

stellte mittlere Keimkontamination der Luftförderströme an den festgelegten Meßpunkten nach Bild 3 errechnet. Danach betrug die Keimrückführung 1,1% für aerobe Gesamtkeime und 1,4% für Pilze. Aus diesen Ergebnissen wird ersichtlich, daß eine geringe Keimübertragung aus der Abluft in die Zuluft erfolgt. Die Ergebnisdarstellung der mikrobiellen Kontamination der Oberflächen des Rekuperators am Beispiel der Gesamtkeimzahl auf Blutagar sagt aus, daß die stärkste Keimkontamination auf der Abluftseite (unreine Seite) mit $1,4 \cdot 10^7$ KBE/cm² vorliegt (KBE = koloniebildende Einheit). Auf der Zuluftseite der Oberflächen (reine Seite) wurden in der 6. Woche der Betriebsphase 10^3 KBE/cm² ermittelt. Diese gezeigte Keimanreicherung macht eine regelmäßige Reinigung und Desinfektion des ZKWÜ-Containers in jeder Serviceperiode erforderlich. Durch das anfallende Kondenswasser im

Container werden erhebliche Mengen an Keimen und Schadgasen abgeführt. Der durchschnittlich bestimmte Anteil für NH₃ beträgt 54 mg/100 ml. Daraus wird ersichtlich, daß das anfallende Kondenswasser ein stark belastetes Abwasser ist und somit keine Einleitung in die Oberflächenentwässerung erfolgen darf.

Die Schadgasbestimmung der Luft am Container ergab ein analoges Ergebnis zur Keimrückführung an den untersuchten Meßpunkten nach Bild 3. Die Zuluft hat Qualitätsmerkmale, die den maximal zulässigen Immissionskonzentrationen in der Außenluft entsprechen.

Mit Zunahme der Betriebsdauer wurde in Abhängigkeit vom Staubanfall im Tierbereich eine Verschmutzung der Abluftseite des Containers bis zu einer Dicke von 3 mm festgestellt. Die Zuluftseite des Containers zeigte eine nur sehr geringe Verschmut-

zung. Diese resultiert aus der Ablagerung von Staubteilchen der Außenluft. Für die Reinigung des Rekuperatorgehäuses ist eine Kaltwasserdruckreinigung ausreichend, die Reinigung der Wärmeübertragerkassetten erfordert den Zusatz eines Reinigungsmittels. Der ZKWÜ-Container ist in die Desinfektionsmaßnahmen der Stallabteile einzubeziehen. Die Festlegungen der Liste der Desinfektionsmittel und Desinfektionsverfahren für die Veterinärmedizin sind dabei anzuwenden.

Literatur

- [1] Grundlagen zur Stallklimatisierung. VEB Landbauprojekt Potsdam, Katalog L 8103 RAL, Lüftung und Klimatisierung, 1981.
- [2] Marquardt, G., u. a.: Wärmerückgewinnung aus Fortluft. Reihe Luft- und Kältetechnik. Berlin: VEB Verlag Technik 1988. A 5662

Entsorgung von Anlagen der Rinder- und Schweineproduktion nach technischen, pflanzenbaulichen und landeskulturellen Gesichtspunkten

Dr. sc. agr. G. Rinno/Dr. sc. agr. K. Ebert, Institut für Biotechnologie Potsdam der AdL der DDR

Der Übergang zur einstreulosen Tierhaltung in den zurückliegenden 2 Jahrzehnten hat wesentlich zur Einsparung von Arbeitskräften in der Landwirtschaft beigetragen. Besonders bei hohen Tierkonzentrationen erfordern Strohernte, Strohtransport, Strohlagerung, Einstreuen und Entmisten sowie Ausbringen von Stallmist und Jauche sehr viel höhere Aufwendungen als das Häckseln und Breitblasen des Stroh bei der Getreideernte in Kombination mit Gülledüngung zum gleichen oder späteren Zeitpunkt. Auch der pflanzenbauliche Vorteil der Stalldungrotte ist naturwissenschaftlich nicht nachgewiesen. Sie führt mit Sicherheit zu Verlusten von 20 bis 30% des Kohlenstoffs und von 30 bis 40% des Stickstoffs [1]. Nun ist trotz der arbeitswirtschaftlichen Vorteile und der geringeren Nährstoffverluste in den letzten Jahren

ein Trend zur Rückkehr zum Stallmist festzustellen. Das hat folgende Ursachen:

