

Steigerung der Anforderungen an die Transportmittelbereitstellung durch die sozialistischen Landwirtschaftsbetriebe zur Folge hat.

Diese Ansprüche an das Transportmittelvolumen der Betriebe werden, unabhängig von der Leistung der Strohbergungsmaschine auf dem Feld, um so größer, je kürzer die agrotechnischen Zeitspannen zur Bewältigung der Heu- und Strohbergung sind.

Unter diesen Gesichtspunkten fordert Häckselgut (mit relativ geringen Raumdichten auf dem Anhänger) neben einem höheren Transportaufwand einen zahlenmäßig wesentlich größeren Transportmitteleinsatz in der Zeiteinheit als kompaktiertes Erntegut in Form von Hochdruckballen.

Schlußfolgerungen

Ausgehend von den dargestellten theoretischen Betrachtungen und den aus den Untersuchungen in der Praxis gewonnenen Erkenntnissen und Erfahrungen lassen sich Schlußfolgerungen zur weiteren Senkung des Aufwands und der Kosten beim Leichtguttransport ziehen:

1. Die wirksamste Senkung des Aufwands der lebendigen und vergegenständlichten Arbeit ist über hohe Lademassen je Anhänger zu erzielen. Diese sind am ehesten über hohe Ballendichten, kürzeste Häcksellängen, entsprechende Gestaltung der Anhängeraufbauten und deren bestmögliche Ausladung zu realisieren.
2. Mit der Hochdruckpresse K 442 sind bei trockenem Erntegut Ballendichten von 130 kg/m^3 und solche von mindestens 180 kg/m^3 bei Halbheu anzustreben, womit Raumdichten auf dem Anhänger von 80 bis 90 kg/m^3 bei trockenem Erntegut bzw. solche von 115 kg/m^3 bei Halbheu erzielt werden. Damit können bereits mit einem Anhänger von 31 m^3 Fassungsvermögen $2,7 \text{ t}$ lagerfähiges Erntegut bzw. $3,5 \text{ t}$ Halbheu transportiert werden.
3. Künftig sollten mit Hochdruckpressen Ballendichten von etwa 200 kg/m^3 bei lagerfähigem Erntegut erreicht werden, um bereits bei regelloser Beladung von Anhängern mit etwa 38 bis 40 m^3 Fassungsvermögen etwa 5 t Leichtgut je Fuhr transportieren zu können.
4. Eine seitliche Beladung der Fahrzeuge mit Hochdruckballen löst sicher eine um etwa 8 bis 10% bessere Ausladung des verfügbaren Volumens zu. Die hieraus resultierenden Vorteile bezüglich der Aufwandsverminderung werden allerdings durch zu lange Füllzeiten des Anhängers bei Lademassen von etwa 5 t und damit durch die zusätzlichen Betriebskosten des 2. Traktors mindestens egalisiert, so daß eine solche Variante des Preßguttransports sicher erst ab Ladeleistungen von etwa 15 t/h ökonomisch vertretbar wird.
5. Leichtgutanhängeraufbauten sollten künftig unbedingt mit automatischer Bordwandöffnung ausgerüstet sein, die über Kopf zurückschwenkt. Damit wird in Verbindung mit Vorrats- und Dosierförde-

ren der Transportmittelumlauf wesentlich beschleunigt und die Anhängerstillschlagszeit am Einlagerungsort unter 4 min gesenkt.

6. Beim Leichtguthäckseltransport sollten Häcksellängen von unter 30 bis 40 mm angestrebt werden, um in Verbindung mit der seitlichen Beladung bei Einsatz von Anhängern mit 40 m^3 Volumen je Ladung wenigstens $1,8$ bis 2 t transportieren zu können. Gegenüber den bei Preßgut anzustrebenden Transportleistungen muß jedoch auch dann noch etwa mit dem zweieinhalbfachen Aufwand gerechnet werden. Dieser Unterschied ist auch durch überdimensionale Anhängeraufbauten nicht auszugleichen, da dann mit wesentlich höheren Betriebskosten je Einsatzstunde gerechnet werden muß.
7. Allein über die Erhöhung der Lademassen je Anhänger, Einsatz der Bergemaschinen im Komplex und einer Beschleunigung des Transportmittelumlaufs, ohne die Volumen der Anhänger wesentlich zu erweitern, dürfte gegenüber dem bisher praktizierten Leichtguttransport eine Aufwands- und Kostenverminderung von etwa 35 bis 40% erreichbar sein.
8. Man sollte Überlegungen dahingehend anstellen, den Leichtguttransport mit Spezialanhängern zu bewältigen. Allerdings müßte dann die Lademasse um so viel höher sein, wie höhere Betriebskosten, bedingt durch eine sehr kleine jährliche Einsatzzeit, entstehen.

Zusammenfassung

Es wurde über Untersuchungsergebnisse zum Leichtguttransport insbesondere unter den Bedingungen der Vor- und Mittelgebirgslagen der DDR berichtet, wonach kompaktiertes Erntegut in Form von Hochdruckballen gegenüber Häckselgut beträchtliche Vorteile aufweist.

Hohe Lademassen je Anhänger sind insbesondere bei zunehmenden Transportentfernungen ein entscheidender Faktor zur Verminderung des Aufwands und der Kosten für den Leichtguttransport.

Schlußfolgernd wurden Möglichkeiten und Maßnahmen zur weiteren Senkung des Aufwands und der Kosten für den Leichtguttransport dargelegt.

