

## 1. Rationalisierung ist notwendig

In den letzten Jahren entfielen von den je ha und Jahr in unseren LPG und VEG schätzungsweise zu befördernden 380 bis 400 dt/ha der verschiedensten landwirtschaftlichen Transportgüter — Kleintransporte ausgenommen — etwa 60 bis 80 dt/ha = 15 bis 21% auf die Ausbringung von Stallung. Im Vergleich zu anderen Transportgütern unserer landwirtschaftlichen Betriebe stellen Stallung und Jauche mithin die größte einheitliche Transportmasse dar [vgl. u. a. 1]!

Auch in Zukunft wird die Stallungsausbringung eine erhebliche Transportaufgabe darstellen, wemgleich auch damit zu rechnen ist, daß im Zuge der fortschreitenden Güllewirtschaft 1980 nurnehr rd. 50% der tierischen Exkreme als Festmist und Jauche vorliegen werden. Unabhängig davon, wie groß der Festmistanteil in den einzelnen Betrieben auch sein mag, folgt hieraus die Notwendigkeit, nicht nur die Gülle-, sondern auch die Stallungsausbringung weiter zu rationalisieren. Eine solche Rationalisierung wird von dem wachsenden Umfang der kooperativen Feldwirtschaft und dem zunehmenden Interesse auszugehen haben, daß die Praxis voraussichtlich dem Einsatz der Landwirtschafts-LKW zur Ausbringung des Stallungs, dessen Zwischenlagerung am Feldrand und schließlich der Ausgliederung dieser Transportaufgabe aus dem landwirtschaftlichen Betrieb und ihrer Übertragung auf agrochemische Zentren oder zwischengengossenschaftliche Transporteinrichtungen entgegenbringt.

Besondere Bedeutung kommt in diesem Zusammenhang der Feldentfernung zu. „Während bisher die durchschnittlichen Entfernungen im innerbetrieblichen Transport in sehr 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 die Ausgliederung oder Zusammenfassung bestimmter Arbeiten aus dem Produktionsprozeß der einzelnen landwirtschaftlichen Betriebe und zwischengengossenschaftlichen Einrichtungen erhöhen sich die Entfernungen bis zu 50% und mehr“ [2]. Dies führt zu vermehrter Transportarbeit und macht darum leistungsfähigere Transportfahrzeuge und darüber hinaus in gewissem Umfange die Ablösung einstufiger durch mehrstufige Transportprozesse notwendig.

Als Beweggründe für eine eventuelle Ablösung des einstufigen, sich ohne Zwischenlagerung vollziehenden Verfahrens der Stallungsausbringung durch ein zweistufig ablaufendes, also mit Zwischenlagerung und doppeltem Umschlag verbundenes Verfahren lassen sich vor allem folgende Faktoren anführen:

- Schlagkraft und Leistung der Teilarbeit „Streuen“ sollen erhöht werden, indem man die (begrenzt verfügbaren) Stallungstreuer voll und ganz als spezielle Streufahrzeuge einsetzt [3]! Zugleich soll die Auslastung der vorhandenen LKW durch ihre Hinzuziehung zur Stallungsausbringung verbessert werden.
- Der zwischen erster und zweiter Stufe mögliche Zeitversatz soll für den Arbeitsausgleich nutzbar gemacht werden, indem man das Abfahren von der Stallanlage aus den für das Streuen geeigneten agrotechnischen Zeitspannen herauslöst und in Arbeitstaler verlegt.
- Im Interesse der Investitionseinsparung soll die befestigte Dungstapelplatte der Stallanlage auf ein Mindestmaß beschränkt und der Dung laufend als Frischmist

abgefahren werden (bisheriger Richtwert: Je Kuhplatz 3 m<sup>2</sup> Stapelungsplatte zu 40 M/m<sup>2</sup> für eine Lagerdauer bis zu 4 Monaten [4]).

- Durch den zweistufigen Arbeitsablauf sollen Arbeitszeitbedarf und Verfahrenskosten der vollmechanisierten Stallungsausbringung gesenkt werden.

Ohne Zweifel ist der zuletzt genannte Faktor wohl vergleichsweise am wichtigsten, denn die Verwirklichung aller anderen Faktoren dürfte nur dann ökonomisch sinnvoll sein, wenn sie mit einer Senkung der Aufwendungen für die Stallungsausbringung einhergeht. Wir beschränken uns im folgenden darum ganz auf den unter d) genannten Bestimmungsgrund, wobei der Arbeitszeitbedarf stellvertretend auch für die Verfahrenskosten stehe, diese also — mit EBERHARDT und ZIMMERMANN [5] vereinfachend — als lineare Funktion des Arbeitszeitbedarfs aufgefaßt werden mögen.

## 2. Das arbeitsökonomische Kernproblem der zweistufigen Stallungsausbringung

tritt uns in folgender Überlegung entgegen: Die alte arbeitswirtschaftliche Forderung, Zwischenlagerung eines Transportgutes auf Grund der damit verbundenen Mehrarbeit nach Möglichkeit zu vermeiden, schließt nicht aus, daß unter bestimmten Bedingungen die Aufspaltung eines bislang einstufig ablaufenden Transportprozesses in einen zweistufig ablaufenden zur Senkung des Gesamtarbeitszeitbedarfs führt. In bezug auf die vollmechanisierte Stallungsausbringung ist diese stets dann gewährleistet, wenn in der ersten Teilstufe Transportfahrzeuge eingesetzt werden, die mehr fassen und schneller laufen als Stallungstreuer und dadurch Arbeitszeiteinsparungen erzielt werden, die die Mehrarbeit des doppelten Umschlages überwiegen. Ist eine solche Überkompensation dagegen nicht möglich, beansprucht die zweistufige Variante mehr Arbeitszeit als die einstufige. Die Frage lautet darum, unter welchen Bedingungen, insbesondere bei welcher Entfernung, der Ausgleich zwischen Mehr- und Minderarbeit eintritt bzw. ein positiver Zeitsaldo entsteht.

