

Einsatz von Stauklappen in Fließkanälen von Schweineproduktionsanlagen

Dr. sc. techn. G. Hörnig, KDT/Dr.-Ing. E. Boese, KDT/Dipl.-Ing. B. Heinlein, KDT
Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim der AdL der DDR
Dr. agr. J. Schmerler, Institut für Düngungsforschung Leipzig – Potsdam der AdL der DDR, Bereich Potsdam
Dipl.-Landw. K. Bürenheide, LPG „Vorwärts“ Teterow, Bezirk Neubrandenburg

1. Problem- und Zielstellung

Die Entsorgung der in der DDR erbauten Schweineproduktionsanlagen mit einstreuloser Aufstallung ist vielerorts von starkem Wassereinsatz begleitet. Produktionsabwasser, besonders das Reinigungswasser und die Tränkwasserverluste, verursachen einen hohen Verdünnungsgrad der Gülle, so daß die Fließkanalentsmischung infolge intensiver Sedimentationsvorgänge versagt. Zudem werden das Lager- und Transportvolumen der Gülle erhöht und ihre Entmischung während der Lagerung gefördert, was den Einsatz teilweise energieaufwendiger Homogenisierungseinrichtungen erfordert.

Mit der Stauklappe wurde der Praxis die Möglichkeit gegeben, den Fließkanal mit geringem technischen Aufwand funktionstüchtig zu machen. Ihre Erprobung brachte eine Fülle experimenteller Ergebnisse, besonders zur Abführung von Gülle mit niedrigen und mittleren Trockensubstanzgehalten (TS-Gehalt) bis zu 8 % [1, 2]. Diese Ergebnisse wurden vom VEB LIA Cottbus, Sitz Neupetershain, übernommen und führten nach kurzer Entwicklungsphase ab Anfang 1981 zur Serienfertigung von Stauklappen [3]. Dazu wurden Grundsätze für die Projektierung, Bauausführung und Bewirtschaftung von Gülleabfuhrsystemen mit Stauklappen erarbeitet und den Bauprojektanten zugänglich gemacht [4]. Allerdings fehlte bis heute der Nachweis für die Eignung der Stauklappe beim Anfall trockenstoffreicher Gülle mit mehr als 8 % Trockensubstanz. Daher war es notwendig, die Untersuchungen weiterzuführen. Ausgehend von den genannten Anforderungen an eine effektive Güllewirtschaft sollten durch einen geringeren Wassereinsatz im Stall Gülle-TS-Gehalte von rd. 10 % erreicht und damit der Gülleanfall wesentlich reduziert werden. Dabei sollte belegt werden, daß durch den verringerten Wasserzufluß im Stall die funktionelle Sicherheit des Gülleabfuhrsystems mit Stauklappe nicht beeinträchtigt wird und diese Form der Gülleabfuhrung aus dem Stall eine Alternative zu den Verfahren der mechanischen Zwangsräumung und Spülmischung darstellt.

2. Beschreibung der Versuchsanlage und Versuchsaufbau

Die Forschungsarbeiten zur Abführung trockenstoffreicher Gülle mit Hilfe tiefer Kanäle und Stauklappen wurden in einer Schweinemastanlage (SMA) nach dem Angebotsprojekt SMA 25000 durchgeführt. Praktiker waren an den Untersuchungen unmittelbar beteiligt. Mit einbezogen in die Forschungsarbeiten wurden die Ergebnisse von Mahnke [5]. Die Anlage verfügt über Sammelkanäle mit einer Länge von 42 m und 54 m, die mit Stauklappen ausgerüstet sind. Die Hauptkanäle liegen 0,30 m tiefer als die Sammelkanäle. In den Hauptkanälen wird

die Gülle ohne mechanische Fördereinrichtung Abwurfschächten zugeführt, von wo aus die Förderung durch Rohrleitungen (Nennweite 400 mm) zum Zwischenpumpwerk erfolgt.

