

2.3. Sanitärtechnische Anlage

Aus dem stehenden Druckspeicher (Bild 6) wird unten kaltes Wasser entnommen und durchfließt die Vorkühlsektionen des Plattenwärmeübertragers. Hierbei wird die im Gegenstrom fließende Eimasse (Eiweiß und Eigelb jeweils getrennt) vorgekühlt, und das Kaltwasser erwärmt sich auf eine Temperatur von rd. 18°C. In den Nachkühlsektionen des Plattenwärmeübertragers erfolgt die weitere Kühlung der Eimasse mit Eiswasser auf eine Temperatur von rd. 4°C. Das im Plattenwärmeübertrager erwärmte Gebrauchswarmwasser wird über ein Zweiwege-Stellventil durch eine Bypaßpumpe den FKA/K zugeführt und in den in Reihe geschalteten Kondensatoren auf eine Temperatur von 55°C erwärmt. Mit dieser Temperatur wird das Gebrauchswarmwasser in den oberen Bereich des Druckspeichers zurückgeführt. Dieser Druckspeicher arbeitet als Verdrängungsspeicher, d. h., bei Entnahme von Gebrauchswarmwasser strömt in den unteren Bereich Kaltwasser mit Leitungsdruck nach. Für die Reinigung der eimasseführenden Anlagenteile wird eine bestimmte Gebrauchswarmwassermenge dezentral in einem Warmwasserbereiter (WWB) auf eine Temperatur von rd. 60°C nachgeheizt. Das übrige Gebrauchswarmwasser steht für Reinigungszwecke sowie zum Duschen der Belegschaft zur Verfügung.

Ein Temperieren des Gebrauchswarmwassers in den Verteilungsleitungen wird durch eine Zirkulationsleitung mit Zwangsumlauf erreicht.

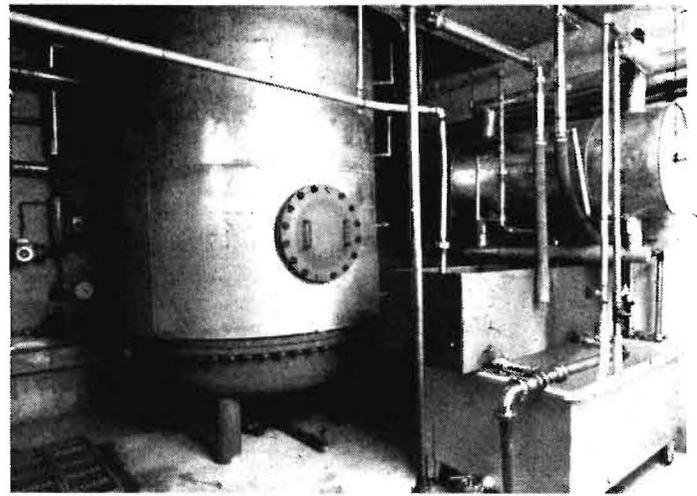
2.4. Elektrotechnische Anlage

Durch die elektrotechnische Anlage erfolgt die Steuerung und der starkstromseitige Anschluß aller Antriebe und Geräte der Eimassekühlanlage. Dabei sind bestimmte Abhängigkeiten im Betrieb der einzelnen Verbraucher berücksichtigt.

3. Zusammenfassung

Wie die praktischen Ergebnisse seit der Inbetriebnahme der Eimassekühlanlage mit Ab-

Bild 6
Stehender Druckspeicher (Fotos: K. Steindorf-Sabath)



wärmenutzung zeigen, ist es mit der dargestellten Anlage möglich, qualitätsgerechte Eimasse über den Bereich des Eieinschlags, der Eikühlung und der Zwischenlagerung bis hin zur Eiübergabe zu produzieren. Darüber hinaus wurden durch die gleichzeitig realisierte Abwärmenutzung energieökonomische Aspekte weitgehend berücksichtigt. Beim Betrieb der Eimassekühlanlage mit Abwärmenutzung wurden folgende Erkenntnisse gewonnen:

- Innerhalb von 8 Stunden können bis zu 6000 l Eimasse, getrennt nach Eigelb und Eiweiß, auf eine Temperatur von etwa 4°C gekühlt und zwischengelagert werden.
- Die durch die Abwärmenutzung erzeugte Gebrauchswarmwassermenge reicht zur vollen Deckung des technologischen und sozialen Bedarfs des VEB Geflügelwirtschaft Potsdam, Betriebsteil Pritzwalk, aus. Eine zusätzliche Gebrauchswarmwasserbereitungsanlage ist nicht erforderlich.
- Bei der Projektierung und Realisierung der eimasseführenden Anlagenteile ist zu beachten, daß möglichst alle Teile mit der mechanischen Reinigung erfaßt werden und das gesamte Anlagensystem ordnungsgemäß entleert werden kann.