Um dies unter Berücksichtigung wechselnder Situationen zu ermitteln, stellen wir die Grundzeit des ein- sowie des zweistufigen Verfahrens der Stallungsausbringung (Verfahren V<sub>I</sub> und V<sub>II</sub>) als Funktion der veränderlichen arbeitszeitbeeinflussenden Faktoren wie Nutzlast, Be- und Entladeleistung, Fahrgeschwindigkeit und Entfernung dar und subtrahieren die Grundzeitfunktion des zweistufigen Verfahrens V<sub>II</sub> von der Grundzeitfunktion des einstufigen Verfahrens, also

$$D = T_{I1} - T_{II1},$$

wobei

$D$  = bereinigte Grundzeiteinsparung in Akh/t

$T_{I1} = f_I(x_{11}, x_{12}, \dots, x_{1n})$  = Grundzeitfunktion des Verfahrens V<sub>I</sub>

$T_{II1} = f_{II}(x_{21}, x_{22}, \dots, x_{2n})$  = Grundzeitfunktion des Verfahrens V<sub>II</sub>.

Nach Einsetzen der für  $T_{I1}$  und  $T_{II1}$  gewonnenen analytischen Ausdrücke [6] folgt für den Zeitsaldo sodann

$$D = \frac{2 E_1}{N} \left( 1 - \frac{k_3}{k_1 \cdot k_2} - \frac{k_3}{6 \cdot k_2} \right) - \frac{3,5 k_3}{l_1} - 1 \quad (1)$$

\* Institut für Arbeitsökonomik der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg (Direktor: Prof. Dr. A. BAHL)

In diesem Ausdruck bedeuten:

$N$  t/TE  $\hat{=}$  Nutzlast der bei Verfahren  $V_I$  verwendeten Transporteinheiten, d. h. der Stallungstreuer, z. B. Mehrzweckanhänger T 087

$V$  km/h  $\hat{=}$  mittlere Fahrgeschwindigkeit des Verfahrens  $V_I$  für Hin- und Rückfahrt in  $T_I$

$l_1$  t/h  $\hat{=}$  Beladeleistung ( $\hat{=}$  Leistung des Laders, z. B. des Laders T 172, beim Beladen aus dem Dungstapel oder aus dem Zwischenlager und beim Stapeln des Zwischenlagers) in  $T_I$

$E_1$  km/TE  $\hat{=}$  Entfernung vom Dungstapel hinter der Stallanlage bis zum Zwischenlager am Feldrand

$k_1 = \frac{V_{II}}{V_I} \hat{=}$  Geschwindigkeitskoeffizient, d. h. Verhältnis von Fahrgeschwindigkeit  $V_{II}$  des Verfahrens  $V_{II}$  (1. Stufe) zu Fahrgeschwindigkeit  $V_I$  des Verfahrens  $V_I$

$k_2 = \frac{N_{II}}{N_I} \hat{=}$  Nutzlastkoeffizient, d. h. Verhältnis von Nutzlast  $N_{II}$  des Verfahrens  $V_{II}$  (1. Stufe) zur Nutzlast  $N_I$  des Verfahrens  $V_I$

$k_3 = \frac{Q_{II}}{Q_I} \hat{=}$  Mengenkoeffizient, d. h. Verhältnis von Transportmasse  $Q_{II}$  des Verfahrens  $V_{II}$  (1. Stufe) zu Transportmasse  $Q_I$  des Verfahrens  $V_I$ .

Der Mengenkoeffizient  $k_3$  hängt mit der Stallungrotte und den damit verbundenen Masseverlusten zusammen. Je länger der Stallung auf dem Dungstapel verbleibt, um so geringer ist am Ende die aufs Feld auszubringende Transportmasse. Berücksichtigt man dies und geht weiterhin von den beiden Voraussetzungen aus,

daß einmal unabhängig von der gewählten Ausbringungsvariante zur Düngung nur ausreichend verrotteter Mist verwendet werden solle, geht man also davon aus, die Grundzeit  $T_I$  nicht auf die Masseinheit Frischmist, sondern die Masseinheit Rottemist zu beziehen, und

daß zum anderen die 2. Transportstufe des Verfahrens  $V_{II}$  sich in der Regel nicht unmittelbar der 1. Transportstufe anschließt, sondern durch eine gewisse zeitliche Phasenverschiebung von dieser getrennt ist,

so zeichnet sich das zweistufige Verfahren  $V_{II}$  nicht nur durch die um ein bestimmtes Zeitintervall  $a$  vorverlegte 1. Transportstufe, sondern auch dadurch aus, daß die Transportmasse der ersten Stufe um die während der Zwischenlagerung auftretenden Rotteverluste größer ist als die Transportmasse der 2. Stufe bzw. die umzuschlagende Masse des Verfahrens  $V_I$ .

Unter durchschnittlichen Verhältnissen kann man den Mengenkoeffizienten etwa mit  $k_3 = 1,25$  veranschlagen. Das besagt, daß während der Zwischenlagerungsdauer der Dung nochmals Rotteverluste in Höhe von 20% der zum Zwischenlager angefahrenen Menge erleidet.

