

Eine Methode zur Ermittlung des erforderlichen Transportraumes

Die Durchführung vieler landwirtschaftlicher Arbeiten im Fließsystem bedingt ein Abstimmen der einzelnen in diesem System arbeitenden Maschinen und Aggregate bezüglich ihres Leistungsvermögens; das gilt auch für den Transportraum.

Die Auslastung der einzelnen Maschinen, besonders der Erntemaschinen, wie Mähdescher, Räum- und Sammelpresse, Feldhäcksler, Vollerntemaschinen für Kartoffeln und Rüben u. a., ist wesentlich von der Bereitstellung ausreichender Transportmittel zur laufenden Abfuhr der Erntegüter abhängig [2].

Besonders während der Arbeitsspitzen Getreideernte, Hackfrucht- und Silomaiserte sind hohe Transportleistungen zu vollbringen. Bei der Strohbergung nach dem Mähdrusch führt die Transportraumknappheit oft dazu, daß die Pressen ohne Anhänger arbeiten müssen oder daß die Strohbergung auf sehr späte Termine hinausgeschoben wird. Da dies in der Hackfrucht- und Silomaiserte nicht ohne merkbare Verluste möglich ist und nur zur Arbeiterschwernis führen würde, kommt dem Transportproblem zu dieser Zeit erhöhte Bedeutung zu.

Faktoren, die den erforderlichen Transportraum bestimmen

Welches sind nun die Faktoren, die den erforderlichen Transportraum und die Anzahl der Transportschlepper bestimmen?

Bei der Durchführung der landwirtschaftlichen Arbeiten im Fließsystem ist die Verfahrensleistung bestimmend für die Kapazität der einzelnen technischen Einrichtungen wie Aufbereitungsanlagen, Be- und Entladeeinrichtungen, Förderer usw. Die Verfahrensleistung wiederum wird bestimmt durch die Maschinenleistung des Aggregats, das im vorliegenden Verfahren die Hauptarbeit durchführt [1].

Soll nun das Maschinensystem die volle Schlagkraft entfalten, dann muß die Hauptarbeitsmaschine optimal ausgelastet werden.

Man muß also bei Erntemaschinen die Arbeitsbreite oder die Arbeitsgeschwindigkeit so wählen, daß bei den vorhandenen Bestandsverhältnissen (Ertragsmengen) die Maschinenleistung erreicht, nicht aber überschritten wird.

Es bestehen somit folgende Zusammenhänge:

$$N_M = b \cdot v \cdot E/10 \quad [\text{dt}^1/\text{h}]. \quad (1)$$

Darin ist

N_M Maschinenleistung [dt/h], sie ist den Prüfberichten des Instituts für Landtechnik oder der technischen Dokumentation über die jeweilige Maschine zu entnehmen. Als Maschinenleistung gilt die Menge Erntegut oder zu verarbeitendes Gutes, die je Stunde reiner Arbeitszeit (t_G , auch Grundzeit) von der Maschine bewältigt werden muß.

b tatsächliche Arbeitsbreite der Maschine [m]

v tatsächliche Arbeitsgeschwindigkeit [km/h]

E Ertrag [dt/ha].

Ertrag und Maschinenleistung sind somit Voraussetzungen, die im jeweiligen Falle als unveränderlich angesehen werden müssen. Daraus ergibt sich, daß das Produkt aus Arbeitsgeschwindigkeit und Arbeitsbreite dem Quotienten aus Maschinenleistung und Ertrag entsprechen muß.

$$v \cdot b = 10 N_M/E \quad [\text{m} \cdot \text{km}/\text{h}]. \quad (2)$$

Dies sei am Beispiel des Feldhäckslers erläutert. Seine Maschinenleistung kann nach den bisherigen Einsatzergebnissen mit 200 dt/h angenommen werden. Arbeitet er in Silomaisbeständen von 600 dt/ha so beträgt das Produkt $v \cdot b$:

$$v \cdot b = 10 \cdot 200/600.$$

$$v \cdot b = 3,33 \text{ m} \cdot \text{km}/\text{h}.$$

Steht der Silomais mit 60 cm Reihenabstand, so wären demnach die noch möglichen Arbeitsgeschwindigkeiten 5,55 km/h bei einreihigem Ernten ($b = 0,6 \text{ m}$), 2,77 km/h bei zweireihigem Ernten ($b = 1,2 \text{ m}$) und 1,85 km/h bei dreireihigem Ernten ($b = 1,8 \text{ m}$). (Bei weitreihigen Kulturen ist es durchaus möglich, daß die effektive Arbeitsbreite die technische Arbeitsbreite der Arbeitsmaschine

*) Institut für Landtechnik Potsdam-Bornim der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin (Direktor: Prof. Dr. S. ROSEGGER).