Literatur

- [1] HEIMBÜRGE, H.: Vergleichende Untersuchungen zu den Verfahren der Häcksel- und Preßgutlinie bei Heu und Stroh unter besonderer Berücksichtigung des Transports in Vor- und Mittelgebirgslagen. Dissertation, Hochschule für LPG Meißen
- [2] SCHROEDER, E.: Vortrag anlässlich der Entwicklungsbeiratstagung des VEB Fortschritt Neustadt/Sa. vom 1. bis 2. Juni 1966 in Dresden
- [3] GÖC, K.: Transport und Lagerung des Häckselstrohs hinter dem Mähdrrescher. Vortrag anlässlich eines internationalen Kolloquiums zur Universalisation der Häckselwirtschaft bei der Getreide- und Futterernte in Lissabon bei Prag, Juni 1967
- [4] FICHELBAUM, H.: Prüfbericht Nr. 330 der DAL, Institut für Landtechnik Potsdam-Bornim des Feldhäckslers F. 066
- [5] TESCH, M.: Vortrag anlässlich der Entwicklungsbeiratstagung des VEB Fortschritt Neustadt/Sa. vom 1. und 2. Juni 1966 in Dresden

A 7451

Zyklische verfahrensbedingte Verlustzeiten transportverbundener Fließarbeitsverfahren und Möglichkeiten ihrer Senkung

Dr. E. FLEISCHER*

Die verfahrenstechnisch-arbeitsdispositorische Grundlage mechanisierter transportverbundener Arbeitsverfahren bilden nach Hübner [1, S. 5] sogenannte Arbeitskräfte- und Maschinenkombinationen beladender, fahrender und entladender Einheiten (LE_1 , TE , LE_2). Schließt man hierbei begrifflich jene relativ seltenen Fälle aus, bei denen Transportgüter ohne zeitliche Unterbrechung mehrfach umgeschlagen werden, das Entladen eines Transportgutes also mit erneutem Beladen zusammenfällt, lassen sich in bezug auf mögliche Wechselwirkungen zwischen beladenden Einheiten LE_1 , fahrenden Einheiten TE und entladenden Einheiten LE_2 folgende drei

1. Typen transportverbundener Arbeitsverfahren

unterscheiden:

Typ I: Die fahrenden Arbeitskräfte besorgen zugleich das Be- und Entladen der Fahrzeuge (d. h. der fahrenden oder Transporteinheiten). Beladen, Fahren und Entladen sind an die gleichen Personen gebunden. Zwischen den Einheiten LE_1 , TE und LE_2 bestehen daher keine Wechselwirkungen (Einmannarbeiten!).

Typ II: Die Fahrzeuge werden wohl durch die fahrenden Arbeitskräfte ent- nicht aber beladen oder umgekehrt. Aus verfahrenstechnischen Gründen sind Be- bzw. Entladen und Fahren an verschiedene Personen und Maschinen (Einheiten) gekoppelt. Dadurch ergeben sich Wechselwirkungen: Die Transporteinheiten TE bedürfen nach Anzahl und Leistung einer Abstimmung mit den be- bzw. entladenden Einheiten LE_1 bzw. LE_2 . Im allgemeinen sind hierbei zur Auslastung einer TE mehrere TE notwendig. Die betreffenden Arbeitsverfahren sind also im einfachsten Falle durch den Typ: „1 be- bzw. entladende Einheit $LE + n$ fahrende Einheiten TE “ zusammenzufassen. Auch eine eventuelle Erweiterung dieser Arbeitskräfte- und Maschinenkombination mit dem Faktor $k = 2, 3, 4, \dots$ ändert nichts an dem prinzipiellen Merkmal dieses Typs.

Typ III: Aus verfahrenstechnischen Gründen werden Fahrzeuge durch die fahrenden Arbeitskräfte weder be- noch entladen. Fahren, Be- und Entladen realisieren drei verschiedene Arbeitskräfte(gruppen) und Maschinen(gruppen). Hierdurch ergeben sich mehrere abstimmungsbedürftige Wechselwirkungen, und

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

zwar sowohl zwischen den einzelnen Teilarbeiten als auch zwischen den Teilarbeiten und dem Ganzen. Die Abstimmung von Arbeitskräfte- und Maschinenkombinationen dieses Typs transportverbundener Arbeitsverfahren ist deshalb gewöhnlich ungleich schwieriger als bei Typ II.

Die den Typen II und III gemeinsame Abstimmungsbedürftigkeit wollen wir durch den Terminus „transportverbundene Fließarbeitsverfahren“ zum Ausdruck bringen. Die Vielfalt transportverbundener Arbeitsverfahren läßt sich also unter diesem Aspekt auf zwei Grundformen zurückführen: Einmannarbeiten (Typ I) und Fließverfahren (Typ II und III).

2. Abstimmungsprobleme transportverbundener Fließarbeitsverfahren

Die Hauptmerkmale eines transportverbundenen Fließarbeitsverfahrens bestehen neben dem Verzicht auf Zwischenlagerung

- in seinem streng arbeitsteiligen Vollzug und
- in der hieraus folgenden Abstimmungsbedürftigkeit seiner einzelnen Teilarbeiten.

