



Bild 7. Tankwagen HTS 100.27 beim Befüllen am Hochbehälter

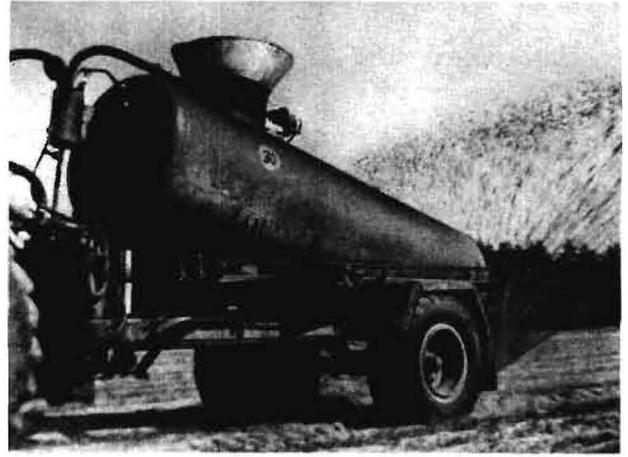


Bild 8. Tankwagen HTS 30.27 zum Transport der Hühnerexkreme umgebaut. Bei der Entleerung wird der Fahrzeugbehälter hydraulisch angekippt.

sich, daß sich der Behälter bei der Verteilung der Exkreme nicht restlos entleerte, da die dickbreiigen Exkreme nicht vollständig zur Ausflußöffnung fließen.

Diese Tankwagen wurden so umgebaut, daß sich der Behälter während der Entleerung hydraulisch ankippen läßt (Bild 8). Der Tankwagen HTS 100.27 mit 9,5 t Nutzmasse besitzt einen um 6° geneigten Plastbehälter. Dieses Fahrzeug zeigte den genannten Nachteil nicht und ist deshalb gut für den Hühnerexkremetransport geeignet. Bei den Tankwagen müssen die Prallverteiler auf die kleinste Austrittsöffnung eingestellt werden. Damit sind bei entsprechender Fahrgeschwindigkeit Verteilmengen von 10 bis 15 t/ha möglich.

Zusammenfassung

Das bisherige System des Exkremetransports in industriemäßigen Anlagen zur Eierproduktion war nicht befriedigend. Es wurden Untersuchungen zur Entwicklung eines durchgän-

gigen Verfahrens zum Sammeln, Lagern, Transportieren und Verteilen der Exkreme auf landwirtschaftlichen Nutzflächen durchgeführt. Das System hat sich in mehreren Produktionsbereichen zweier Großbetriebe bewährt. Zum Abpumpen der Exkreme aus den Stallkomplexen in den Lagerbehälter wurde eine spezielle Pumpe entwickelt. Den Exkremen wird automatisch Wasser zugesetzt, um eine gleichmäßige Konsistenz zu erreichen. Die so aufbereiteten Exkreme lassen sich durch Rohrleitungen pumpen, in Lagerbehältern ohne Sedimentation lagern und mit Saug-Druck-Tankwagen transportieren und verteilen. Zum Lagern werden Hochbehälter verwendet. Eine Zusatzeinrichtung an den bekannten Saug-Druck-Tankwagen gestattet deren Befüllung aus Hochbehältern.

Literatur

Peschel, E.: Technologie und Ökonomie der Flüssigaussbringung des in Hühnerintensivställen anfallenden Kots. Forschungsbericht, Hochschule für LPG Meißen, Institut für Landtechnik 1969 A 8810

Taktzeit, Austaktung und Abtaktverluste transportverbundener Fließarbeitsverfahren

1. Gegenstand und Aufgabenstellung

Transportverbundene Fließarbeitsverfahren der Pflanzenproduktion zeichnen sich nicht nur durch die enge Verknüpfung und die im Lauf einer Schicht periodisch wiederkehrende Aufeinanderfolge der Teilarbeiten und Arbeitsgänge Beladen, Fahren und Entladen aus, sondern sie sind darüber hinaus gekennzeichnet durch ihre arbeitsteilige Durchführung und durch den hieraus folgenden Abstimmungszwang der einzelnen Teilarbeiten.

Das wesentliche Merkmal der Fließarbeit sehen wir darin, den Arbeitsprozeß in Arbeitsabschnitte von der Dauer einer Taktzeit (oder eines Mehrfachen davon) zu zerlegen und diese einzelnen Arbeitsabschnitte arbeitsteilig zu realisieren. Die Art der vorherrschenden Bearbeitungsvorgänge betrachten wir demgegenüber als ein zweitrangiges Merkmal, das sich bei industrieller Fließarbeit neben Ortsveränderungen vor allem in Form- und Strukturänderungen, bei transportverbundenen landwirtschaftlichen Fließarbeitsverfahren dagegen vor allem in Ortsänderungen äußert. Es ist uns hierbei klar, daß technische und funktionelle Störungen Fließarbeitsabläufe der Pflanzenproduktion in der Regel so stark

Dr. E. Fleischer

überlagern, daß die Analyse ihrer Organisationsgrundsätze erst auf relativ hohem Abstraktionsniveau möglich und sinnvoll ist.

