

daß der Behälter nach der Homogenisierung zügig und vollständig entleert wird. Andernfalls wird das Anwachsen einer Sinkschicht begünstigt. Der einer Stalleinheit zugeordnete Lagerraum sollte daher aus zwei oder mehr Lagerbehältern oder Kammern bestehen.

Zusammenfassung

Gülle entmischt sich während der Lagerung. Bei Dünngülle entstehen im allgemeinen stärkere Schwimm- und Sinkschichten als bei Dickgülle. Zur Charakterisierung des Homogenitätsgrades kann der Variationskoeffizient des Trockensubstanzgehaltes verwendet werden.

Für die Homogenisierung in rechteckigen Lagerbehältern sind das Blatt- und Paddelrührwerk einsetzbar. Diese Rührwerke sollten vorrangig zur Homogenisierung von Dickgülle dienen. Ausgeprägte Sinkschichten können damit nicht zerstört werden. Dem Paddelrührwerk ist wegen des besseren Wirkungsgrades der Vorzug zu geben.

Mit dem Propellerrührwerk können Dick- und Dünngülle homogenisiert werden. Beim Einsatz des mobilen Propellerrührwerkes werden an die Lagerbehälter keine besonderen Anforderungen gestellt. Sie müssen jedoch offen sein.

Das Zirkulationsverfahren ist für Dickgülle anwendbar. Es werden Hochbehälter und ein mindestens gleichgroßer Tiefbehälter benötigt. Dieses Verfahren könnte nach weiteren Versuchen unter besonderen Bedingungen Bedeutung erlangen.

An der Entwicklung von Homogenisierungseinrichtungen, die ohne Bedienungsaufwand sowohl Schwimmschichten als auch ausgeprägte Sinkschichten zerstören, muß noch gearbeitet werden.

Literatur

- [1] HÖDE, M. / GLASS, K.: Der hydraulische Strahlapparat — ein Gerät zur Schwimmdeckenzerstörung und Homogenisierung von Gülle. Deutsche Agrartechnik 17 (1967) II. 11, S. 529 bis 531

Tafel 1. Ergebnisse über Leistungsaufnahme und Energiebedarf von Einrichtung zur Homogenisierung von Rindergülle

Homogenisierungseinrichtg.	Behältervolumen	Gülle-Volumen	TS-Gehalt	Leistungsaufnahme		Rühr- bzw. Energiebedarf		
	m ³	m ³	%	gesamt je 100 m ³ Lager-raum	gesamt je 100 m ³ Gülle	Pumpzeit	gesamt je 100 m ³ Gülle	
				kW	kWh	h	kWh	
Blatt-Rührwerk	330	250	4,70 (4,95) ¹	7,5	2,28	0,7	5,25	2,10
	570	500	7,27 (8,14) ¹	5,5 ²	0,97	.	.	.
Paddelrührwerk	630	585	8,98 (10,59) ¹	3,5	0,56	1,0	3,50	0,58
Zirkulation	100	100	6,00 (6,57) ¹	2,4	2,40	2,2	5,30	5,30

¹ einschlt. Sinkschicht

² verbesserter Wirkungsgrad durch Getriebemotor

- [2] POELMA, H. R. / RIJKENBARG, G. H. J.: Mestafvoersystemen (Entmistungssysteme). Publikatie Nr. 25, Oktober 1964, Instituut voor Landbouwbedrijfsgebouwen, Wageningen/Holland
- [3] Studie FE 03-1 „Behälter für Güllelagerung, Untersuchungen zu Behälterdimensionen und -formen in Abhängigkeit vom Mischsystem“ vom 30. Dez. 1966. Bearbeiter: MEES, Deutsche Bauakademie, Institut für Landwirtschaftliche Bauten, Berlin (unveröffentlicht)
- [4] Abschlußbericht zum Forschungsauftrag 061215/7 — 103/6 „Einrichtungen für Güllelagerbehälter“ vom 15. Dez. 1967. Bearbeiter: G. OENLCKERS, VEB Landtechnikprojekt Dresden (unveröffentlicht)
- [5] Teilabschlußbericht „Untersuchungen zu technischen Problemen der Lagerung und Homogenisierung von Rindergülle“ des Forschungsauftrages 4502 021 Vf 8008/8 „Entmistung und Mistbehandlung bei einstreuloser Haltung von Rindern“ vom 31. Aug. 1968. Bearbeiter: R. ZINKE, Institut für Landtechnik der Karl-Marx-Universität Leipzig (unveröffentlicht)
- [6] LOMMATZSCH, R.: Rheologische Untersuchungen an Rindergülle als Beitrag zur Mechanisierung in der Güllewirtschaft. Diss. Sektion Tierproduktion und Veterinärmedizin der Karl-Marx-Universität Leipzig, 1969
- [7] ZINKE, R. / PALM, W.: Homogenisierung von Gülle mit einem Blatt-rührwerk. Deutsche Agrartechnik 17 (1967) II. 6, S. 270 bis 273

A 7638

Ökonomische Parameter zur Gülleausbringung mit Tankfahrzeugen unterschiedlicher Nutzmasse

Dr. E. FLEISCHER*

Arbeitswirtschaftlich gesehen stellt die Gülleausbringung — ebenso wie die Ausbringung von Stalldung und Jauche — vor allem eine erhebliche Transportaufgabe dar. Wer diese Aufgabe rationell bewältigen will, wird an ihre Lösung zunehmend aus der Sicht der sich entwickelnden Spezialisierung heranzugehen haben. Insbesondere sind die tendenziell wachsenden Transportentfernungen und die hiermit verbundenen steigenden Anforderungen an die Leistungsfähigkeit der Transportmittel zu berücksichtigen.