¹⁾ dt = Dezitonne (neue gesetzliche Bezeichnung für dz).

überschreitet. Grundlegend sind diese und weitere Zusammenhänge erläutert und mit Gleichungen und Tabellenmaterial belegt in [1]. Je nach Ausnutzung der Feldarbeitszeit ($t_D =$ Durchführungszeit, Arbeitszeit am Arbeitsort) verringert sich die Maschinenleistung zur Verfahrensleistung (N_V).

$$N_V = N_M \cdot K_9 \quad [\text{dt}/\text{h}^1]. \quad (3)$$

Darin ist

N_V Verfahrensleistung [dt/h¹]; anfallende Menge je Stunde Durchführungszeit.

K_9 Koeffizient zur Charakterisierung der Ausnutzung der Durchführungszeit (in [1] als Ausnutzungsgrad bezeichnet),

$$K_9 = \frac{t_G}{t_D}.$$

Umfangreiche Arbeitsstudien während des Maishäckselns ergaben ein Verhältnis von $t_G/t_D = K_9$ von 0,6 bis 0,7. Dies würde eine durchschnittliche Verfahrensleistung von $N_V = 200 \cdot 0,65 = 130 \text{ dt}/\text{h}^1$ bei voller Auslastung der Maschine ergeben. Die Verfahrensleistung kann auch über die effektive Flächenleistung (N_F) bestimmt werden:

$$N_V = N_F \cdot E \quad [\text{dt}/\text{h}^1], \quad (4)$$

wobei

$$N_F = v \cdot b \cdot K_9/10 \quad [\text{ha}/\text{h}^1] \quad (5)$$

ist.

Die Verfahrensleistung als erster bestimmender Faktor für den Umfang des Transportraumes wäre damit ermittelt.

Die weiteren Faktoren werden von Fall zu Fall stark unterschiedlich sein, da hierin die innerbetrieblichen Verhältnisse mit beinhaltet sind. Sie müssen bei betrieblicher Planung jeweils den Realitäten entsprechend eingesetzt werden.

Es sind dies:

Feldentfernung (Entfernung der Arbeitsorte) s [km],
 durchschnittliche Transportgeschwindigkeit v_T [km/h],
 Ausnutzung der Umlaufzeit K_U ,
 Lademenge je Anhänger (Tonnage/Anhänger) T_H [t/Anh],
 Anzahl der Anhänger je Schlepper a_1 [Anh/TE],
 (Transporteinheit TE)

Daraus lassen sich jetzt errechnen:

$$\text{Umlaufzeit} \quad t_U = 2 s/v_T \cdot K_U \quad [\text{h}/\text{Uml}], \quad (6)$$

$$\text{Tonnage je Umlauf} \quad T_U = N_V \cdot t_U/10 \quad [\text{t}/\text{Uml}], \quad (7)$$

$$\text{Anzahl der umlaufenden Anhänger} \quad a_2 = T_U/T_H \quad [\text{Anh. im Uml}]. \quad (8)$$

Zur Ermittlung der Werte für s , v_T , T_H und a_1 dürfte wohl ein Kommentar überflüssig sein, diese sind aus dem entsprechenden Betriebsgeschehen zu entnehmen.

Der Wert K_U stellt das Verhältnis von reiner Transportzeit (t_T ; Fahrzeit) zur Transportzeit (t_T) + Verlustzeit (t_V), entstanden durch Umhängen der Anhänger, durch Warten während der Be- oder Entladung usw. dar.

$$K_U = t_T/(t_T + t_V). \quad (9)$$

Die reine Transportzeit (t_T) läßt sich aus

$$t_T = 2 s/v_T \quad [\text{h}] \quad (10)$$

errechnen. Die Verlustzeiten dürften aus betrieblichen Arbeitsstudien weitgehend festliegen.