Erstens:

Die einstreulose Tierhaltung hat zu leichtfertigem Umgang mit dem Rohstoff Wasser geführt. Es werden auch z. T. überhöhte Anforderungen an die tägliche Reinigung gestellt, die bei Einstreu ohnehin nicht möglich ist. Dadurch wird das anfallende Kot-Harn-Gemisch, das z. B. in der Schweineproduktion einen Trockensubstanzgehalt von 130 kg/t hat, in vielen Betrieben bis auf 20 kg/t mit Wasser verdünnt und damit die zu lagernde und auszubringende Masse um das 3fache vergrößert (Tafel 1).

Der Bedarf an Fahrzeugen, Dieselkraftstoff und Arbeitszeit wird also infolge Unkenntnis, mangelnder Disziplin oder ungenügender Leitungstätigkeit unnötig erhöht. Ein wir-

kungsvoller Einsatz der Gülle in der Pflanzenproduktion wird dadurch erschwert. Auch große und teure Lagerbecken sind keine Lösung, denn sie würden nur wirksam, wenn sie innerhalb der aus pflanzenbaulichen Gründen zur Verfügung stehenden Zeit geleert werden könnten. Die dafür erforderliche Transportkapazität ist jedoch nicht realisierbar.

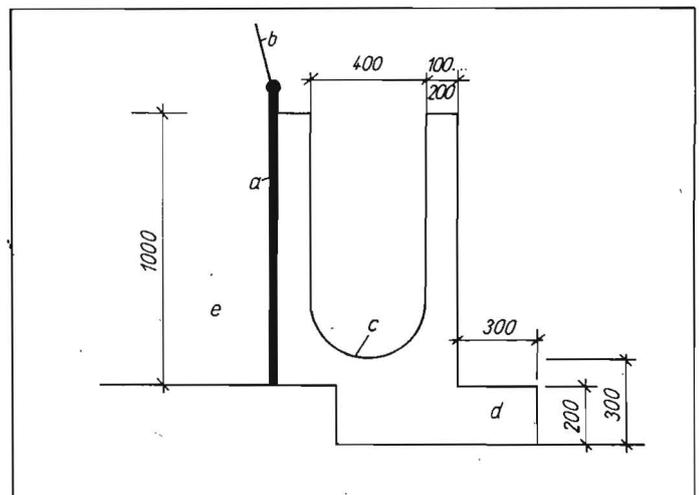
Zweitens:

Bei hohem Anteil der einstreulos gehaltenen Tiere in einem Territorium (> 50%) sowie bei hohem Grünlandanteil stößt die Versorgung derjenigen Kulturpflanzen, die organische Substanz vorrangig benötigen, auf Schwierigkeiten. Gülle hat im Gegensatz zu Stallmist ein wesentlich engeres Kohlenstoff-Stickstoff-Verhältnis. Da der Stickstoff den Gülleinsatz auf dem Ackerland begrenzt,

Bild 1. Ausschaltung von Wasserverlusten aus der Trogränke bei Milchkühen; a Trennbügel, b Spritzblech, c Halbschale, d Tritstufe, e Liegebox

Tafel 1. Wassereintrag in das Kot-Harn-Gemisch einer Schweinezuchtanlage nach Angebotsprojekt 1275

	Trockensubstanzgehalt kg/t	Anfall t/d	t/a
Kot-Harn-Gemisch	130	19	6 900
gegenwärtig: Gülle	20	126	46 000
Wassereintrag		107	39 000
erreichbar: ¹ Gülle	45	56	20 400
notwendiger Wassereintrag		37	13 500



Tafel 2. Ökonomische Auswirkung der Erhöhung des Trockensubstanzgehalts der Gülle und der getrennten Ableitung des Produktionsabwassers in einer Milchproduktionsanlage mit 1 200 Tierplätzen¹⁾

