die KRCLV 80/275 günstiger, wobei sich mit zunehmendem Druck im Druckstutzen, bedingt durch die Rohrleitungskennlinie, das Verhältnis hinsichtlich der erforderlichen Aufwendungen leicht zugunsten der KRCLV 80/325 verschiebt, ohne aber die Werte der KRCLV 80/275 zu

erreichen. Das trifft auf den Abschnitt Entnahme aus dem Stall und Fördern in die Lagerbehälter zu. Zum Befüllen von Tankfahrzeugen ist in jedem Fall die KRCLV 80/325 überlegen. Durch die erforderliche größere Anzahl von Pumpen heben sich die Vorteile der KRCLV 80/275 auf. Es ist auch zu beachten, daß die vergleichbaren Werte in trockensubstanzreicher Rindergülle gewonnen wurden, die unter 10% liegen, und mit zunehmendem TS-Gehalt die Funktionssicherheit der KRCLV 80/275 stark nachläßt. Außerdem ist zu berücksichtigen, daß hier die günstigeren Werte mit einer entsprechend einem Neuerervorschlag der LPG (T) Gerbisbach, Bezirk Cottbus, umgerüsteten Pumpe (Flügelrad) erzielt wurden. Durch die andere Gestaltung des Zulaufbereichs und des Laufrads ist ein größerer Durchgang gewährleistet, und es fallen zusätzlich Querschnittsverengungen fort, die eine Verstopfungsneigung begünstigen. Wie in Tafel 1 ausgewiesen, zeigt die KRCLV 80/275 in Normalausführung mit Schneidmesser und üblichem Laufrad ungünstigere Werte. Die Überlegenheit der KRCLV 80/325 mit Zusatzausrüstungen ist hinsichtlich der Funktionssicherheit bei TS-Gehalten über 10% weitaus größer und nimmt mit steigendem TS-Gehalt weiter zu. Diese Pumpenvariante ermöglicht oft erst die Förderung von Gülle, bei der bisher andere Pumpen versagten.

- Die richtige Auswahl der Pumpen erfordert eine komplexe Betrachtung und ist sehr stark vom jeweiligen Einsatzort und von den vorliegenden konkreten Einsatzbedingungen abhängig. Die vorgelegten Ergeb-

Tafel 1. Energiebilanz beim Einsatz von Pumpen zum Fördern von trockensubstanzreicher Gülle unter Beachtung der Aufwendungen für Investitionen und Maschinenkosten (Fördermenge 1000 m<sup>3</sup>; jeweils 1 Aggregat eingesetzt)

Pumpentyp	Gülle Art	TS-Gehalt %	$\dot{V}$ m <sup>3</sup> /h	$p_D$ MPa	erforderliche Laufzeit h	$P_{Mot}$ kW	$P_{el}$ kW/m <sup>3</sup>	Energieverbrauch kWh	Investitionen <sup>1)</sup> 1 000 M	Maschinenkosten M	erforderliche Pumpenanzahl <sup>2)</sup>
KRCLV 80/275	Rind	8,0	85,0	0,10	12,0	15,0	0,16	160	8,2	131	2
	Rind	8,0	65,0	0,15	15,0	15,0	0,22	220	8,2	164	3
KRCLV 80/275 (Neuerervorschlag) <sup>3)</sup>	Rind	9,6	110,0	0,10	9,0	15,0	0,13	130	8,2	98	2
	Rind	9,6	80,0	0,15	12,5	15,0	0,18	180	8,2	136	2
KRCLV 80/325 (ohne Zusatzausrüstungen)	Rind	8,9	161,0	0,10	6,0	30,0	0,15	150	14,0	147	1
	Rind	8,9	124,0	0,20	8,0	30,0	0,18	180	14,0	136	2
	Schwein	12,7	144,0	0,10	7,0	30,0	0,19	190	14,0	172	2
	Schwein	12,7	115,0	0,20	9,0	30,0	0,20	200	14,0	220	2
KRCLV 80/325 (mit Zusatzausrüstungen)	Rind	8,9	157,0	0,10	6,5	30,0	0,20	200	14,0	191	1
	Rind	8,9	132,0	0,20	7,5	30,0	0,22	220	14,0	220	2
	Schwein	13,0	170,0	0,10	6,0	30,0	0,18	180	14,0	176	1
	Schwein	13,0	142,0	0,20	7,0	30,0	0,20	200	14,0	206	2
	Geflügel	16,0	90,0	0,18	11,0	30,0	0,33	330	14,0	323	1
DSK 150/182	Rind	8,5	19,0	0,40	53,0	11,0	0,38	380	18,6	467	9
	Schwein	12,3	55,0	0,21	19,0	7,5	0,13	130	22,7	196	4
DSK 150/255	Geflügel	16,5	22,0	0,09	45,0	7,5	0,09	90	22,7	464	4
	Geflügel	19,0	23,0	0,09	43,0	7,5	0,07	70	22,7	443	4

