

# Zu einigen technologischen Gesetzmäßigkeiten transportverbundener Fließarbeitsverfahren und ihrer Nutzung für die Praxis (Teil I)

## 1. Gegenstand und Problematik

Umfang und Bedeutung transportverbundener Fließarbeitsverfahren der Pflanzenproduktion sind weiterhin im Anwachsen begriffen. Zu Prozessen dieser Art gehören die meisten unserer hochmechanisierten Ernteverfahren — etwa der Mähdrusch, die Kartoffel- und Rübenvollernte oder die Ernte von Frisch- und Welkgut mit Mähhäckslern — aber auch eine Reihe von Arbeitsaufgaben, bei denen der Güterstrom zum Unterschied von den Erntearbeiten nicht vom Felde weg, sondern zum Felde hin gerichtet ist, wie etwa das Ausbringen von mineralischem und organischem Dünger, das Drillen und Kartoffellegen. Für alle diese transportverbundenen Fließarbeitsverfahren ist nicht nur schlechthin die enge Verknüpfung und die im Laufe einer Schicht periodisch wiederkehrende Aufeinanderfolge der Teilarbeiten Beladen, Fahren und Entladen charakteristisch, sondern sie sind darüber hinaus gekennzeichnet

- durch ihre arbeitsteilige Durchführung und
- durch den hieraus folgenden Abstimmungszwang der einzelnen Teilarbeiten /1/ /2/.

Die damit einhergehenden Abstimmungsprobleme wurden schon wiederholt von Technikern, Technologen und Ökonomen unter verschiedenen Blickwinkeln wissenschaftlich beleuchtet, so von TISCHLER /3/, HÜBNER /4/, FLEISCHER /1/ /5/, KASTEN /6/, WEBER und ROHDE /7/, FLIX und KOMSAKOWA /8/ u. a. Namentlich die in jüngster Zeit von KASTEN entworfenen Modelle zur gemischt-ganzzahligen linearen Optimierung transportverbundener Fließarbeitsprozesse verdienen wegen ihrer Systembetrachtung besonders hervorgehoben zu werden /6/ /9/ /10/ /11/ /12/.

Der Zielfunktion „Minimierung der Verlustzeitkosten“ entsprechend verfolgen diese Planungsmodelle aus technologischer Sicht vor allem eine bessere „Austaktung“ transportverbundener Fließarbeiten, und zwar auf dem Wege der „Parallelschaltung“, d. h. durch mehrfache Besetzung der jeweils schwächsten Glieder der Maschinenkette, also Variation der Maschinengruppenbreiten /7/ mit dem Ziel minimaler monetär bewerteter Abtaktverluste  $T_{44}$  /13/.

Die für eine Vielzahl von Fließarbeitsvarianten berechneten Ergebnisse der gemischt-ganzzahligen Verfahrensoptimierung /9/ /10/ /11/ /12/ u. a. zeigen nun, daß selbst optimierte Komplexe landtechnischer Arbeitsmittel und der sie bedienenden Werkstätten in der Regel Zeitverluste der Kategorie  $T_{44}$  aufweisen, weil es nur ganz ausnahmsweise gelingt, bei gegebenen Werten für Entfernung, Geschwindigkeit, Nutzlast usw. Beladezeit, Umlaufzeit und Entladezeit zueinander in die Relationen kleiner ganzer Zahlen zu bringen. Aufgrund der Unteilbarkeit der eingesetzten Produktivkräfteinheiten sind transportverbundene Fließarbeitsverfahren darum stets von mehr oder weniger großen zyklischen verfahrensbedingten Verlustzeiten  $T_{44}$  begleitet.

## 2. Aufgabenstellung

Von diesem Sachverhalt ausgehend soll hier versucht werden, folgende drei Fragen zu beantworten:

- Welchen technologischen Gesetzmäßigkeiten unterliegen transportverbundene Fließarbeitsverfahren und inwieweit sind diese durch analytische Ausdrücke quantitativ beschreibbar?
- Inwieweit läßt sich durch analytische Ausdrücke das Maß der Austaktung bzw. der Abtaktverluste widerspiegeln und für die Ermittlung normativer Verlustzeitzuschläge nutzbar machen?

- Welchen Einfluß üben die einzelnen veränderlichen Arbeitsbedingungen auf den normativen Verlustzeitzuschlag aus und welche Konsequenzen können hieraus von Konstrukteuren, Technologen und Einsatzleitern für die Prozeßoptimierung gezogen werden?