Für die übrigen Koeffizienten und veränderlichen Arbeitsbedingungen mögen etwa die folgenden Werte als repräsentativ gelten:  $k_1 = 1,66$ ,  $k_2 = 2,00$ ,  $E_1 = 2$  km/TE,  $V = 12$  km/h,  $N = 4$  t/TE und  $l_1 = 30$  t/h. Unter diesen Bedingungen berechnet sich der Zeitsaldo der Grundzeiten  $T_{I1}$  und  $T_{I2}$  zu  $D = -0,09$  Akh/t.

Es zeigt sich also, daß unter diesen Umständen erst bei wesentlich über 2 km hinausgehenden Feldentfernungen Verfahren  $V_{II}$  weniger Grundzeit als Verfahren  $V_I$  erfordert.

Im einzelnen gibt eine qualitative Analyse der  $D$ -Funktion (1) folgendes zu erkennen:

<sup>1</sup>  $T_{I1} = 0,22$  [Akh/t],  $T_{I2} = 0,31$  [Akh/t]

Eine etwaige arbeitswirtschaftliche Überlegenheit des Verfahrens  $V_{II}$  über das Verfahren  $V_I$  ist um so eher zu erwarten,

— je größer die Feldentfernung  $E_1$  sein wird, weil nur unter der Bedingung einer genügend großen Feldentfernung die Vorteile schnellerer und größerer Transporteinheiten hinreichend zur Geltung kommen,

— je kleiner der Mengenkoeffizient  $k_3$  ist, je besser es also gelingt, den Rotteprozeß und die damit verbundenen Masseverluste vom Zwischenlager auf den ursprünglichen Dungstapel zu verlegen,

— je größer die Beladeleistung  $l_1$  ist, weil wachsende Beladeleistung den doppelten Umschlag immer weniger ins Gewicht fallen läßt, und

— je größere Werte die Koeffizienten  $k_1$  und  $k_2$  annehmen, je mehr also Nutzlast und Geschwindigkeit des Landwirtschafts-LKW die des Stallungstreuers überwiegen.

Mit dieser Aufzählung ist noch nichts über den spezifischen Einfluß dieser Größen ausgesagt. Welches Gewicht den einzelnen veränderlichen Arbeitsbedingungen und Koeffizienten in bezug auf die arbeitswirtschaftliche Wettbewerbsfähigkeit der zweistufigen gegenüber der einstufigen Spielart der Stallungsausbringung zukommt, wollen wir nicht an der  $D$ -Funktion (1), sondern an der kritischen Entfernung  $\epsilon$  demonstrieren.

### 2.1. Was hat es mit der kritischen Entfernung $\epsilon$ auf sich?

Sind die Verfahren  $V_I$  und  $V_{II}$  so beschaffen, daß für bestimmte Wertesysteme ihrer Grundzeitfunktionen  $D = 0$ , d. h. Ausgleich der beim Fahren nach Verfahren  $V_{II}$  erzielbaren Einsparungen mit der durch den doppelten Umschlag verursachten Mehrarbeit, angenommen werden darf, so wird sich der arbeitswirtschaftliche Verfahrenvergleich vorrangig auf jene Stellen der  $T_{I1}$ - und  $T_{I2}$ -Funktionen zu konzentrieren haben, die sich durch den Sonderfall arbeitswirtschaftlicher Parität, d. h.  $T_{I1} = T_{I2}$  bzw.  $T_{I2} - T_{I1} = 0$  auszeichnen.

Wichtigste explizite Form der Paritätsfunktion  $T_{I2} - T_{I1} = 0$  ist die kritische Entfernung  $\epsilon$ . Sie bezeichnet jenes Entfernungsintervall  $0 < E$  [km/TE]  $< \epsilon$ , innerhalb dessen bei sonst gleichen Umständen das einstufige Verfahren  $V_I$  weniger Grundzeit als das zweistufige Verfahren  $V_{II}$  beansprucht. Erst jenseits der Entfernungsmarke  $\epsilon$  kehren sich die Verhältnisse um, ist das zweistufige Verfahren also dem einstufigen überlegen.

Um  $\epsilon$  numerisch berechnen zu können, müssen wir Beziehung (1) gleich Null setzen und nach der Entfernung auflösen. Die kritische Entfernung genügt dann dem Ausdruck

$$\epsilon = \frac{k_1 \cdot V \frac{(1,75 k_3 - 0,5) k_2 \cdot N}{l_1} + \frac{k_3}{12}}{k_1 \cdot k_2 - k_3}$$

Unter den oben genannten repräsentativen Bedingungen berechnet sich ihr Funktionswert zu  $\epsilon = 5,32$  km/TE. Die Entfernung von der Stallanlage bis zum Feldrande muß also mindestens 5,3 km betragen, wenn das zweistufige Verfahren  $V_{II}$  weniger Grundzeit als das einstufige Verfahren  $V_I$  erfordern soll.