1) zuzüglich 36% zum IAP (Realisierungskosten)

2) bezogen auf die günstigste Variante und auf den Volumenstrom  $\dot{V}$  innerhalb einer Gülleart

3) Neuerervorschlag der LPG (T) Gerbisbach: verändertes Laufrad; einfache Laufscheibe mit zwei senkrecht stehenden Flügeln (Flügelrad)

$\dot{V}$  Volumenstrom,  $p_D$  Druck im Druckstutzen,  $P_{el}$  spezifische elektrische Antriebsleistung,  $P_{Mot}$  Antriebsleistung

nisse und die Hinweise sollen Unterstützung bei der Entscheidungsfindung geben. Bei Gülle mit hohem TS-Gehalt und einem hohen Besatz an grob- und langfaserigen Bestandteilen sind die Kreiselpumpen, besonders die KRCLV80/325 mit Zusatzausrüstungen, den Doppelschöpfkolbenpumpen überlegen.

Für den Einsatz in Geflügelgülle bis 15 % TS-Gehalt ist die Pumpe KRCLV80/325 mit Zusatzausrüstungen geeignet. Das Fördern von Geflügelkadavern ist dabei gewährleistet. Die Pumpenindustrie sollte die Produktions-

aufnahme der Pumpe KRCLV80/325 mit Zusatzausrüstungen und ihre Überführung in die Praxis beschleunigen.

#### Zusammenfassung

Für die Auswahl von in der DDR verfügbaren Güllepumpen wird unter Beachtung von hohen TS-Gehalten der Gülle eine Wertung der einzelnen Pumpen vorgenommen. Dabei werden der Energieverbrauch sowie die materiellen und finanziellen Aufwendungen berücksichtigt. Die dargelegten Ergebnisse und Hinweise sollen die Entscheidungsfindung

erleichtern. Von den z. Z. zur Verfügung stehenden Pumpen weisen die Kreiselpumpen und mit zunehmendem TS-Gehalt der Gülle besonders die vertikale Kreiselpumpe KRCLV80/325 mit Zusatzausrüstungen Vorteile auf.

#### Literatur

- [1] Schwabe, M.; Krüger, W.-P.: Fördern von trockensubstanzreicher Gülle mit Pumpen. agrartechnik, Berlin 36 (1986) 11, S. 505–506. A 4693

## Untersuchungen zum Einfluß von Druck und Volumenstrom auf das Ablösen von Schmutzschichten

Dipl.-Ing. J. Sobzig/Dr. agr. W. Wirsching/Dr. sc. techn. G. Hörnig, KDT  
Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim der AdL der DDR

### 1. Problem- und Zielstellung

In der sozialistischen Landwirtschaft entstanden im Zuge des planmäßigen Übergangs zu industriemäßigen Methoden auf dem Sektor der Tierproduktion Anlagen mit hoher Tierkonzentration. Zur Sicherung einer stabilen Produktion mit gesunden Tierbeständen ist die Durchsetzung eines Reinigungs- und Desinfektionsregimes unumgänglich. Die Reinigung der Ställe hat dabei nicht nur tierhygienische Bedeutung, sondern ist eine Maßnahme, die die Arbeitsfreude der Werktätigen nachweislich positiv stimuliert. Das betrifft nicht nur industriemäßige Tierproduktionsanlagen, sondern gilt auch für die herkömmliche Produktionsweise in der sozialistischen Landwirtschaft der DDR. Zur Oberflächenreinigung in Stallanlagen kamen in den letzten Jahren überwiegend Warmwasserdruckreinigungsgeräte zum Einsatz. Die Geräte M805 und M805A vom Kombinat Fortschritt Landmaschinen, VEB Anlagenbau Impulsa Elsterwerda, arbeiten mit einem Arbeitsdruck von maximal 2,5 MPa und einem Volumenstrom von 1200 l/h. Eine Erwärmung des Wassers auf rd. 65°C verbessert zwar die Reinigungswirkung, verteuert allerdings erheblich das Verfahren.

Aufgrund der Notwendigkeit, Energieträger petrochemischer Herkunft sparsam einzusetzen, wurden andere Möglichkeiten untersucht. Muß der Einfluß der Wärmeenergiewirkung entfallen, ergibt sich bei konstanten anderen Einflußfaktoren eine Erhöhung der Reinigungszeit. International sehr verbreitet und auch national zunehmend in der Anwendung sind mobile Kaltwasserhochdruckreinigungsgeräte. Diese Geräte arbeiten in einem Druckbereich von 5 bis 20 MPa und mit einem Wasservolumenstrom von 600 bis 1500 l/h. Durch die Erhöhung der mechanischen Energiewirkung kann der Verlust der Wärmeenergiewirkung ausgeglichen und sogar eine Steigerung der Gesamtreinigungsleistung erzielt werden. Aus der Vielzahl der auf dem Markt befindlichen Kaltwasserhochdruckreinigungsgeräte ist aus der Zuordnung von Volumenstrom zum Arbeitsdruck keine begründete Abhängigkeit ersichtlich. Deshalb bestand die Aufgabe in der Ermittlung des Einflusses von Druck und Volumenstrom auf das Ablösen von Schmutzschich-

ten. Dabei waren die Aufwendungen für Elektroenergie und Reinigungswasser zu minimieren.