Anfallmengen je Jahr	Trockensubstanzgehalt der Gülle		Ein- sparungen
	3,5 %	7 %	
Gülleanfall	t	61 000	30 000
Produktionsabwasser	t		11 000
Wasser	t		20 000
Verfahrenskosten	1 000 M	430	280
Kosten Wasser	1 000 M		150
Dieselmotorkraftstoff	t	43	21
Elektroenergie	MWh	82	68
Arbeitszeit	AKh	11 000	6 300
Bedarf an Tank- fahrzeugen		5	5
Einsatzzeit	h	8 500	4 200 ²⁾
	d ³⁾	195	96
			61

- 1) Berechnung unter Verwendung der Richtwerte zur ökonomischen Bewertung der organischen Düngung nach Schmerler [3]
- 2) für die Verregnung des Produktionsabwassers sind außerdem 330 AKh (0,03 AKh/t) bzw. 38 Tage erforderlich
- 3) Schichtfaktor 1

Tafel 3. Funktionssichere Verfahren für das Abführen trockensubstanzreicher Schweinegülle

Verfahren	Kanallänge m	Kanaltiefe m
Fließkanal	< 25	0,7
Fließkanal mit Stauklappe	< 55	0,9
Spülmistung mechanisch,	< 80	0,3
mit Windenantrieb und Rollschieber mechanisch,	< 55	0,3
mit Windenantrieb und Rollschieber, Abtrennung einer Kotfraktion im Stall	< 55	0,3...0,7 ¹⁾

- 1) Längs- und Quergefälle der Kanalsohle

Tafel 4. Anfall von trockensubstanzreicher Gülle und Stallmist

Stoff	Rind ¹⁾ t/fGV · a	Schwein t/fGV · a
<i>Lagerung</i>		
Gülle	19 (bei TS = 6 %)	15 (bei TS = 6 %)
Frischmist	8,0	7,0
Jauche	6,0	5,5
Frischmist + Jauche	14	12,5
<i>Ausbringung</i>		
Gülle	19	15
Rottemist	5,0	4,5
Jauche	6,0	5,5
Frischmist + Jauche	11	10

- 1) bei 230 Stalltagen

Tafel 5. Stickstoffauswaschung in einer Bodentiefe von 1 m nach Gülledüngung im Herbst und Frühjahr (Lysimeterversuche im Zeitraum von IV/1971 bis III/1980, Niederschlagssumme 4825 mm [5])

Düngung zu Hackfrucht und Mais (jedes 2. Jahr)	N-Düngung		Trockensubstanz- ertrag kg/m ²	N-Entzug g/m ²	N-Aus- waschung g/m ²
	organisch g/m ²	mineralisch g/m ²			
ohne	0	0	2,14	32	41
320 kg N/ha, Gülle (August)	160	32	4,18	53	84
320 kg N/ha, Gülle (August) + Stroh	172	32	4,00	56	67
320 kg N/ha, Gülle (August) + Gründüngung	160	32	5,00	72	50
320 kg N/ha, Gülle (November) + Stroh	172	32	5,67	74	63
320 kg N/ha, Gülle (November)	160	32	5,12	68	78
160 kg N/ha, Gülle (April)	80	32	4,26	58	48
160 kg N/ha, KAS ¹⁾ (April)		112	5,36	82	53
GD 5 %			0,26	3,3	3,5

- 1) Kalkammonsalpeter

hat das zur Folge, daß ein Teil der organischen Substanz auch auf dem Grünland ausgebracht werden muß, obwohl dieses die Zufuhr reproduktionswirksamer organischer Substanz nicht erfordert. Das ist vor allem bei leichten oder sehr schweren Ackerböden, die einen hohen Anspruch an die Versorgung mit organischer Substanz haben, von erheblichem Nachteil.

Schwierigkeiten bei der Verwertung der Gülle in der Pflanzenproduktion ergeben sich auch dann, wenn von seiten des Umweltschutzes und der Wasserwirtschaft ein erheblicher Flächenanteil eines Territoriums mit Verboten oder Restriktionen für den Gülleinsatz belegt ist.