Generelle Charakteristika transportverbundener Fließarbeitsverfahren sind (neben der Anzahl abstimmungsbedürftiger Glieder der Transportkette)

- die Taktzeit (oder Periode) T_P und
- die Umlaufzeit T_U .

Aus dem Verhältnis beider Größen lassen sich ableiten

- die einem vorgegebenen Komplex von Schlüsselmaschinen unter gegebenen Bedingungen zuzuordnende Anzahl n an Transporteinheiten TE . Die TE -Anzahl berechnet sich nach der allgemeinen Formel

$$n = T_U / T_P \lceil^1 \quad (1)$$

* Zentrale Prüfstelle für Landtechnik Potsdam-Bornim (Direktor: Dr. habil. R. Gätke)

¹ \lceil bedeutet Aufrundung des Quotienten auf die nächste ganze Zahl, d. h. volle Ausnutzung der Schlüsselmaschinen und Konzentration der Abtaktverluste auf die Transporteinheiten

Tafel 1. Matrix zur Einordnung und Charakterisierung transportverbundener Fließarbeitsverfahren anhand der analytischen Ausdrücke ihrer Taktzeit (Periode) T_P und Umlaufzeit T_U

Taktzeit (Periode) T_P Umlaufzeit T_U	Grundform	Technologische Modifikationen	
	$T_P = \frac{N}{l \cdot m}$	I. Übergabe des gebunkerten Ernteguts im Stand an Transportfahrzeuge $T_P = \frac{N}{l \cdot m} \left(1 + \frac{T_U \cdot l}{B}\right)$	II. Fraktionierung des Ernteguts m. lfd. Übergabe des Hauptstroms und Bunkerung des Nebenstroms $T_{Ph} = \frac{N_h}{l_h \cdot m} \left(1 + \frac{T_U \cdot l_h}{B}\right)$ $T_{Pn} = \frac{N_n}{l_n \cdot m} \left(1 + \frac{T_U \cdot l_n}{B}\right)$
	1	2	3
1 Grundform: Parallelverfahren $T_U = \frac{N}{l} + T_T$	Selbstfahr. Feldhäcksler E 280 Rübenköpflader E 732 Rübenrodelader E 765 Verladeroder E 660	—	—
2 Technologische Modifikation I: Anhängeverfahren $T_U \text{ Trakt.} = T_T$ $T_U \text{ Anh.} = \frac{N}{l} + T_T$	Feldhäcksler E 066/67 Hochdruckhallenpresse K 442 mit Ballenwerfer 490	—	—
3 Technologische Modifikation II: — Bunkerung des Ernteguts und damit verbunden wobei $T_U \text{ Feld} = \frac{N \cdot T_U}{B}$ — fiktive Trennung der Umlaufzeit in $T_U \text{ Fahrt} = T_T$ $T_U \text{ Feld} + T_U \text{ Fahrt} = T_U \text{ insges.}$	Mährescher E 512 bei Übergabe des gebunkerten Ernteguts während des Drusches	Mährescher E 512 beim Abbunkern im Stand Mährescher E 175	—
4 Technologische Modifikation III: — Fraktionierung des Ernteguts — Bunkerung des Nebenstroms — fikt. Trennung der Nebenstrom-Umlaufzeit T_U in $T_U \text{ Fahrt} + T_U \text{ Feld} = T_U \text{ insges.}$	Hauptstrom: $T_U h = \frac{N_h}{l_h} + \frac{N_h \cdot T_U}{B} \cdot \frac{l_n}{l_h} + T_T$ Nebenstrom: $T_U n = \frac{N_n \cdot T_U}{B} + T_T$ wobei $T_U \text{ Feld} = \frac{N_n \cdot T_U}{B}$ $T_U \text{ Fahrt} = T_T$	—	Sammelroder E 665 mit Fraktionierung des Ernteguts und Bunkerung des Nebenstroms

Hierin bedeuten:

- N Nutzmasse der Transporteinheiten in t
- l Durchsatzleistung der Erntemaschinen (Schlüsselmaschinen) in t/h T_{05}
- m Anzahl gemeinsam eingesetzter Schlüsselmaschinen
- T_U Zeit für die Übergabe einer Bunkerfüllung in h T_{05}/Bunker
- B Nutzmasse der Bunker in t

- T_T Zeit für Lastfahrt, Entladung, Leerfahrt und evtl. Wagenwechsel in h T_{05}
- h als Index, dem Hauptstrom fraktionierender Erntemaschinen zugeordnet
- n als Index, dem Nebenstrom fraktionierender Erntemaschinen zugeordnet

— die mittleren Abtaktverluste (T_{44} -Zuschläge z zur T_{44} -frei kalkulierten Umlaufzeit der TE) der Transporteinheiten, die sich nach der Formel

$$z = \frac{k \cdot T_P}{T_U} \cdot 100^2 \quad (2)$$

berechnen lassen /1/.