Diese Abstimmung gelingt gewöhnlich nur annähernd, d. h. bis auf einen Rest, der mit gewissen zyklisch wiederkehrenden verfahrensbedingten Verlustzeiten T_V identisch ist, die im folgenden auf ihre Ursache, ihr Wesen und die Möglichkeiten ihrer Senkung hin untersucht werden sollen. Hierbei wird insbesondere die Rolle zu beleuchten sein, die kooperativer Maschineneinsatz und vergrößerte Umschlagsleistung im Hinblick auf eine Verringerung von T_V spielen. Wir beschränken uns hierzu auf transportverbundene Fließarbeitsverfahren des Typs II.

Bei Verfahren dieses Typs sind zyklische verfahrensbedingte Verlustzeiten nur dann zu umgehen, wenn die Umlaufzeit T_U [min/TE] der Transporteinheiten einem ganzzahligen Vielfachen der Be- und Entladezeit T_L [min/TE] gleich ist, wenn also gilt:

$$T_U = n \cdot T_L \quad (n = 2, 3, 4, \dots)$$

Daß die Umlaufzeit ein ganzzahliges Vielfaches der Be- bzw. Entladezeit bildet, ist die Ausnahme, im allgemeinen ist dies nicht der Fall. Die tiefere Ursache für das Entstehen der zyklischen verfahrensbedingten Verlustzeit T_V liegt also in der mangelnden Teilbarkeit der eingesetzten be- bzw. entladenden und fahrenden Einheiten begründet.

Zyklische verfahrensbedingte Verlustzeiten treten auf, weil die transportverbundenen Arbeitsverfahren

- durch periodisch wiederkehrende Arbeitsabläufe gekennzeichnet sind und
- den Charakter von Fließarbeitsverfahren tragen.

Die Arbeitsdisposition vermag hierauf Rücksicht zu nehmen, indem sie sich das Ziel stellt, eine bestimmte Maschine oder Maschinengruppe (etwa die ladenden Einheiten LE_j) voll auszulasten, sie also im Sinne HÜBNER'S [1, S. 6 u. 16ff.] zur „leistungsbestimmenden Einheit“¹ der Arbeitskräfte- und Maschinenkombination erklärt. Die Abstimmung dieser Kombination äußert sich dann darin, daß bei den nicht voll auszulastenden Einheiten entsprechend „vorgehalten“ wird, die zyklischen verfahrensbedingten Verlustzeiten sich also ausschließlich bei jenen nicht voll auszulastenden Einheiten konzentrieren.

Die Arbeitskräfte- und Maschinenkombination einer aus Beladen, Fahren und Entladen bestehenden Fließarbeit kann hierbei nicht mehr leisten als die Einheit mit der niedrigsten Leistung. Das „Vorhalten“ dient also dem Zweck, die voll auszulastende Einheit oder Einheitengruppe ins

¹ Nach HÜBNER [1, S. 16] sind bei transportverbundenen Fließarbeitsverfahren meistens die Maschinen leistungsbestimmend, die auf dem Felde eingesetzt werden, weil sie viele Arbeitskräfte binden, hohe Kosten verursachen und weil die begrenzt verfügbare Zeit maximal ausgenutzt werden muß. Der Zwang zu voller Auslastung kann aber auch in der zu geringen Anzahl vorhandener Maschinen bestimmten Typs begründet sein.

Minimum zu bringen, d. h. zur leistungsbegrenzenden Einheit zu machen.

Die wichtigsten Fragen, die sich im Hinblick auf die Quantifizierung von T_V , namentlich des T_V -Zuschlages, ebenso aber im Hinblick auf prinzipielle Möglichkeiten zur T_V -Senkung ergeben, lassen sich etwa wie folgt umreißen:

- Welcher funktionale Zusammenhang besteht zwischen T_V und den veränderlichen Arbeitsbedingungen transportverbundener Fließarbeitsverfahren, wie Entfernung Z , Geschwindigkeit V , Nutzlast N , Beladeleistung l_1 und Entladeleistung l_2 ? Welche dieser Variablen sind für T_V und damit für seine Verringerung besonders wichtig?
- Wie verlaufen die Kurven von T_V und T_{05} eines transportverbundenen Arbeitsverfahrens vom Typ II bei zunehmender Entfernung und repräsentativen sonstigen Arbeitsbedingungen?
- Welcher Funktion genügt die durchschnittliche verfahrensbedingte Wartezeit \bar{T}_V , wie groß ist der repräsentative Funktionswert, sowohl absolut als auch relativ zu T_{05} ?

3. Periode und Frequenz transportverbundener Fließarbeitsverfahren

Zunächst einige Bemerkungen zum methodischen Zugang und seinen Kategorien „Zeit einer Runde“ und „Periode“.

Ausdruck des zyklischen Ablaufs transportverbundener Arbeiten ist die Runde R . Sie bezeichnet jene Teilarbeiten, die jede einzelne der beladenden, fahrenden bzw. entladenden Einheiten an der von einem Fahrzeug während eines Umlaufs umgeschlagenen Menge Q aktiv (oder passiv) verrichtet. Die dazu notwendige oder aufgewendete Zeit ist die Zeit einer Runde T_R . Während jeder Runde wird der Arbeitsfluß durch Fahrzeugwechsel und zyklische verfahrensbedingte Verlustzeiten unterbrochen [1, S. 6].

