

Güllebehandlungsverfahren bei großer Tierkonzentration in der VR Polen¹⁾

Dozent Dr. J. Dmitrewski, Hochschule für Landwirtschaft Warschau

Vor- und Nachteile einzelner Verfahren

Der ständig wachsende Bedarf an tierischem Eiweiß erfordert eine Intensivierung der Tierproduktion, die allein durch Übergang zu industriemäßigen Produktionsmethoden zu erreichen ist. Die Tierkonzentration hat viele Vorteile; sie ermöglicht die Produktion zu spezialisieren, durch Vollmechanisierung oder Teilautomatisierung den Arbeitsaufwand zu senken und den Markt kontinuierlich mit hochwertigen Produkten zu beliefern. Es gilt aber, die Folgen der großen Tierkonzentration, die sich besonders durch Umweltbelastung mit Abwässern bemerkbar machen, zu beachten. Zu der durch die Industrie verursachten Verschmutzung kommen landwirtschaftliche endogene Faktoren, die das biologische Gleichgewicht stören.

Für die modernste Form der Intensivierung der Tierproduktion ist der Bau von Großanlagen mit einstreuloser Haltung auf Spaltenboden kennzeichnend. Bei diesem Haltungssystem werden die Exkremente in Form von Gülle aufgesammelt und gelagert. Die Eigenschaften der Gülle unterscheiden sich wesentlich von denen des Mistes. Die Aufbewahrung von Mist ist mit keinen für die Umwelt schädlichen Nachwirkungen verbunden, da in ihm während der Lagerung auf der Dungplatte ein aerober Gärungsprozeß verläuft, wobei die thermophilen Bakterien eine Selbsterwärmung und biothermische „Autosterilisation“ des Mistes bei beschränkter Emission von verhältnismäßig schwachen Gerüchen bewirken. Die Gülle dagegen, die ohne zusätzliche Behandlung aufbewahrt wird, zersetzt sich im Faulprozeß anaerob ohne Temperaturerhöhung, wodurch die in der Gülle befindlichen pathogenen Bakterien überleben und längere Zeit hindurch eine Seuchengefahr bilden können. Während des anaeroben Abbaus entstehen chemische Verbindungen von penetrantem Geruch, deren Emission eine empfindliche Verschlechterung der Umweltbedingungen nicht nur im Betrieb, sondern auch in seiner Umgebung bewirkt. Besonders unangenehm ist hierbei die Schweinegülle.

Große Tierkonzentration bei beschränkter landwirtschaftlicher Nutzfläche erschwert oder macht es sogar unmöglich, die Gülle für Düngungszwecke zu verwerten, was das einfachste und effektivste Bewirtschaftungsverfahren ist. Jedoch treten bei Anwendung dieses Verfahrens verschiedene technische, ökonomische oder organisatorische Schwierigkeiten auf. Die Güllemenge, die auf den Nutzflächen verteilt werden kann, ist beschränkt und hängt von den angebauten Kulturen ab. Außerdem kann die Gülle nur in gewissen Zeitspannen im Laufe des Jahres ausgebracht werden, daher muß eine entsprechend große Lagerkapazität zur Verfügung stehen. Eine länger andauernde Güllelage ist auch aus seuchenhygienischen Gründen erforderlich.

Im Durchschnitt kann angenommen werden, daß die maximale Jahresgabe bei Schweinegülle 40 bis 60 m³/ha und bei Rindergülle 60 bis 80 m³/ha nicht übersteigen soll. Bei steigenden Tierbeständen und konstant bleibender Nutz-

fläche wird die Zeit des Sättigungszustands schnell erreicht, d. h. daß der weitere Zuwachs der anfallenden Gülle aus Rücksicht auf die Gefahr der Überdosierung nicht mehr landwirtschaftlich verwertet werden kann. Die unbeschränkte Anwendung der Gülle für Düngungszwecke ist mit negativen Nachwirkungen verbunden, wie Schädigung des Bodens und des Oberflächen- und Grundwassers sowie Verschmutzung der Luft mit üblen Geruchsubstanzen.

Vom Standpunkt des Wasserschutzes sind als größte Gefährdung pathogene Keime, Gase, Überschuß an Stickstoff- und Phosphorverbindungen sowie Metalle anzusehen. Es muß betont werden, daß aus Rücksicht auf ihre Zusammensetzung für die landwirtschaftliche Verwertung die Rindergülle besser geeignet ist. Sie bildet auch keine so große Bedrohung für das Wasser und die Luft wie die Schweinegülle. Die Entwicklung der industriemäßig betriebenen Anlagen mit großer Tierkonzentration trifft zeitlich mit der Verschärfung der geltenden Rechtsnormen des Umweltschutzes sowie ihrer Handhabung zusammen. Deshalb muß beim Projektieren von Tieranlagen beachtet werden, daß die gesetzlichen Vorschriften nicht zulassen, unkomplette Lösungen, die dem gegenwärtigen Niveau der Technologie der Abwässerklärung nicht entsprechen, oder ungeeignete Güllerbewirtschaftungsverfahren anzuwenden.