Die technologischen Auswirkungen der Unteilbarkeit der Produktivkrafteinheiten auf die Ausstattung transportverbundener Fließarbeitsverfahren äußern sich also in zwei für die Arbeitsdisposition, die Leistungsnormung als auch die Bestimmung von Mindestkomplexgrößen³ gleichermaßen wichtigen Erscheinungsformen:

— in der Anzahl notwendiger TE und dem hierbei unvermeidlichen Rundungsfehler

— im Umfang der normativen T_{44} -Zuschläge und den hieraus folgenden technologischen Gesetzmäßigkeiten über die zweckmäßige Auslegung von Transportketten /2/.

Ziel und Aufgaben des vorliegenden Beitrages lassen sich in folgenden drei Punkten zusammenfassen:

— Es soll möglichst vollständig und detailliert über die analytischen Ausdrücke der Takt- und Umlaufzeit einzelner vollmechanisierter Ernteverfahren informiert werden.

— Die speziellen analytischen Ausdrücke der Takt- und Umlaufzeit sind für ein neues, an den entscheidenden Parametern transportverbundener Fließarbeitsverfahren orientiertes Ordnungsschema nutzbar zu machen.

Ziel ist dabei die Vervollständigung der bislang lückenhaften Grundlagen

a) einer breiten, sich über alle Typen transportverbundener Fließarbeitsverfahren hinweg erstreckenden Rechenvorschrift zur Ermittlung der Anzahl n notwendiger Transporteinheiten gemäß Beziehung (1) sowie

b) der Berechnung und Katalogisierung der Abtaktverluste z dieser Verfahren gemäß Beziehung (2).

² Faktor k ist von bestimmten Typisierungsmerkmalen transportverbundener Fließarbeitsverfahren abhängig (vergl. Tafel 2!)

³ Die mittleren (normativen) T_{44} -Zuschläge sind u. a. abhängig von der Anzahl gemeinsam eingesetzter Schlüsselmaschinen. Durch Vorgabe bestimmter Obergrenzen zulässiger Abtaktverluste lassen sich aus Beziehung (2) technologisch begründete Schlußfolgerungen über anzustrebende Mindestkomplexgrößen ziehen /1/

-- Anhand der speziellen analytischen Ausdrücke der Takt- und Umlaufzeiten sind einige verfahrens- und maschinen-spezifische Austaktungsschwerpunkte der einzelnen Typen transportverbundener Fließarbeitsverfahren herauszuarbeiten.

2. Analytische Ausdrücke zur Bestimmung der Taktzeit und der Umlaufzeit

Tafel 1 zeigt ein Ordnungsschema zur Einordnung und Charakterisierung transportverbundener Fließarbeitsverfahren. Das Schema basiert auf den spezifischen analytischen Ausdrücken der Taktzeit (Periode) T_P und der Umlaufzeit T_U und ist so angelegt, daß stellvertretend für die betreffenden Verfahrenslinien jeweils die Erntemaschinen genannt werden, auf deren Leistungsfähigkeit die Transportkette abgestimmt werden soll.

2.1. Taktzeit

Die Taktzeit T_P begegnet uns neben der bekannten Grundform (Tafel 1, Spalte 1) noch in zwei anderen Varianten (Tafel 1, Sp. 2 und 3).

Für alle drei Formen gilt übereinstimmend folgende allgemeine Definition:

„Die Taktzeit T_P ist gleich dem Mittelwert jenes Zeitintervalls, in dem jeweils zwei aufeinanderfolgende Transporteinheiten den Komplex der beladenden Einheiten verlassen bzw. am Komplex der entladenden Einheiten eintreffen.“

2.1.1. Die Grundform der Taktzeit

Die Grundform der Taktzeit gilt — wie Tafel 1 zeigt — für die Mehrzahl der in unseren LPG, VEG und ihren Einrichtungen der kooperativen Pflanzenproduktion anzutreffenden neueren Erntemaschinentypen.

2.1.2. I. Modifikation der Taktzeit

Eine erste Modifikation der Taktzeit T_P (Tafel 1, Sp. 2) beobachten wir bei bunkernden Erntemaschinen, die aufgrund ihrer konstruktiven Auslegung, der Beschaffenheit des Ernteguts oder aus anderen Gründen das Erntegut im Stand übergeben müssen.