Die Futterrationen bestehen vorwiegend aus frischen Kartoffeln und Zuckerrüben, Trockenmischfutter sowie Kartoffelsilage. Es wird fließfähiges Futter mit Trockensubstanzgehalten von 25 bis 33 % verabreicht. Dabei werden neben Wasser täglich 20 000 bis 30 000 l Molke und rd. 2 % Eiweißmischsilage eingesetzt. Der für die Durchführung der Versuche angestrebte hohe TS-Gehalt der Gülle wurde dadurch erreicht, daß zwei Drittel der Anlage auf tränklose Haltung umgestellt wurden. Die Untersuchungen begannen im März 1979 nach der ersten Baustufe und wurden mit Fertigstellung des zweiten Stallkomplexes auf die Gesamtanlage ausgedehnt. Dabei waren alle Kanäle einbezogen, sowohl solche, in die kein Tränkerverlustwasser gelangte, als auch jene, bei denen die Gülle mit Tränkwasser versetzt war. Damit wurden die Voraussetzungen für einen Vergleich geschaffen. Der Versuch wurde im Dezember 1982 nach rd. 3 1/2 Jahren abgeschlossen. Er brachte eine große Anzahl von Einzelwerten, aus denen eine hohe statistische Aussagekraft resultiert. Hauptsächlich wurden Güllestände vor dem Ziehen der Stauklappen und Restgüllehöhen nach abgeschlossenem Gülleabfluß untersucht sowie Gülleanfall, TS-Gehalt und Wassereinsatz festgestellt. Daneben wurde der Einfluß des Tränkwassers auf die Tageszunahmen der Tiere ermittelt. Die Bestimmung des Trockensubstanzgehalts erfolgte anhand von Gülleproben, die

- aus Behältnissen gezogen wurden, die in den Sammelkanälen aufgestellt waren
- aus dem abfließenden Gülleschwall nach dem Senken der Stauklappen geschöpft wurden
- aus dem Behälter des Zwischenpumpwerks gezogen wurden, nachdem hier vorher alle Fremdeinflüsse eliminiert und der gesamte Inhalt eines betrachteten Kanals abgelassen waren.

3. Ergebnisse

3.1. TS-Gehalt und Restgüllehöhe

Die in der Versuchsanlage zu zwei Drittel praktizierte Umstellung auf tränklose Haltung bei fließfähiger Fütterung brachte eine beträchtliche Steigerung des TS-Gehalts der Gülle und eine Reduzierung des Gülleanfalls um rd. 90 t/d mit sich. Der durchschnittliche TS-Gehalt der mit Tränkwasser verdünnten Gülle liegt bei 4,63 %. Demgegenüber wurde bei den tränklosen Tierbeständen eine Gülle mit einem durchschnittlichen TS-Gehalt von 9,47 % nachgewiesen (Tafel 1).

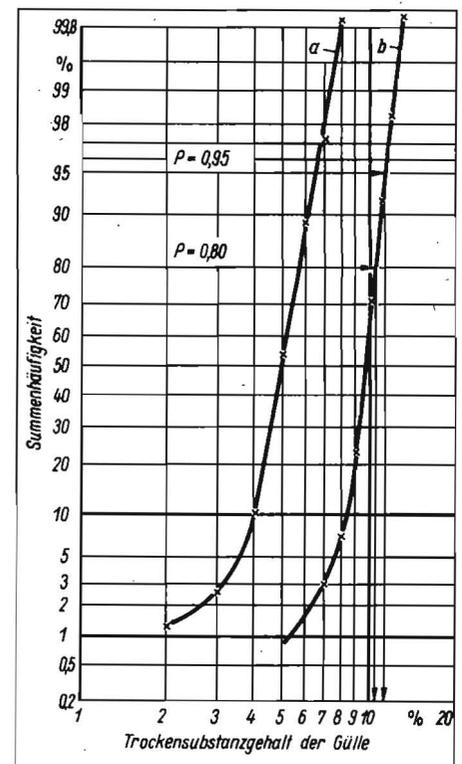
Die Häufigkeit des TS-Gehalts der abgeführten Gülle zeigt keine Normalverteilung. Bei