Zur Realisierung dieser Forderungen sind nachgenannte Hinweise zu beachten:

- Verwendung von Absperrklappen anstelle von Absperrventilen
- Entleerungen an den Tiefpunkten der Anlage
- Verwendung von Bögen anstelle von T-Stücken
- Temperaturwächter nicht im Rohr, sondern außen am Rohr montieren
- Eiswasserpumpe rechtzeitig einschalten, damit der Plattenwärmeübertrager abgekühlt ist, bevor Eimasse hindurchgepumpt wird
- Berücksichtigung der bereits im Abschn. 2.1. genannten baulichen und ausrüstungsseitigen Maßnahmen
- Berührung von Eischale mit Eimasse muß aus Qualitätsgründen so weit wie möglich vermieden werden.

Literatur

- [1] TGL 32 921 - Vollei aus frischen Eiern. Ausgabe Juni 1979.
- [2] WP-PS 145 319 Vorrichtung zur Kühlung von Milch und zur Gebrauchswarmwasserbereitung. Anmeldetag: 1. Oktober 1979. A 4653

Berechnung von Schneckenförderern für trockensubstanzreiche Gülle

Dr. sc. techn. A. Strauß, KDT, Institut für Geflügelwirtschaft Merbitz

1. Problemstellung

Schneckenförderer sind die ältesten Stetigförderer, die bereits vor mehr als 2000 Jahren in Bewässerungsanlagen Verwendung fanden. Auch heute noch werden Schneckenförderer als Schneckenpumpen zur Förderung von Reinwasser, Abwasser und Schlamm bei geringer Förderhöhe (2 bis 6 m) verwendet.

Leistung und Förderhöhe hängen wie bei allen Schneckenförderern vom Neigungswinkel ab, der meist zwischen 20° und 40° liegt. Schneckenpumpen für Wasser und Schlamm bestehen aus folgenden Hauptteilen:

- Schnecke, die in eine Beton- oder Blechrinne eingebaut ist
- unteres Lager
- oberes Lager
- Elektroantrieb.

Der Schneckendurchmesser liegt zwischen 250 mm und 2500 mm, die Drehzahl zwischen 50 min⁻¹ und 200 min⁻¹ und die Förderleistung zwischen 40 m³/h und 6000 m³/h bei einem Elektroenergieverbrauch von < 50 Wh/m³ [1]. Schneckenförderer sind auch für Schüttgüter kleiner und mittlerer Korngröße sowie für feuchte und pastöse Massen geeignet [2]. Trotz der vielfachen Anwendung ist der Bewegungsvorgang im Schneckenförderer sehr wenig erforscht. Die Berechnung geht daher immer noch von empirisch gefundenen Zusammenhängen aus. Über die Berechnung von Schneckenförderern für Gülle sind in der Literatur überhaupt keine Angaben zu finden.

Aus diesem Grund waren spezielle experimentelle Untersuchungen zu diesem Problem durchzuführen und bei erfolgreichem

Ausgang der Untersuchungen Berechnungsgleichungen abzuleiten.

2. Versuchsdurchführung

Zum Einsatz kam ein Schneckenförderer, der durch Zusammenbau von 2 Zementförderschnecken des VEB Baustoffmaschinen Ludwigslust gestaltet wurde. Untersucht wurde die Förderung sowohl von TS-reicher Geflügelgülle als auch von TS-reicher Rindergülle.