Die Abbunkerung im Stand führt also zu einer gewissen Verlängerung der Periode T_P .

Je kürzer hierbei die Übergabezeit $N/B \cdot T_U$ — gemessen an der Ausbringungszeit $T_A = N/l$ — gehalten werden kann, umso weniger wirkt sich Abbunkern im Stand leistungsmindernd auf die effektive Durchsatzleistung der Erntemaschinen aus und umso weniger wird zugleich die Taktzeit T_P gedehnt.

2.1.3. II. Modifikation der Taktzeit

Eine zweite Modifikation der Taktzeit T_P sehen wir bei jenen Erntemaschinen, die das Erntegut fraktionieren, also in einen Haupt- und einen Nebenstrom aufspalten, wobei der Hauptstrom laufend an nebenherfahrende Transporteinheiten übergeben, der Nebenstrom dagegen zeitweilig in Bunkern gesammelt und in gewissen Abständen im Stand abgebunkert werde. Dieser Fall ist beim Kartoffelsammelroder E 665 und bei technologisch ähnlich ausgelegten Varianten gegeben. Der Fraktionierung entsprechend gilt hierfür:

$$l_{\text{insg.}} = l_h + l_n$$

Dabei bedeuten:

$l_{\text{insg.}}$ Gesamtdurchsatz in t/h
 l_h Hauptstromdurchsatz in t/h
 l_n Nebenstromdurchsatz in t/h

Alsdann sind für beide Teilströme gesondert die Taktzeiten T_{Ph} und T_{Pn} zu berechnen (Tafel 1, Sp. 3).

Sowohl Haupt- als auch Nebenstromtaktzeit sind wiederum um einen gewissen Betrag gegenüber der Grundform gedehnt.

2.2. Umlaufzeit

Wie bei der Taktzeit T_P , so sind auch bei der Umlaufzeit T_U neben einer bestimmten Grundform verschiedene technologische Modifikationen zu beobachten. Die Unterschiede zwischen der Grundform und ihren Modifikationen beziehen sich ausnahmslos auf den ersten Zeitabschnitt der Umlaufzeit, die Zeit des Beladens. In Tafel 1 haben wir deshalb auf eine nähere Spezifikation der übrigen Teilzeiten für Fahren, Entladen (und Wagenwechsel) verzichtet und sie zusammengefaßt mit dem Symbol T_T bezeichnet.

2.2.1. Grundform der Umlaufzeit

Die Grundform der Umlaufzeit T_U (Tafel 1, Zeile 1) gilt für alle nicht bunkernden Erntemaschinen, bei denen das Beladen der Fahrzeuge im sogenannten Parallelverfahren erfolgt. Dieses Verfahren ist typisch für nicht bunkernde Erntemaschinen mit vergleichsweise hohem Durchsatz. Zum Beispiel ist beim selbstfahrenden Feldhäcksler E 280 aufgrund der kurzen Beladezeit die Übergabe des Ernteguts auf ein nebenherfahrendes Transportfahrzeug günstiger als die mit erheblichen Hilfszeiten verbundene Übergabe an nachlaufende Anhänger.

2.2.2. I. Modifikation der Umlaufzeit

Einer ersten Modifikation der Umlaufzeit T_U begegnen wir beim sogenannten Anhängerverfahren, dem technologischen Gegenstück des Parallelverfahrens. Hierbei differenzieren wir zwischen der Umlaufzeit der Transporttraktoren $T_{n\text{Trakt.}}$ und der Anhänger $T_{n\text{Anh.}}$ (Tafel 1, Zeile 2).

Praktisch wirkt sich dieses Verfahren gemäß Beziehung (1) in einer Einsparung an Transporttraktoren aus. Gegenüber dem Parallelverfahren werden jeweils sovieler Traktoren weniger benötigt, wie Erntemaschinen im Einsatz sind.

2.2.3. II. Modifikation der Umlaufzeit

Eine zweite Modifikation der Umlaufzeit T_U ist bei bunkernden Erntemaschinen (ohne Fraktionierung des Ernteguts), z. B. bei den Mähdrechern E 512 und E 175, zu beobachten, sie ist in Tafel 1, Zeile 3 dargestellt.

Die Beladezeit T_B einer Transporteinheit entspricht in diesem Fall der Zeit, die für die Übergabe von $n = N/B$ Bunkerfüllungen notwendig ist. Beim Mähdrecher E 512 beträgt sie etwa 20 bis 25 Prozent der Ausbringungszeit T_A , d. h. eine Transporteinheit reicht aus, um das Erntegut einer Staffel von vier bis fünf gemeinsam eingesetzten Mähdrechern zu übernehmen.