Lösungswege

Um den arbeitswirtschaftlichen Vorteil der einstreulosen Tierhaltung bei Wahrung der pflanzenbaulichen und ökologischen Erfordernisse zu erhalten, ist es erforderlich,

- den Wassereintrag in die Gülle auf das aus tierhygienischen Gründen erforderliche Maß zu reduzieren
- bei hohem Anteil einstreuloser Tierhaltung unter bestimmten territorialen Bedingungen eine Kotabtrennung im Stall (Primärfractionierung) und anschließende Festmistgewinnung vorzunehmen, um die Zufuhr organischer Substanz entsprechend den Anforderungen des Bodens regeln und überhöhte Stickstoffzuführungen vermeiden zu können.

Reduzierung des Wassereintrags

In der Rinder- und Schweinehaltung sind folgende Maßnahmen zur Reduzierung des Wassereintrags erforderlich:

- Ausschaltung der Wasserverluste aus dem Tränksystem
Das kann z. B. bei Schweinen durch Verlegen des Ventils der Haase-Beckenränke in den Trog [2] und bei Milchkühen in Laufställen durch Bau einer offenen Trogtränke mit einer Schwimmersteuerung (Bild 1) erreicht werden.
- Einsatz von Druckreinigungsgeräten und Vorweichen mit Tensiden bei der Service-Reinigung
- Einsatz von Schieber und Besen bei der täglichen Reinigung
- Einbau von Wasserrohren für definierte Produktionsbereiche
- Kontrolle und Stimulierung des rationellen Wassereinsatzes
- gesonderte Ableitung und Ausbringung von Gülle sowie Produktions- und Sozialabwasser.

In industriemäßigen Anlagen der Tierproduktion wurde nachgewiesen, daß durch diese Maßnahmen die Einhaltung der im Standard TGL 24 198/01 vorgegebenen Güllemenge möglich ist.

Die Reduzierung der Güllemasse führt zu erheblichen ökonomischen Vorteilen (Tafel 2). Außerdem ergeben sich technologische sowie pflanzenbauliche und landeskulturelle Vorteile. Ein wesentlicher technologischer Vorteil trockensubstanzreicher Gülle besteht darin, daß Rindergülle mit Trockensubstanzgehalten > 60 kg/t und Schweinegülle mit Trockensubstanzgehalten > 80 kg/t (Fertigfuttermittel) bzw. > 100 kg/t (wirtschaftseigenes Futter) kaum noch sedimentiert [4]. Dadurch ergibt sich ein wesentlich besseres rheologisches Verhalten im Fließkanal, dessen Anteil in der Rinderproduktion und in der Schweinemast 95 % der Güllekanäle be-

Tafel 6. Gehalt an düngerwirtschaftlich relevanten Inhaltsstoffen in Festmist ohne bzw. mit geringem Strohzusatz

Zuschlagstoff	Trocken-	orga-	N _k	NH ₄ ⁺ -N	NH ₄ ⁺ -N (N _k ≙ 100%)	P	K
	substanz	nische					
	kg/t	Substanz kg/t	kg/t	kg/t	%	kg/t	kg/t
ohne Stroh	210	160	8,0	2,9	36	3,7	2,7
35 kg Stroh/t	210	150	9,2	3,2	35	3,6	3,8
kotreiche Trennkomponente (Schwein)							
Stallung (Schwein)	260	200	11	5	45	3,6	6,6

Tafel 7. Ökonomischer Vergleich der Stallung-Jauche-Wirtschaft mit Gewinnung und Aufbereitung der Kotfraktion bei einstreuloser Haltung¹⁾

Bedarf je Tierplatz und Jahr	mit Einstreu, Stallung/Jauche		einstreulos, Festmist/Jauche
Verfahrenskosten	M	63	43
Dieselmotorkraftstoff	kg	3,8	2,3
Elektroenergie	kWh	2,3	2,8
Energie gesamt	MJ	170	110
Arbeitszeit	AKh	3,3	1,5
Verwertungsfläche für organischen Dünger ²⁾			
fest	ha	62	44
flüssig	ha	42	60
Strohdüngung	ha	0	74