Läßt man die erste Stufe von  $V_{II}$  dessen zweiter Stufe zeitlich unmittelbar vorausgehen, nimmt also der Mengenkoeffizient anstatt des bisherigen Wertes  $k_3 = 1,25$  den Wert  $k_3 = 1,00$  an, so fällt unter repräsentativen sonstigen Bedingungen die kritische Entfernung von  $\epsilon = 5,32$  km/TE auf  $\epsilon = 3,57$  km/TE ab. Wie sich schließlich die kritische Entfernung  $\epsilon$  und damit das Wettbewerbsverhalten der Verfahren  $V_I$  und  $V_{II}$  ändert, wenn neben dem Mengenkoeffizienten  $k_3$  auch die wichtigsten anderen Arbeitsbedingungen und Koeffizienten in Bewegung geraten, zeigt Tafel 1. Sowohl die  $\epsilon$ -Funktion (2) als auch deren tabellarische Dar-

Tafel 1. Kritische Entfernung  $\varepsilon$  [km/Transporteinheit], bis zu der hin die einstufige Stallungsausbringung  $V_I$  weniger Normzeit  $T_{06}$  [Akh/ha] beansprucht als das zweistufige Verfahren  $V_{II}$ , für einige Wertesysteme ihrer wichtigsten veränderlichen Einflußgrößen

- Geschwindigkeitskoeffizient  $k_1$  = Geschwindigkeit  $V_{II}$  [km/h] : Geschwindigkeit  $V_I$  [km/h], wobei  $V_I = 12$  km/h sei
- Nutzlastkoeffizient  $k_2$  = Nutzlast  $N_{II}$  [t/TE] : Nutzlast  $N_I$  [t/TE], wobei  $N_I = 4$  t/TE sei
- Mengenkoeffizient  $k_3$  = Transportmasse  $Q_{II}$  [t/ha] : Transportmasse  $Q_I$  [t/ha]
- Beladeleistung  $l_1$  [t/h]

$$\varepsilon = \frac{k_1 \cdot V \left[ \frac{(1,75 k_3 - 0,5) k_2 \cdot N}{l_1} + \frac{k_3}{12} \right]}{k_1 \cdot k_2 - k_3}$$