Nur bei einem Bezug auf die fahrenden Einheiten entspricht die Runde R einem vollen Wagenumlauf und die Zeit einer Runde T_R der Umlaufzeit T_U einschließlich der zyklischen Verlustzeit T_V , sofern man die fahrenden nicht als leistungsbestimmende Einheiten erklärt. Bei den be- bzw. entladenden Einheiten beschränkt sich die Runde dagegen auf das Be- und Entladen einer fahrenden durch eine be- bzw. entladende Einheit und die Zeit einer Runde T_R auf die Be- bzw. Entladezeit zuzüglich eventueller zyklischer Verlustzeiten T_V , die bei den ladenden Einheiten auftreten, sofern diese bei der Arbeitsdisposition nicht von vornherein als leistungsbestimmende Einheiten behandelt werden.

Als Grundlage der Periodisierung kann man anstatt der operativen Zeit T_{02} vereinfachend die Stückzeit T_{05} heranziehen [2, S. 32 ff.] und [1, S. 6 ff.]! Die Zeit einer Runde T_R bestimmt sich dann

- bei den ausgelasteten Einheiten i zu $T_{R_i} = T_{05i}$
- bei den nicht ausgelasteten Einheiten j zu $T_{R_j} = T_{05j} + T_V$.

Der Quotient aus der Zeit einer Runde T_{R_i} der auszulastenden Art von Einheiten i und der hierfür (und aus Gründen der Schlagkraft u. ä.) vorgegebenen Anzahl k_i bildet die Periode P [min/Runde] des Verfahrens, s. a. [1, S. 6ff.]! Die Periode P wird also aus der Stückzeit T_{05i} bzw. der Zeit einer Runde T_{R_i} der leistungsbestimmenden Einheiten und der Anzahl k_i leistungsbestimmender Einheiten berechnet, die aufladen, fahren oder abladen, d. h.

$$P = \frac{T_{05i}}{k_i}$$

Darin bedeuten:

- P Periode der Arbeitskräfte- und Maschinenkombination
- T_{05i} Stückzeit einer Runde der voll auszulastenden Einheiten i , identisch mit T_{R_i} ,
- k_i Anzahl der vorgegebenen Einheiten i .

Ein Beispiel hierzu enthält Tafel 1.

Der Kehrwert der Periode [min/Runde] stellt die Frequenz [Runde/min] des Verfahrens dar. Wenn sich die fahrenden Einheiten während des Arbeitsablaufs in zeitlich gleichen Abständen folgen, entspricht die Peri-

Tafel 1. Beispiel für die Abstimmung eines transportverbundenen Fließarbeitsverfahren vom Typ III gemäß der arbeitsdispositorischen Zielstellung I¹

| Art des transportverbundenen Fließarbeitsverfahrens: | | Kartoffeln ernten mit Sammelroder, abfahren und auf Mieten abkippen | | | | |
|--|------------------|---|------------------------------------|---|-------------------|------|
| Arbeitsbedingungen: | | Fließarbeitszeit ($T_{06} - T_0$) | 480 min | | | |
| | | Schichtleistung | 73 t | | | |
| | | Ladmenge/Anhänger | 3 t | | | |
| Periode P (= bedarfsbestimmende Zeit T_{PB}): | | | | | | |
| Maschinen- bzw. Art der Arbeit | Anzahl Maschinen | Stückzeit T_{05} [min/Runde] | Zeit einer Runde T_R [min/Runde] | Zyklische Verlustzeit T_V [min/Runde] | Runden je Schicht | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| Sammelroder LE | 1 $k^2 = 2$ | 10 | 39,4 | 39,4 | — | 12,2 |
| Traktor | 2 $k = 2$ | 2 | 39,4 | 39,4 | — | 12,2 |
| Transporttraktor TE | 3 $n^3 = 4$ | 4 | 67,4 | 78,8 | 11,4 | 6,1 |
| Kippanhänger | 4 $n = 4$ | — | 67,4 | 78,8 | 11,4 | 6,1 |
| Ahladen | 5 | — | 8,0 | 19,7 | 11,7 | 24,4 |

¹ vgl. HÜBNER [1, S. 33]

² k Anzahl der vorgegebenen auszulastenden (d. h. leistungsbestimmenden, leistungsbegrenzenden) Einheiten i

³ n Bedarf der zur Auslastung der leistungsbestimmenden Einheiten notwendigen übrigen Einheiten j

oder jenem Zeitintervall, in dem jeweils zwei aufeinanderfolgende fahrende Einheiten den Komplex der ladenden Einheiten verlassen bzw. am Komplex der entladenden Einheiten eintreffen und umgekehrt. Wenn also, um auf das Beispiel in Tafel 1 zurückzugreifen, ein Rodelader zum Beladen eines Anhängers 39,4 min benötigt, zwei Rodelader im Komplex eingesetzt werden und die beladenen Anhänger in zeitlich gleichen Abständen vom Acker abfahren, beträgt die Periode des Verfahrens 19,7 min/Runde und die Frequenz $\frac{1}{19,7}$ Runden/min. bzw. 3,4 Runden/h.

Gelingt es nun, die Arbeitskräfte- und Maschinenkombination so einzurichten, daß keine zyklische verfahrensbedingte Verlustzeit T_V auftritt, äußert sich das darin, daß sowohl für die ladenden als auch für die fahrenden und entladenden Einheiten der Quotient aus der Zeit der betreffenden Runden T_R und der jeweils eingesetzten Anzahl k bzw. n an Einheiten den gleichen Wert erreicht, nämlich den Wert der Periode P . Die Periode ist mithin der allen Zeiten einer Runde (innerhalb einer Arbeitskräfte- und Maschinenkombination) gemeinsame Faktor. Der zweite, von Einheitengruppe zu Einheitengruppe verschiedene Faktor ist die Anzahl jeweils artgleicher Maschinen. Da diese nur ganzzahlig sein kann, folgt hieraus im allgemeinen, daß das Produkt — die Zeit einer Runde — bei den nicht leistungsbestimmenden Einheiten j um die verfahrensbedingte Verlustzeit T_V größer ist als die kalkulierte Stückzeit T_{05j} .