Im Mittelpunkt dieser Fragen steht die Aufgabe, die verschiedenen Spielarten und Erscheinungsformen transportverbundener Fließarbeitsverfahren durch bestimmte quantitative Bezüge so zu kennzeichnen, daß die wesentlichen, all-gemeingültigen und notwendigen Zusammenhänge deutlich werden. In gewisser Weise geschieht diese Kennzeichnung bereits durch den von FLEISCHER /5/ entworfenen und von KASTEN /6/ wesentlich ergänzten und verfeinerten Typenrahmen zur Systematisierung der verschiedenen Fließarbeitsprozesse der Pflanzenproduktion. Dieser Typenrahmen orientiert sich vor allem an der Maschinenkettenlänge /7/ und der gewöhnlich damit einhergehenden Anzahl abstimmungsbedürftiger Knotenpunkte, gibt jedoch keine Auskunft über funktionelle Zusammenhänge zwischen den veränderlichen Arbeitsbedingungen und arbeitszeitbeeinflussenden Faktoren auf der einen und gewissen generellen Merkmalen transportverbundener Fließarbeitsprozesse auf der anderen Seite.

## 3. Qualitative Merkmale und Einflußgrößen transportverbundener Fließarbeitsverfahren

Zu den generellen Merkmalen eines transportverbundenen Fließarbeitsverfahrens gehören neben der Anzahl abstimmungsbedürftiger Knotenpunkte insbesondere

- die Periode  $T_P$  /2/ /5/
- die Umlaufzeit  $T_U$  sowie
- der aus diesen beiden Größen abgeleitete Verlustzeitzuschlag  $z$ .

Bevor diese drei Merkmale im einzelnen definiert, erläutert und durch analytische Ausdrücke dargestellt werden, seien zunächst die wichtigsten veränderlichen Arbeitsbedingungen und arbeitszeitbeeinflussende Faktoren transportverbundener Arbeits- und Fließarbeitsverfahren zusammengefaßt. Es sind dies im allgemeinen:

- $N$  Nutzmasse der Transporteinheiten TE in t,
- $E$  Transportentfernung in km,
- $v$  mittlere Transportgeschwindigkeit für Last- und Leerfahrt in km/h  $T_{05}$ ,
- $l$  Durchsatzleistung der Schlüsselmaschinen in t/h  $T_{05}$  z. B. Durchsatzleistung des Mähdreschers, des Mähhäckslers oder der Kartoffellegemaschine,
- $T_{Be}$  Beladezeit einer Transporteinheit TE in h  $T_{05}$ ,  $T_{Be} = N : l$
- $Q$  Transportmasse in t/ha,
- $m$  Anzahl gemeinsam (komplex) eingesetzter Schlüsselmaschinen,
- $R$  Anzahl der von den Transporteinheiten des Komplexes je Schicht transportierten Ladungen (Runden),
- $n$  Anzahl der notwendigen Transporteinheiten.

\* Zentrale Prüfstelle für Landtechnik Potsdam-Bornim, Außenstelle Halle

<sup>1</sup> Die Unvermeidlichkeit des Auftretens von  $T_{44}$  selbst in optimalen Fließarbeitsprozessen zwingt zu einer Revision der bisherigen, auf der analytisch-rechnerischen Methode basierenden Zeitvorgabe transportverbundener Fließarbeitsverfahren, zweckmäßig durch Gewährung eines angemessenen Verlustzeitzuschlages zur  $T_{44}$ -freien Stückzeit  $T_{05}$  oder zur  $T_{44}$ -freien Zeitnorm  $T_{06}$  /5/ /7/ /14/.