„Während bisher die durchschnittlichen Entfernungen in vielen Betrieben 1,5 bis 2,5 km betragen, können sie sich beispielsweise durch den Bau von großen Rinderanlagen mit 1000 und mehr Tieren auf 5 bis 6 km erhöhen. Auch durch Ausgliederung oder Zusammenfassung bestimmter Arbeiten aus dem Produktionsprozeß der einzelnen landwirtschaftlichen Betriebe und zwischengenossenschaftlichen Einrichtungen erhöhen sich die Entfernungen bis zu 50% und mehr“ [1]. Für prognostische Kalkulationen erscheint hierbei zweckmäßig, den einzelnen Produkten bzw. Transportgütern in Abhängigkeit von ihren technologisch-ökonomischen Besonderheiten differenzierte Entfernungen zuzuordnen, Speise- und Industriekartoffeln beispielsweise 10 km (zen-

trale Sortier- und Lagerhäuser!), Gülle dagegen auf Grund ihrer geringeren Transportwürdigkeit nur 3 bis 4 km.

Wir beschränken uns hier auf die Transportaufgabe „Gülleausbringung“. Es zeigt sich deutlich, daß unabhängig von der konkreten inneren Verkehrslage der Kooperationsgemeinschaften der Gülletankwagen TE 4 F (3 m³ Fassungsvermögen) den künftigen Leistungsansprüchen an Transportmittel dieser Art nicht mehr gerecht wird und von 9 bis 10 m³ fassenden Tankwagen abgelöst ist. Die folgenden ökonomischen Kalkulationen zielen darauf ab, die Überlegenheit des in Entwicklung befindlichen Gülletankwagens TE 10 F (9 bis 10 m³) nachzuweisen und die Dringlichkeit seiner baldigen Bereitstellung zu unterstreichen. Hierbei soll gezeigt werden, wie sich Arbeitszeitbedarf, Leistung und Verfahrenskosten der Gülleausbringung quantitativ ändern, wenn die (von der analytisch-kalkulatorischen Methode der Leistungsnormung notgedrungen auf konstante Werte festgelegten, in Wirklichkeit jedoch) veränderlichen Arbeitsbedingungen in Bewegung geraten. Zu diesem Zwecke sollen die zwischen diesen Größen bestehenden Zusammenhänge durch analytische Ausdrücke dargestellt werden.

* WZT für Landtechnik Schlieben (Bereich Forschung), Außenstelle Halle

1. Arbeitszeitbedarf bzw. Normzeit

Allgemein läßt sich die Normzeit T_{06} [AKh/ha] transportverbundener landwirtschaftlicher Arbeitsverfahren als eine Funktion zumindest folgender veränderlicher arbeitszeitbeeinflussender Faktoren auffassen:

- Q umzuschlagende Transportmasse t/ha bzw. m^3/ha
- N je Transporteinheit (TE) realisierte Nutzlast in t/TE bzw. m^3/TE
- E Entfernung zwischen den Orten der Be- und Entladung (Feldentfernung) in km/TE
- V mittlere Fahrgeschwindigkeit für Last- und Leerfahrt in km/h
- l_1 Beladeleistung t/h T_1
- l_2 Entladeleistung in t/h T_1 .

Angewandt auf die Gülleausbringung stellt sich uns die Arbeitszeitfunktion $T_{06} = f(Q, N, E, V, l_1, l_2)$ je nach den verfahrenstechnischen Besonderheiten sodann in einem der folgenden drei analytischen Ausdrücke dar:

$$T_{06} = Q \left(\frac{2,4 \frac{E}{V} + 0,0352}{N} + \frac{1,2}{l_1} + \frac{1,2}{l_2} \right) \text{ [AKh/ha]} \quad (1)$$

$$T_{06} = Q \left(\frac{2,4 \frac{E}{V} + 0,0352}{N} + \frac{2,4}{l_1} + \frac{1,2}{l_2} \right) \text{ [AKh/ha]} \quad (2)$$

$$T_{06} = Q \left(\frac{2,4 \frac{E}{V} + 0,0634}{N} + \frac{1,2}{l_1} + \frac{1,2}{l_2} \right) \text{ [AKh/ha]} \quad (3)$$

Beziehung (1) gilt für die Gülleausbringung in fremdbefüllten Tank- oder (halb-)offenen Behälterfahrzeugen [2] [3], sofern die Befüllung im Einmannbetrieb erfolgt. Sie betrifft also beispielsweise das Maschinensystem „Stationäre Güllepumpe und Gülletankwagen TE 10 F oder TE 4 F mit Einrichtung zur Fremdbefüllung“.