Aus dem Nomogramm (Bild 1) läßt sich jetzt die Ausnutzung der Umlaufzeit ermitteln, indem $t_T = t_G$ gesetzt und die Verlustzeit in der entsprechenden Skala der Ordinate aufgesucht wird. Der Schnittpunkt von Ordinate und Abszisse ergibt den zutreffenden Wert $K_9 = K_U$.

Dasselbe Nomogramm ist auch zum Ermitteln der Ausnutzung der Durchführungszeit t_D zu verwenden, wobei man als Ordinate die Differenz ($t_D - t_G$) aufsuchen muß.

Entsprechend dem angewandten Transportverfahren werden außer den umlaufenden Anhängern (a_2) noch zusätzlich Anhänger benötigt, um das Fließsystem aufrecht zu erhalten.

Die Gesamtzahl (A_1) der erforderlichen Anhänger beträgt somit

$$A_1 = a_2 + j \cdot a_2 \quad [\text{Anh}], \quad (11)$$

worin j den Verfahrensfaktor darstellt.

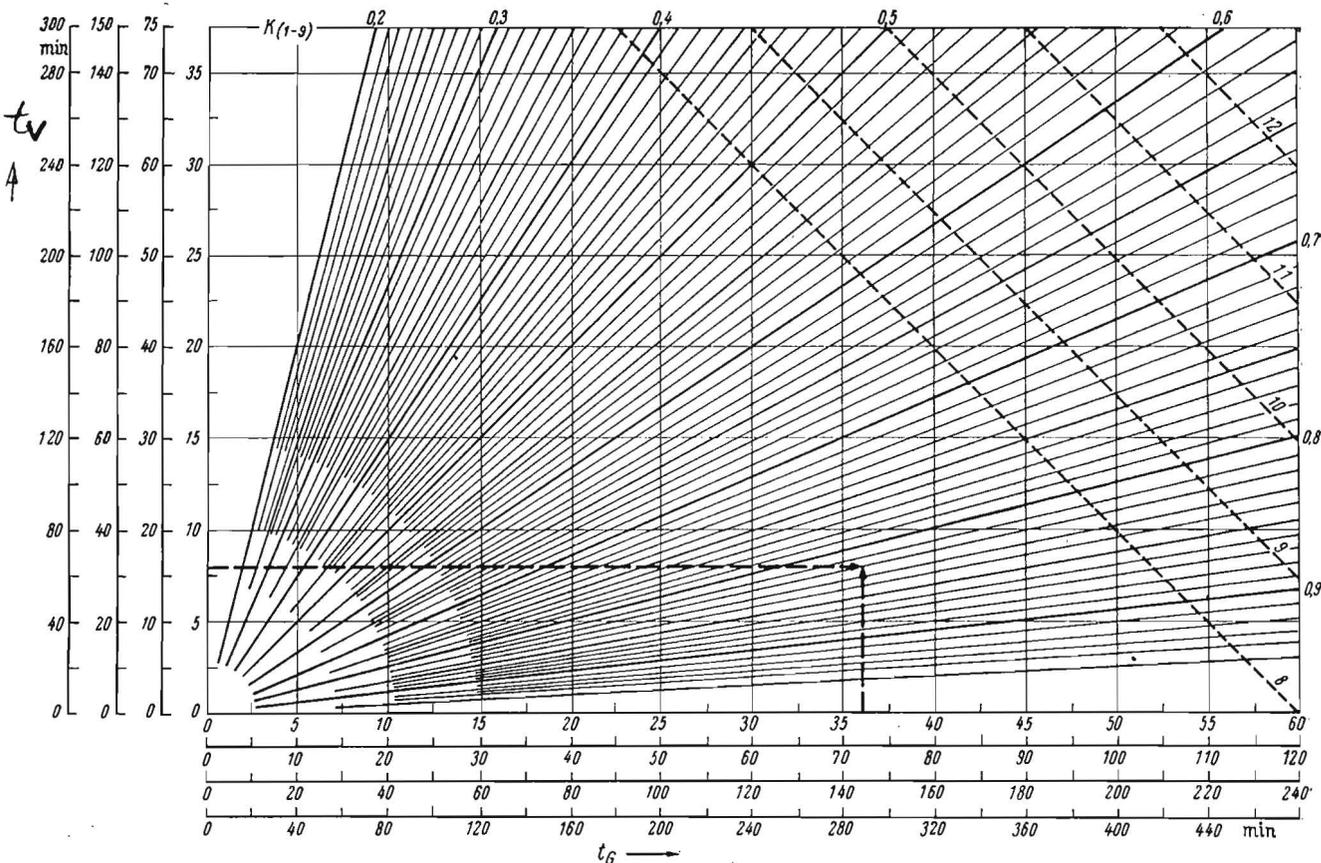


Bild 1. Ermittlung der Betriebskoeffizienten

$f = 0$, wenn Be- und Entladen in der Umlaufzeit enthalten sind, z. B. beim Stallungstreuen; Beladen mit dem Kran und Abstreuen auf dem Felde gelten im Umlauf als Verlustzeiten.

$f = 1$, wenn Be- oder Entladen in der Umlaufzeit enthalten sind, z. B. beim Laden und Transportieren von Zuckerrüben oder Blatt, wo das Beladen als Verlustzeit in die Umlaufzeit eingeht. Am Silo oder an der Rübenmiete wird dann in diesem Falle mit Wechselwagen gearbeitet, so daß hier nur die Umhängezeiten als Verlustzeiten für den Umlauf anfallen.

$f = 2$, wenn Be- und Entladen außerhalb der Umlaufzeit liegen, z. B. beim Mähhäckseln mit Wechselwagen am Silo, also Be- und Entladen außer der Umlaufzeit.

Die entwickelte Berechnungsmethode soll am bereits angeführten Zahlenbeispiel erläutert werden:

Die Verfahrensleistung betrug hierin $N_V = 130 \text{ dt/h'}$; Entfernung vom Felde zum Fahrsilo sei $s = 3 \text{ km}$; die Wegeverhältnisse sollen eine durchschnittliche Transportgeschwindigkeit von $v_T = 10 \text{ km/h}$ erlauben; die Aufsätze auf den 3-t-Anhängern gestatten eine Lademenge je Anhänger von $T_H = 3 \text{ t/Anh.}$; der Transportschlepper fährt infolge der geringen Entfernung nur mit einem Anhänger ($a_1 = 1 \text{ Anh/TE}$). Das Beladen des Anhängers auf dem Felde fällt nicht in die Umlaufzeit. Am Durchfahrsilo soll mit dem Raupenschlepper festgefahren werden. Dieser zieht die Wechselwagen in den Silo zum Entladen.

Der Verfahrensfaktor ist demnach $f = 2$.
Nach Gl. (10) beträgt die reine Transportzeit $t_T = (t_G) = 2 \cdot 3/10 = 0,6 \text{ h}$.
Die Verlustzeiten durch Hängerwechsel auf dem Felde und am Silo können bei eingearbeiteter Besetzung auf durchschnittlich 8 min gesenkt werden. Die Ausnutzung der Umlaufzeit K_U liegt im Nomogramm also auf dem Schnittpunkt $t_v = 8 \text{ min}$ und $t_G = t_T = 36 \text{ min}$ ($= 0,6 \text{ h}$), sie beträgt 0,82. Auf denselben Wert kommt man nach Gl. (9).

Die Umlaufzeit beläuft sich somit auf $t_U = t_T/K_U \text{ [h'/Uml]}$
 $= 0,6/0,82 = 0,732 \text{ h' Uml.}$ (12)

Die Tonnage je Umlauf nach Gl. (7):
 $T_U = 130 \cdot 0,732/10 = 9,6 \text{ t/Uml}$

und die Anzahl der umlaufenden Anhänger nach Gl. (8):
 $a_2 = 9,6/3 = 3,2 \approx \text{vier Anhänger im Umlauf.}$

Die Gesamtzahl der erforderlichen Anhänger für das angeführte Beispiel beträgt endlich nach Gl. (11):

$$A_1 = 4 + 2 \cdot 1 = 6 \text{ Anhänger.}$$

Die Anzahl der Transporteinheiten (Schlepper) läßt sich bestimmen aus:

$$A_2 = a_2/a_1 \text{ (TE; Schlepper).} \quad (13)$$

Im vorliegenden Falle müßten demnach vier Schlepper zum Transport eingesetzt werden ($A_2 = 4/1 = 4 \text{ TE}$).