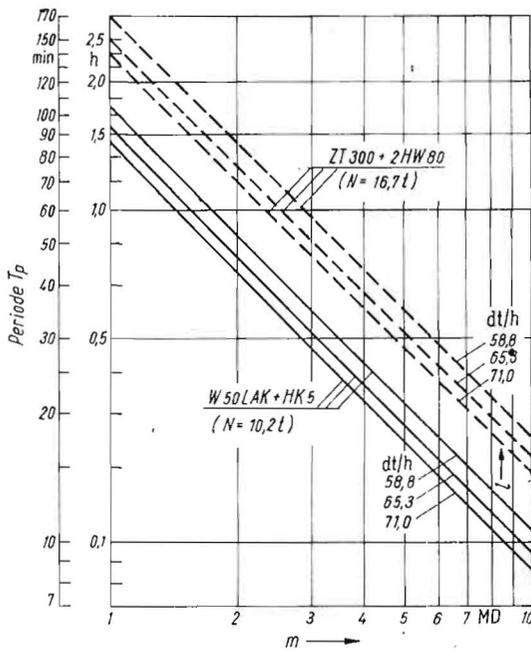


Bild 1. Periode  $T_P$  beim Mähdrusch von Winterweizen mit 1 bis 10 MD E 512, für die Ertragsstufen 35, 45 und 55 dt/ha ( $\cong$  Durchsatzleistung  $l = 58,8, 65,3$  und  $71,0$  dt/h  $T_{02}$ ) und die zwei Transportmittelkombinationen W 50 LAK + HK 5 ( $N = 10,2$  t) und ZT 300 + 2 HW 80 ( $N = 16,7$  t).

$$T_P [h] = \frac{N [t]}{l [t/h] \cdot m}$$

Für den Mähdrusch, auf den wir uns stellvertretend für alle übrigen Fließarbeitstypen im folgenden vorzugsweise beziehen werden /15/, sind darüber hinaus noch von Interesse:

$B$  Nutzmasse der MD-Bunker in t,

$T_{Bu}$  Zeit für den Erdrusch einer Bunkerfüllung in h  $T_{05}$ ,  
 $T_{Bu} = B : l$

$f$  Anzahl der Bunkerfüllungen der Nutzmasse  $B$ , die auf eine Transporteinheit der Nutzmasse  $N$  zugeladen werden können,  $f = N : B$

$T_U$  Zeit für die Übergabe einer Bunkerfüllung an die nebenherfahrende Transporteinheit  $TE$ .

### 3.1. Die Periode $T_P$

Ausdruck des zyklischen Ablaufs transportverbundener Fließarbeitstypen ist die Periodizität der während der Schicht stattfindenden einzelnen Transportmittelumläufe (Runden). Als Grundlage der Periodisierung empfiehlt sich hierbei, anstatt der operativen Zeit  $T_{02}$  vereinfachend die Stückzeit  $T_{05}$  heranzuziehen (d. h. Pflege-, Wartungs- und Einstellzeit  $T_3$  sowie funktionelle und technische Störzeiten  $T_{41}$  und  $T_{42}$  fiktiv zu periodisieren /5/ /9/).

Unter der Periode  $T_P$ ,<sup>2</sup> selbst wollen wir den Quotienten aus der Beladezeit  $T_{Be} = N : l$  und der Anzahl gemeinsam eingesetzter Schlüsselmaschinen verstehen, also

$$T_P = \frac{N}{m \cdot l} \quad (1)$$

Wenn sich die fahrenden Einheiten während des Arbeitsablaufs in zeitlich gleichen Abständen folgen, entspricht die Periode jenem Zeitintervall, in dem jeweils zwei aufeinanderfolgende Transporteinheiten den Komplex der beladenden Einheiten verlassen bzw. am Komplex der entladenden Einheiten eintreffen und umgekehrt /2/ /5/, siehe Bilder 1 und 2!

<sup>2</sup> Von HÜBNER /4/ als „bedarfsbestimmende Zeit“ bezeichnet

<sup>3</sup> Bei Erntearbeiten gleichbedeutend mit den beladenden Erntemaschinen!