Erfordert die Beladung der Behälterfahrzeuge — wie beim Laden mit den Ladern T 172 und T 174-16 — eine zweite Arbeitskraft, gilt Beziehung (2). Sie ist aus Beziehung (1)

durch Multiplikation des additiven Gliedes $\frac{1,2}{l_1}$ — des je ha

notwendigen Normzeitanteils für das Laden — mit dem Faktor 2 hervorgegangen. Will man darüber hinaus die beim Zusammenwirken eines Laders mit vier bis fünf Transportfahrzeugen auftretende zyklisch wiederkehrende verfahrensbedingte Verlustzeit von durchschnittlich 11% in die Normzeit einbeziehen, ist der gesamte, innerhalb der Klammer stehende Ausdruck mit dem Faktor 1,11 zu erweitern [4]. Erfolgt die Gülleausbringung schließlich durch selbstfüllende Vakuumentankwagen, ist Beziehung (3) anzuwenden. Aus Beziehung (1) hergeleitet, unterscheidet sie sich von dieser durch einen größeren, die vermehrten Hilfszeiten beim Befüllen berücksichtigenden Wert der Konstanten (0,0634 anstatt 0,0352).

Die Beziehungen (1), (2) und (3) gelten für die genannten Varianten der Gülleausbringung schlechthin. Ihre Konkretisierung, d. h. das Einsetzen bestimmter numerischer Werte für die als veränderlich betrachteten arbeitszeitbeeinflussenden Faktoren Q, N, E, V, l_1 und l_2 hat von der jeweils vorliegenden technischen und technologischen Situation auszugehen. Um diese festzustellen, sind von Fall zu Fall Arbeits- und Zeitstudien durchzuführen. Wichtig ist in diesem Zusammenhang, daß (annähernd) volle Nutzung des Kesselvolumens Fremdbefüllung voraussetzt. Bei Selbstbefüllung ergeben sich dagegen je nach Dickbreiigkeit der Gülle Abstriche bis zu 25 bis 30%, da die Dichte von Dickgülle unter Vakuumwirkung nach LEHMANN [5] bis auf $\gamma = 0,7 \text{ kg/dm}^3$ zurückgehen kann.

Um sich die bei Benutzung von Arbeitszeitfunktionen erforderliche Rechenarbeit zu ersparen, ist es sinnvoll, für Zwecke der praktischen Zeitvorgabe den funktionalen Zusammenhang zwischen der Normzeit T_{06} [AKh/ha] der Gülleausbringung in Tankwagen und den wichtigsten arbeitszeitbeeinflussenden Faktoren nomographisch darzustellen (Bild 1). Darüber hinaus spielen als Netztafeln dargestellte Nomogramme eine wichtige Rolle bei der graphischen Analyse funktionaler Zusammenhänge, weisen also Ansatzpunkte für die Rationalisierung des Arbeitsverfahrens selbst auf. Was dies für die Gülleausbringung bedeutet, ist aus Bild 1 zu ersehen. Bei dieser Abbildung handelt es sich um die nomographische Darstellung des Arbeitszeitbedarfs für die Gülleausbringung nach der Variante „fremdbefüllte Gülletankwagen TE 4 F bzw. TE 10 F“, also im Prinzip um die Darstellung der Beziehung (1). Die im Vergleich zu (1) vorgenommenen Veränderungen beziehen sich neben der Vorgabe einer gleichbleibenden Be- bzw. Entladeleistung von 60 bzw. 90 t/h in T_1 vor allem auf die umzuschlagende Güllmenge Q_g [t/ha], die wir als eine Funktion des Streusolls der alternativen Stallungsgabe Q_m [t/ha] und eines bestimmten technologischen Koeffizienten k auffassen wollen, der das im wesentlichen durch das Entmistungsverfahren bestimmte Mengenverhältnis¹ zwischen Gülle- und alternativem Festmistaufkommen zum Ausdruck bringen möge.

Das Nomogramm läßt folgende Zusammenhänge und Gesetzmäßigkeiten erkennen:

- a) Das mögliche Ausmaß einer Arbeitsbeschleunigung durch Erhöhung der Geschwindigkeit V hängt wesentlich von der jeweiligen Ausgangslage ab. So bringt z. B. der An-

$$k = \frac{\text{Gülle- minus Jaucheaufkommen/G.V. Jahr}}{\text{alternatives Festmistaufkommen/G.V. Jahr}}$$