Um zu gewährleisten, daß für die Übernahme des abzubunkernden Ernteguts stets ausreichend Transportraum zur Verfügung steht, macht sich bei dieser Modifikation eine Trennung des Fuhrparks in „Feld-TE“ und „Fahrt-TE“ notwendig $3/4/5/$. Bei der Bestimmung des TE-Bedarfs ist eine Untergliederung der Umlaufzeit T_U in die Teilzyklen T_{UFeld} und T_{UFahrt} (Tafel 1, Zeile 3) vorzunehmen.

Dadurch wird bei der Ermittlung des Transporteinheitenbedarfs für Fließarbeitsverfahren sicherheitshalber ein zweiter Rundungspuffer eingebaut, der im Durchschnitt aller Fälle 0,4 bis 0,5 TE beträgt $1/6/$.

2.2.4. III. Modifikation der Umlaufzeit

Eine dritte Modifikation der Umlaufzeit T_U ist bei fraktionierenden Erntemaschinen mit laufender Übergabe des Hauptstroms und Bunkerung des Nebenstroms zu beachten, also z. B. beim Kartoffelsammelroder E 665. In diesen Fällen gelten für die Umlaufzeit T_{Uh} der Transporteinheiten des Hauptstromes und für die Umlaufzeit T_{Un} der Transporteinheiten des Nebenstromes die in Tafel 1, Zeile 4 genannten Beziehungen.

Für die Bestimmung des Bedarfs an Nebenstrom-TE ist die Umlaufzeit T_{Un} analog zu den Beziehungen für $T_{n\text{Feld}}$ und $T_{n\text{Fahrt}}$ in Tafel 1, Zeile 3 wieder in die Teilzyklen Beladen ($N_n \cdot T_{UB}$) und Transportieren (T_T) zu untergliedern.

Tafel 2. Der Verlustzeitzuschlag z zur T_{44} -freien Umlaufzeit T_U in $h T_{05}$

— als Funktion der Taktzeit T_P und der Umlaufzeit T_U :

$$z = \frac{k \cdot T_P}{T_U} \cdot 100 \text{ †}$$

— als Funktion der Anzahl n eingesetzter Transporteinheiten /6/

$$z = \frac{k}{n - a} \cdot 100$$

Konkrete numerische Werte der Konstanten k und a (s. a./1/)

Verfahrenstyp	Arbeitsdispositorische Zielstellung	Werte für	
		k	a
A. keine Bunkerung des Ernteguts, TE nicht fiktiv in zwei Funktionsgruppen getrennt (Beispiel: Mähhäckseln)	I Volle Ausnutzung des Zeitfonds der Schlüsselmaschinen	0,5	0,5
	II Minimierung der T_{44} -Kosten	0,5	0,4
B. Bunkerung des Ernteguts, TE fiktiv in Funktionsgruppen getrennt (Beispiel: Mähdrusch)	I Volle Ausnutzung des Zeitfonds der Schlüsselmaschinen	1,0	1,0
	II Minimierung der T_{44} -Kosten	1,0	0,8

† T_P Taktzeit des Fließarbeitsverfahrens in $h T_{05}$

T_U Umlaufzeit der Transporteinheiten in $h T_{05}$

k technologischer Faktor, der die mit der Bunkerung einhergehende fiktive Unterteilung der Umlaufzeit in die Teilzyklen Beladen und Fahren/Entladen berücksichtigt

a mittlerer Rundungsbetrag für die auf die nächste ganze Zahl aufzurundende n -te Transporteinheit TE

Tafel 3. Ausrüstung transportverbundener Fließarbeitsverfahren

— mit Hilfe der gemischt-ganzzahligen linearen Optimierung (Komplexoptimierung) /4/

— mit Hilfe der rechnerischen Methode

Beispiel: Mähdrusch mit MD E 512 (Wi.-Gerste 35 dt/ha /7, Var. 1/1...10/)

Technologische wesentliche Merkmale: Bunkerung und damit verbunden fiktive Trennung der Transporteinheiten TE in TE_{Feld} und TE_{Fahrt}

Unterstellte Eingangsdaten: Durchsatzleistung $l = 4,7$ t/h T_{05} ; Übergabezeit $T_U = 0,07$ h T_{05} je Bunkerfüllung, Nutzmasse der MD-Bunker

$B = 1,3$ t; Nutzmasse der Transporteinheiten $N = 8,4$ t; Komplexgröße $m = 3$ bis 10 MD; Fahr- und Entladezeit $T_T = 0,88$ h T_{05} je Umlauf;