1) Kalkulationsbeispiel für 1000 güste und tragende Sauen (250 fGV) nach Schmerler [3] unter Berücksichtigung von Strohernte, -transport und -lagerung sowie Strohdüngung

2) ohne Rotteverluste, 120 kg N/ha

trägt. Trockensubstanzreiche Gülle fließt infolge fehlender Sedimentation besser ab als dünne Gülle. In der Rinderhaltung sind Verluste an Heu, Rübenköpfen und Futterstroh zu vermeiden. Sie stören den Gülleabfluß empfindlich. Zum Freispülen der Kanäle – vor allem in Krippennähe – sollte Gülle und keinesfalls Wasser verwendet werden. Bei der Gülleverregnung hat sich die Grobstoffabscheidung mit Bürstensiebmaschine bewährt. Eine ordnungsgemäße Bewirtschaftung der Fließkanäle vorausgesetzt, laufen Güllen mit Trockensubstanzgehalten bis zu 120 kg/t einwandfrei ab (Tafel 3). Auch im Lagerbecken sedimentieren diese Güllen kaum. Es ist deshalb nicht mehr die Homogenisierung des gesamten Lagervolumens, sondern – durch Umpumpen im Entnahmebereich – nur noch eine Einmischung der Schwimmschicht, die vor allem bei grobstoffreicher Fütterung auftritt, erforderlich. Auch in Tankfahrzeugen kommt es während der Fahrt oder bei kurzem Halt zu keiner Sedimentation und damit zu keiner Verstopfung der Abflußöffnung.

Der pflanzenbauliche Vorteil trocken-substanzreicher Gülle besteht darin, daß zwar rd. 50% mehr Masse als bei Stallmist-Jauche-Wirtschaft auszubringen sind, dazu aber ein 10-t-Fahrzeug, das mit Pumpen schnell befüllt wird, eingesetzt werden kann (Tafel 4). Somit können die gelagerten Güllenmengen schnell und zum pflanzenbaulichen optimalen Zeitpunkt ausgebracht werden. Die Fahrspuren werden vermindert.

Landeskulturell vorteilhaft ist, daß die Geruchsbelästigung beim Ausfahren reduziert wird, da insgesamt weniger Gülle auszubringen ist und daß durch zeitgerechte Ausbringung der reduzierten Güllenmengen vor Vegetationsbeginn die Aufnahme der Nährstoffe durch die Pflanzen erhöht und die Gefahr der Nitratverlagerung in das Grundwasser vermindert werden. Das ist ein entscheidender Vorteil der trocken-substanzreichen Gülle. Welche Gefahr vom langjährigen Einsatz zu hoher Stickstoffmengen – vor allem bei ungünstigen Einsatzzeiten – für die Trinkwasserqualität ausgeht, zeigt ein Lysimeterversuch auf einem Sand-Roterde-Standort (Tafel 5). Ohne Berücksichtigung der durch Emission zugeführten Stickstoffmenge und der durch Denitrifikation als N₂ in die Atmosphäre abgehenden Menge – beide sind in Mitteleuropa mit etwa 20 bis

40 kg/ha einzuschätzen – können im Jahr bis zu 90 kg Stickstoff/ha LN ausgewaschen werden.

Gewährleistung der Versorgung der Böden mit organischer Substanz aus der Tierproduktion

Um unter bestimmten territorialen Bedingungen bei Erhaltung der Vorteile der einstreulosen Tierhaltung eine optimale Zuführung organischer Substanz zu gewährleisten, sind die Kotabtrennung im Stall und eine anschließende Festmistgewinnung erforderlich. Die Festmistgewinnung aus Gülle außerhalb des Stalles; wie sie bereits in einigen Betrieben der Tier- und Pflanzenproduktion praktiziert wird, erfordert einen Strohbedarf von 5 bis 8 kg je fGV und Tag. Das ist das Doppelte der bei Stallmistwirtschaft benötigten Menge, und die Vorteile der einstreulosen Haltung werden stark eingeschränkt. Die bisher entwickelten Verfahren der Festmistgewinnung eignen sich deshalb nur für Standorte mit Strohuberschuß.