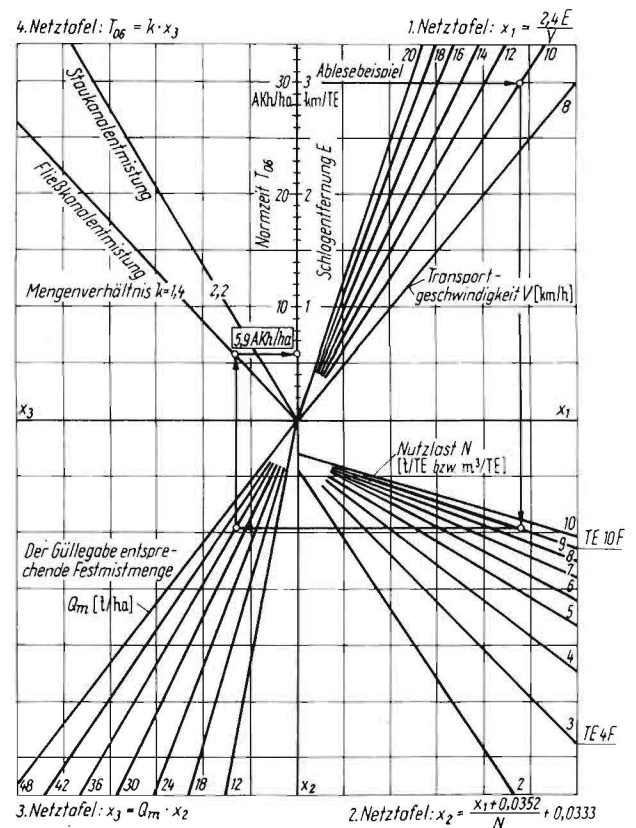


Bild 1. Nomogramm zur Bestimmung der Normzeit T_{06} in AKh/ha für die Gülleausbringung mit Tankwagen; Normzeitfunktion: $T_{06} = k \cdot Q_m \left(\frac{2,4 \frac{E}{V} + 0,0352}{N} + 0,0333 \right)$ [AKh/ha]. Für Be- und Entladeleistung sind hier konstant 10 bis 15 dt/min in T_1 unterstellt.

stieg von 14 km/h auf 16 km/h nur noch rd. ein Drittel der Zeiteinsparungen für Hin- und Rückfahrt, die bei Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit von 8 km/h auf 10 km/h möglich sind, vgl. hierzu Netztafel 1, die eine modifizierte Form der bekannten Weg-Zeit-Formel darstellt.

- b) Die Nutzlast N verhält sich analog zur Geschwindigkeit V : Wie bei dieser hängt das mögliche Ausmaß einer weiteren Arbeitsbeschleunigung durch Einsatz größerer Tankfahrzeuge wesentlich von der Ausgangslage der Variablen N ab. So bringt etwa der Schritt vom 3 m³ zum 4 m³ fahrenden Tankfahrzeug eine nahezu ebenso große Arbeitszeiteinsparung wie der Schritt vom 6-m³-Tankwagen zu einem Tankfahrzeug von 10 m³ Fassungsvermögen, vgl. Netztafel 2! Auch SCHMIDT [6] hebt die für die gesamte Transportökonomik wichtige Feststellung hervor, daß die Vergrößerung der Nutzmasse bei sonst gleichen Umständen mit abnehmenden Raten eingesparter Arbeitszeit einhergeht und darum der große Sprung vom TE 4 F (3 m³) zum TE 10 F (9 bis 10 m³) unerlässlich ist, wenn hinsichtlich des Arbeitszeitbedarfs und der Leistung ein entscheidender Durchbruch erzielt werden soll.
- c) Die Normzeit der Transportaufgabe Gülleausbringung ist der Transportmasse direkt proportional, d. h. eine Verdoppelung des Streusolls [m³/ha] zieht eine Verdoppelung der Normzeit [AKh/ha] nach sich. Der Gewinnung möglichst konzentrierter Gülleformen (Dick- anstatt Dünngülle) kommt beim Tanktransport daher vorrangige arbeitswirtschaftliche Bedeutung zu (vgl. die Netztafeln 3 und 4, Bild 1).

Um für Rationalisierungsmaßnahmen konkrete Prioritäten zu begründen, reicht eine graphische Analyse allerdings nicht aus. Hierzu ist vielmehr partielle Differentiation der zugrunde liegenden Arbeitszeitfunktionen nach der in [7] dargestellten Methodik erforderlich. Zweck einer so ermittelten Prioritätsliste ist es, sich zunächst auf die gezielte Veränderung jener arbeitszeitbeeinflussenden Faktoren zu konzentrieren, die sich durch ein vergleichsweise großes arbeitswirtschaftliches Gewicht auszeichnen.

Unter durchschnittlichen Verhältnissen ordnen sich die zur T_{06} -Senkung notwendigen Änderungen der variablen Arbeitsbedingungen der Gülleausbringung in folgende Rangfolge abnehmenden arbeitswirtschaftlichen Gewichtes ein [7]:

- a) Die Transportmasse Q herabsetzen, vor allem durch Gewinnung möglichst konzentrierter Gülle mit möglichst geringem Wasserzusatz; das ist die für die Rationalisierung des Gülletransportes mit Abstand wichtigste Forderung überhaupt;
- b) die Nutzlast N der Transporteinheiten TE vergrößern, anstelle der bisherigen 3,2-m³-Fahrzeuge sind daher in Zukunft vorzugsweise 9 bis 10 m³ fassende Fahrzeuge herzustellen und einzusetzen;
- c) die Fahrgeschwindigkeit V heraufsetzen oder — dieser Maßnahme gleichrangig — die Feldentfernung L ver-

ringern; die Mittel zur Verwirklichung dieser Forderungen sind teils technisch-konstruktiver (schnellere Traktoren und Anhänger, bessere Wege), teils ökonomischer Art (Transportoptimierung, gülleintensive Innenrotation);

- d) durch Einsatz leistungsfähigerer Pumpen oder anderer Fördereinrichtungen die Beladeleistung l_1 steigern;
- e) die Entladeleistung l_2 vergrößern.

Gemessen an der Bedeutung der drei erstgenannten Maßnahmekomplexe ist die Forderung nach leistungsfähigeren Belademechanismen und kürzerer Entleerzeiten relativ zweitrangig. Wichtig sind vor allem

- Verringerung der Transportmasse
- Einsatz größerer Fahrzeuge und
- Senkung der Fahrzeit.