4. Bedeutung und Aufgaben der Periode

Der wenig anschaulichen Kategorie Periode fallen verschiedene Aufgaben zu [1] [3]. Hier sollen nur zwei interessieren:

1. benötigen wir die Periode zur Berechnung der maximal zulässigen zyklischen verfahrensbedingten Verlustzeit T_{Vmax}
2. erlaubt uns die Periode, die durchschnittliche zyklische verfahrensbedingte Verlustzeit \bar{T}_V zu bestimmen

Zu 1) Die Periode P ist zugleich der maximal zulässige Wert T_{Vmax} , der je Umlauf einer Transporteinheit TE bei dieser auftreten kann, (sofern die be- bzw. entladenden Einheiten LE_1 bzw. LE_2 als leistungsbestimmende Einheiten fungieren), also

$$P \text{ [min/Runde]} = T_{Vmax} \text{ [min/Runde]}.$$

Dies sei an einem Beispiel näher erläutert (Bild 1). Wir wählen hierzu ein bestimmtes transportverbundenes Arbeitsverfahren des Typs II, und zwar Dungladen mit einem der üblichen Lader T170, T172, T157 o. ä. sowie Fahren und Streuen des Dungs mit Hilfe von Stallungstreuern. Als leistungsbestimmende Einheit i gelte der Dunglader. Es werde nur eine ladende Einheit LE eingesetzt. Die Periode P ist dann gleich der Stückzeit des Beladens, die wir mit T_{L1} bezeichnen wollen, also

$$P = \frac{T_{05i}}{k}$$

wobei $T_{05i} = T_{L1}$ und $k = 1$ einzusetzen sind, d. h.

$$P = T_{L1}.$$

Die Beladezeit T_{L1} betrage im konkreten Falle $T_{L1} = 12$ min/Runde, während die Umlaufzeit T_U der Dungstreuer je nach den näheren Umständen in dem Intervall $20 \text{ min/Runde} < T_U < 65 \text{ min/Runde}$ variere.

Für die Umlaufzeiten $T_U = 24, 36, 48, 60$, die den im gegebenen Intervall möglichen ganzzahligen Vielfachen von $T_{L1} = 12$ entsprechen, sind $n = 2, 3, 4$, bzw. 5 Fahrzeuge einzusetzen, um das Arbeitskräfte-

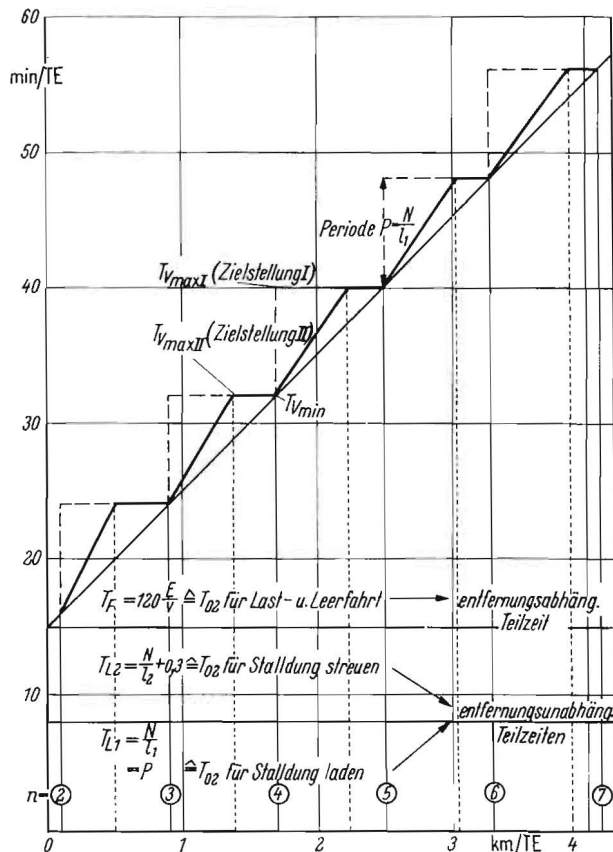


Bild 1. Zyklische verfahrensbedingte Verlustzeit T_V der vollmechanisierten Stallungsausbringung als Beispiel eines transportverbundenen Fließarbeitsverfahrens vom Typ II [2] [4] bei Unterstellung

- a) der arbeitsdispositorischen Zielstellung I — volle Auslastung des Laders LE
- b) der arbeitsdispositorischen Zielstellung II — Minimierung von T_V

$$T_{02} = T_F + T_{L1} + T_{L2} \text{ min/TE}$$

$$= 120 \frac{E}{V} + \frac{N}{l_1} + \frac{N}{l_2} + 0,3$$

Darin bedeuten:

E Feldentfernung in km/TE, hier als freie Variable

V Transportgeschwindigkeit = 12 km/h

N Nutzlast = 40 dt/TE

l_1 Beladeleistung = 5 dt/min

l_2 Entladeleistung = 6 dt/min

Anzahl der leistungsbestimmenden Einheiten i $k = 1$ (Lader);