Der Einsatz des Schneckenförderers erfolgte zum einen in einer Güllegrube an einem Stall mit 18000 Legehennen (Bild 1) und zum anderen in einer Güllegrube an einem Stall mit 100 Jungindern. Von hier aus wurde die Gülle auf ein Transportfahrzeug (W50 LA/G oder HTS100.27) gefördert. Die Drehzahl der Förderschnecke wurde variiert. Zur Ermittlung der Förderleistung wurde die Zeit,



Tafel 1. Technische Daten des Schneckenförderers

Nennleistung des Getriebemotors	2 kW; 4 kW
Drehzahl des Getriebemotors	200 min ⁻¹
Förderlänge	7,05 m
Förderwinkel	40°...55°
Förderhöhe	4,5 m...5,7 m
Schneckendurchmesser	0,200 m

die für die Befüllung des Transportfahrzeugs notwendig war, gestoppt und das Transportfahrzeug sowohl leer als auch voll gewogen. Um die Leistungsaufnahme des Antriebsmotors der Förderschnecke errechnen zu können, wurden die Wirkleistung, die Stromaufnahme und die Spannung gemessen. Die wesentlichen technischen Daten des verwendeten Schneckenförderers sind in Tafel 1 zusammengestellt.

3. Versuchsergebnisse

Die Förderschnecke, die sich in einem Förderrohr drehte, war nicht zwischengelagert. Das Fördermedium wirkte zentrierend, so daß die Schnecke beim Fördervorgang ruhig lief. Die Drehrichtung der Schnecke wurde nach Beendigung des Fördervorgangs umgekehrt, so daß die Schnecke in rd. 10 bis 15 s wieder entleert war. Durch diese Verfahrensweise blieb die Fördereinrichtung auch im Winter 1984/85 bei Temperaturen unter -20°C betriebsbereit. Unter diesen extremen Bedingungen war die Funktionstüchtigkeit jederzeit gewährleistet. Die Versuche mit Hühnergülle wurden über ein Jahr durchgeführt, wobei keinerlei technische Störungen auftraten. Während dieses Zeitraums wurde die gesamte Gülle eines Stalles mit 18000 Legehennen mit Hilfe des Schneckenförderers aus der Grube am Stall auf ein Transportfahrzeug gefördert. Die Erprobung zur Förderung von TS-reicher Rindergülle erfolgte nur kurzzeitig. Die durchgeführten Messungen zur Leistungsaufnahme des Elektromotors ergaben eine Wirkleistungsaufnahme von 0,01 kWh je 1 m Förderlänge und 1 t Förderleistung. Die gemessenen Förderleistungen sind in Tafel 2 zusammengestellt.

Schneckenförderer sind für Geflügelgülle mit einem Trockensubstanzgehalt (TS-Gehalt) von 12 % bis 24 % und für Rindergülle mit einem TS-Gehalt von 7 % bis 18 % einsetzbar. Bei höheren TS-Gehalten wird die Gülle zwar noch gefördert, fließt dem Förde-

rer aber nicht mehr zu. Bei hohen TS-Gehalten von 25 bis 30 % werden besser Förderer eingesetzt, die nach dem Kratzerprinzip arbeiten [3].

4. Berechnung von Schneckenförderern für TS-reiche Gülle

Aufgrund der gewonnenen Meßergebnisse konnte die Gültigkeit folgender bekannter Berechnungsgleichung auch für die überschlägliche Bestimmung der Förderleistung eines Schneckenförderers für TS-reiche Gülle nachgewiesen werden [2]:

$$\dot{m} \approx 60 \frac{\pi d^2}{4} C n s \eta_F \rho k; \quad (1)$$

- s Schneckensteigung in m
- \dot{m} Massendurchsatz in t/h
- d Schneckendurchmesser in m
- C Geschwindigkeitsbeiwert (C = 0,9...1,0)
- n Drehzahl in min⁻¹
- η_F Füllungsgrad ($\eta_F \approx 0,45$)
- ρ Dichte in t/m³
- k Beiwert zur Berücksichtigung des Neigungswinkels α der Schneckenachse zur Horizontalen (s. Tafel 3).

Mit Hilfe von Gl. (1) kann die Förderleistung des Schneckenförderers in Abhängigkeit von der Drehzahl und dem einzustellenden Förderwinkel überschläglich bestimmt werden. Die Gleichung mit den angegebenen Parametern gilt für Hühnergülle mit einem TS-Gehalt von 20 bis 24 % und für Rindergülle mit einem TS-Gehalt > 11 %. Bei geringeren TS-Gehalten sinkt die Förderleistung ab. Dann gilt

$$\dot{m} \approx E_{\text{kor}} \dot{m}. \quad (2)$$

Die Korrekturfaktoren E_{kor} sind in Tafel 4 zusammengestellt.