Zur Zeit gibt es in der VR Polen noch verhältnismäßig wenig Großanlagen, aber gemäß der Entwicklungstendenz wird abgeschätzt, daß in der Zeit nach 1980 die Gesamtmenge der anfallenden Gülle den kommunalen Abwässern aus Städten mit einer Gesamtbevölkerung von 10 Mill. Menschen gleichgesetzt werden kann.

Das Problem der Bewirtschaftung großer Güllemengen soll bei den Betrachtungen über den Bau von Großanlagen und über Kriterien der Standortwahl vom Standpunkt des Umweltschutzes den Vorrang haben.

Technische und technologische Probleme

Das Programm der Versorgung der Landwirtschaft mit Einrichtungen für die Güllereirtschaft muß umfassen:

- Einrichtungen zur Abführung von Gülle aus den Stallgebäuden und zu ihrer Lagerung
- Einrichtungen zur Ausbringung der Gülle
- Einrichtungen zur teilweisen bzw. zur vollen Klärung der Gülle.

Ohne näher auf die zwei ersten Gruppen von Maschinen und Einrichtungen, die bereits genügend bekannt sind, einzugehen, sollen Fragen der Güllereinigung und die sich daraus ergebenden technischen und technologischen Probleme behandelt werden. Die Güllerebehandlung kann folgende Ziele verfolgen:

- Einschränkungen der Emission von Gerüchen, die bei der Lagerung und Ausbringung von Gülle entstehen
- Minderung des Volumens und der Schmutzbelastung durch teilweise Reduktion der organischen Güllbestandteile
- Klärung bis zur Vorfluterreife

- Aufbereitung zu einem sich zur Wiederverwertung oder zum Verkauf eignenden Produkt (z. B. zur Wiederverfütterung)
- vollständige Vernichtung.

Entsprechend der verschiedenen Zielsetzungen wurde in den letzten Jahren eine Reihe verschiedener Verfahren entwickelt, von denen einige schon praktische Anwendung gefunden haben. In diesen Technologien werden mechanische, thermische, biologische und chemische, aber meistens Kombinationen verschiedener Verfahren, angewendet, um die gestellte Aufgabe zu lösen. Für die Praxis haben die drei erstgenannten Verfahren die größte Bedeutung. Die Güllerebereitung zu Futter wird zur Zeit nur sehr wenig angewendet. Vollständige Vernichtung von Exkrementen, z. B. durch Verbrennen, ist sehr kostspielig.

Die erstgenannten Verfahren, welche die Aufbereitung von Gülle für landwirtschaftliche Verwertung voraussetzen, erfordern eine Ausrüstung mit Güllereinigungseinrichtungen von beschränktem Wirkungsbereich; das dritte Verfahren, das beim Fehlen genügend großer landwirtschaftlicher Nutzfläche in der nächsten Umgebung des Betriebs angewendet werden muß, erfordert den Einsatz von teuren und komplizierten Einrichtungen.

Das Entwicklungsprogramm der Tierproduktion in Polen umfaßt folgende Typenreihen von Anlagen:

- Milchviehbetriebe für 300, 400, 500, 600 und 1000 Milchkühe
- Bullenmastbetriebe mit 1000, 2000 und 3000 Mastplätzen
- Schweinehaltungsbetriebe mit 4000, 8000, 16000 und 24000 Mastplätzen.

Für alle Güllerebehandlungsverfahren sind zwei Elemente gemeinsam, nämlich die Trennung der festen Phase von der flüssigen Phase und deren Belüftung, die die Intensivierung des aeroben Abbaus bewirken soll. Die einfachste Lösung bilden aerobe Lagunen und Absetzteiche. Als Vorteile dieser Lösung sind ihre Einfachheit und das Fehlen jeglicher mechanischer Einrichtungen zu nennen. Die Nachteile, die noch überwiegen, sind der große Flächenbedarf für die Lagunen und der unsichere, von der Außentemperatur abhängige Verlauf des aeroben Abbaus; der in der kalten Jahreszeit fast gänzlich aufhört. Diese Methode, die bei der Aufbereitung der Gülle für die landwirtschaftliche Verwertung Anwendung findet, ermöglicht dank der Senkung des Gehalts an organischer Substanz, größere Güllere Mengen auf derselben Fläche unterzubringen. Viel günstigere Ergebnisse werden jedoch durch Trennung der festen Phase mit Hilfe von mechanischen Einrichtungen erreicht. Zur Zeit werden in der Praxis zwei Arten von Trenneinrichtungen angewendet. Zentrifugen und verschiedenartige Siebe. Aus den bisherigen Erfahrungen geht hervor, daß beim Einsatz von Zentrifugen eine Abtrennung der festen Phase mit einem Wassergehalt von 64 bis 68% erreicht werden kann. Zentrifugen sind jedoch teuer sowohl in der Anschaffung wie auch im Betrieb. Von den vielen Bautypen werden die Dekantierzentrifugen sehr oft verwendet.