Anzahl der nicht leistungsbestimmenden Einheiten j

$n = 2 \dots 7$ (Stallungstreuer)

und Maschinensystem ideal abzustimmen. Stellt man sich nun vor, daß T_U sein gesamtes Variabilitätsintervall in Richtung auf seine obere Intervallgrenze durchläuft, dann ist unsicher einzusehen, wann unter der Voraussetzung genereller Auslastung des Laders die Arbeit durch Zugabe einer Transporteinheit jeweils neu disponiert werden muß. Eine arbeitsdispositorische Umschaltung von $n - 1$ auf n TE ist offensichtlich immer dann notwendig, wenn die Umlaufzeit gerade im Begriff ist, über das durch

$$T_U = (n - 1) T_L$$

vorgegebene Maß anzusteigen, also mit dem Abbruch der 25., 37., 49. bzw. 61. Minute der Umlaufzeit. An diesen durch Zugabe einer weiteren TE ausgezeichneten Sprungstellen schnellte die zyklische verfahrensbedingte Verlustzeit jeweils von $T_{V_{\min}} = 0$ auf $T_{V_{\max}} = T_L$ empor, um von diesem Maximum sodann linear auf $T_{V_{\min}}$ zurückzugehen, wenn der Wert von T_U das nächstgrößere ganzzahlige Vielfache von T_L erreicht.

Zu 2) Die Periode P ist ferner die unerläßliche Voraussetzung zur Bestimmung des Wertes \bar{T}_V . Gemäß der bei wachsenden Werten des Quotienten T_U/P linear zwischen den Extremen $T_{V_{\min}} = 0$ und $T_{V_{\max}} = P$ auf- und abpendelnden zyklischen verfahrensbedingten Verlustzeit bestimmt sich ihr durchschnittlicher Wert (annäherungsweise) zu

$$\bar{T}_V = \frac{T_{V_{\min}} + T_{V_{\max}}}{2} = \frac{P}{2}$$

Unterstellt man die be- bzw. entladenden Einheiten als die bedarfsbestimmenden und gibt dafür aus Gründen der Schlagkraft k Stück vor, ist also $P = \frac{T_L}{k}$, berechnet sich \bar{T}_V dann zu

$$\bar{T}_V = \frac{P}{2} = \frac{T_L}{2 \cdot k}$$

Die Umschlagszeit T_L ist ihrerseits eine Funktion der Nutzlast N [dt/Runde] der eingesetzten Transporteinheiten TE und der Be- bzw. Entladeleistung l [dt/min] der eingesetzten Be- bzw. Entladeeinheiten LE_1 bzw. LE_2 , und zwar derart, daß

$$T_L [\text{min/Runde}] = \frac{N [\text{dt/Runde}]}{l [\text{dt/min}]}$$

Für \bar{T}_V folgt hieraus

$$\bar{T}_V = \frac{N}{2 \cdot k \cdot l}$$

Darin bedeuten:

- N die Nutzlast der fahrenden Einheiten [dt/Runde];
- k die vorgegebene Anzahl leistungsbestimmender Be- bzw. Entladeeinheiten, z. B. $k = 1$ Dunglader;
- l die beim Be- bzw. Entladen der fahrenden Einheiten erzielte Umschlagsleistung [dt/min].

Beispielsweise für die Stallungausbringung mit Lader T 172 und Mehrzweckanhänger T 087 berechnet sich \bar{T}_V unter durchschnittlichen Arbeitsbedingungen zu 4 min/TE, d. h. zu nicht weniger als 10,6 % der Stückzeit T_{05} , sofern $k = 1$, d. h. sofern nur ein Lader eingesetzt wird [3]!

5. Möglichkeiten zur Senkung zyklisch wiederkehrender Verlustzeiten

Die zueinander in proportionalem bzw. indirekt proportionalem Verhältnis stehenden Größen N , l und k haben in bezug auf eine Senkung der durchschnittlichen zyklischen verfahrensbedingten Verlustzeit grundsätzlich das gleiche Gewicht, wie an anderen Stellen nachgewiesen wurde [2, S. 43] [5, S. 30 ff.] [6, S. 256]. Sie unterscheiden sich jedoch in sachlicher Hinsicht. Um die Periode P eines transportverbundenen Fließarbeitsverfahrens und damit die durchschnittliche zyklische verfahrensbedingte Verlustzeit \bar{T}_V zu senken, stehen zwei verschiedene Wege offen:

1. die Anzahl k der gemeinsam eingesetzten leistungsbestimmenden Be- und Entladeeinheiten durch kooperativen Maschineneinsatz zu vergrößern und
2. die Umschlagzeit $T_L = \frac{N}{l}$ zu reduzieren.

5.1. Kooperativer Maschineneinsatz

Die Senkung der zyklischen verfahrensbedingten Verlustzeiten transportverbundener Fließarbeitsverfahren durch Verkürzung der Periode dieser Verfahren, bei gegebenen Werten der Umschlagszeit auf dem Weg des gemeinsamen Einsatzes mehrerer leistungsbestimmender Maschinen, bildet eine entscheidende theoretische Begründung für die Vorteile des komplexen Maschineneinsatzes. Je kleinere Werte die Periode erreicht, um so mehr verdichtet sich die zeitliche Aufeinanderfolge der Fahrzeuge, wächst ihre Frequenz, d. h. um so mehr nähert sich der periodische, diskontinuierliche Ablauf von Fließarbeitsverfahren einem kontinuierlichen Arbeitsfluß, und um so kleiner werden die Verlustzeitensprünge die auftreten, wenn man die nicht auszulastenden, vorzuhaltenden Einheiten arbeitsdispositorisch von n auf $n + 1$ umschaltet.