Zu weiteren Überlegungszwecken empfiehlt es sich, die Gleichungen zusammenzufassen, so daß

$$A_1 = \frac{N_M \cdot K_0 \cdot s}{5 \cdot v_T \cdot K_U \cdot T_H} + f \cdot a_1 \text{ [Anh]} \quad (14)$$

und

$$A_2 = \frac{N_M \cdot K_0 \cdot s}{5 \cdot v_T \cdot T_H \cdot K_U \cdot a_1} \text{ [TE]} \quad (15)$$

wird. An Hand dieser Gleichungen lassen sich der Anhänger- und Schlepperbedarf aller Fließverfahren ermitteln.

Das Nomogramm in Bild 2 ist auch auf die Gl. (14) aufgebaut. Mit diesem Nomogramm lassen sich die erforderlichen Anhänger ohne zusätzliche Rechenarbeit ermitteln. Es ist dabei sinngemäß und in derselben Reihenfolge zu verfahren, wie die numerierten Pfeile des angeführten Beispiels angeben. Dabei muß allerdings zugrunde gelegt werden, daß die Entladeleistung nicht geringer ist als die Verfahrensleistung, da es sonst im Laufe der Arbeitsspiele zu Anhängeransammlungen am Entladeplatz und zum Hängermangel am Beladeort führt. Es ist Grundbedingung jeglicher Fließarbeit, daß die im System aufeinanderfolgenden Maschinen und Aggregate in ihren Leistungen aufeinander abgestimmt sein müssen. Die Bestrebungen bei der Fließarbeit müssen darauf gerichtet sein, mit dem geringsten Aufwand den größten Nutzeffekt zu erzielen. Wenn