Tafel 1. Statistische Maßzahlen für den TS-Gehalt der aus SMA mit 25 000 Tierplätzen abgeführten Gülle

	Haltung der Schweine	
	tränkelos	Tränkeinsatz
Einzelwerte	216	323
Minimalwert %	6,4	1,7
Maximalwert %	13,6	8,4
Mittelwert %	9,47	4,63
Standardabweichung %	8,7	9,3

tränkloser Haltung hatten 30 % aller ermittelten Werte einen TS-Gehalt über 10 % und 80 % aller Werte einen TS-Gehalt über 9,0 %. Es wurden aber auch TS-Gehalte bis zu 13 % erreicht (Bild 1). Bei diesen hohen TS-Gehalten war die Funktion der Sammelkanäle nicht gefährdet. Im Gegenteil: Höhere TS-Gehalte der Gülle gewährleisteten eine bessere Funktion der mit Stauklappen betriebenen Gülleabfuhrsysteme. Die sich bereits bei den Versuchen 1979 abzeichnenden Ergebnisse [2] wurden bestätigt. Ursache ist das verminderte Absetzen der schweren Bestandteile aus der Gülle. In den Kanälen, die infolge wassersparender Maßnahmen mit

Bild 1. Häufigkeitsverteilung des TS-Gehalts der Gülle von Querschnittsproben der SMA 25 000;
a Tränkwassereinsatz, b Tränkwasserverzicht



Tafel 2. Zusammenstellung der relativen ökonomischen Kennzahlen der miteinander verglichenen Gülleabführverfahren bei der Rekonstruktion von Schweinemastanlagen mit verschiedenen Tierkonzentrationen

Verfahren ¹⁾	SMA 1 850			SMA 6 000			SMA 12 480		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Investitionen	25	100	82	12,8	78,8	100	12,2	100	72,1
Verfahrenskosten	29	100	95	27,4	100	94,9	15,3	100	53,2
Elektroenergieeinsatz	23,2	46,5	100	21,4	86,9	100	32,7	100	92,1
lebendige Arbeit	5,2	30	100	7,6	35,7	100	7,6	71,4	100

1) Verfahren: 1 Stauklappe, 2 mechanische Zwangsräumung, 3 Spülentmischung

Bei dieser Kalkulation wurde unterstellt, daß der Bauzustand der Kanäle keine wesentlichen Rekonstruktionsmaßnahmen erfordert

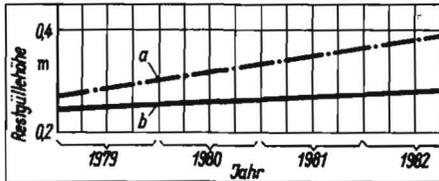
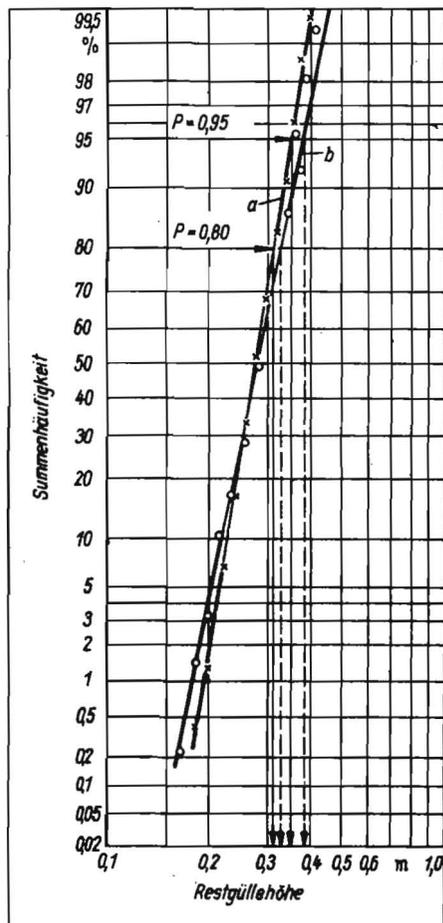