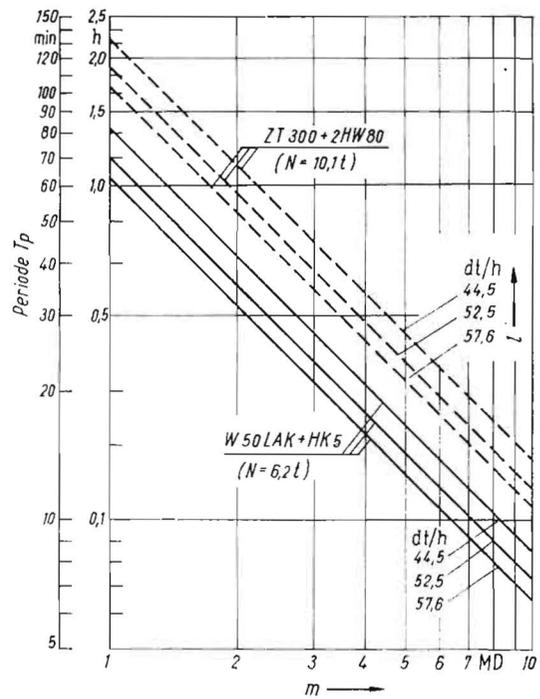


Bild 2. Periode  $T_P$  beim Mähdrusch von Hafer mit 1 bis 10 MD E 512, für die Ertragsstufen 25, 35 und 45 dt/ha ( $\cong$  Durchsatzleistung  $l = 44,5, 52,5$  und  $57,6$  dt/h  $T_{02}$ ) und die zwei Transportmittelkombinationen W 50 LAK + HK 5 ( $N = 6,2$  t) und ZT 300 + 2 HW 80 ( $N = 10,1$  t).

$$T_P [h] = \frac{N [t]}{l [t/h] \cdot m}$$

Dieses Zeitintervall stellt das zentrale Charakteristikum eines jeglichen transportverbundenen Fließarbeitstypen dar. Es ist — wie Beziehung (1) zeigt, lediglich von der Nutzmasse  $N$  der Transporteinheiten sowie von der Anzahl  $m$  und der Durchsatzleistung  $l$  der Schlüsselmaschinen<sup>3</sup>, nicht aber von der Transportmasse  $Q$ , der Transportentfernung  $E$  sowie der Transportgeschwindigkeit  $v$  abhängig und nimmt bei gegebener Nutzlast  $N$  in dem Maße ab, wie Durchsatzleistung  $l$  und Komplexgröße  $m$  anwachsen.

Auch die Nutzmasse  $B$  und die Übergabezeit  $T_U$  der MD-Bunker üben — sofern nicht im Stand, sondern bei der Fahrt während des Drusches abgebunkert wird — keinen Einfluß auf die Periode  $T_P$  aus.

Die Unabhängigkeit der Periode  $T_P$  von der Nutzmasse  $B$  der MD-Bunker ist unschwer einzusehen, wenn man sich folgende Zusammenhänge klar macht: Zwar ist

— die Zeit für den Erdrusch einer Bunkerfüllung  $T_{Bu} = B : l$  und

— die Anzahl der von einer Transporteinheit der Nutzmasse  $N$  zu transportierenden Bunkerfüllungen  $f = N : B$ : weil aber die Beladezeit  $T_{Be} = N : l$  auch als Produkt  $T_{Be} = T_{Bu} \cdot f$  dargestellt werden kann, bleibt beim Abbunkern während der Fahrt die Größe  $B$  auf die Beladezeit  $T_{Be}$  und damit auch auf die Periode  $T_P = \frac{N}{l \cdot m}$  in der Tat

ohne Einfluß. Zu den Besonderheiten bei einer Abbunkering im Stand siehe Teil II, Abschnitt 3.7.2!

### 3.2. Aufgaben und Bedeutung der Periode

Die Kenntnis der funktionalen Abhängigkeit der Periode  $T_P$  von den unabhängigen Veränderlichen  $N, l$  und  $m$  ist für die Charakterisierung und Disposition transportverbundener Fließarbeitstypen zumindest aus folgenden fünf Gründen unerlässlich:

1. Die Periode  $T_P$  erlaubt, sowohl die bei richtiger Arbeitsdisposition zu erwartenden durchschnittlichen als auch die maximalen Abtaktverluste  $T_{44}$  zu bestimmen.

2. Mit Hilfe der Periode  $T_p$  ist es möglich, die den  $m$  Schlüsselmaschinen zuzuordnende Anzahl  $n$  notwendiger Transporteinheiten zu berechnen.
3. Die Periode  $T_p$  gestattet eine saubere Abgrenzung der zyklischen verfahrensbedingten Verlustzeiten  $T_{44}$  von den organisatorischen Verlustzeiten  $T_{72}$ .
4. Die Periode  $T_p$  gibt Auskunft über den Zeitversatz, um den bei fließarbeitsgerechter Arbeitsdisposition der Schichtbeginn der einzelnen Transporteinheiten zu staf-feln ist.
5. Die Kenntnis der Periode  $T_p$  erlaubt, die Anzahl  $R$  der je Schicht umzuschlagenden Ladungen zu bestimmen.

Im folgenden wollen wir uns vor allem auf das Verhältnis zwischen Periode  $T_p$  und Abtaktverlusten  $T_{44}$  konzentrieren. Zuvor sei aber wenigstens in Stichworten auf die anderen vier Aufgabengebiete der Periode  $T_p$  eingegangen.

