

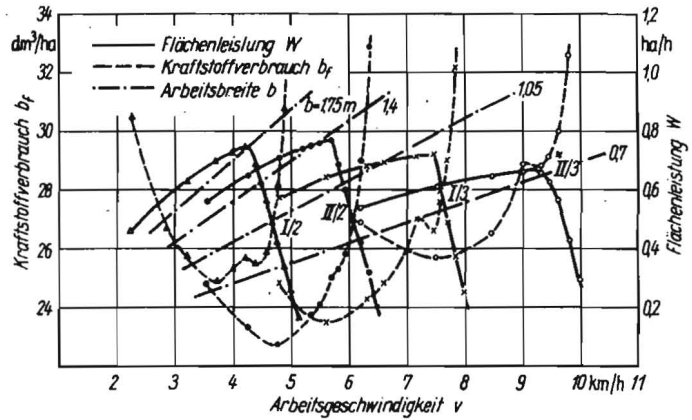
Optimale Geschwindigkeiten beim Pflügen mit den Traktoren ZT 303, K-700 und T-150 K

Dr.-Ing. W.-D. Kalk, KDT/Dr. agr. O. Bosse, KDT, Forschungszentrum für Bodenfruchtbarkeit Müncheberg der AdL der DDR

Verwendete Formelzeichen

b	cm	Arbeitsbreite beim Pflügen
B	cm	konstruktive Arbeitsbreite des Pflugs
b_f	dm ³ /ha	flächenbezogener Kraftstoffverbrauch
B_s	dm ³ /h	stündlicher Kraftstoffverbrauch
F_z	N	Zugkraft
k	N/cm ²	spezifischer Widerstand des Bodens gegen Deformierung
k_n	N/cm ²	spezifischer Bodenwiderstand eines Pflugkörpers
m · g	N	Gewichtskraft des Pflugs
t	cm	Arbeitstiefe des Pflugs
v	m/s, km/h	Arbeitsgeschwindigkeit des Pflugs
W	ha/h	Flächenleistung
ϵ	N · s ² /m ⁴	Beiwert, abhängig von der Form des Streichblechs und von der Bodenart
ρ		Rollwiderstandsbeiwert
τ	N/cm ²	Schubfestigkeit

Bild 1
Kraftstoffverbrauch und Flächenleistung des Traktors ZT 303 beim Pflügen auf Tonboden in Abhängigkeit von der Arbeitsgeschwindigkeit



2. Vergleich der Traktoren ZT 303, K-700 und T-150 K beim Pflügen auf Tonboden

Unter Berücksichtigung noch zu nennender Einschränkungen ermöglicht die verwendete Methode einen Vergleich der optimalen Einsatzbereiche verschiedener Traktoren beim Pflügen. Die Zugcharakteristik des Traktors ZT 303 liegt für sandigen Lehmböden und Tonböden vor [2,5]. Die Zugcharakteristik der Traktoren K-700 und T-150 K wurde auf nordkaukasischer Schwarzerde ermittelt [6,7]. Der folgende Vergleich wird unter der Annahme geführt, daß die Traktorenfahrwerke auf trockenen Stoppelflächen von Tonboden und Schwarzerde ähnliche Übertragungseigenschaften haben. Die Traktoren ZT 303 und K-700 werden zumeist mit den Pflügen B 201 bzw. B 550 eingesetzt. Diese Pflüge sind hauptsächlich mit dem Pflugkörper 30 Z ausgerüstet. Da von den in der Praxis befindlichen Pflugkörpern nur der spezifische Bodenwiderstand für den Pflugkörper 30 Z vorliegt [4], wird der Vergleich unter der Voraussetzung der Verwendung dieser Pflugkörper an den genannten Pflügen durchgeführt. Für den Körper des Pflugs 6-PHX-35, der speziell für den Traktor T-150 K importiert wird, liegt der spezifische Bodenwiderstand nicht vor. Da der Traktor T-150 K jedoch auch mit dem verbreiterten Pflug B 201 zum Einsatz kommt, wird dieser Pflug ebenfalls mit Körpern 30 Z dem Vergleich zugrunde gelegt. Der Einfluß der

Kopplung von Traktor und Pflug auf den Übertragungswirkungsgrad wird vernachlässigt, da bei Aggregaten aus verschiedenen Allradtraktoren und Aufsattelpflügen bei der Übertragung von Vertikalkräften nur geringe Unterschiede zu erwarten sind [8].