Bild 2. Zeitlicher Anstieg der Restgülehöhe bei tiefem Kanal mit Stauklappe (Kanallänge $l = 54$ m, Kanalbreite $b = 1,5$ m, Anstauhöhe $0,7$ m);
a Tränkwassereinsatz (TS-Gehalt der abgeführten Gülle rd. 5 %),
b Tränkwasser verzicht (TS-Gehalt der abgeführten Gülle rd. 10 %)

Bild 3. Häufigkeitsverteilung der Restgülehöhe $h_{G,R}$ bei Sammelkanälen (Kanallänge $l = 54$ m, Kanalbreite $b = 1,5$ m, Anstauhöhe $0,7$ m);
a fließfähiges Futter ohne Tränkwasser,
b fließfähiges Futter mit Tränkwasser



hohem TS-Gehalt der Gülle bewirtschaftet werden, ist zwar wie bei Bewirtschaftung mit niedrigen TS-Gehalten mit der Zeit ein allmählicher Aufbau der Restgüleschicht feststellbar, der sich aber langsamer als bei niedrigen TS-Gehalten bildet (Bild 2).

Aus den Häufigkeitsverteilungen der Restgülehöhe $h_{G,R}$ bei unterschiedlichen Längen und Bewirtschaftungsformen der Sammelkanäle (Bild 3) ergibt sich folgendes: Die Restgülehöhe stieg bei 3 1/2-jähriger Bewirtschaftung bei keiner Variante bedenklich an. Sie erreicht mit einer Wahrscheinlichkeit von $P = 0,80$ bis $0,95$ bei der Kanallänge $l = 54$ m und Einsatz von Tränkwasser mit 33 cm bzw. 39 cm ihr Maximum. Kanäle mit einer Länge von 42 m bringen nur unwesentlich bessere Ergebnisse als Kanäle mit einer Länge von 54 m.

Der Verzicht auf Tränkwasser hatte keinen Einfluß auf das Masterergebnis. Aufgrund der Tatsache, daß die mit dem fließfähigen Futter zugeführte Flüssigkeitsmenge nicht den Normen entspricht, mußte zunächst angenommen werden, daß sich das Masterergebnis verschlechtert. Es ergaben sich dann bei der Erfassung und Auswertung der durchschnittlichen Tageszunahmen in Verbindung mit 97 Ausstellungen von 485 bis 723 Tieren keine signifikanten Unterschiede.

3.2. Ökonomische Wertung

Durch die Erhöhung des TS-Gehalts der Gülle von z. B. 4,6 % auf 9,5 % wird der tägliche Gülleanfall von 10,8 kg/Tier auf 5,02 kg/Tier, d. h. um 53 % reduziert. In einer Anlage mit einem Durchschnittsbestand von 23 500 Mastschweinen ergibt sich eine Senkung des Gülleanfalls von 254 t/d auf 118 t/d oder von 93 000 t/a auf 43 000 t/a.

Nach diesem Beispiel verdoppelt sich etwa die vorhandene Lagerkapazität. Außerdem sedimentiert Schweinegülle mit einem TS-Gehalt von mehr als 8 % wenig, so daß sich der Aufwand für die Homogenisierung reduziert. Weiterhin erhöht sich die Transportwürdigkeit der Gülle wesentlich, weil in ihr nunmehr die Nährstoffe und die organische Substanz für die Pflanzenproduktion in konzentrierter Form vorliegen. Zudem entstehen erhebliche Einsparungen an Kosten für die Güllausbringung mit Fahrzeugen. Unterstellt man für die Güllausbringung Verfahrenskosten von 4 M/t und einen DK-Bedarf von 0,7 kg/t, ergeben sich infolge des o. g. reduzierten Gülleanfalls für die gesamte Anlage finanzielle Einsparungen von 200 000 M/Jahr und ein um 35 t reduzierter DK-Verbrauch.