### 3.2.1. Bestimmung der Transporteinheiten

Die Anzahl notwendiger Transporteinheiten errechnet sich aus dem auf die nächsthöhere ganze Zahl aufgerundeten Quo-tienten

$$n = \frac{T_U}{T_p}$$

(vgl. hierzu insbesondere die Untersuchung von TISCHLER /3/ und HÜBNER /4/). Dieser Rechenansatz unterstellt, daß der Zeitfonds der Schlüsselmaschinen voll ausgeschöpft wird, Abtaktverluste also ausschließlich bei den Transporteinheiten (und etwaigen weiteren Gliedern der Maschinenkette) auf-treten. Auf die hierbei im Falle einer (fiktiven) Trennung des Fuhrparks in Funktionsgruppen für Beladen einerseits sowie Fahren und Entladen andererseits zu beachtenden Besonder-heiten /6/ /2/ sowie auf die Möglichkeiten und Grenzen einer nomographischen Bestimmung des Transportraums trans-portverbundener Fließarbeitsverfahren kann hier nicht ein-gegangen werden; ihre Behandlung muß einem gesonderten Aufsatz vorbehalten bleiben.

### 3.2.2. Trennung der Teilzeiten $T_{44}$ und $T_{72}$

Eine Überprüfung und etwaige Berichtigung empirisch ge-troffener Arbeitsdispositionen wird u. a. dadurch erschwert, daß eine gesonderte Erfassung organisatorischer Verlust-zeiten  $T_{72}$  im Zuge von Zeitstudien auf direktem Wege nicht möglich ist, da  $T_{44}$  und  $T_{72}$  bei Zeitmessungen durch keiner-lei Meßpunkte voneinander trennbar sind und deshalb nur als gemeinsame Größe erfaßt werden können, aus der erst nachträglich  $T_{72}$  durch Subtraktion der Abtaktverluste  $T_{44}$  zu eliminieren ist, vgl. /9/. Zur Bestimmung der Abtaktver-luste bedarf es aber wiederum — wie noch ausführlich zu zeigen sein wird — der Periode  $T_p$ .

### 3.2.3. Schichtzeitstaffelung

Neben den periodisch wiederkehrenden Verlustzeiten  $T_{44}$  treten bei transportverbundenen Fließarbeitsverfahren dar-über hinaus durch das An- und Auslaufen des Fließarbeits-prozesses verursachte Verlustzeiten auf, die wir vorbehaltlich einer noch ausstehenden Konvention einstweilen mit  $T_{45}$  be-zeichnen wollen. Sie sind namentlich bei Fließarbeiten mit relativ langen Perioden erheblich, lassen sich jedoch durch Schichtzeitstaffelungen um das Intervall von jeweils einer Periode  $T_p$  ausschalten, vgl. /2/ und /12/4/.

### 3.2.4. Bestimmung der transportierten Ladungen

Der Kehrwert der Periode  $T_p$  [h je Umlauf] ist identisch mit der Frequenz [Umläufe je h] des Fließarbeitsverfahrens /1/

<sup>4</sup> Auch die (Stück-)Zeitfonds von 10 h je Produktivkrafteinheit des von KASTEN /6/ entwickelten ökonomisch-mathematischen Ansatzes zur Komplexoptimierung werden — wie die zyklographische Dar-stellung einiger Optimierungsergebnisse zeigt /2/ /12/ — im Modell nicht als synchron verlaufende Zeitabschnitte, sondern als Größen betrachtet, deren Startpunkte zeitlich nicht fixiert, sondern gerade um ein solches Intervall  $i = T_p$  versetzt sind, daß die mit den zyklischen verfahrensbedingten Verlustzeiten  $T_{44}$  einhergehenden Kosten ein Minimum annehmen.

/2/. Der Quotient aus der Schichtzeit  $S$  [h  $T_{05}$ ] und der Peri-ode  $T_p$  [h  $T_{05}/R$ ] des Fließarbeitsverfahrens stellt mithin die je Schicht von den Transporteinheiten beförderte Anzahl  $R$  an Fahrzeugladungen dar

$$R = \frac{S [h T_{05}]}{T_p [h T_{05}/R]};$$

wobei z. B.  $S = 10$ .