$k_2$	$l_1$	$k_1$																							
		1,4						1,6						1,8						2,0					
		$k_3$																							
	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0	
1,8	20	14,66	12,28	10,29	8,04	7,15	5,89	12,38	10,62	9,08	7,73	6,52	5,45	11,05	9,61	8,32	7,16	6,10	5,14	10,17	8,93	7,80	6,76	5,80	4,92
	25	12,14	10,17	8,53	7,14	5,94	4,90	10,25	8,80	7,53	6,41	5,42	4,53	9,15	7,96	6,90	5,94	5,07	4,28	8,42	7,40	6,46	5,61	4,82	4,09
	30	10,46	8,77	7,36	6,16	5,13	4,24	8,83	7,58	6,49	5,53	4,68	3,91	7,88	6,86	5,95	5,12	4,38	3,70	7,26	6,38	5,58	4,84	4,16	3,54
	35	9,26	7,77	6,52	5,46	4,55	3,76	7,82	6,72	5,75	4,90	4,15	3,48	6,98	6,08	5,27	4,54	3,88	3,28	6,42	5,65	4,94	4,29	3,69	3,14
	40	8,36	7,01	5,89	4,94	4,12	3,41	7,06	6,07	5,20	4,43	3,76	3,15	6,30	5,49	4,76	4,10	3,51	2,97	5,80	5,10	4,46	3,88	3,34	2,85
	50	7,66	6,43	5,40	4,53	3,78	3,13	6,47	5,56	4,77	4,07	3,45	2,89	5,77	5,03	4,37	3,77	3,23	2,73	5,31	4,68	4,09	3,56	3,07	2,62
	50	7,10	5,96	5,01	4,21	3,51	2,91	6,00	5,16	4,42	3,78	3,20	2,69	5,35	4,67	4,05	3,50	3,00	2,54	4,93	4,34	3,80	3,30	2,85	2,43
2,0	20	12,60	10,76	9,17	7,77	6,54	5,44	11,01	9,56	8,27	7,10	6,05	5,09	10,03	8,80	7,69	6,66	5,72	4,85	9,36	8,28	7,27	6,34	5,48	4,67
	25	10,40	8,89	7,57	6,43	5,41	4,51	9,09	7,90	6,83	5,88	5,01	4,22	8,28	7,27	6,35	5,51	4,73	4,02	7,73	6,84	6,01	5,25	4,53	3,87
	30	8,94	7,64	6,51	5,53	4,66	3,89	7,81	6,79	5,88	5,06	4,31	3,64	7,11	6,25	5,46	4,74	4,08	3,46	6,64	5,88	5,17	4,51	3,90	3,33
	35	7,89	6,75	5,76	4,89	4,12	3,44	6,90	6,00	5,19	4,47	3,82	3,22	6,28	5,52	4,83	4,19	3,61	3,07	5,86	5,19	4,57	3,99	3,45	2,95
	40	7,11	6,08	5,19	4,41	3,72	3,11	6,21	5,40	4,68	4,03	3,44	2,91	5,66	4,97	4,35	3,78	3,25	2,77	5,28	4,68	4,12	3,60	3,12	2,67
	50	6,50	5,56	4,75	4,04	3,41	2,85	5,68	4,94	4,28	3,69	3,15	2,67	5,17	4,55	3,98	3,46	2,98	2,54	4,83	4,28	3,77	3,30	2,86	2,44
	50	6,01	5,14	4,39	3,74	3,16	2,64	5,25	4,57	3,96	3,42	2,92	2,47	4,78	4,21	3,68	3,20	2,76	2,35	4,46	3,96	3,49	3,05	2,65	2,27
2,2	20	11,27	9,75	8,39	7,18	6,09	5,12	10,07	8,83	7,69	6,65	5,70	4,83	9,31	8,22	7,22	6,29	5,43	4,62	8,77	7,80	6,89	6,03	5,23	4,47
	25	9,28	8,03	6,92	5,93	5,03	4,23	8,30	7,27	6,34	5,49	4,71	3,99	7,67	6,78	5,95	5,19	4,48	3,82	7,22	6,42	5,68	4,97	4,31	3,69
	30	7,96	6,89	5,94	5,09	4,32	3,63	7,11	6,24	5,44	4,71	4,04	3,43	6,57	5,81	5,11	4,46	3,85	3,28	6,19	5,51	4,87	4,27	3,71	3,18
	35	7,01	6,07	5,23	4,49	3,82	3,21	6,27	5,50	4,80	4,16	3,57	3,03	5,79	5,12	4,50	3,93	3,40	2,90	5,46	4,86	4,29	3,77	3,27	2,81
	40	6,30	5,46	4,71	4,04	3,44	2,89	5,63	4,94	4,31	3,74	3,21	2,73	5,20	4,60	4,05	3,54	3,06	2,61	4,90	4,37	3,86	3,39	2,95	2,53
	50	5,75	4,98	4,30	3,69	3,14	2,65	5,14	4,51	3,94	3,42	2,94	2,50	4,75	4,20	3,70	3,23	2,80	2,39	4,47	3,98	3,53	3,10	2,69	2,31
	50	5,31	4,60	3,97	3,41	2,91	2,45	4,74	4,16	3,64	3,16	2,72	2,31	4,38	3,88	3,42	2,99	2,59	2,21	4,13	3,68	3,26	2,86	2,49	2,14
2,4	20	10,34	9,02	7,83	6,75	5,77	4,86	9,39	8,28	7,26	6,31	5,44	4,62	8,77	7,79	6,87	6,01	5,20	4,45	8,33	7,43	6,59	5,79	5,03	4,32
	25	8,50	7,42	6,44	5,56	4,75	4,01	7,72	6,81	5,97	5,20	4,48	3,81	7,21	6,40	5,65	4,95	4,29	3,67	6,84	6,11	5,42	4,76	4,14	3,56
	30	7,27	6,35	5,52	4,76	4,07	3,44	6,61	5,83	5,11	4,45	3,84	3,27	6,17	5,48	4,84	4,24	3,67	3,14	5,85	5,23	4,64	4,08	3,55	3,05
	35	6,39	5,58	4,85	4,19	3,59	3,03	5,81	5,13	4,50	3,92	3,38	2,88	5,42	4,82	4,26	3,73	3,24	2,77	5,15	4,60	4,08	3,59	3,13	2,69
	40	5,74	5,01	4,36	3,76	3,22	2,73	5,21	4,60	4,04	3,52	3,04	2,59	4,86	4,32	3,82	3,35	2,91	2,49	4,62	4,13	3,66	3,23	2,81	2,42
	50	5,22	4,57	3,97	3,43	2,94	2,49	4,75	4,19	3,68	3,21	2,77	2,37	4,43	3,94	3,48	3,06	2,65	2,28	4,21	3,76	3,34	2,94	2,57	2,21
	50	4,81	4,21	3,66	3,17	2,72	2,30	4,37	3,86	3,40	2,96	2,56	2,19	4,08	3,63	3,21	2,82	2,45	2,10	3,88	3,47	3,08	2,71	2,37	2,04
2,6	20	9,66	8,48	7,40	6,42	5,51	4,67	8,88	7,87	6,92	6,05	5,22	4,46	8,35	7,45	6,59	5,78	5,02	4,30	7,98	7,14	6,35	5,59	4,87	4,19
	25	7,92	6,96	6,08	5,27	4,53	3,84	7,28	6,45	5,68	4,97	4,29	3,67	6,85	6,11	5,41	4,75	4,13	3,54	6,54	5,86	5,21	4,59	4,01	3,45
	30	6,76	5,94	5,20	4,51	3,87	3,29	6,22	5,51	4,86	4,25	3,67	3,14	5,85	5,22	4,62	4,06	3,53	3,03	5,59	5,01	4,45	3,93	3,43	2,95
	35	5,94	5,22	4,56	3,96	3,41	2,89	5,46	4,84	4,27	3,73	3,23	2,76	5,14	4,58	4,06	3,57	3,11	2,67	4,91	4,40	3,91	3,45	3,02	2,60
	40	5,32	4,68	4,09	3,55	3,06	2,60	4,89	4,34	3,83	3,35	2,90	2,48	4,60	4,11	3,64	3,20	2,79	2,40	4,39	3,94	3,51	3,10	2,71	2,33
	50	4,84	4,25	3,72	3,23	2,78	2,37	4,45	3,95	3,48	3,05	2,64	2,26	4,18	3,74	3,31	2,92	2,54	2,18	4,00	3,58	3,19	2,82	2,46	2,13
	50	4,45	3,92	3,43	2,98	2,57	2,18	4,09	3,63	3,21	2,81	2,43	2,09	3,85	3,44	3,05	2,69	2,34	2,02	3,68	3,30	2,94	2,60	2,27	1,96

stellung geben zu erkennen, daß die Wettbewerbsfähigkeit des Verfahrens  $V_{II}$  einerseits durch Steigerung der Beladeleistung  $l_1$  und Senkung des Mengenkoeffizienten  $k_3$ , andererseits dadurch begünstigt wird, daß die beim LKW-Einsatz erzielbaren  $N$ - und  $V$ -Werte (Nutzlasten und Geschwindigkeiten) diejenigen beim Einsatz des Stallungstreuers möglichst weit übertreffen.