Bei den für die Abführung von Gülle mit einem TS-Gehalt von etwa 10 % aus Schweine-

Tafel 3. Zusammenstellung der relativen ökonomischen Kennzahlen der miteinander verglichenen Gülleabführverfahren beim Neubau von Schweinemastanlagen mit verschiedenen Tierkonzentrationen

Verfahren ¹⁾	SMA 2 304			SMA 7 130		
	1	2	3	1	2	3
Investitionen	100	68,8	70,2	100	67,3	68,2
	(100)	(61,3)	(62,6)	(100)	(59,8)	(60,6)
Verfahrenskosten	100	93,9	97,6	100	88,6	93,2
	(100)	(84,6)	(87,9)	(100)	(77,4)	(82,0)
Elektroenergieeinsatz	17,4	50,7	100	23,2	49,4	100
lebendige Arbeit	6	37,5	100	7,6	38,1	100

1) Verfahren: 1 Stauklappen, 2 mechanische Zwangsräumung, 3 Spülentmischung

Klammerwerte für Stauhöhe 0,7 m; nicht eingeklammerte Werte für Stauhöhe 0,5 m

mastanlagen in Betracht kommenden Verfahren (mechanische Gülleabführung, Spülentmischung und tiefer Kanal mit Stauklappe) ergeben sich bei Rekonstruktionsvorhaben mit dem zuletzt genannten Verfahren erhebliche Vorteile. Dabei ist unbedeutend, welche Tierkonzentration vorliegt. Die Investitionen und Verfahrenskosten bei der Variante „tiefer Kanal mit Stauklappe“ liegen beträchtlich unter den Werten der beiden anderen Verfahren, ebenso der Elektroenergie- und Arbeitszeitbedarf (Tafel 2).

Ein ökonomischer Vergleich von Neubauparvarianten ist in Tafel 3 ausgewiesen. Die Investitionen der Variante „tiefer Kanal mit Stauklappe“ sind gegenüber den anderen beiden Varianten um etwa 30 % bzw. 40 % höher (30 % dann, wenn die Stauhöhe von den bisher üblichen 0,70 m und 0,50 m reduziert würde; 40 % dann, wenn die Stauhöhe von 0,70 m bestehen bleibt). Bei Kanallängen bis 25 m sind Stauhöhen um 0,50 m vertretbar.

Der höhere Investitionsbedarf für die Variante „tiefer Kanal mit Stauklappe“ resultiert aus der aufwendigen baulichen Gestaltung des Stallfußbodens. Die Höhe der Verfahrenskosten zur Gülleabführung wird bei dieser Variante deshalb auch vorrangig durch die Kostenart Abschreibung beeinflusst. Da beim Einsatz von Stauklappen für Instandhaltung und lebendige Arbeit niedrige Aufwendungen entstehen, ist der Kostenunterschied zwischen den drei Gülleabführsystemen gegenüber den Investitionen weniger deutlich.

4. Zusammenfassung

Das Gülleabführsystem mit Stauklappe gewährleistet einen störungsfreien Abfluß von Schweinegülle mit einem TS-Gehalt von etwa 10 %. Gegenüber TS-Gehalten < 8 % baut sich die Restgüleschicht langsamer auf. Folglich kann bei Anwendung dieses Gülleabführsystems konsequent Wasser eingespart werden. Das ist volks- und betriebswirtschaftlich effektiv, weil der Güllager- und Transportraumbedarf reduziert werden, die Homogenisierung der Gülle überflüssig wird und sich die Transportwürdigkeit der Gülle als Nährstofflieferant für die Pflanzenproduktion erhöht.