Untersuchung von Siebtrennanlagen

Eine breitere Anwendung haben Siebtrennanlagen gefunden. Sie sind einfacher im Bau, einfacher in Betrieb und Wartung sowie zuverlässiger in ihrer Wirkung. Die in der Praxis angewendeten Anlagen können in zwei Gruppen eingeteilt werden. Zu den statischen Lösungen gehören Bogensiebe mit einer konkaven, parabolischen Fläche. Der Durchsatz sowie der Abscheidungsgrad dieser Trenngeräte ist jedoch gering. Bedeutend bessere Ergebnisse werden bei der Anwendung von dynamischen Sieben erreicht. Zu den bekanntesten konstruktiven Lösungen gehören Trennanlagen mit Band-, Trommel- und Vibrationsieben. Breiteste Verwendung haben Vibrationsiebe gefunden, die die feste Phase mit einem Trockensubstanzgehalt von 15 bis 20 % abtrennen. Die durch eine Rohrleitung zugeführte Gülle fließt auf die Siebmitte zu. Das kreisförmige Drahtsieb hat folgende Parameter:

- Durchmesser 1000 mm
- Maschenweite 0,5 mm
- Drahtstärke 0,1 mm
- Drahtmaterial nicht rostender Stahl.

Das Sieb führt Vibrationsbewegungen aus, wobei als Vibrator ein Elektromotor ($P = 0,4 \text{ kW}$, $n = 1420 \text{ U/min}$) dient, auf dessen Wellenenden beiderseitig Unwuchten befestigt sind. Das Sieb schwingt in vertikaler und horizontaler Ebene. Die Schwingungsweite beträgt in der horizontalen Ebene bis 3,8 mm, in der vertikalen Ebene bis 2,7 mm (Schwingungsfrequenz 24 Hz). Die flüssige Phase mit kleinsten Partikeln der festen Phase fließt durch die Sieböffnungen ab und wird zur weiteren Reinigung abgeleitet. Die abgetrennten festen Schmutzteile gleiten unter dem Einfluß von Schwingungen in Richtung von zwei Ausläufen, wo sie auf einen Bandförderer herunterfallen. Die vom Förderband abgeworfenen Feststoffe gelangen auf einen Anhänger, mit dem sie auf Trockenbeete abgefahren werden.

Anfänglich wurden Flachsiebe verwendet, jedoch bereits nach einer kurzen Einsatzdauer wurde festgestellt, daß infolge eines Durchgangs des Siebes in seinem Mittelteil Schwierigkeiten in der Förderung der Feststoffe zu den Auslaufstutzen aufgetreten sind. Dadurch, daß das Sieb infolge Erhöhung seines Mittelpunkts mit Hilfe eines Ständers die Form eines Flachkegels erhalten hat, konnten die Anfangsschwierigkeiten beseitigt werden, wodurch die Leistung bei Abführung der festen Phase gesteigert und der Siebverschleiß gemindert werden konnten. Die Ergebnisse der Trennung von Schweinegülle auf Vibrationsieben sind in Tafel 1 zusammengestellt. Aus den Forschungsergebnissen läßt sich ableiten, daß der Trockensubstanzgehalt der Rohgülle große Schwankungen aufweist. Diese Schwankungen sind durch Verdünnen der Gülle mit Spülwasser zur Reinigung der Kanäle, Sickerwasser oder durch zufällig zugeführtes Wasser verursacht. Eine so große Verdünnung ist aus Rücksicht auf übermäßige Siebelastung sowie auf Verkürzung der Belüftungszeit infolge der frühen

Tafel 1. Ergebnisse der Trennung von Schweinegülle auf Vibrationsieben

Objekt I Nr. der Messung	Rohgülle			flüssige Phase nach Filtrierung			Reduktion R der Sus- pension	R
	TS-Gehalt	lösbare Substanzen	Suspen- sion	TS-Gehalt	lösbare Substanzen	Suspen- sion		
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l		
1	12088	3888	8200	9114	3782	5332	35,0	23,4
2	8902	3181	5721	8756	3244	5512	3,7	1,6
3	11869	3961	7908	10187	3745	6442	18,5	14,2
4	11522	3892	7636	7000	3985	3015	60,5	39,3
5	11597	3549	7048	9697	3550	6147	12,8	8,5