5. Berechnungsbeispiel

Aufgabe:

Hühnergülle mit einem TS-Gehalt von 18 % soll aus einer Grube am Stall auf ein Transportfahrzeug gefördert werden. Die Förderleistung soll mindestens $\dot{m} = 30$ t/h betragen. Zur Verfügung steht eine Förderschnecke mit einem Durchmesser von 200 mm, einer Schneckensteigung von 180 mm und einer Länge von 8 m. Der Förderwinkel soll 40° betragen.

- a) Wie hoch ist die Mindestdrehzahl zu wählen, damit diese Förderleistung erreicht wird?
- b) Welche Motorleistung ist zu installieren?

Tafel 2. Gemessene Förderleistung in Abhängigkeit von Drehzahl und TS-Gehalt bei einem Förderwinkel von 45°

Fördermedium	Drehzahl min ⁻¹	TS-Gehalt %	Förderleistung t/h
Legehennengülle	400	18,5	36,5
Legehennengülle	400	20...22	40...42
Legehennengülle	200	15,0	10...12
Legehennengülle	200	21,0	20...22
Rindergülle	400	10,0	32,0
Rindergülle	400	12,0	40,0

Bild 1
Schneckenförderer für TS-reiche Gülle an einem Legehennenstall

Tafel 3. Beiwert k zur Berücksichtigung des Neigungswinkels α

α	30°	35°	40°	45°	50°
k	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35

Tafel 4. Korrekturfaktoren zur Ermittlung der Förderleistung des Schneckenförderers bei niedrigen TS-Gehalten

Medium	TS-Gehalt %	E_{kor}
Hühnergülle	13	0,35
	15	0,50
	18	0,80
Rindergülle	≥ 20	1,00
	≥ 11	0,65

Lösung:

a) Aus Gl. (1) und (2) ergibt sich

$$n = \frac{E_{\text{kor}} \dot{m} 4}{60 \pi d^2 C s \eta_F \rho k}$$

$$n = \frac{0,80 \cdot 30 \cdot 4}{60 \cdot \pi \cdot 0,2^2 \cdot 1,0 \cdot 0,18 \cdot 0,40 \cdot 1,06 \cdot 0,45}$$

$$n = 370 \text{ min}^{-1}$$

b) Die Leistungsaufnahme beträgt

$$P = 0,01 \cdot 8 \cdot 30 = 2,4 \text{ kW}$$

Daraus folgt, daß an der Schnecke ein Motor mit einer Leistung von 4 kW und einer Drehzahl von 400 min⁻¹ zu installieren ist.

6. Zusammenfassung

In einem einjährigen Versuch wurde nachgewiesen, daß Schneckenförderer für die Beladung von Transportfahrzeugen am Stall mit TS-reicher Geflügelgülle problemlos einsetzbar sind. Außerdem wurde experimentell ermittelt, daß solche Fördereinrichtungen prinzipiell auch für TS-reiche Rindergülle genutzt werden können.

Auf der Basis der experimentellen Untersuchungen wurden eine Berechnungsgleichung und die dazugehörigen Parameter ermittelt, nach der Schneckenförderer für TS-reiche Gülle mit vertretbarer Genauigkeit berechnet werden können. Zwischenzeitlich in verschiedenen Frischeierbetrieben gebaute und betriebene Schneckenförderer bestätigen die Zuverlässigkeit der vorgeschlagenen Berechnungsgleichung und der dazu ermittelten Parameter.

Einzelheiten über die konstruktive Gestaltung des Schneckenförderers können einer Dokumentation entnommen werden, die beim Institut für Geflügelwirtschaft Merbitz, Betrieb des VE Kombinat Industrielle Tierproduktion, anzufordern ist (Anschrift: Institut für Geflügelwirtschaft Merbitz, Nauendorf 4107).

Fortsetzung auf Seite 505

Fördern von trockensubstanzreicher Gülle mit Pumpen

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

Zu Grundsätzen der Ermittlung von Kennwerten bei Güllepumpen wurde bereits in [1] berichtet. Dabei standen die Darstellung der technischen Voraussetzungen zur Ermittlung von Kennwerten auf einem Pumpenprüfstand sowie die Ergebnisse von Prüfstandsuntersuchungen im Mittelpunkt. Es wurde auf die Notwendigkeit der Weiterführung der Pumpenerprobung in Praxisbetrieben im Anschluß an die Erprobung auf dem Pumpenprüfstand verwiesen. Derartige Ergebnisse aus der Erprobung von Pumpen zur Förderung von Gülle unter Produktionsbedingungen liegen nunmehr vor.