2. Arbeitsnorm

Arbeitsnorm bzw. Leistung der Gülleausbringung wird man je nach dem verfolgten Zweck in der Dimension ha/h, ha/Schicht, Anhänger/Schicht oder m³/Schicht messen. Im Rahmen unserer ökonomischen Einschätzung verdient insbesondere die in der Dimension m³/8 h T_{06} gemessene Arbeitsnorm n Interesse. Für die Ausbringung in fremdbefüllten Tankwagen genügt sie der Beziehung

$$n = \frac{6,667}{2 \frac{E}{V} + 0,03} \left[\frac{m^3/8 h T_{06}}{N + \frac{1}{l_1} + \frac{1}{l_2}} \right] \quad (4)$$

In Tafel 1 ist diese Beziehung für

$1 \leq E \text{ [km/TE]} \leq 6$; $8 \leq V \text{ [km/h]} \leq 20$; $3 \leq N \text{ [t/TE]} \leq 9$ sowie $l_1 = 60 \text{ [t/h]} \text{ const.}$ und $l_2 = 90 \text{ [t/h]} \text{ const.}$ tabelliert.

Die berechneten Werte stimmen gut mit den in der Praxis gemessenen überein. Beispielsweise berechnet sich für $N = 3 \text{ t/TE}$, $V = 12 \text{ km/h}$ und $E = 2 \text{ km/TE}$ und den bereits genannten Leistungen beim Be- und Entladen die in 8 h Normzeit auszubringende Menge auf $\approx 45 \text{ m}^3$.

Die tabellierte Arbeitsnormfunktion selbst zeigt folgendes: Große Schlagentfernungen mindern unter sonst gleichen Umständen die bei der Gülleausbringung erzielbare Leistung erheblich. Um diese Leistungsminderung trotz tendenziell wachsender Schlagentfernung nicht nur auszugleichen, sondern die heute erreichbaren Leistungen noch bedeutend zu steigern, braucht unsere Landwirtschaft darum notwendig wesentlich größere (und schnellere) Güllefahrzeuge. So vermag etwa bei 2 km Feldentfernung und 12 km/h Fahrgeschwindigkeit ein 9-m³-Fahrzeug (aufgesattelter Traktorenanhänger TE 10 F mit 90prozentiger Ausnutzung des Kesselvolumens) je Schicht 98 m³ Gülle auszubringen, bei 20 km/h (Landwirtschafts-LKW mit Sattelaufleger) sogar 125 m³. Selbst wenn sich die Entfernung auf 4 km ver-

Entfernung [km/TE]	3-m ³ -Tankfahrzeug (N = 3 t/TE)				6-m ³ -Tankfahrzeug (N = 6 t/TE)				9-m ³ -Tankfahrzeug (N = 9 t/TE)			
	8	12	16	20	8	12	16	20	8	12	16	20
6	12,4	18,0	23,2	28,0	23,6	33,4	42,3	50,2	33,7	46,9	58,3	68,2
5	14,7	21,1	27,1	32,6	27,7	38,8	48,7	57,4	39,2	53,9	66,3	76,9
4	18,0	25,6	32,6	39,0	33,4	46,3	57,4	67,0	46,9	63,4	76,9	88,2
3	23,2	32,6	41,0	48,4	42,3	57,4	70,0	80,5	58,3	76,9	91,6	103,5
2	32,6	44,8	55,0	63,8	57,4	75,5	89,6	100,8	76,9	97,8	113,2	125,0
1	55,0	71,4	83,9	93,8	89,6	110,1	124,4	134,8	113,2	134,3	148,2	157,9

Tafel 1
Arbeitsnorm n [m³/8 h T_{06}]
für die Gülleausbringung in
fremdbefüllten Tankwagen in
Abhängigkeit von Nutzlast der
Tankwagen, Feldentfernung und
Fahrgeschwindigkeit nach Be-
ziehung (4), wobei $l_2 = 90 \text{ t/h}$,
 $l_1 = 60 \text{ t/h}$

doppelt, lassen sich mit einem solchen Fahrzeug immer noch 88 m³/Schicht² umschlagen (s. Tafel 1).

3. Verfahrenskosten

Die Verfahrenskosten der Gülleausbringung kann man vereinfachend [8] als lineare Funktion des Arbeitszeitbedarfs ansehen. Auch in bezug auf ihre Abgrenzung gegenüber den technologischen Kosten insgesamt folgen wir EBERHARDT [9]. Danach umfassen die Verfahrenskosten der Gülleausbringung

- die Kosten für die mechanischen Produktionsinstrumente (Güllefahrzeug, stationäre Pumpe des Gülleanhängers) und
- die Kosten der lebendigen Arbeit (Lohnkosten des Traktoristen).

Für den Gülletankwagen TE 4 F ergeben sich nach unseren Erhebungen und Kalkulationen in Übereinstimmung mit [8] Einsatzkosten von 2,00 bis 2,50 M/h. Je nach dem gewählten Traktor (RT 325, Zetor 52 o. ä.) und der Auslastung seiner Nutzleistung treten hierzu noch 6,50 bis 7,50 M/h für den Traktor sowie weitere 3,00 M/h für den Traktoristen. Für den Gülletankwagen TE 4 F sind daher etwa 11,50 bis 13,00 M/h Verfahrenskosten zu veranschlagen.