Objekt II Nr. der Messung	Rohgülle		flüssige Phase		feste Phase		Reduktion R der Sus- pension	R
	TS-Gehalt	Feuchtig- keit	TS-Gehalt	Feuchtig- keit	TS-Gehalt	Feuchtig- keit		
	mg/l	%	mg/l	%	mg/l	%		
1	19540	98,05	8010	99,20	118000	88,19	60,0	63,0
2	18400	98,16	16050	98,40	115000	88,50	12,8	15,8
3	8350	99,15	7450	99,25	165000	83,50	12,7	12,2

Entleerung von überfüllten Güllebehältern unerwünscht. Der Trockensubstanzgehalt im Siebrückstand schwankt im Bereich zwischen 11,81 % und 16,51 %, die Reduktion der Suspension in der flüssigen Phase verläuft im sehr breiten Bereich von 3,7 % bis 60,5 %. Für die Beurteilung des Reduktionsgrades von Verunreinigungen beim Trennen auf dem Sieb kann eine exaktere Formel angewendet werden, die den Trockensubstanzgehalt sowohl in der festen wie auch in der flüssigen Phase berücksichtigt:

$$R = \frac{S_s (S_g - S_p)}{S_g (S_s - S_p)} \cdot 100;$$

- R Reduktionsgrad in %
- S_g Trockensubstanzgehalt der Rohgülle
- S_s Trockensubstanzgehalt der festen Phase
- S_p Trockensubstanzgehalt der flüssigen Phase.

Der erreichbare Maximalwert des Kennwerts R beträgt etwa 70 %. Aus den dargestellten Ergebnissen geht hervor, daß dem Maximalwert angenäherte Werte nur sehr selten erreicht werden können. Meistens arbeitet das Sieb bedeutend unter seinem Leistungsvermögen. Der zweite, die Siebleistung charakterisierende Kennwert ist die Reduktion des BSB₅. Entsprechende Daten aus einigen Messungen im untersuchten Objekt enthält Tafel 2. Auch hier ist eine sehr starke BSB₅-Reduktion erkennbar (von 0,0 % bis 28,6 %). Der minimalen Reduktion der absetzbaren Stoffe entspricht eine Nullreaktion des BSB₅. Die flüssige Phase, die von der Siebtrennanlage abfließt, hat noch einen hohen Verschmutzungsgrad und erfordert eine zusätzliche biologische Behandlung.

Zusammenfassung

Vibrationsiebe können die erste Stufe der Güllereinigung bilden. Sie ermöglichen, den

Tafel 2. BSB₅-Werte von Gülle

Nr. der Messung	BSB ₅ in mg/l O ₂		Reduktion %
	Rohgülle	flüssige Phase	
1	4800	4300	10,4
2	3600	3600	0
3	7400	7300	1,4
4	6552	5096	22,2
5	4200	3000	28,6

Trockensubstanzgehalt in der flüssigen Phase bis zu 60 % zu reduzieren.

Eine Bedingung für die normale Arbeit der Vibrationsiebe ist die Einschränkung des Zuflusses von Sickerwasser und anderen unkontrollierten Wassermengen.

Um die Abführung von Feststoffen zu erleichtern, soll das Sieb die Form eines Flachkegels mit einer Neigung von 4 % bis 5 % haben.

Aufgrund der Analyse des Trennprozesses kann festgestellt werden, daß der Reduktionsgrad von folgenden Faktoren abhängig ist:

- Siebparameter Schwingungsweite und -frequenz
- Verhältnis von Maschenweite und Größe der Feststoffteilchen
- physikalische Eigenschaften der Gülle (z. B. Dichte und Viskosität).

Die Bestimmung der Abhängigkeiten zwischen den oben erwähnten Faktoren wird das Thema weiterer Untersuchungen sein. A 1952

1) Überarbeitete Fassung eines Referats zur wissenschaftlich-technischen Tagung „Anlagen der Rinder- und Schweineproduktion“ am 13. und 14. Oktober 1977 in Neubrandenburg

Folgende Fachzeitschriften des Maschinenbaus erscheinen im VEB Verlag Technik:

- agrartechnik; Die Eisenbahntechnik; die Technik; Feingerätetechnik;
- Fertigungstechnik und Betrieb; Hebezeuge und Fördermittel; Kraftfahrzeugtechnik;
- Luft- und Kältetechnik; Maschinenbautechnik; Metallverarbeitung; Schmieringstechnik;
- Schweißtechnik; Seewirtschaft