Wie jeder Praktiker bestätigen kann, besitzt diese Größe  $R$  seit jeher für Planungs- und Abrechnungszwecke im Rahmen der operativen Arbeitsplanung besonders praktisches Inter-esse. Damit wird ein weiteres Mal die zentrale Bedeutung der Periode  $T_p$  unterstrichen. Nicht zuletzt spielt die Periode  $T_p$  darüber hinaus eine wesentliche Rolle bei der analyti-schen Bestimmung der durchschnittlichen Abtaktverluste.

### 3.3. Die Periode als Maß der Abtaktverluste

#### 3.3.1. Gewinnung analytischer Ausdrücke

Für die folgenden Überlegungen unterstellen wir volle Aus-nutzung der Zeitfonds der Schlüsselmaschinen, d. h. Kon-zentration der Abtaktverluste auf die übrigen Glieder der Maschinenkette, und weiterhin vereinfachend das Vorhan-densein nur eines „Abstimmungsknotens“ (z. B. Vollernte von Rüben oder Kartoffeln ohne Abstimmungszwang am Ende der Transportkette). Die je Umlauf einer Transport-einheit TE bei richtiger Arbeitsdisposition zu erwartenden Abtaktverluste betragen dann

- a) im günstigsten Falle, wenn nämlich die Umlaufzeit  $T_U$  ein ganzzahlig Vielfaches der Periode  $T_p$  ist,  $T_{44} = 0$
- b) im ungünstigsten Falle dagegen, wenn die Umlaufzeit bis an das nächstkleinere ganzzahlige Vielfache von  $T_p$  zu-rückgegangen ist, ohne daß die Anzahl der eingesetzten Transporteinheiten von  $n$  auf  $n-1$  TE vermindert wor-den wäre,  $T_{44} = T_p$ .

Die zyklisch wiederkehrende Verlustzeit  $T_{44}$  der Transport-einheiten je Umlauf variiert also in dem Intervall

$$0 \leq T_{44TE} [h/R] \leq T_p,$$

während sie im Durchschnitt etwa mit

$$\overline{T_{44TE}} [h/R] = \frac{T_p}{2} \quad (2)$$

zu veranschlagen ist.

Macht sich dagegen — wie bei der Berechnung optimaler Mähdruschkomplexe /6/ /9/ /15/ — eine Trennung des Fuhr-parks in die beiden Funktionsgruppen „Feld-TE“ und „Fahrt-TE“<sup>5</sup> notwendig, ist unter sonst gleichen übrigen Um-ständen sowohl im Durchschnitt als auch maximal mit dop-pelt so großen Abtaktverlusten zu rechnen, so daß dann

$$0 \leq T_{44TE} [h/R] \leq 2 T_p$$

und

$$\overline{T_{44TE}} [h/R] = T_p \text{ wird,} \quad (3)$$

vgl. hierzu insbesondere /1/ /2/6/.

<sup>5</sup> Durch die Teilung des Fuhrparks in zwei getrennte Funktionsgrup-pen wird die volle Verfügbarkeit der für die Übernahme der Bun-kerfüllungen auf dem Felde notwendigen Transporteinheiten sicher-gestellt. In unmittelbarer Nähe der Mähdruschstaffel haben sich dabei jeweils so viele Fahrzeugeinheiten aufzuhalten, wie es dem aufgerundeten Quotienten

$$TE_{\text{Feld}} = \frac{m \cdot T_U}{T_{\text{Bu}}}$$

und beim Abbunkern im Stand-

$$TE_{\text{Feld}} = \frac{m \cdot T_U}{T_{\text{Bu}} + T_U} \text{ entspricht /16/.$$

<sup>6</sup> Einen auf einer Vielzahl ausgewerteter Optimierungsvarianten auf-bauenden, statistischen Beweis für die Richtigkeit der (trotz ihrer deduktiven Gewinnung durchaus anschaulichen) Beziehungen (2) und (3) werden wir in einer späteren Arbeit vorstellen.

Es gilt also für transportverbundene Fließarbeitsverfahren vom Typ des Mähdruschs<sup>7</sup>, daß die Abtaktverluste  $T_{44TE} h/R$  im Durchschnitt gleich der Dauer der Periode  $T_p$  sind, daß also

$$\overline{T_{44TE} [h/R]} = T_p \quad (4)$$

$$= \frac{N}{l \cdot m},$$

während als allgemeiner Ausdruck

$$\overline{T_{44TE} [h/R]} = k \cdot T_p \quad (5)$$

$$= \frac{k \cdot N}{l \cdot m}$$

zu gelten hat, wobei  $k$  eine von der Anzahl der Funktionsgruppen und Abstimmungsknoten abhängige Variable ist.