W 50 LAZ + HK 5 als TE

Anzahl m gemeinsam eingesetzter MD E 512	Anzahl n notwendiger Transporteinheiten				Verfahrenskosten M/ha	Rechnerische Methode		TE insg.	Verfahrenskosten M/ha
	Komplexoptimierung		TE insg.	$TE_{Feld} = \frac{T_U \cdot Feld}{T_P} \nearrow$		$TE_{Fahrt} = \frac{T_U \cdot Fahrt}{T_P} \nearrow$			
	TE_{Feld}	TE_{Fahrt}							
					$= N \cdot \frac{T_U}{B} : l \cdot m \nearrow$	$= \frac{T_T}{T_P} \nearrow$			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
3	1	2	3	87,80	0,76 $\nearrow = 1$	1,48 $\nearrow = 2$	3	87,80	
4	1	2	3	86,40	1,01 $\nearrow = 2$	1,98 $\nearrow = 2$	4	91,10	
5	2	3	5	87,50	1,27 $\nearrow = 2$	2,47 $\nearrow = 3$	5	87,50	
5	2	3	5	86,00	1,53 $\nearrow = 2$	2,96 $\nearrow = 3$	5	86,00	
7	2	4	6	86,50	1,78 $\nearrow = 2$	3,46 $\nearrow = 4$	6	86,50	
8	2	4	6	85,80	2,03 $\nearrow = 3$	3,95 $\nearrow = 4$	7	89,80	
9	3	5	8	86,60	2,29 $\nearrow = 3$	4,44 $\nearrow = 5$	8	86,60	
10	3	5	8	85,40	2,54 $\nearrow = 3$	4,94 $\nearrow = 5$	8	85,40	

3. Notwendige Fahrzeuganzahl und Abtaktverluste

Mit den in Tafel 1 systematisch zusammengestellten verfahrensspezifischen Formeln für die Bestimmung der Taktzeit T_P und der Umlaufzeit T_U ist es möglich, für alle in unserer Landwirtschaft derzeit anzutreffenden neueren, nach den Grundsätzen industrieller Fließarbeit organisierten transportverbundenen Ernteverfahren lückenlos zu berechnen

— die notwendige Fahrzeuganzahl nach der allgemeinen Beziehung (1) und

— die im speziellen Fall durchschnittlich hinzunehmenden Abtaktverluste gemäß Beziehung (2).

Hierin liegt die praktische Bedeutung dieses systematisierten Formelwerks. Im einzelnen ist zu den genannten Anwendungsgebieten folgendes anzumerken:

3.1. Ermittlung und Analyse der notwendigen Fahrzeuganzahl

Zur Berechnung der erforderlichen Fahrzeuganzahl, die für einen reibungslosen Fließarbeitsablauf benötigt wird, bestehen im wesentlichen zwei Möglichkeiten

— die rechnerische, an dem durch Beziehung (1) ausgedrückten Abstimmungsprinzip orientierte Methode,

— die von Kasten /3/ /4/ /5/ entwickelte Methode der Komplexoptimierung.

Beide Methoden unterscheiden sich vor allem durch die Zielstellung der Arbeitsdispositionen. Sie ist auf die volle Ausnutzung des Zeitfonds der Schlüsselmaschinen (rechnerische

Methode, sofern der Quotient $T_U : T_P$ generell aufgerundet wird!⁴) oder auf die Minderung der T_{44} -Kosten gerichtet.

Mit diesen Unterschieden im Ansatz ergeben sich auch gewisse feinere Unterschiede im Ergebnis. So wurde z. B. in 220 optimierten Varianten zur Kartoffelernte mit dem Sammelroder E 665 ein mittlerer T_{44} -Zuschlag von etwa 4 Prozent zur verlustzeitfrei berechneten Umlaufzeit der Transporteinheiten festgestellt, während im Mittel etwa 8 Prozent T_{44} -Zuschläge hinzuzunehmen wären, wenn die gleichen 220 Varianten auf herkömmliche Weise abgestimmt würden.

Weniger gravierend sind die Unterschiede beim Mähdrusch, wo sich je nach dem methodischen Ansatz die mittleren Abtaktverluste etwa wie 4 : 5 verhalten /6/ /7/ (Tafel 2 und 3). Hingewiesen sei in Tafel 3 besonders auf jene Erntemaschinenkomplexe, für die sich je nach der gewählten Methode voneinander abweichende TE-Zuordnungen ergeben. Beispielsweise werden unter den in Tafel 3 genannten Bedingungen für vier gemeinsam eingesetzte Mähdruscher E 512 nach der rechnerischen Methode vier, bei Anwendung der Komplexoptimierung dagegen nur drei Transporteinheiten gefordert. Es ist also zuweilen finanziell günstiger, bei den Schlüsselmaschinen gewisse Wartezeiten zuzulassen, als eine weitere nur ungenügend ausgenützte Transporteinheit in die Transportkette aufzunehmen, vergl. Tafel 3, Z. 4, Sp. 5 und 9!