Um das Gewicht zu bestimmen, mit dem die einzelnen arbeitszeitbeeinflussenden Faktoren und Koeffizienten auf die kritische Entfernung einwirken, sind weiterführende, auf der partiellen Differentiation der  $\varepsilon$ -Funktion aufbauende Berechnungen nötig [7] [8] [9]. Wir wollen auf diese Berechnungen hier nicht eingehen, sondern nur kurz ihre Ergebnisse mitteilen.

## 2.2. Welchen Einfluß üben die veränderlichen Arbeitsbedingungen auf die kritische Entfernung $\varepsilon$ aus?

Unter durchschnittlichen Verhältnissen belegt der Mengenkoeffizient  $k_3$  in der Gewichtsrangfolge mit Abstand den 1. Platz. Er übt den größten Einfluß auf die kritische Entfernung  $\varepsilon$  und damit die Wettbewerbsfähigkeit der zweistufigen Stallungsausbringung aus. Im einzelnen ordnen sich die veränderlichen Arbeitsbedingungen und Koeffizienten in folgende Rangfolge abnehmenden Einflusses auf  $\varepsilon$  ein:

- Den Mengenkoeffizienten  $k_3$  senken,
- die Fahrgeschwindigkeit  $V$  der bei Verfahren  $V_I$  verwendeten Stallungstreuers herabsetzen,
- die Nutzlast  $N$  der bei Verfahren  $V_I$  verwendeten Stallungstreuers senken,
- die Beladeleistung  $l_1$  steigern,
- den Nutzlastkoeffizienten  $k_2 = \frac{N_{II}}{N_I}$  vergrößern,
- den Geschwindigkeitskoeffizienten  $k_1 = \frac{V_{II}}{V_I}$  vergrößern.

Die unter b) und c) genannten Maßnahmen besitzen nur theoretisches Interesse, da sie — obwohl für die Wettbewerbsfähigkeit von Verfahren  $V_{II}$  von vergleichsweise hoher Bedeutung — zur Vermehrung der Grundzeit sowohl von Verfahren  $V_I$  als auch von Verfahren  $V_{II}$  führen. Praktische Bedeutung im Hinblick auf eine Senkung von  $\varepsilon$  kommt daher in erster Linie der Senkung des Mengenkoeffizienten  $k_3$ , der Vergrößerung der Beladeleistung sowie mit Abstand der Steigerung von Nutzlast und Geschwindigkeit der in der 1. Transportstufe von  $V_{II}$  einzusetzenden Transportmittel zu.

Danach reihen sich die praktisch wichtigen Maßnahmen zur Verbesserung der arbeitswirtschaftlichen Wettbewerbsfähigkeit der zweistufigen Stallungsausbringung in folgende Dringlichkeitsliste ein:

- Den Mengenkoeffizienten  $k_3$  so klein als möglich halten dadurch, daß man den Stallung auf seinem ursprünglichen Stapelplatz erst ausreichend verrotten läßt, ehe man ihn zum Zwischenlager transportiert;
- die Beladeleistung  $l_1$  steigern, damit für den doppelten Umschlag des zweistufigen Ausbringungsverfahrens möglichst wenig Arbeitszeit benötigt wird, und zwar direkt durch Vergrößerung der Leistung [t/h], indirekt durch Verringerung der hierzu erforderlichen Arbeitskräfte [Ak];
- den Nutzlastkoeffizienten  $k_2$  heraufsetzen, d. h. in der 1. Transportstufe des Verfahrens  $V_{II}$  mit Fahrzeugen (Landwirtschafts-LKW W 50 + 1 Anhänger) arbeiten, deren Nutzlast  $N_{II}$  die Nutzlast  $N_I$  des Basisverfahrens  $V_I$  (Mehrzweckanhänger T 087) möglichst weit übertrifft;
- den Geschwindigkeitskoeffizienten  $k_1$  heraufsetzen, d. h. in der 1. Transportstufe des Verfahrens  $V_{II}$  mit Fahrzeugen arbeiten, deren Fahrgeschwindigkeit  $V_{II}$  möglichst weit über die Fahrgeschwindigkeit  $V_I$  des Basisverfahrens  $V_I$  hinausgeht.

## 3. Was läßt sich außer der genannten Dringlichkeitsliste noch aus unseren Untersuchungsergebnissen schlußfolgern?

3.1. Will man der Forderung nach vorrangiger Senkung des Mengenkoeffizienten  $k_3$  konsequent Rechnung tragen, muß man die zeitliche Phasenverschiebung zwischen 1. und 2. Transportstufe Null werden lassen. Dies führt zu der Frage, ob es dann nicht zweckmäßiger sei, auf den doppelten Umschlag gänzlich zu verzichten und die großen, schnellen Transporteinheiten der 1. Transportstufe zugleich zum Streuen einzusetzen oder umgekehrt die Stallungstreuere so groß auszulagern, daß sie zugleich über größere Entfernungen hinweg einen rationellen Transport erlauben. Davon ausgehend, daß man in Zukunft zur Stallungsausbringung mit Transporteinheiten von 8 bis max. 10 t arbeiten wird, folgt hieraus zweierlei:

Erstens ist die Entwicklung eines größeren Stallungstreuers auf der Basis eines hintereinandergekuppelten, taumelnachsigen Anhängers beschleunigt fortzusetzen. Mit Anlauf der Produktion dieses Fahrzeugs wird dann der derzeitige Mehrzweckanhänger T 087 mit Streueinrichtung D 132 für das Inland nur noch untergeordnete Bedeutung haben.