### 3.3.2. Technologische Gesetzmäßigkeiten

Die Abtaktverluste sind bei gegebenem Wert für  $k$  und  $N$  um so kleiner, je größere Werte die Variablen  $m$  und  $l$  erreichen. Durchsatzleistung  $l$  und Anzahl  $m$  gemeinsam eingesetzter Schlüsselmaschinen können sich hierbei gegenseitig weitgehend vertreten.

Aus Beziehung (4) und (5) sind mithin folgende zwei technologischen Gesetzmäßigkeiten ableitbar:

- a) Je kleiner die Durchsatzleistung  $l$  ist, um so größer muß bei feststehendem  $N$  und  $k$  die Anzahl  $m$  gemeinsam eingesetzter Schlüsselmaschinen sein, wenn die Abtaktverluste eine vorgegebene Grenze nicht überschreiten sollen, und umgekehrt: Der von der Verminderung der Abtaktverluste ausgehende Zwang zum Komplexeinsatz ist bei leistungsstärkeren Erntemaschinen geringer als bei weniger leistungsfähigen Maschinen, eine Tendenz, die z. B. sehr deutlich durch einen Vergleich des Mähhäckselns mit dem Selbstfahrer F 280 und dem gezogenen Mähhäckler E 066 bestätigt wird.
- b) Da erwartet werden darf, daß mit der Entwicklung leistungsstärkerer Erntemaschinen auch die Nutzmasse der neuentwickelten Transporteinheiten tendenziell steigt, lassen sich auf lange Sicht die Abtaktverluste — gemessen in  $h T_{44}$  je TE-Umlauf — durch konstruktive Maßnahmen (größeres  $l$ ) nicht nennenswert verringern, sofern  $l$  und  $N$  in gleichem Maße wachsen. Wirkungsvoller — und da vom Einsatzleiter beeinflussbar, für ihn interessanter — ist daher letzten Endes doch nur die Änderung der Komplexgröße  $m$ .

### Literatur

- [1] FLEISCHER, E.: Zyklische verfahrensbedingte Verlustzeiten transportverbundener Fließarbeitsverfahren und Möglichkeiten ihrer Senkung. Deutsche Agrartechnik 19 (1969) II, 4, S. 36 bis 40
- [2] FLEISCHER, E.: Zur zyklographischen Darstellung des Arbeitsablaufs optimierter transportverbundener Fließarbeitsverfahren. — Ein Beitrag zur Verifizierung von Organisationsmodellen. Deutsche Agrartechnik 20 (1970) II, 6, S. 278 bis 283
- [3] TISCHLER, H.: Zur Ermittlung der erforderlichen Zahl von Transportmitteln bei der Fließerte. Deutsche Agrartechnik 9 (1959) II, 8, S. 367
- [4] HÜBNER, B.: Vorschlag einer Planmethode für transportverbundene Arbeiten. Deutsche Agrartechnik 17 (1967) II, 8, S. 378 bis 382
- [5] FLEISCHER, E.: Ursachen und Wesen zyklischer verfahrensbedingter Verlustzeiten transportverbundener landwirtschaftlicher Fließarbeitsverfahren sowie Möglichkeiten ihrer Senkung. Kühn-Archiv, Bd. 82, H. 4, S. 413 bis 439, Berlin, Nov. 1968
- [6] KASTEN, A.: Optimierte Komplexgrößen für den Einsatz der Maschinen bei kooperativer Pflanzenproduktion. Deutsche Agrartechnik 19 (1969) II, 11, S. 539 bis 543

<sup>7</sup> Dreigliedrige Maschinenkette mit nur einem Abstimmungsknoten, d. h. Abstimmung der in zwei Funktionsgruppen getrennten Transporteinheiten auf die Mährescher, jedoch theoretisch unbegrenzte Annahmekapazität der Getreidesilos.