Für den Traktor ZT 303 läßt sich beim Pflügen ebener Flächen unter Berücksichtigung der in Tafel 1 angegebenen Konstanten und der Zugcharakteristik auf Tonboden [5] ableiten (Bild 1): Die Flächenleistung bleibt im Geschwindigkeitsbereich zwischen 4 und 7,5 km/h relativ konstant, wobei die Arbeitsbreite in einem weiten Bereich verändert werden muß. Für den Kraftstoffverbrauch gibt es ein Minimum bei etwa 4,7 km/h. Oberhalb und unterhalb dieser Geschwindigkeit nimmt der Kraftstoffverbrauch zu. Wegen der nur in Stufen veränderlichen Arbeitsbreite der Pflüge liegt der günstige Arbeitspunkt unter den gegebenen Bedingungen bei 5,4 km/h (Arbeitsbreite 1,4 m) mit dem Getriebegang II/2. Ein anderer möglicher Arbeitspunkt mit einer Arbeitsbreite von 1,05 m liegt bei 6,6 km/h, allerdings mit einem zusätzlichen DK-Verbrauch von 1 dm³/ha.

Aus der Zugcharakteristik des Traktors K-700 [6] und dem Zugkraftbedarf des Pflugs B 550 mit Körpern 30 Z auf Tonboden ergeben sich unter Berücksichtigung der Konstanten in Tafel 1 folgende Aussagen (Bild 2): Die höchste relative Flächenleistung erreicht der Traktor

1. Methodische Grundlagen

Absoluter Schwerpunkt beim sparsamen Einsatz der Fonds, die der Landwirtschaft der DDR zu Verfügung stehen, ist die Senkung des Energieverbrauchs [1]. Wesentlichen Einfluß auf den Energieverbrauch und damit auf den Kraftstoffverbrauch beim Pflügen hat die Arbeitsgeschwindigkeit. Zur Ermittlung optimaler Geschwindigkeiten beim Einsatz von Aggregaten aus Traktoren und Pflügen wurde eine experimentell-theoretische Methode für die Bestimmung der Flächenleistung und des flächenbezogenen Kraftstoffverbrauchs in der Grundzeit vorgestellt [2]. Ausgangspunkt für die Lösung war, daß die vom Traktor abgegebene Zugkraft gleich der an der Zugvorrichtung des Pflugs benötigten Zugkraft ist. Der Zugkraftbedarf für einen Pflug beträgt nach Gorjatschkin [3]:

$$F_x = \rho (m \cdot g) + t b (k + \epsilon v^2) \quad (1)$$

Der Klammerausdruck im zweiten Summanden kann nach Untersuchungen von Ganzuch, Soucek und Bernhardt [4] für den Pflugkörper 30 Z ersetzt werden durch

$$k_n = 1,28 + 0,845 \tau + 0,301 v^2 \quad (2)$$

Setzt man die vom Pflug benötigte Zugkraft nach Gl. (1) in das Gleichgewicht mit der Zugkraft, die vom Traktor auf Stoppelflächen verschiedener Böden abgegeben wird, errechnet sich die Flächenleistung W nach Gl. (3):

$$W = \frac{0,0036 F_x}{\rho (m \cdot g) / B + t (1,28 + 0,845 \tau + 0,301 v^2)} \quad (3)$$

und der je Hektar erforderliche Kraftstoffbedarf b_f nach

$$b_f = \frac{B_s}{W} \quad (4)$$

Die detaillierte Ableitung dieser Gleichungen wurde bereits veröffentlicht [2]. Die Zugkraft, die Arbeitsgeschwindigkeit und der stündliche Kraftstoffverbrauch sind einander zugeordnet der Zugcharakteristik der Traktorenprüfberichte zu entnehmen.

Tafel 1. Konstanten, die zur Berechnung der in den Bildern 1 bis 3 dargestellten Kurvenverläufe genutzt wurden

		Pflug B 201 für ZT 303 [9]	Pflug B 550 für K-700 [10]	Pflug B 201 für T-150 K
Gewichtskraft des Pfluges m · g	N	14 700	32 370	17 660
Pflugarbeitsbreite B	cm	175	280	210
Rollwiderstandsbeiwert für Tonboden ρ [3]			0,2	
Schubfestigkeit für Tonboden τ [2]	N/cm ²		7,74	
Arbeitstiefe t	cm		25	