Die Ergebnisse zum Fördern von Gülle in Praxisbetrieben basieren auf dem Einsatz folgender Pumpen:

- Doppelschöpfkolbenpumpe DSK 150/182
- Doppelschöpfkolbenpumpe DSK 150/255
- Vertikale Kreiselpumpe KRCLV 80/275
- Vertikale Kreiselpumpe KRCLV 80/325 (KFH 80/325)

– Vertikale Kreiselpumpe KRCLV 80/325 mit Zusatzausrüstungen, Zuführschnecke und Vibrator.

Die Kennwerte zum Einsatz von Doppelschöpfkolbenpumpen sind in Tafel 1 zusammengefaßt. Mit zunehmendem Trockensubstanzgehalt (TS-Gehalt) der Gülle unterliegt der Volumenstrom \dot{V} der Doppelschöpfkolbenpumpe großen Schwankungen (Tafel 1). Schon bei TS-Gehalten ab 8% ist ein Rückgang des Volumenstromes \dot{V} festzustellen, der bei etwa 10% TS-Gehalt der Gülle auf 33 bis 40% des Nennvolumenstromes \dot{V}_n abfällt (\dot{V}_n bei DSK 150/182 40 m³/h, bei DSK 150/255 60 m³/h).

Nur bei Schweinegülle, die aufgrund der eingesetzten Futtermittel, wie silierte Kartoffeln und Fertigfuttermischungen, keine Grob- und Fremdstoffe enthält, wird der Nennvolumenstrom \dot{V}_n in etwa erreicht, worauf sich die Werte in Tafel 1 für die Förderung von Schweinegülle beziehen.

bis maximal 160 m³/h erreichbar (Druck im Druckstutzen p_D von mindestens 0,1 MPa). Höhere Volumenströme \dot{V} sind ohne eine Überlastung des Motors ($P_{Mot} = 30$ kW) nicht möglich. Deshalb ist für den Dauerbetrieb eine leichte Drosselung erforderlich, d. h. Verringerung des Volumenstroms (\dot{V}) bei Druckanstieg p_D in Abhängigkeit von den örtlichen Betriebsbedingungen. Der Volumenstrom \dot{V} liegt im Durchschnitt bei Anwendung von Vibrator und Zuführschnecke beim Einsatz in Schweinegülle mit einem TS-Gehalt von 13% zwischen 90 und 120 m³/h und ist damit um 20 bis 25% höher als beim Einsatz der Pumpe ohne Zusatzausrüstungen.

Bei Rindergülle mit einem TS-Gehalt von 8,9% beträgt die Erhöhung im gleichen Arbeitsbereich 9 bis 13%. Die Zusatzausrüstung erfordert bei Schweinegülle eine um 3 bis 5 kW höhere elektrische Antriebsleistung P_{el} bei jeweils gleichen Volumenströmen \dot{V} .

Tafel 1. Ergebnisse beim Einsatz von Doppelschöpfkolbenpumpen zum Fördern von Gülle unter Praxisbedingungen

Pumpentyp	Antriebsleistung		Volumenstrom \dot{V} m ³ /h	TS-Gehalt der Gülle %	Druck im Druckstutzen p_D MPa	Tierart
	P_{Mot} kW	P_{el} kW				
DSK 150/182	11,5	3,0...7,5	20...35	9...7	0,2...0,4	Rind
	11,5	2,0...7,5	30...35	12...10	0,2...0,4	Schwein
DSK 150/255	7,5	2,0...7,5	20...40	10...7	0,1...0,2	Rind
	7,5	7,0...7,2	50...55	13...12	0,1...0,2	Schwein
	7,5	1,5...2,0	20...25	19...16	0,1	Geflügel

Tafel 3. Parameter über den Einsatz von umgerüsteten vertikalen Kreiselpumpen KRCLV 80/325 mit Zuführschnecke und Vibrator in einer Rindermast- und in einer Geflügelanlage

Tierart	TS-Gehalt der Gülle %	Einsatzzeit	Laufzeit h	Leistungsparameter		
				\dot{V} m ³ /h	p_n MPa	P_{el} kW
Geflügel	16,0	27. April 1983... 30. Nov. 1985	710	90	0,18	30
Mastrinder	11,0	12. Sept. 1982... 22. Juni 1983	600	130	0,20	28