Fortsetzung auf Seite 503

Hinweise zum Ausbringen organischer Dünger

Dr. agr. M. Schulz, Institut für Düngungsforschung Leipzig – Potsdam der AdL der DDR, Bereich Potsdam

1. Problemstellung

Das Ausbringen organischer Dünger tierischer Herkunft ist Bestandteil von Produktionsverfahren der Tier- und Pflanzenproduktion. Die Verfahren haben die umweltgerechte Verwertung dieser Dünger zu gewährleisten und sie als Träger von organischer Substanz und Pflanzennährstoffen bedarfsgerecht der Pflanzenproduktion zuzuführen. Aufgrund des Transportumfangs hat die Gestaltung der Verfahren zum Ausbringen organischer Dünger mit Fahrzeugen einen bedeutenden Einfluß auf den landwirtschaftlichen Reproduktionsprozeß. Die organischen Dünger in Form von Stalldung, Jauche und Gülle bilden annähernd 1/3 aller in der Landwirtschaft zu transportierenden Mengen. Dazu werden etwa 10 % des für die pflanzliche Produktion benötigten Dieselkraftstoffs verbraucht. Etwa 65 % entfallen davon auf das Ausbringen von Gülle, reichlich 10 % auf das Ausbringen von Jauche sowie knapp 25 % auf das Ausbringen von Stalldung [1]. Vor der Behandlung spezieller Probleme soll auf einige grundsätzliche Zusammenhänge eingegangen werden.

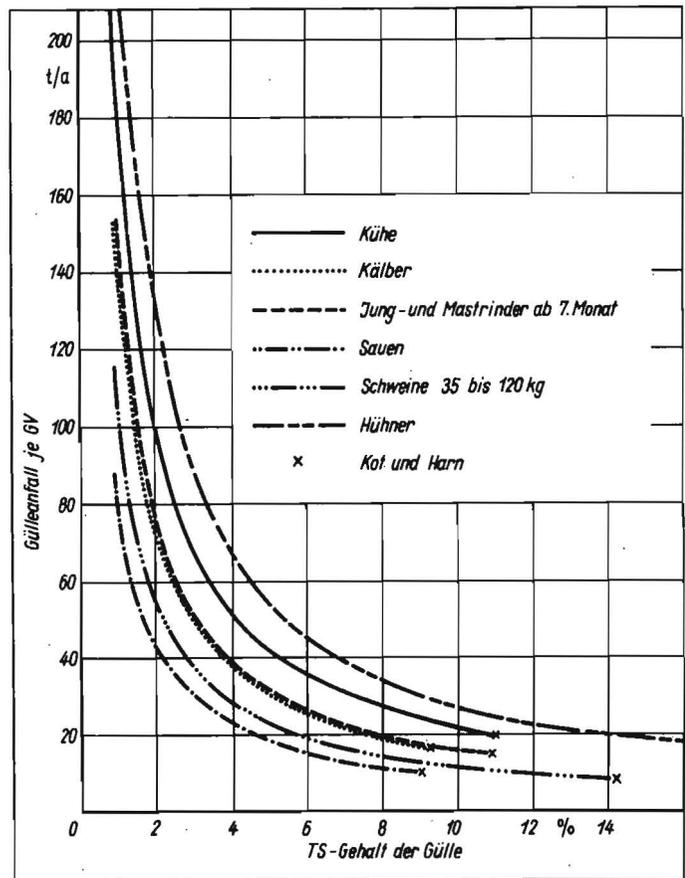
Bei der Suche nach Möglichkeiten und Ansatzpunkten für eine weitere Senkung des Aufwands an Arbeitszeit, Verfahrenskosten und Energie beim Ausbringen organischer Dünger darf nicht übersehen werden, daß jede Qualitätserhöhung beim Lagern, Aufbereiten und Ausbringen eine effektivere Nutzung der Inhaltstoffe in der Pflanzenproduktion zur Folge hat, was bereits eine Senkung des spezifischen Aufwands bedeutet. Sowohl aus der Sicht eines hohen und stabilen Ertragsniveaus und einer hohen Fondsökonomie als auch aus Gründen einer steigenden Effektivität bei der Verfahrensgestaltung sind die Anstrengungen um eine höhere Qualität beim Ausbringen organischer Dünger mehr als bisher in den Mittelpunkt der täglichen Arbeit zu stellen. Oft sind es bewährte Erfahrungen und Erkenntnisse, die häufig schon ohne nennenswerten Mehraufwand realisierbar sind.