Untersuchungsergebnisse über die für die einzelnen transportverbundenen Fließarbeitsverfahren ökonomisch zweckmäßigsten k -Werte hat Hübner vorgelegt [5]. Er kommt zu dem Resultat, daß im allgemeinen zwei, häufiger jedoch drei bis vier leistungsbestimmende Maschinen gemeinsam eingesetzt werden sollten, während von einer darüber hinausgehenden Steigerung von k keine nennenswerte Degression des Arbeitszeitaufwands mehr erwartet werden darf.

5.2. Verkürzung der Umschlagszeit

Die Verkürzung der Be- bzw. Entladezeit T_L ist praktisch nur durch Steigerung der Be- bzw. Entladeleistung l , d. h. Einsatz größerer, leistungsfähigerer Be- bzw. Entladeeinrichtungen zu verwirklichen. Eine Herabsetzung der Nutzlast N muß dagegen ausscheiden, da die Verwendung kleinerer Fahrzeugeinheiten zwar zu kürzeren Be- und Entladezeiten führt, gleichzeitig aber den Arbeitszeitbedarf für die Realisierung der gesamten Transportaufgabe vermehrt, und zwar um ein Mehrfaches der möglichen Verlustzeitsenkung [2, S. 105].

Im Gegensatz zum ersten Weg -- die Vergrößerung von k --, den unsere Landwirtschaft durch kooperativen Maschineneinsatz selbst beschreiten kann, läuft der zweite Weg auf ihre Ausrüstung mit noch leistungsfähigeren Be- und Entladeeinrichtungen im weitesten Sinne des Wortes (z. B. leistungsfähigeren Vollerntemaschinen) hinaus, ist also vor allem eine Sache der Landmaschinenindustrie.

6. Zusammenfassung

Es werden gewisse in der Natur transportverbundener Fließarbeitsverfahren liegende zyklisch wiederkehrende Verlustzeiten analysiert und die Möglichkeiten ihrer Senkung untersucht. Ausgangspunkt zur Quantifizierung zyklischer verfahrensbedingter Verlustzeiten ist die „Periode“ der Fließverfahren. Sie wird definiert als Quotient aus der Stückzeit der leistungsbestimmenden Einheiten und der Anzahl dieser Einheiten. Zyklische verfahrensbedingte Verlustzeiten lassen sich in dem Maße senken, wie es gelingt, die Perioden der Fließverfahren zu verkürzen. Dies ist sowohl durch komplexen Maschineneinsatz im Rahmen von Kooperationsgemeinschaften als auch durch Schaffung leistungsfähigerer Be- und Entlademaschinen im weitesten Sinne des Wortes möglich.

Literatur

- [1] HÜBNER, B.: Untersuchungen über die Zusammenhänge zwischen der Spezialisierung der sozialistischen Landwirtschaftsbetriebe bzw. der Konzentration der landwirtschaftlichen Produktion und den Proportionen des Arbeitskräfte- und Maschineneinsatzes. Forschungsabschlußbericht des Instituts für Ökonomik sozialistischer Landwirtschaftsbetriebe der Universität Halle 1965
- [2] 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 1967
- [3] FLEISCHER, E.: Ursachen und Wesen zyklischer verfahrensbedingter Verlustzeiten transportverbundener landwirtschaftlicher Fließarbeitsverfahren sowie Möglichkeiten ihrer Senkung (im Druck)

(Schluß auf Seite 40)

4. Luftgetragene Bauten

4.1 Kugelförmige Bauten

Bekannte Beispiele hierfür sind Bälle, Ballone und Gasbehälter. Kugelförmige Bauten -- aus metallischen Folien oder Blech hergestellt -- setzt die Industrie als Gasbehälter ein, damit sie sich in drucklosem Zustand selbst tragen. Die Kugelform bringt hierbei mit minimalster Oberfläche ein maximales Volumen und leistet als geometrische Form den inneren Gasdrücken einen idealen Widerstand. Problematisch sind bei diesen Gasbehältern weniger die eigentliche Konstruktion als die Abstützung und Verankerung auf der Bodenfläche. Möglich ist es, einen Gasbehälter in die Erde oder in Wasser einzulassen und den Innenraum bis zur Boden- oder Wasserhöhe wieder mit Sand bzw. mit Wasser anzufüllen (Bild 4). Grundsätzlich sind punktartige Unterstützungen zu vermeiden. Weiter können kugelige Gasbehälter auf luftgefüllte Ringpolster (Bild 5) oder in segmentförmigen, mit Wasser gefüllten Gruben gelagert und durch luftgefüllte Ringe zentriert werden (Bild 6).

Kugelförmige Behälter gewinnen in der Landwirtschaft zunehmende Bedeutung für die Lagerung von Bio-Gasen und flüssigen Düngemitteln, die unter schwachem Druck stehen. Zur Lagerung von Jauche und Gülle bieten sich Behälter an, die nach dem noch zu erwähnenden Airform-Verfahren zu errichten sind.

4.2 Kuppelförmige Bauten

Je nach den Aufgaben, die kuppelförmigen Bauten zukommen, können die Formen von Dreiviertelkugeln bis zu flachsten Kuppeln gewählt werden. Bekannte Beispiele sind Dreiviertelkugeln über Radarstationen oder über Schornstein- und Turmbauten. Halbkugeln verwendet man für Bauten mit größerer Innenhöhe und größeren Druckdifferenzen und flache Kuppeln zur Überdachung weiter Flächen. Fast immer wird die Form vom Zweck bestimmt.