- [7] WEBER, H. / M. ROHDE: Einige Probleme der Wechselbeziehungen zwischen Einsatz und Instandhaltung von Maschinen der Pflanzenproduktion. Deutsche Agrartechnik 20 (1970) II, 7, S. 331 bis 334
- [8] FINN, E. A. / L. N. KOMSAKOWA: Die statistische Modellierung der Prozesse der Fließerte von landwirtschaftlichen Kulturen. (Dtsch. Übersetzung aus: Mechanisierung und Elektrifizierung der Landwirtschaft, Moskau (1970) II, 7, S. 46 bis 49)
- [9] KASTEN, A. / E. FLEISCHER / W. WEBER / H.-J. BRÜCKNER: Bestimmung von optimalen Kombinationen von Arbeitskräften und Mechanisierungsmitteln für transportverbundene Arbeiten beim kooperativen Maschineneinsatz in der Pflanzenproduktion. Teil I: Mähdruschfrüchte; Teilabschlussbericht, WZ für Landtechnik Schlieben, Außenstelle Halle (Saale), Januar 1970
- [10] KASTEN, A.: Bestimmung von optimalen Kombinationen von Arbeitskräften und Mechanisierungsmitteln für transportverbundene Arbeiten beim kooperativen Maschineneinsatz in der Pflanzenproduktion. Teil II: Bergung, Transport und Einlagerung von Stroh; Teilabschlussbericht, WZ für Landtechnik Schlieben, Außenstelle Halle (Saale), Aug. 1970
- [11] KASTEN, A. / E. FLEISCHER / H.-J. BRÜCKNER: Bestimmung von optimalen Kombinationen von Arbeitskräften und Mechanisierungsmitteln für transportverbundene Arbeiten beim kooperativen Maschineneinsatz in der Pflanzenproduktion. Teil III: Frisch- und Welkguternte von Futterpflanzen. Teilabschlussbericht, WZ für Landtechnik Schlieben, Außenstelle Halle (Saale), Aug. 1970
- [12] KASTEN, A. / E. FLEISCHER: Technologisch-ökonomische Untersuchungen zum optimierten Komplexeinsatz von Bestellkombines und Saatgutversorgungsfahrzeugen. Teilabschlussbericht, WZ für Landtechnik Schlieben, Außenstelle Halle (Saale), Sept. 1970
- [13] ZIMMERMANN, W.: Technologische Probleme in Wechselflößreihen der Instandsetzung. Deutsche Agrartechnik 19 (1969) II, 9, S. 417 bis 419
- [14] KASTEN, A. / E. FLEISCHER / W. SCHINKEL, u. a.: Zur optimalen Zuordnung von Arbeitskräften und Maschinen transportverbundener Fließarbeitsverfahren mit Hilfe der gemischt-ganzzahligen Optimierung. Beiträge über technologische Arbeitsmittel zur Einführung industriemäßiger Verfahren in die Pflanzenproduktion. Herausgeber: VEB Ingenieurbüro für Betriebswirtschaft der VVB Saat- und Pflanzgut, Quedlinburg, Januar 1970, S. 10 bis 19
- [15] KASTEN, A. / E. FLEISCHER / H.-J. BRÜCKNER / W. WEBER / W. SCHINKEL / M. PFLAUMBAUM: Optimale Mähdruschkomplexe — Ein Beitrag zur Optimierung transportverbundener Fließarbeitsverfahren bei Kooperation in der Pflanzenproduktion. Halle (Saale) und Quedlinburg, April 1970
- [16] KASTEN, A. / E. FLEISCHER: Zur technologischen Vorbereitung der Saugternte mit Hilfe des Katalogs „Optimale Mähdruschkomplexe“. Saat- und Pflanzgut (1970) II, 5, S. 86 bis 88

(Teil II folgt)

A 8195/II

Zur Vertiefung Ihrer Kenntnisse auf dem Gebiet der Datenverarbeitung empfehlen wir Ihnen aus unserer Verlagsproduktion:

Ing. **ACHIM KNÜPFER**

### Technik digitaler Rechenanlagen

544 Seiten, 254 Abbildungen, 31 Tafeln, Kunstleder, 34,— M

Das Hauptgewicht des Buches liegt auf der Beschreibung der derzeit benutzten Verfahren, der verwendeten Geräte und deren Funktionsweise sowie auf den Fragen, die mit dem Betrieb von Rechenanlagen verbunden sind.

Aus dem Inhalt:

Einführung · Grundlagen digitaler Rechenanlagen · Bauelemente · Schaltungen · Technischer Aufbau · Rechenwerk · Programmsteuerung und Steuerwerk · Speicher · Ein- und Ausgabegeräte · Zusammenarbeit von Zentraleinheit und Peripheriegeräten · Planung und Einrichtung von Rechenstationen · Betrieb und Wartung von Rechenanlagen



**VEB VERLAG TECHNIK BERLIN**