2. Möglichkeiten der Reduzierung des Bedarfs an Arbeitszeit, Verfahrenskosten und Energie

2.1. Senkung des Transportaufwands

Mit dieser Maßnahme sind je nach dem bereits erreichten Stand die nachhaltigsten Effektivitätssteigerungen zu erzielen. Ihre

Bild 1
Jährlicher Gülleanfall je Großvieheinheit (GV) und Tierart in Abhängigkeit vom TS-Gehalt nach Standard TGL 24198/01



Durchsetzung nimmt daher eine zentrale Stellung ein, da die Aufwendungen an Energie, Zeit und Kosten annähernd proportional mit der reduzierten Transportmenge an organischen Düngern sinken.

Die Höhe des Transportaufwands wird von der Transportmenge und von der durchschnittlichen Transportentfernung bestimmt. Die Transportentfernung ist i. allg. kaum zu reduzieren, da diese durch die Lage der Schläge im Territorium, die mit organischer Substanz zu versorgen sind, fixiert ist. Falls bislang nicht oder nur ungenügend mit organischer Substanz versorgte Außenschläge in eine bedarfsgerechte Fruchtfolgedüngung einzubeziehen sind, kann sich die mittlere Transportentfernung zuweilen erhöhen. Demzufolge verschiebt sich der Schwerpunkt auf die Reduzierung der Transportmenge. In der Güllewirtschaft bedeutet dies

die Erhöhung des Trockensubstanzgehalts (TS-Gehalt). Die auf diese Weise erreichbaren Verringerungen des Gülleanfalls sind im Bild 1 dargestellt. Darüber hinaus wirken weitere Vorteile, z. B. die Verbesserung der Qualität beim Ausbringen oder die Erhöhung der Kapazität des vorhandenen Lagerraums ohne zusätzliche Investitionen. Da einem über der Norm liegenden Wasserzusatz meist subjektive Ursachen zugrunde liegen, ist hier oft verhältnismäßig leicht eine Verringerung des Aufwands erreichbar. Wichtigste Maßnahmen sind das Anwenden wassersparender Reinigungsverfahren, die ständige Kontrolle der Selbsttränken und Schadensbehebung, die Wiederverwendung von Gülleflüssigkeit bei der Spülentmischung und das getrennte Ableiten von Dach-, Wege- und Hofabwasser. Die durch den reduzierten Transportaufwand erreichten Einsparungen

Fortsetzung von Seite 502

Literatur

- [1] Hörnig, G.; Schemel, H.; Heinlein, B.: Einsatz von Stauklappen in Fließkanälen von Schweineproduktionsanlagen zur Wassereinsparung und Erhöhung der Funktionssicherheit bei der Gülleabführung. FZM Schlieben/Bornim, Forschungsbericht 1977 (unveröffentlicht).
- [2] Hörnig, G.; Heinlein, B.: Ermittlung optimaler

- Abmessungen für Fließkanäle mit Stauklappen in Kanälen der Schweineproduktion. FZM Schlieben/Bornim, Forschungsbericht 1980 (unveröffentlicht).
- [3] Dokumentation Stauklappe 070. VEB LIA Cottbus, Sitz Neupetershain, 1980.
- [4] Hörnig, G.; Heinlein, B.: Grundsätze für die Projektierung, Bauausführung und Bewirtschaftung von Gülleabführungssystemen mit Stau-

klappen. agrartechnik, Berlin 32 (1982) 4, S. 178–181.

- [5] Mahnke, I.: Untersuchungen zur Gülleabführung aus der SMA Todendorf unter den Bedingungen einer gezielten Wassereinsparung. Ingenieurschule für Fleischwirtschaft Oranienburg, Ingenieurarbeit 1982 (unveröffentlicht).