Bekannt als Getreidespeicher sind die Schjeldomes (Bild 7) geworden. Diese Speicher bestehen aus einer Polyestermembran, die mit Nylonfäden verschweißt ist. Die Zugfestigkeit der Folie entspricht mit 1760 kp/cm² etwa der des Aluminiums. Die Folie hat eine Flächenmasse von 293 g/m². Die Nähte sind geklebt. Die Membran ist temperaturbeständig zwischen -56 bis +82 °C. Der Speicher faßt den Inhalt von 300 Waggon Weizen.

Die Kosten betragen 10,76 Dollar je m² bedeckter Fläche. Bei diesem Beispiel wird das Getreide von einer etwa 5 m hohen Wand umkleidet, Durchmesser 60 m. Das entspricht einer Grundfläche von 2826 m² und einem Preis für den Speicher von 30 406 Dollar bzw. etwa 130 000 VM. Ein eingebauter Zyklon beschickt den Speicher pneumatisch (siehe 8.2).

Andere Ausführungen sind kleine kuppelförmige Bungalows (Schnellunterkünfte). Halbkugelige, kleine Iglus werden aufgeblasen und aus einem Tragegerät mit einem Polyurethanschaumstoff besprüht, sie sind nach 20 min so ausgehärtet, daß die Luft abgelassen und die Membran aus dem Iglu entfernt werden kann [5].

Diese Methode wurde sogar zum sogenannten Airform-Verfahren weiterentwickelt [6]. Dieses Verfahren benutzt pneumatische Konstruktionen als Schalung für Betonbauten. So werden beispielsweise Kuppeln aufgeblasen und von außen mit Beton bespritzt, in den Stahlarmierungen eingebettet sind. Nach dem Abbinden des Betons entfernt man die Membran, die dann für weitere Bauten zur Verfügung steht. Eine Weinkeltereibaute nach diesem Verfahren kuppelförmige Großbehälter. Nach dem gleichen Verfahren lassen sich landwirtschaftliche Bauten als Flüssigkeitslager und Futtersilos errichten.

Für pneumatische halbkugelige Bauten ergeben sich hohe Widerstandswerte gegen Wind, Regen, Schnee usw. Erwähnt werden Widerstandsvermögen gegen Regen, Hagel und Stürme von 130 km/h und in der Arktis gegen Stürme von 278 km/h [7].

Einsatzgebiete für kuppelförmige pneumatische Bauten in der Landwirtschaft können Bauten zum Abstellen landwirtschaftlicher Maschinen sein, zentrale Drusch- oder Kartoffelsortierplätze und sogar Klimaschutzbauten für landwirtschaftlich genutzte Flächen. Die Übergänge zwischen den einzelnen Kuppeln lassen sich „hart“ oder auch „weich“ gestalten. Durch eine besondere Einteilung der Kuppeln in bestimmte Raster ist es möglich, Kuppeln zu Kombinationen zusammenzustellen [8]. Bild 8 zeigt einige Rasterformen und Bild 9 einige Kombinationen von Kuppeln.

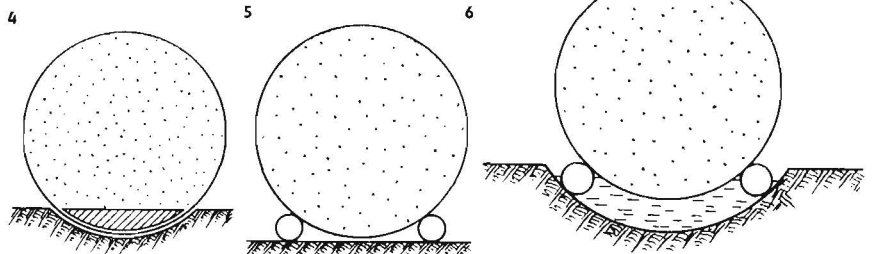


Bild 4. Kugelförmiger Gasbehälter, in Wasser eingelassen
 Bild 5. Auf luftgefülltem Ringpolster gelagerter kugelförmiger Gasbehälter
 Bild 6. Im Wasser auf Ringpolster gelagert
 Bild 7. Schjeldomes als Getreidespeicher



¹ Teil I S. H. 12/1968, S. 569

(Schluß von Seite 39)

[4] HÜGNER, B.: Der Komplexeinsatz der Technik -- die bestimmende Organisationsform industriemäßiger Pflanzenproduktion. Schenkenberger Erfahrungen -- für Sie notiert, agra 1967
 [5] FLEISCHER, E.: Die Beurteilung des spezifischen arbeitswirtschaftlichen Gewichtes variabler Arbeitsbedingungen mit Hilfe der partiellen Differentiation, Kühn-Archiv Bd. 78, 2. Sonderheft, S. 1 bis 67, Akademie-Verlag, Berlin 1964
 [6] FLEISCHER, E.: Arbeitszeitfunktionen, ihre Nomogramme und partiellen Differentiale im Dienste der vergleichenden Untersuchung des Arbeitszeitbedarfs konkurrierender hochtechnisierter Arbeitsverfahren. Wiss. Z. Univ. Halle, Math.-Nat. XIV/3, S. 223 bis 268, Halle 1965
 A 7291