Zweitens sollte untersucht werden, inwieweit sich der Landwirtschafts-LKW W 50 LAS (Sattelaufleger, Nutzlast 8 bis 10 t) nach Ausrüstung mit einem Streuaufsatz nicht nur als Transport-, sondern auch als Streufahrzeug eignet. Für den LKW W 50 LAK (Nutzlast 4 bis 5 t) ist diese Lösung weniger zweckmäßig, da sie verbietet, im Anhängerzug zu arbeiten, und damit den Vorteil großer Nutzlasten je Transporteinheit preisgibt.

3.2. Mit Abstand kleiner als das Gewicht des Mengenkoeffizienten  $k_3$ , doch noch größer als der Einfluß steigender Nutzlast und zunehmender Fahrgeschwindigkeit erweist sich der Einfluß der Beladeleistung auf die Wettbewerbsfähigkeit der zweistufigen Stallungsausbringung. Es ist deshalb von großer Bedeutung, daß neben dem unserer Rechnung unterstellten Lader T 172, der etwa 30 t/h in  $T_1$  Stallung umzuschlagen vermag, in zunehmendem Maße der vollhydraulische Mobilkran T 174-16 eingesetzt wird, dessen Beladeleistung etwa 50 t/h in  $T_1$  Stallung erreicht.

3.3. Für die gegenwärtige verfahrenstechnische Situation gilt etwa folgendes: Unterstellt man für den Stallungstreuere T 087  $\leftrightarrow$  4 t/TE Nutzlast und 12 km/h Fahrgeschwindigkeit, für den Landwirtschafts-LKW W 50 LAK mit 1 Kippanhänger dagegen 8 t/TE Nutzlast und 20 km/h und geht weiter davon aus, daß als Lader noch der T 172 mit einer Leistung von 30 t/h in  $T_1$  eingesetzt werden möge, beansprucht die zweistufig-nichtzeitversetzte Stallungsausbringung ( $k_3 = 1$ ) erst bei Feldentfernungen von mehr als 3,5 km und die zweistufig-zeitversetzte ( $k_3 = 1,25$ ) sogar erst bei Entfernungen von mehr als 5 km weniger Grundzeit als das einstufige Verfahren. Unter diesen Bedingungen kommt der Vorteil zweistufiger Ausbringung mithin erst bei vergleichsweise großen Entfernungen zur Geltung.

3.4. Schließlich darf man nicht vergessen, daß mit der Anlage einer Feldrandmiete auch zwei bislang unerwähnte Nachteile verbunden sind: Erstens führen Stapelung und Umschlag von Stallung auf unbefestigten Flächen bei ungünstigen Witterungs- und Bodenverhältnissen (durchnäßte, schweren Böden) zu erheblichen arbeitstechnischen Schwierigkeiten („Steckenbleiben“ von Lader und Traktor). Zweitens bringt der doppelte Umschlag eine zusätzliche Belüftung des Dinges und damit zusätzliche Rotteverluste mit sich.

Aus all diesen Überlegungen folgt, daß die zweistufige Stallungsausbringung im Hinblick auf die kooperative Feldwirtschaft und deren wachsende Feldentfernungen in der näheren Zukunft zwar größere Bedeutung erlangen wird, aber voraussichtlich nur auf Zeit, nämlich bis zur ausreichenden Bereitstellung 8 bis 10 t tragender, sowohl für

den Transport als auch für das Streuen des Stallungsgesegneter Transporteinheiten.

#### 4. Zusammenfassung

Fragt man, welche arbeitsökonomischen Vorteile gegebenenfalls von einer Zwischenlagerung des Stallungsgesegneter zu erwarten sind, so geht man zweckmäßig davon aus, dieses Verfahren als zweistufiges Transportmodell zu behandeln und mit der einstufigen, auf nochmaligen Umschlag verzichtenden Stallungsgesegneter zu vergleichen. Zu einer Arbeitszeiteinsparung führt der zweistufige Ablauf nur dann, wenn in der ersten Teilstufe Transportfahrzeuge (LKW) eingesetzt werden, die mehr fassen und schneller laufen als die bislang zur Verfügung stehenden Stallungsgestreuer, und dadurch ein Zeitgewinn erzielt wird, der größer ist als die mit dem doppelten Umschlag verbundenen Mehraufwendungen. Die Frage lautet darum, unter welchen Bedingungen, insbesondere bei welcher kritischen Entfernung, der Ausgleich zwischen Mehr- und Minderarbeit eintritt bzw. ein positiver Zeitsaldo entsteht.

In der gegenwärtigen verfahrenstechnischen Situation gilt, daß unter durchschnittlichen Verhältnissen je nach dem Umfang der im Zwischenlager eintretenden Rotteverluste erst bei Feldentfernungen von mehr als 3,5 bis 5 km die zweistufige Stallungsgesegneter der einstufigen arbeitswirtschaftlich überlegen ist.

Um die Wettbewerbsfähigkeit des zweistufigen Verfahrens zu verbessern, ist vor allem sicherzustellen, daß sich die Rotte aus transportökonomischen Gründen weitgehend auf dem ursprünglichen Dungstapelplatz, also noch vor dem Transport des Dungs zum Feldrand, vollzieht. Weiterhin ist wichtig, zum Beladen möglichst leistungsfähige Lader einzusetzen und Transporteinheiten zu verwenden, deren Geschwindigkeit und Nutzlast die der Stallungsgestreuer möglichst weit übertrifft.