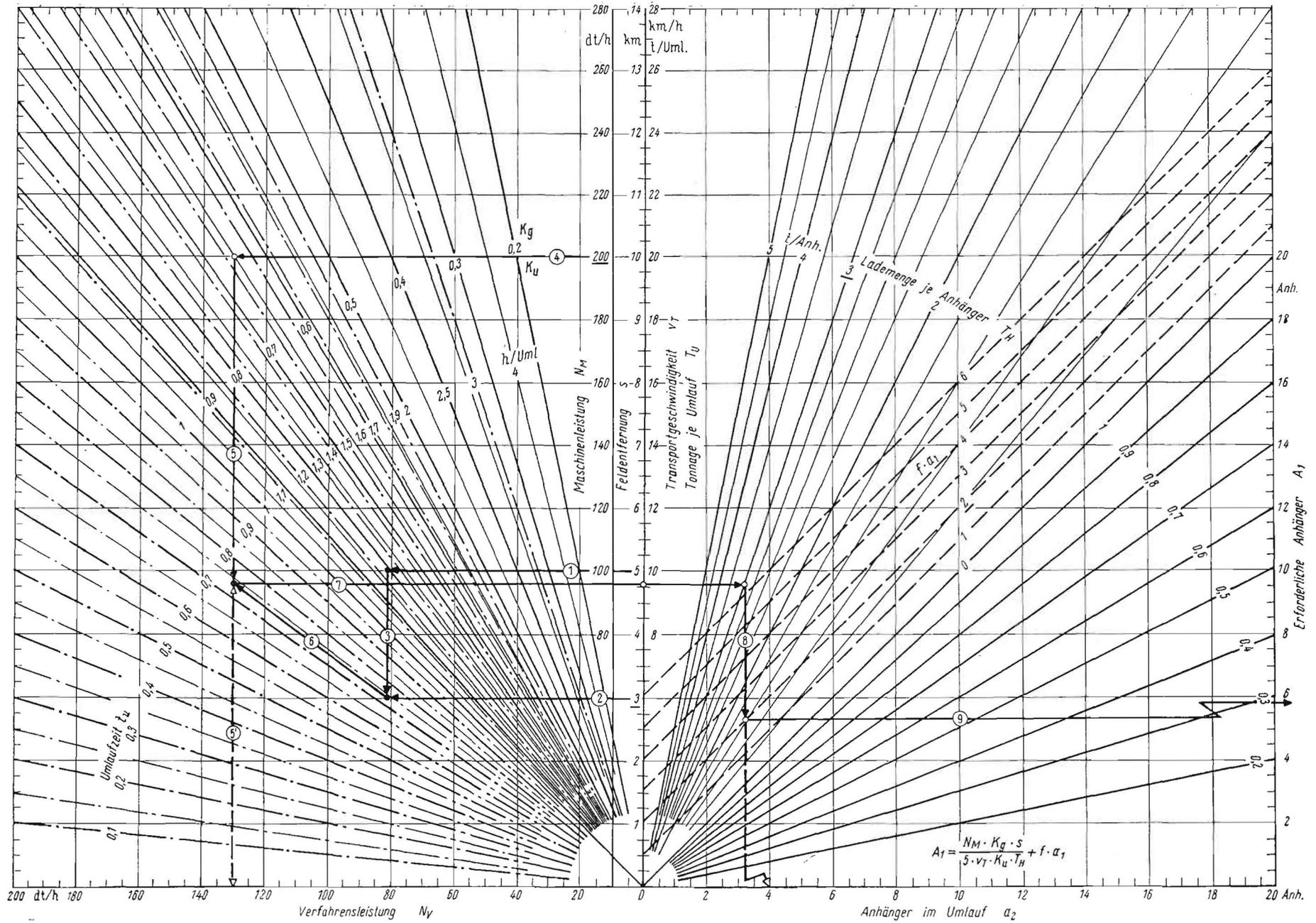


Bild 2. Nomogramm zur Ermittlung des Transportraumbedarfs im Fließsystem

dahingehend die Gl. (14) analysiert wird, so kommt man zu folgendem Schluß:

Die Verfahrensleistung ($N_V = N_M \cdot K_0 = N_P \cdot E$) soll möglichst hoch sein, um dem Fließverfahren eine große Schlagkraft zu geben. Der Aufwand an Anhängern kann verringert werden, je kürzer der Transportweg z.Z. der Arbeitsspitzen gehalten wird. Die möglichen Transportgeschwindigkeiten sollten ausgefahren werden, genauso muß durch zweckmäßige Einrichtungen auch bei voluminösen Gütern die volle Auslastung des Transportraumes erreicht werden.

Liegt das Be- oder Entladen bzw. beides in der Umlaufzeit, so muß durch Mechanisierung dieser Arbeiten die Ausnutzung der Umlaufzeit (K_U) verbessert werden. Bei kurzen Transportwegen ist es nicht zu empfehlen, mit Standwagen zu arbeiten oder mit mehr als einem Anhänger je Transportschlepper zu fahren, da sich sonst der Verlustzeitanteil infolge des häufigen Umhängens stark erhöht.

Werden diese Forderungen je nach den betrieblichen Möglichkeiten erfüllt, kann der optimale Nutzeffekt des gesamten Fließsystems erreicht werden.

Zusammenfassung

In der landwirtschaftlichen Produktion nehmen die Transporte einen Großteil der Gesamtarbeit ein, was besonders in Arbeitsspitzen z.Z. der Getreide-, Hackfrucht- und Silomaisenernte zu Komplikationen führt. Die ständig fortschreitende Mechanisierung bedingt in steigendem Maße die Fließarbeit, in die auch die Transporte eingebaut sind. Aus diesem Grunde muß die Gewähr gegeben sein, daß die Transportleistung der sonstigen Verfahrensleistung entspricht.

Mit Hilfe der entwickelten Gleichungen ist es möglich, den Transportraum- und Transportschlepperbedarf der einzelnen Verfahren zu ermitteln.

A 3397

Literatur

- [1] RÖSEL/SCHMITT: Größere Flächenleistung ohne erhöhten Aufwand - Optimale Maschinen- und Flächenleistung mit Hilfe von Tabellen und Diagrammen. Deutscher Bauernverlag 1958.
 [2] SEIFERT: Grünfütter- und Heuerten mit dem Feldhäcksler. Landtechnik (1958) H. 6, S. 146 bis 150.

Dr. K. BAGANZ und Ing. W. RÖSEL, Potsdam-Bornim*)

Vergleichsprüfung von Kartoffelvollerntemaschinen im Jahre 1958

Bei der VI. Kartoffelvollerntemaschinen-Vergleichsprüfung des Instituts für Landtechnik Potsdam-Bornim der DAL, die vom 29. September bis 13. Oktober 1958 durchgeführt wurde, stand ein Vergleich der Maschinen unter schwierigen Einsatzbedingungen im Vordergrund. Deshalb erfolgte die Prüfung der Maschinen auf steinigem Boden und hängigem Gelände des VEG Heinersdorf bei Müncheberg und auf schwerem Boden der LPG Friedrichsaue im Oderbruch. Kontrollmessungen auf steinfreiem Sandboden der LPG Dallgow bei Falkensee bildeten den Abschluß der Arbeiten.