Die Festmistgewinnung aus Gülle durch Sedimentation, wie sie in einigen Schweineproduktionsanlagen angewendet wird, setzt eine dünne Gülle voraus. Die großen zu lagern den Mengen an Flüssigkeit bleiben demzufolge. Das Verfahren ist nur geeignet, wenn eine Beregnungsanlage zur Ausbringung der flüssigen Fraktion vorhanden ist.

Für das Verfahren der Kot-Harn-Fraktionierung im Stall bei einstreuloser Haltung sind eine mechanische Exkrementabfuhrung – wie sie in Schweinezuchtanlagen gemäß Angebotsprojekt AP 1275 weit verbreitet ist – und die Herstellung eines Längs- und Quergefälles in der Kanalsohle erforderlich [6]. Zu empfehlen ist, Jauche (Harn und Reinigungswasser) und Kot in entgegengesetzter Richtung aus dem Stall zu fördern und den Kot in einem Trockenbeet zu lagern. Kot aus Schweinezuchtanlagen wird dort nach rd. 4 Wochen stichfest und kann mit dem Stallungstreuere ausgebracht werden. Kot aus Schweinemastanlagen muß vor dem Einbringen in Trockenbeete mit geringen Stroh-mengen (0,3 kg/fGV) vermischt werden. In diesem Festmist sind 80 bis 90% der organischen Substanz und 60 bis 70% des Stickstoffs aus den Exkrementen enthalten. Daraus ergeben sich günstige Einsatzbedingungen in der Pflanzenproduktion (Tafel 6). Die Verluste an Kohlenstoff und Stickstoff sind

geringer als beim Stallmist-Jauche-Verfahren (C 10%, N 15%). Die flüssige Fraktion kann dort eingesetzt werden, wo keine organische Substanz, sondern nur die Nährstoffe erforderlich sind (z. B. Grünland, Feldgras). Ein ökonomischer Vergleich dieses Verfahrens mit der Stallmist-Jauche-Wirtschaft zeigt die Einsparung vor allem an Arbeitszeit (Tafel 7). Die Kot-Harn-Fraktionierung ist also ein Verfahren, bei dem die Vorteile der einstreulosen Haltung erhalten bleiben, die Aufwendungen für die Entsorgung der Tierproduktionsanlagen niedriger sind als bei Stallmistwirtschaft und trotzdem die gleichen pflanzenbaulichen und landeskulturellen Vorzüge gegeben sind.

Literatur

- [1] Schmalfuß, K.; Kolbe, G.: Der Dünger Stallmist. Albrecht-Thaer-Archiv, Berlin 7 (1963) 3, S. 199–213.
- [2] Glende, P.; Schmidt, C.; Deimer, G.: Neue Erkenntnisse bei der Produktion und Förderung trocken-substanzreicher Gülle. agrartechnik, Berlin 39 (1989) 5, S. 225–226.
- [3] Schmerler, J.: Ökonomische Bewertung der organischen Düngung. Institut für Düngungsforschung Leipzig–Potsdam, Bereich Potsdam, Forschungs- und Entwicklungsbericht 1986.
- [4] Schwabe, M.: Fördern, Lagern und Ausbringen trocken-substanzreicher Rindergülle. Besterfahrungen, Neuerungen, Empfehlungen für die Land- und Nahrungsgüterwirtschaft, Berlin 4 (1986) 6, S. 16–23.
- [5] Herrmann, V.; Görlitz, H.; Asmus, F.: Lysimeteruntersuchungen zur Nährstoffverlagerung nach Gülleedüngung in einer Sand-Roterde. Archiv für Acker- und Pflanzenbau und Bodenkunde, Berlin 27 (1983) 8, S. 509–514.
- [6] Heinlein, B.; Hörnig, G.; Rinno, G.: Getrennte Abführung von Kot und Harn aus Schweineställen. agrartechnik, Berlin 35 (1985) 12, S. 560–561.