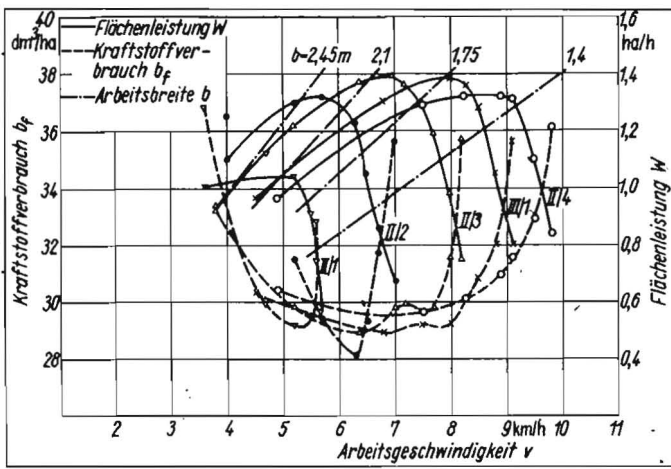


Bild 2. Kraftstoffverbrauch und Flächenleistung des Traktors K-700 beim Pflügen auf Tonboden in Abhängigkeit von der Arbeitsgeschwindigkeit

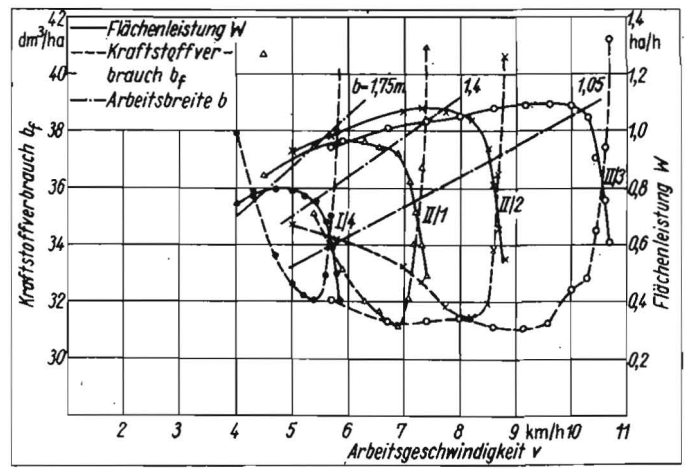


Bild 3. Kraftstoffverbrauch und Flächenleistung des Traktors T-150 K beim Pflügen auf Tonboden in Abhängigkeit von der Arbeitsgeschwindigkeit

K-700 bei Arbeitsgeschwindigkeiten zwischen 6 und 8 km/h. In diesem Bereich liegt auch der nahezu konstante minimale Kraftstoffverbrauch vor. Das absolute Minimum des Kraftstoffverbrauchs kann aber aufgrund der nur in Stufen veränderlichen Arbeitsbreite des Pflugs nicht realisiert werden und ist auch wegen der geringeren Flächenleistung nicht zu empfehlen. Sowohl mit einer Arbeitsbreite von 1,75 m als auch von 2,1 m kann auf Tonboden die maximale Flächenleistung bei minimalem Kraftstoffverbrauch erreicht werden, wobei die Getriebegänge II/3 und III/1 zu nutzen sind. Vergleicht man die Flächenleistung je Stunde zwischen den Traktoren K-700 und ZT 303, so ist ersichtlich, daß der K-700 die doppelte Leistung erreicht (Bilder 1 und 2). Im flächenbezogenen Kraftstoffverbrauch liegt der K-700 um 20 % höher als der ZT 303, wobei die eingangs zu diesem Abschnitt aufgeführten Einschränkungen berücksichtigt werden müssen.

Die aus der Zugcharakteristik des T-150 K [7] und aus den Konstanten nach Tafel 1 abgeleiteten Verläufe der Flächenleistung und des Kraftstoffbedarfs ermöglichen folgende Interpretation (Bild 3): Die Flächenleistung des T-150 K ist zwischen 7 und 10 km/h nahezu konstant. Der Kraftstoffverbrauch liegt zwischen 7 und 9,5 km/h ebenfalls nahezu gleichbleibend im Minimum, so daß dieser Geschwindigkeitsbereich für den Einsatz empfohlen werden kann. Der gesamte Arbeitsbereich muß jedoch mit dem Getriebegang II/3 bearbeitet werden, lediglich bei 8 km/h wäre auch der Getriebegang II/2 kraftstoffverbrauchsgünstig. Als Arbeitsbreite des Pflugs sind unter den Bedingungen des Tonbodens 1,4 m zu wählen. Die Flächenleistung wird mit dem T-150 K gegenüber dem ZT 303 um etwa 50 % erhöht, jedoch nimmt auch gleichzeitig der flächenbezogene Kraftstoffverbrauch um etwa 30 % zu. Hierbei ist aber zu berücksichtigen, daß beim Pflugkörper 30 Z eine relativ große Konstante für den Geschwindigkeitsanteil am Bodenwiderstand des Pflugkörpers 30 Z hinsichtlich Flächenleistung und Kraftstoffverbrauch nachteilig für diesen Traktor aus. Verwendet man z. B. den spezifischen Bodenwiderstand des Pflugkörpers