Die je m³ auflaufenden Verfahrenskosten für die Ausbringung der Gülle in fremdbefüllten Gülletankwagen unterschiedlichen Fassungsvermögens zeigt Tafel 2. Es handelt sich bei dieser Übersicht um die Tabellierung der Kostenfunktion

$$k = \frac{\left(2 \frac{E}{V} + 0,03\right)}{N} + \frac{1}{l_1} + \frac{1}{l_2} \cdot p \quad [\text{M/m}^3] \quad (5)$$

0,833

In diesem Ausdruck treten neben den bereits oben erläuterten Variablen in der Größe p [M/h] die je Einsatzstunde der Tankfahrzeuge entstehenden Verfahrenskosten (einschl. Befüllungskosten) auf. Die Größe p [M/h] ist eine nicht näher bekannte Funktion der Nutzlast N . Für $N = 3$ t/TE (Gülletankwagen TE 4 F) haben wir die Verfahrenskosten zu $p = 12,20$ M/h angesetzt. Dieser Wert kann für sich eine relativ hohe Zuverlässigkeit beanspruchen. Die Kostensätze der größeren Fahrzeugklassen von $N = 6$ t/TE und $N = 9$ t/TE wurden — auf Analogieschlüssen aufbauend — näherungsweise mit $p = 17,50$ M/h bzw. $p = 22,00$ M/h angenommen.

Werden anstelle der bisherigen 3-m³-Fahrzeuge 9 bis 10 m³ fassende Fahrzeuge eingesetzt, so führt dies trotz höherer Verfahrenskosten je Einsatz-h bei sonst gleichen Umständen zu geringeren Kosten für den Umschlag von 1 m³ Gülle. Diese auch für den Arbeitszeitbedarf und die Leistung nachgewiesene Gesetzmäßigkeit ist für die prognostische ver-

² Die angegebenen Werte wurden mit Hilfe von Beziehungen (4) berechnet und stützen sich auf Arbeits- und Zeitstudien am Gülletankwagen TE 4 F und anderen kleineren Güllefahrzeugen.

fahrenstechnische Entwicklung der Gülleausbringung wesentlich und erzwingt die beschleunigte Entwicklung und Bereitstellung größerer Fahrzeugeinheiten. Die kostenwirtschaftlichen Vorteile solcher Fahrzeuge kommen besonders bei größeren Feldentfernungen zur Geltung.

Anders ausgedrückt lassen sich die genannten Erkenntnisse auch so interpretieren, daß größere Fahrzeugeinheiten den Aktionsradius erweitern, innerhalb dessen die Kosten der Gülleausbringung einen vorgegebenen Wert nicht übersteigen. Gibt man als einen solchen Richtwert etwa 3 M/m³ vor, so darf bei Unterstellung von 12 km/h Fahrgeschwindigkeit die Wegstrecke max. 3 km betragen, wenn 3-m³-Fahrzeuge Verwendung finden. Bei Einsatz von 9 bis 10 m³ fassenden Fahrzeugen kann sie sich dagegen auf 4 bis 4,5 km erhöhen.

Wächst die Geschwindigkeit, so vergrößert sich naturgemäß auch der zulässige Aktionsradius, bzw. es kann bei gleichem Aktionsradius ein niedrigerer Kostenrichtwert vorgegeben werden (s. Tafel 2).

4. Die Gülleausbringung im Rahmen der kooperativen Feldwirtschaft

Die je Einsatzstunde bzw. je ha genannten Kostenvorgaben sind nur dann einzuhalten, wenn je Fahrzeug jährlich etwa 1000 h geleistet werden. In dieser Zeit können von einem Güllefahrzeug je nach Nutzlast, Feldentfernung und Fahrgeschwindigkeit folgende Mengen umgeschlagen werden (s. Tafel 1):

- a) Von einem 3-m³-Fahrzeug bei $E = 2$ km und $V = 12$ km/h
 $\frac{44,8 \text{ m}^3}{8 \text{ h}} \cdot 1000 \text{ h/Jahr} = 5600 \text{ m}^3/\text{Jahr}$.
- b) Von einem 9-m³-Fahrzeug bei $E = 3$ km und $V = 16$ km/h
 $\frac{91,6 \text{ m}^3}{8 \text{ h}} \cdot 1000 \text{ h/Jahr} = 11450 \text{ m}^3/\text{Jahr}$.

Das Aufkommen an Dickgülle beläuft sich beim Fließkanalverfahren und einem Wasserzusatz von 5 l/Tier und Tag auf 17,7 m³/Kuh · Jahr. Von einem 3-m³-Tankwagen können daher in 1000 Einsatzstunden unter den oben genannten Bedingungen

$$5600 \text{ m}^3/\text{Jahr} : 17,7 \text{ m}^3/\text{Kuh} \cdot \text{Jahr} = 316 \text{ Kühe}$$

bedient werden, von einem 9-m³-Tankwagen sogar

$$11450 \text{ m}^3/\text{Jahr} : 17,7 \text{ m}^3/\text{Kuh} \cdot \text{Jahr} = 647 \text{ Kühe}$$

Die angestrebte Auslastung des in Entwicklung befindlichen TE 10 F erfordert also bereits einen erheblichen Konzentrationsgrad der Tierhaltung.