Tafel 2. Meßdaten von vertikalen Kreiselpumpen aus DDR-Produktion beim Einsatz in trockensubstanzreicher Gülle

Pumpentyp	Antriebsleistung		Tierart	TS-Gehalt der Gülle %	Volumenstrom \dot{V} m ³ /h	Druck im Druckstutzen p_D MPa
	P_{Mot} kW	P_{el} kW				
Kreiselpumpe KRCLV 80/275	15,0	14,0	Rind	8,0	85,0	0,10
Kreiselpumpe KRCLV 80/275	15,0	14,0	Rind	8,0	65,0	0,15
Kreiselpumpe KRCLV 80/275	15,0	14,0	Rind	9,6	110,0	0,10
Kreiselpumpe KRCLV 80/275 (Neuerervorschlag) ¹⁾	15,0	14,0	Rind	9,6	80,0	0,15
Kreiselpumpe KRCLV 80/325	30,0	25,0	Rind	8,9	161,0	0,10
Kreiselpumpe KRCLV 80/325 (ohne Zusatzausrüstungen)	30,0	22,0	Rind	8,9	124,0	0,20
Kreiselpumpe KRCLV 80/325 (ohne Zusatzausrüstungen)	30,0	20,0	Rind	8,9	100,0	0,26
Kreiselpumpe KRCLV 80/325	30,0	28,0	Schwein	12,7	144,0	0,10
Kreiselpumpe KRCLV 80/325 (ohne Zusatzausrüstungen)	30,0	23,0	Schwein	12,7	115,0	0,20
Kreiselpumpe KRCLV 80/325 (ohne Zusatzausrüstungen)	30,0	22,0	Schwein	12,7	100,0	0,25
Kreiselpumpe KRCLV 80/325	30,0	30,0	Rind	8,9	157,0	0,10
Kreiselpumpe KRCLV 80/325	30,0	30,0	Rind	8,9	132,0	0,20
VS 3 (mit Zusatz-ausrüstungen, Zuführschnecke und Vibrator)	30,0	27,0	Rind	8,9	100,0	0,28
Zusatzausrüstungen, Zuführschnecke und Vibrator)	30,0	30,0	Schwein	13,0	170,0	0,10
Zusatzausrüstungen, Zuführschnecke und Vibrator)	30,0	28,0	Schwein	13,0	142,0	0,20
Zusatzausrüstungen, Zuführschnecke und Vibrator)	30,0	26,0	Schwein	13,0	100,0	0,30

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

Fortsetzung von Seite 504

Literatur

- [1] Katalog „Ausrüstungen und Apparaturen für Wasserbehandlungsanlagen“. VEB Projektierung Wasserwirtschaft Dresden, 1976.
- [2] Scheffler, M.: Fördermittel und ihre Anwendung für Transport, Umschlag, Lagerung. Leipzig: VEB Fachbuchverlag 1980.
- [3] Plaschnik, K.: Kurzzeitbelastung trockensubstanzreicher Gülle. agrartechnik, Berlin 34 (1984) 8, S. 344–345. A 4745

Die Ergebnisse beim Einsatz von vertikalen Kreiselpumpen zum Fördern von Gülle werden in den Tafeln 2 und 3 sowie in den Bildern 1 und 2 dargestellt, wobei für die Übersichten einzelne Betriebspunkte aus den Pumpenkennlinien ausgewählt wurden. Die Pumpenkennlinien (Bilder 1 und 2) weisen aus, daß mit der vertikalen Kreiselpumpe KRCLV80/325 mit Zusatzausrüstungen, Zuführschnecke und Vibrator, die Förderung von Schweinegülle mit einem TS-Gehalt von 13 bis 14% und von Rindergülle mit einem TS-Gehalt von 10 bis 12% funktionssicher gestaltet wird. Dabei sind Volumenströme \dot{V}

Bei Einsatz in Rindergülle beträgt die Erhöhung von P_{el} 6 kW.

Die Untersuchungen ergaben, daß eine Mindestzulaufhöhe von 0,7 m für einen störungsfreien Betrieb der Kreiselpumpe KRCLV80/325 erforderlich ist. Wird diese Zulaufhöhe unterschritten, kommt es zum Absinken des Volumenstroms.

Die Ergebnisse beim Einsatz der Pumpe in Rindergülle wurden bei einer Schräglage der Pumpe KRCLV80/325 (30° Abweichung zur Senkrechten) gemessen. An Standorten einer Geflügelproduktions-