Für die verständnisvolle Unterstützung der Messungen ist besonders der Betriebsleitung des VEG Heinersdorf zu danken, die Arbeitskräfte und Fahrzeuge für den größten Teil der Messungen zur Verfügung stellte. Die Kollegen der Prüfgruppen der MTS Etzin, Feldberg, Golzow und Schönberg halfen wirksam bei der Durchführung der Vergleichsprüfung.

1 Durchführung der Prüfung und Meßverfahren

1.1 Prüfbedingungen

Die Auswahl der Meßschläge erfolgte nach der im IfL aufgestellten Prüfmethode für Kartoffelvollerntemaschinen¹⁾.

*) Institut für Landtechnik Potsdam-Bornim der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin (Direktor: Prof. Dr. S. ROSEGGER).

¹⁾ Auf Grund der Zusammenarbeit im Rat der gegenseitigen Wirtschaftshilfe wurde das Institut für Landtechnik Potsdam-Bornim mit der Ausarbeitung dieser Methode beauftragt.

Im Gegensatz zu den früheren Vergleichsprüfungen [1], [2], [3], [5], [6] wurden die ökonomischen Messungen auf einem besonderen Schlag (Leistungsschlag) durchgeführt (Schlag I, 2). Die Messungen zur Ermittlung der Arbeitsqualität erfolgten dagegen auf mehreren Schlägen (Meßschlag) mit unterschiedlichen Rodebedingungen (Schlag I, I; II; III; IV); in sich boten die Schläge aber gleichmäßige Bedingungen.

Für diese Schläge ist die Bodencharakteristik in Tabelle 1 und die Bestandscharakteristik in Tabelle 2 aufgeführt. Der für vergleichende Messungen benutzte Leistungsschlag I, 3 (Heinersdorf, Schlag 15) wies ähnliche Rodebedingungen auf wie der Schlag I, 2 (Bild 1 bis 4).

Tabelle 1. Bodencharakteristik

Schlagbezeichnung		I, 1	I, 2	II	III	IV
Ort		Heinersdorf Schlag 15	Heinersdorf Schlag 15	Behlendorf Schlag 18	Friedrichsaue An der Straße	Dallgow Flugplatzvorfeld
Boden (Bonitur)		IS 4 D 41/38 SI 3D 39/35	IS 4 D 41/38 SI 3 D 39/35	IS 3 D 46/42 SI 3 D 42/39 SL 3 D 50/48	SL (16% Ton)	SI (anmoorig)
Bodenbeschaffenheit		gut siebfähig, mittlerer Steinbesatz	gut siebfähig, mittlerer Steinbesatz	siebfähig, geringer Steinbesatz	noch siebfähig, steinfrei	siebfähig steinfrei
Geländegestaltung		eben	eben bis leicht ansteigend	hängig	eben	eben
Neigung in Bearbeitungsrichtung [%]		<1	1 bis 5	8 bis 10	<1	<1
Neigung quer zur Bearbeitungsrichtung [%]		<1	<1	8 bis 12	<1	<1
Schlaggröße [ha]		2,5	10,0	4,8	1,0	5,0
Mittlere Schlaglänge [m]		470	470	200	700	300
Dammausbildung:						
Untere Dammbreite [cm]		44	44	47	50	45
Obere Dammbreite [cm]		23	23	20	23	21
Dammhöhe [cm]		14	14	15	17	17
Dammfernung [cm]		62,5	62,5	62,5	62,5	62,5
Bodenfeuchte [Gew.-%]	0 ... 5 cm	6,6 (4,6) ¹⁾	8,4	9,9	6,9	7,8
	5 ... 10 cm	7,8 (6,8) ¹⁾	7,7	10,9	8,9	9,3
	> 10 cm	7,8 (7,1) ¹⁾	7,8	10,6	9,6	8,5
Frischraumgewicht [g/cm ³]		1,62	KM	KM	1,73	KM

¹⁾ Feuchtigkeitswerte vom 1. Oktober 1958

SI = anlehmiger Sand

IS = lehmiger Sand

SL = stark sandiger Lehm