Auf der anderen Seite bleibt die mit einem einzelnen Güllefahrzeug erzielbare Schlagkraft absolut unbefriedigend. Geht man von einem Streusoll von 34 m³/ha Dickgülle aus, so sind mit der von 316 Kühen produzierten Gülle 165 ha, mit der von 647 Kühen produzierten Gülle 337 ha abzubauen. Für die Abdüngung dieser relativ begrenzten

Tafel 2

Verfahrenskosten k [M/m³] für die Gülleausbringung in fremdbefüllten Gülletankwagen in Abhängigkeit von Nutzlast der Tankfahrzeuge und deren Kosten je Einsatzstunde, Feldentfernung und Fahrgeschwindigkeit ($l_1 = 60$ t/h, $l_2 = 90$ t/h) nach Beziehung (5)

Geschwindigkeit [km/h]	3-m ³ -Tankfahrzeug ($N = 3$ t/TE) Ausbringungskosten $p = 12,20$ M/h				6-m ³ -Tankfahrzeug ($N = 6$ t/TE) Ausbringungskosten $p = 17,50$ M/h				9-m ³ -Tankfahrzeug ($N = 9$ t/TE) Ausbringungskosten $p = 22,00$ M/h			
	8	12	16	20	8	12	16	20	8	12	16	20
Feldentfernung [km/TE]												
6	7,88	5,44	4,21	3,48	5,94	4,19	3,31	2,79	5,22	3,76	3,02	2,58
5	6,66	4,62	3,60	2,99	5,07	3,61	2,88	2,44	4,49	3,27	2,66	2,29
4	5,44	3,81	2,99	2,51	4,19	3,02	2,44	2,09	3,76	2,78	2,29	2,00
3	4,21	2,99	2,38	2,02	3,31	2,44	2,00	1,74	3,02	2,29	1,92	1,70
2	2,99	2,18	1,77	1,53	2,44	1,86	1,56	1,39	2,29	1,80	1,56	1,41
1	1,77	1,37	1,16	1,04	1,56	1,27	1,13	1,04	1,56	1,31	1,19	1,12

Flächen werden aber, wenn ein einzelnes Fahrzeug im Alleingang arbeiten soll, 1000 h : 8 h/Tag = 125 Tage benötigt. Diese Überlegungen zeigen, daß zur Sicherung der jährlichen Auslastung einerseits und der Gewährleistung hinreichender Schlagkraft andererseits einzig die kooperative Organisation der Gülleausbringung eine reale Perspektive hat. Je nach den örtlichen Bedingungen ist hierbei von Fall zu Fall zu entscheiden, ob es zweckmäßig ist, die Durchführung der Transportaufgabe Gülleausbringung agrochemischen Zentren bzw. zwischenbetrieblichen Transporteinrichtungen zu übertragen oder diese Arbeit bei den in der Feldwirtschaft kooperierenden LPG zu belassen.

5. Schlußfolgerungen

Die Entwicklung eines Gülletankwagens von etwa 10 m³ Fassungsvermögen stellt für unsere sozialistische Landwirtschaft eine objektive Notwendigkeit dar, wenn im Vergleich zum derzeitigen Tankwagen TE 4 F unter Berücksichtigung der tendenziell wachsenden Schlagentfernungen eine wesentliche Leistungssteigerung erreicht werden soll. Als obere Begrenzungen treten

- in landtechnischer Sicht die vom ZT 300 max. aufnehmbare Aufsattellast von 2000 kp
- in ackerbaulicher Sicht der zunehmende Bodendruck größerer Fahrzeugeinheiten und
- in ökonomisch-technologischer Sicht ein jährlich etwa 1000 Einsatz-h gewährleistendes Mindestmaß an Feld- und Geländegängigkeit

in Erscheinung. Der in Entwicklung begriffene Tankwagen TE 10 F ist so auszulegen, daß diese Grenzen berücksichtigt werden.

Behälter aus glasfaserverstärktem Polyesterharz sollten verzinkten Stahlkesseln aus transportökonomischen Gründen vorgezogen werden, da Plastebehälter von annähernd 10 m³ Fassungsvermögen rd. 1000 kg leichter als vergleichbare verzinkte Stahlkessel sind.

Zur Verbesserung der arbeitswirtschaftlichen Wettbewerbsfähigkeit der Gülleausbringung sind Aufstellungs- und Entmistungsverfahren zu wählen, die keinen Wasserzusatz notwendig machen, also zur Gewinnung von Dickgülle führen.

Um einen maximalen ökonomischen Nutzeffekt der Güllefahrzeuge zu sichern, d. h. um ihre volle Auslastung zu gewährleisten sowie die Schlagkraft beim Abdüngen der einzelnen Schläge zu erhöhen, sind diese Arbeitsmittel im

Komplex einzusetzen. Dies gilt für den bereits laufenden 3-m³-Tankwagen TE 4 F und in verstärktem Maße für den künftigen 9 bis 10 m³ fassenden Tankwagen TE 10 F. Die Entfernung der zu begüllenden Schläge von den auf industrielle Tierproduktion spezialisierten Anlagen sollte hierbei im Durchschnitt auf 3 bis 4 km begrenzt bleiben und 5 km nicht überschreiten.