⁴ Der von Krüpper /8/ empfohlene Rundungsvorschlag weicht von dieser Regel ab und nähert sich — indem er zuweilen auch bei den Schlüsselmaschinen der Transportkette gewisse Abtaktverluste zuläßt — in seinem Effekt bereits bestimmten Vorteilen der Komplexoptimierung

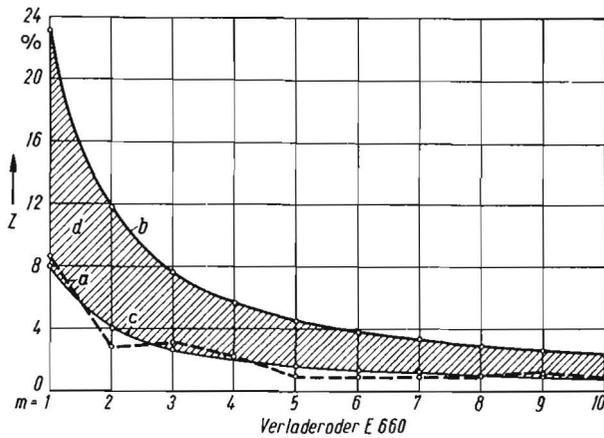


Bild 1. Verlustzeitzuschlag z zur T_{44} -freien Umlaufzeit T_U der Transporteinheiten bei der Kartoffelernte in Abhängigkeit von der Anzahl im Komplex eingesetzter Verladeder E 660;

a statistisch ermittelt aus $n = 240$ optimierten Verladeder-varianten; $\bar{z} = 2,25$ Prozent,

b errechnet mit Hilfe des analytischen Ausdrucks

$$z = 0,5 \frac{\text{Periode } T_P}{\text{Umlaufzeit } T_U}, \quad \bar{z} = 6,73 \text{ Prozent,}$$

c errechnet mit Hilfe des reduzierten analytischen Ausdrucks

$$z = 0,35 \cdot 0,5 \frac{\text{Periode } T_P}{\text{Umlaufzeit } T_U},$$

d T_{44} -Senkung durch Verfahrensoptimierung anstelle einer Abstimmung nach dem klassischen Ansatz

3.2. Ermittlung und Analyse der Abtaktverluste

Infolge der Ganzzahligkeit der eingesetzten Produktivkräfte sind transportverbundene Fließarbeitsverfahren nach Beziehung (2) stets von Abtaktverlusten und den dadurch verursachten Verlustzeitkosten begleitet.

Neben anderen Faktoren übt vor allem die Anzahl m gemeinsam eingesetzter Schlüsselmaschinen einen ganz entscheidenden Einfluß auf den unter konkreten Bedingungen erreichbaren Austaktungserfolg aus. Im einzelnen kann man aus von Kasten, Fleischer, Brückner und Weber durchgeführten Untersuchungen folgendes erkennen:

- Die Abtaktverluste und damit die T_{44} -Kosten transportverbundener Fließarbeitsprozesse verringern sich degressiv mit zunehmender Komplexgröße. Die Maschinenkomplexe sind daher einerseits so groß zu wählen, daß sich die Verfahrenskosten nicht mehr im Bereich des „Steilabfalls“ der Degressionskurve bewegen, andererseits führt von einem gewissen Konzentrationsgrad an eine weitere Aufstockung der Erntemaschinenkomplexe zu keiner weiteren wesentlichen Verbesserung der Austaktung (s. z. B. Bild 1).
- Es gibt keine einheitliche, für alle Erntemaschinen und Arbeitsverfahren gleichermaßen zu fordernde Mindestkomplexgröße, vielmehr bestehen z. T. recht erhebliche maschinenspezifische Unterschiede. Während beispielsweise mindestens 4 bis 5 Kartoffelsammelroder R 665 im Komplex eingesetzt werden sollten, lassen sich beim selbstfahrenden Feldhäcksler E 280 bereits mit 1 bis 2 Maschinen sehr gut ausgetaktete Fließarbeitsabläufe erzielen.

Als weitere, den Austaktungserfolg transportverbundener Fließarbeitsverfahren beeinflussende Faktoren sind neben der Komplexgröße m die Durchsatzleistung l der Erntemaschinen, die Nutzmasse N der Transportfahrzeuge und die Fahr- und Entladezeit T_T , zu nennen. Auch bei diesen Faktoren handelt es sich um generelle, für alle Typen transportverbundener Fließarbeitsverfahren geltende Einflußgrößen. Die Richtung ihres Wirkens hat folgende Tendenz:

Wachsende Durchsatzleistung l und wachsende Fahr- und Entladezeit T_T führen zu abnehmenden Verlustzeitzuschlägen, wachsende Nutzmasse N der Transporteinheiten dagegen zu zunehmenden Verlustzeitzuschlägen.