Aus den vorgelegten Untersuchungsergebnissen läßt sich schlußfolgern, daß bis zur Bereitstellung 8 bis 10 t tragender, sowohl für den Transport als auch für das Streuen des Stallungsgesegneter geeigneter Transporteinheiten die zweistufige Stallungsgesegneter mit Landwirtschafts-LKW W 50 und Mehrzweckanhänger T 087 im Hinblick auf die tendenziell wachsenden Schlagentfernungen kooperativer Feldwirtschaft zeitweilig größere Bedeutung erlangen dürfte.

#### Literatur

- [1] LORENZ, H.: Untersuchungen über das Transportwesen in sozialistischen Großbetrieben. Fo.-Abschl.-Bericht 2155-57-L2-02/0 des Instituts für Arbeitsökonomik der Universität Halle 1963
- [2] MEUREL, 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
- [3] FÜRKEL, H. / H. DÜLLER: Ökonomische Überlegungen zur zentralgeleiteten Stallungsgestreuhilfsbrigade in Dahlen. Feldwirtschaft (1968) H. 2, S. 56 bis 58
- [4] Autorenkollektiv: Empfehlungen zum Stallbau; ausgearbeitet von der Ständigen Kommission für ländliches Bauwesen der DLR, Berlin 1961
- [5] EBERHARDT, M. / E. ZIMMERMANN: Methodische Hinweise und Richtwerte für die Kalkulation von Verfahrenskosten der Pflanzenproduktion. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin 1967
- [6] FLEISCHER, E.: Arbeitsökonomische Untersuchungen zur zweistufigen Stallungsgesegneter. Kühn-Archiv, Bd. 83 (1969) H. 2, im Druck
- [7] FLEISCHER, E.: Zur Bestimmung des Gewichts veränderlicher Einflußgrößen. Deutsche Agrartechnik 18 (1968) H. 12, S. 562
- [8] FLEISCHER, E.: Die Beurteilung des spezifischen arbeitswirtschaftlichen Gewichts variabler Arbeitsbedingungen mit Hilfe der partiellen Differentiation. Kühn-Archiv, Bd. 78, (1964) 2. Sonderheft, S. 1 bis 67, Akademie-Verlag, Berlin
- [9] FLEISCHER, E.: Untersuchungen zur Anwendung von Arbeitszeitfunktionen und ihrer partiellen Differentiale auf die vergleichende Analyse des Arbeitszeitbedarfs transportverbundener landwirtschaftlicher Arbeitsverfahren unter besonderer Berücksichtigung der vollmechanisierten Stallung- und Gülleausbringung. Diss. Halle 1968 A 7415

## Schnelltransporter Barkas B 1000 als Arbeits- und Wohnfahrzeug

### Neuentwicklung des Klubs Junger Techniker im VEB Barkas-Werke

Die umfangreiche Palette der wirtschaftlichen Schnelltransporter Barkas B 1000 wurde um eine weitere Variante ergänzt: das Arbeits- und Wohnfahrzeug.<sup>1</sup>

Ziel der Entwicklung war es, der Wirtschaft ein Fahrzeug zu übergeben, das für die vielfältigen Einsätze kleiner Kollektive mit speziellen Aufgaben Schnelligkeit und vor allem Unabhängigkeit garantiert.

Die Grundgedanken zu dieser Ausführung entstanden in einer Beratung zwischen dem Klub Junger Techniker und der Betriebssektion der KDT im VEB Barkas-Werke.

Das bewährte Kollektiv des Klubs Junger Techniker, das aus erfahrenen Facharbeitern und Ingenieuren besteht, erwarb sich durch eine jahrelange erfolgreiche Tätigkeit das Vertrauen des Betriebes, diese Aufgabe eigenverantwortlich zu lösen und das Ergebnis als Exponat auf der MMM 1968 auszustellen.

Die vorbereitenden Aufgaben, Aufbau des Fahrzeuges, Lackierung, Beschaffung von Material, wurden von Jugendkollektiven des Betriebes als zusätzliche Aufgabe im sozialistischen Wettbewerb vorbildlich gelöst. Die enge Verbindung des Klubs Junger Techniker mit der FDJ-Leitung und den

Jugendkollektiven war dazu eine wesentliche Voraussetzung.

Die konstruktive Lösung des Innenausbauens, des Dachzeltes und des Vorzeltes sowie die Gesamtkonzeption wurden vom Klub Junger Techniker erarbeitet und vor einem Kollektiv des Betriebes verteidigt. Die Fertigstellung erfolgte in enger sozialistischer Gemeinschaftsarbeit zwischen dem Klub Junger Techniker der Barkas-Werke, einem Jugendkollektiv der Firma Nagetusch und der PGH Großrückerswalde.

Dieses Exponat zeigt nicht nur, zu welchen Leistungen junge Menschen fähig sind, sondern es ist auch ein Teil der Jugendarbeit unseres Betriebes und demonstriert die praktische Verwirklichung der staatlichen Jugendpolitik.

### Beschreibung des Fahrzeuges

Die Basis für das Arbeits- und Wohnfahrzeug ist der serienmäßige B 1000-Bus mit 8 Sitzen. Durch Schnellspannverschlüsse und Schnellschraubverschlüsse ist es möglich, ohne jegliches Werkzeug das Fahrzeug innerhalb von 30 min umzurüsten. Die dritte Variante als Transporter ergibt sich durch Weglassen der Sitze oder der Wohnausrüstung. Damit wird eine hohe ökonomische Nutzung dieses Arbeitsmittels erreichbar.

<sup>1</sup> S. dazu Bild 1 bis 7 auf der 2. Umschlagseite