### 2. Untersuchungsmethoden

#### 2.1. Volumenstrombestimmung

Zur Realisierung unterschiedlicher Durchsätze bei gleichen Düsendrücken war es erforderlich, Düsen mit abgestuften Düsenaustrittsquerschnitten zu fertigen. Zur Komplettierung des Düsenortiments wurde eine Reihe von Seriidüsen des VEB Anlagenbau Impulsa Elsterwerda in die Untersuchungen mit einbezogen. Die Bestimmung des Volumenstroms wurde bei verschiedenen Druckstufen durch Auffangen eines bestimmten Wasservolumens je Zeiteinheit und nachfolgende Wägung auf einer Rapido-Schnellwaage realisiert.

#### 2.2. Strahlkraftmessung

Die Strahlkraftmessung erfolgte auf einem Kraftmeßstand. Eine auf Rollen befestigte Prallplatte ist mit einem Seil über eine Rolle an einer Druckmeßdose befestigt, die mit einem Universalmeßgerät verbunden ist. Trifft der Wasserstrahl auf die Prallplatte, wird ein Meßwert angezeigt, der ein Maß für die Strahlkraft darstellt. Richtet man den Wasserstrahl auf den in der Mitte befindlichen 1 mm breiten Schlitz, wird ein kleinerer Meßwert angezeigt, der der Strahlkraft der Flüssigkeitsmenge entspricht, die nicht durch den Schlitz tritt. Die Differenz dieser Meßwerte bildet bei Umrechnung auf die Fläche von 1 mm<sup>2</sup> den entsprechenden Aufpralldruck. Der Abstand der Düse von der Prallplatte wurde in Abständen von 10 mm verändert.

#### 2.3. Strahlwinkelbestimmung

Zur Bestimmung der Strahlwinkel der Düsen wurde das Strahlbild jeder Düse bei einem Düsendruck von 10 MPa fotografiert. Da sich der Strahlwinkel der Düse, bedingt durch die Krümmung des Strahls, verändert, wurde festgelegt, den Strahlwinkel im Abstand von 100 mm auszumessen.

#### 2.4. Testschmutzbestimmung

Bei der Auswahl eines geeigneten Test-

schmutzes ging es darum, reproduzierbare relative Werte zu erreichen, also nicht absolute Zeiten für die Schmutzablösung zu ermitteln. Durch Versuche wurde ein Testschmutz als geeignet herausgefunden, der aus handelsüblichem „Kämil“ und Schweinemastfutter im Verhältnis 1:2,05 bestand. Zu diesen Komponenten wurden 2,5 Teile Wasser gegeben und durch Rühren vermischt. Nach einer Standzeit von 6 Stunden erfolgte dann das Auftragen dieses Gemisches auf die Beton-Prüfplatten in einer Schichtdicke von durchschnittlich 3,5 mm. Die so beschichteten Prüfplatten wurden anschließend im Trockenschrank bei einer Temperatur von konstant 80°C über eine Zeit von 16 Stunden getrocknet, wobei ein durchschnittlicher Austrocknungsgrad von 85% erreicht worden ist. Die Schichthöhe nach dem Trocknen betrug im Durchschnitt 2,4 mm.

#### 2.5. Ermittlung der Reinigungsleistung

Vergleichende Untersuchungen der Düsen hinsichtlich erreichbarer Reinigungsleistungen wurden auf einem Reinigungsprüfstand durchgeführt. Ein in zwei Richtungen beweglicher Wagen, auf dem Prüfplatten mit Testschmutz befestigt waren, wurde so lange mit einer Geschwindigkeit von 0,37 m/s unter einer Strahlanzie hin- und herbewegt, bis die Oberfläche der Testplatten vom Schmutz befreit war. Die Anzahl der notwendigen Bewegungen ist ein Maß für die Reinigungsleistung der Düse. Der Abstand der Düse vom Reinigungsobjekt wurde so gewählt, daß annähernd Strahlbreiten von 25 bzw. 50 mm erreicht wurden. Mit Hilfe von Gl. (1) läßt sich die Flächenleistung der Düse berechnen:

$$R_L = \frac{3600 B v}{x} \quad (1)$$

$R_L$  Reinigungsleistung in m<sup>2</sup>/h  
 $B$  Breite der gereinigten Fläche in m  
 $v$  Geschwindigkeit des Wagens in m/s  
 $x$  Anzahl der Bewegungen.

Um eine Differenzierung in der Reinigungsleistung auch bei hohen Volumenströmen und Arbeitsdrücken vornehmen zu können, wurde mit extrem trockenem und festem Schmutz gearbeitet. Da sich die so gewonne-