Praktisch bedeutsam ist vor allem die Durchsatzleistung l . In bezug auf den Austaktungserfolg verhält sie sich komplexer zur Komplexgröße m und hat bei der Mehrzahl der Verfahrenslinien auch das gleiche Gewicht wie diese. Je niedriger die Durchsatzleistung der einzelnen Erntemaschinen liegt, umso größer muß die Anzahl gemeinsam eingesetzter Erntemaschinen sein, wenn die mittleren Abtaktverluste ein vorgegebenes Limit nicht überschreiten sollen.

Bestimmte verfahrens- und maschinenspezifische Austaktungsschwerpunkte sind schließlich bei den Mähdreschern sowie den Kartoffelsammelrodern zu beachten. Eine wesentliche Rolle spielt hier neben dem Fassungsvermögen B der Bunker die Übergabezeit T_U , bei den Sammelrodern ferner das Verhältnis von Hauptstrom zu Nebenstrom. Grundsätzlich ist beim Abbunkern auf eine möglichst hohe Übergabeleistung $l_{\bar{u}} = B/T_U$ zu orientieren, die — soweit das konstruktiv möglich und technologisch sinnvoll ist — ohne Unterbrechung der Grundzeit (z. B. MD E 512!) realisiert werden sollte. Die damit einhergehende Zunahme des Verlustzeitzuschlags z ist geringfügig und wird von den mit dieser Orientierung verbundenen Arbeitszeiteinsparungen mehr als aufgewogen. Für die Austaktung des Fließarbeitsprozesses Kartoffelernte mit dem fraktionierenden Sammelroder E 665 ist darüber hinaus anzustreben, daß zwischen Durchsatzleistung des Hauptstroms l_h und Durchsatzleistung des Nebenstroms l_n ein möglichst weites Verhältnis besteht. Es muß also danach getrachtet werden, den Anteil der auszusondernden Untergrößenfraktion möglichst klein zu halten.

4. Zusammenfassung

Um den Erfolg der Austaktung transportverbundener landwirtschaftlicher Fließarbeitsverfahren quantitativ erfassen und analysieren zu können, werden die allgemeinen analytischen Ausdrücke der Takt- und Umlaufzeit für verschiedene typische Verfahrenslinien spezifiziert. Zugleich vermittelt der Beitrag ein neuartiges, an diesen Parametern orientiertes Ordnungsschema transportverbundener Fließarbeitsverfahren.

Das Formelwerk ist soweit detailliert, daß erstmals lückenlos für alle derzeit wichtigen transportverbundenen Ernteverfahren der spezifische Einfluß dieser Größen auf den Verlustzeitzuschlag z zur T_{44} -frei kalkulierten Umlaufzeit sowie auf den Transporteinheitsbedarf d sichtbar wird.

Literatur

- 1/1 Fleischer, E.: Zur Ableitung von Mindestkomplexgrößen aus einem oberen Limit normativer Abtaktverluste, Internationale Zeitschrift der Landwirtschaft, Moskau, Berlin (im Druck)
- 1/2 Fleischer, E.: Zu einigen technologischen Gesetzmäßigkeiten transportverbundener Fließarbeitsverfahren und ihrer Nutzung für die Praxis (Teil I u. II). Deutsche Agrartechnik 21 (1971) H. 11, S. 501 bis 504, und H. 12, S. 567–570
- 1/3 Kasten, A.: Optimierte Komplexgrößen für den Einsatz der Maschinen bei kooperativer Pflanzenproduktion. Deutsche Agrartechnik 19 (1969) H. 11, S. 539–543
- 1/4 Kasten, A.: Optimale Maschinensysteme und Transportketten für die Pflanzenproduktion. Internationale Zeitschrift der Landwirtschaft Moskau/Berlin (1972) H. 1, S. 90–99
- 1/5 Kasten, A.: Ökonomisch-mathematische Modelle zur Berechnung optimaler Mähdrescherkomplexe und ihre Anwendung in der Praxis. Deutsche Agrartechnik 22 (1972) H. 5, S. 114–116
- 1/6 Fleischer, E.: Statistische Verifizierung eines analytischen Ausdrucks zur Bestimmung der technologischen Verlustzeiten T_{44} . Deutsche Agrartechnik 22 (1972) H. 5, S. 202–206
- 1/7 Kasten, A. / E. Fleischer u. a.: Optimale Mähdrescherkomplexe — Ein Beitrag zur Optimierung transportverbundener Fließarbeitsverfahren bei Kooperation in der Pflanzenproduktion. Halle (Saale) u. Quedlinburg, 1970
- 1/8 Krüpper, H.: Vorschläge zur Weiterentwicklung der Arbeitsnorm in der Pflanzenproduktion unter den Bedingungen der wissenschaftlich-technischen Revolution. Fo.-Bericht des Inst. Gundorf, 1970