Schwerpunkte weiterführender Forschungsarbeiten im Bereich der Technologie und Ökonomie der Güllewirtschaft liegen vor allem

- a) auf dem Gebiet der Gülleverregung;
- b) auf dem Gebiet der Einordnung der Gülleausbringung in Fruchtfolge, Arbeits- und Jahresablauf der kooperativen Feldwirtschaft. (Diese Untersuchung hat sich auf die Frage zu konzentrieren, welche Güllemenge zweckmäßig den einzelnen Fruchtarten zu verabreichen ist, wann dies geschieht und wie sich Zeitpunkt und Menge am besten mit Aufkommen und Lagerkapazität koordinieren lassen);
- c) auf ökonomischem Gebiet; hier gilt es, die Gülle sinnvoll in die Ware-Geld-Beziehungen der kooperativen Tierproduktion und der kooperativen Feldwirtschaft einzuordnen.

Literatur

- [1] MÜHREL, K.: Aufgaben und Probleme des Transportwesens in der Landwirtschaft und Nahrungsgüterwirtschaft unter den Bedingungen der sich entwickelnden Kooperationsbeziehungen. Deutsche Agrartechnik 18 (1968) H. 1, S. 1 bis 5
- [2] FLEISCHER, E.: Lagerung und Ausbringung nicht durch Stroh abgebandener tierischer Exkremente (Verfahrenstechnik und Ökonomie der Gülleausbringung in Tank- und (halb-)offenen Behälterfahrzeugen). Fo.-Abschlußbericht, Halle 1969
- [3] NEUMANN, R.: Mechanisierung der Dungausringung. Fo.-Bericht, verteidigt am 24. Mai 1968 in Bad Dürrenberg
- [4] FLEISCHER, E.: Zyklische verfahrensbedingte Verlustzeiten transportverbundener Fließarbeitsverfahren und Möglichkeiten ihrer Senkung. Deutsche Agrartechnik (1969) H. 1, S. 36 bis 40
- [5] LEHMANN, R.: Tankfahrzeuge zum Ausbringen von Dickgülle. Feldwirtschaft (1968) H. 2, S. 67 bis 70
- [6] SCHMIDT, F.: Transport von Flüssigmist mit Fahrzeugen; insbesondere deren Beladung. Fo.-Abschlußbericht, Meißen 1969
- [7] FLEISCHER, E.: Zur Bestimmung des Gewichtes veränderlicher Einflußgrößen. Deutsche Agrartechnik (1968) H. 12, S. 562 bis 565
- [8] ZIMMERMANN, F. / EBERHARDT, M. / G. MÄTZOLD: Methodische Hinweise und Richtwerte für die Kalkulation von Verfahrenskosten der Pflanzenproduktion. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin 1967
- [9] EBERHARDT, M.: Theoretische und methodische Grundlagen der Technologie der landwirtschaftlichen Produktion. Agrarökonomik 10 (1967) H. 3, S. 116 bis 127 A 7637

Bionik und landtechnischer Anlagenbau

1. Wissenschaftliche Methoden der Prognosearbeit

Die wissenschaftlich-technische Revolution bedingt u. a. eine weit vorausschauende Planung und Leitung des gesellschaftlichen Reproduktionsprozesses. Die Lehre von den Grundsätzen, Mitteln und Methoden dieser wissenschaftlichen Voraussicht ist die Prognostik. Sie beschäftigt sich mit komplexen, wissenschaftlich begründeten Voraussagen über Inhalt, Richtung und Umfang realisierbarer Hauptrichtungen der Entwicklung in Natur, Gesellschaft und im menschlichen Denken unter Beachtung der Ökonomie und gibt dadurch die Grundlage für Struktur- und Planentscheidungen [1].

Die Schwierigkeit der Prognosearbeit hängt vom Typ des zu untersuchenden Prozesses ab. Wenn eine vorangegangene Entwicklung direkt weitergeführt wird, liegt ein *Fortführungsprozeß* vor. Ein *Ausgangsprozeß* tritt auf, wenn grundlegend neue Bedürfnisse und wissenschaftlich-technische Erkenntnisse relativ diskontinuierliche Entwicklungsprozesse

hervorrufen. Für den letztgenannten Typ ist im Rahmen der Substitutionsforschung ein planmäßiges Suchen nach neuartigen Lösungen erforderlich [1].

Vor den Wissenschaftlern, Wirtschaftsfunktionären und Konstrukteuren stehen im Prozeß der Aufstellung von Prognosen eines Wirtschaftsgebietes von der Aufstellung technologischer Prozesse mit den dazugehörigen Maschinensystemen bis zum Entwurf eines Maschinenelements Aufgaben, die selbständiges schöpferisches Arbeiten erfordern.

Die Wissenschaft, die sich mit der „Kunst des Selbstfindens“ beschäftigt, ist die *Heuristik*. Der Prozeß der Problemlösung beinhaltet die Elemente „Erinnern an Ähnliches“ und „Anpassen an das vorliegende Problem“ [2]; er kann durch Intuition oder systematisches Suchen zum Erfolg führen. Das „Suchfeld“ [2] für „Ähnliches“ kann eng oder weit gefaßt

• VEB Landbaukombinat Neubrandenburg — Abt. Kooperation —