25 H nach Gl. (3), der wie der PHX-Körper für höhere Arbeitsgeschwindigkeiten als der 30-Z-Körper konstruiert wurde und dessen Konstante für den Geschwindigkeitsanteil etwa ein Drittel geringer ist [4], ergibt sich ein Kraftstoffverbrauch von 28,7 dm³/ha im optimalen Bereich, d. h. der Kraftstoffverbrauch des Traktors T-150 K liegt beim Einsatz eines Pflugkörpers für höhere Arbeitsgeschwindigkeiten in der gleichen Größenordnung wie beim Traktor K-700, jedoch auch dann noch höher als beim Traktor ZT 303. Aussagen zur Änderung der Qualität der Pflugarbeit beim Einsatz eines anderen Pflugkörpers waren nicht Gegenstand der vorgelegten Untersuchungen.

Vergleichende experimentelle Untersuchungen bei der Saatsfurche auf sandigem Lehm Boden mit dem Traktor ZT 303 und dem Pflug B 201, mit dem Traktor T-150 K und dem sowjetischen Pflug PTK-6-35 sowie mit dem Traktor K-700 und dem Pflug B 501 ergaben für den K-700 einen 33 % und für den T-150 K einen 23 % höheren flächenbezogenen Kraftstoffverbrauch gegenüber dem ZT 303 [7].

Die Größenordnung der Unterschiede im Kraftstoffverbrauch, wie sie sich aus den vorgegangenen theoretischen Überlegungen ergaben, wurde damit bestätigt. Die zusätzlichen Differenzen können im Rahmen des technologischen Gesamtprozesses entstanden sein.

3. Zusammenfassung

Auf der Grundlage der Meßergebnisse der Zugcharakteristik der Traktoren ZT 303, K-700 und T-150 K wurden die Flächenleistung in der Grundzeit und der flächenbezogene Kraftstoffverbrauch als Funktion der Arbeitsgeschwindigkeit beim Pflügen von Tonboden dargestellt. Folgende Schlußfolgerungen lassen sich ableiten:

- Der Traktor ZT 303 hat einen optimalen Arbeitspunkt mit hoher Flächenleistung und relativ niedrigem Kraftstoffverbrauch bei einer Arbeitsgeschwindigkeit von 5,4 km/h. Diese Arbeitsgeschwindigkeit ist mit dem Getriebegang II/2 einzuhalten.
- Der Traktor K-700 verfügt über einen optimalen Einsatzbereich mit hoher Flächenleistung und niedrigem Kraftstoffverbrauch bei Arbeitsgeschwindigkeiten von 6 bis 8 km/h. In diesem Bereich sind die Getriebegänge II/3 und III/1 zu nutzen.
- Der Traktor T-150 K hat einen optimalen

Einsatzbereich bei Arbeitsgeschwindigkeiten von 7 bis 9,5 km/h, wobei der gesamte Bereich mit dem Getriebegang II/3 bearbeitet werden sollte, lediglich bei 8 km/h ist auch der Getriebegang II/2 günstig.

-Die Traktoren K-700 und T-150 K liegen beim Pflügen in der Grundzeit im flächenbezogenen Kraftstoffverbrauch etwa 20 % höher als der Traktor ZT 303.

-Die richtige Auswahl der dem optimalen Traktorengeschwindigkeitsbereich angepaßten Pflüge und Pflugkörper schränkt den Kraftstoffverbrauch ein.

Literatur

- [1] Felfe, W.: Die sozialistische Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft im Schrittmaß der 80er Jahre. Einheit, Berlin 37 (1982) 2, S. 130-138.
- [2] Kalk, W.-D.; Bosse, O.: Betrachtungen zu optimalen Geschwindigkeiten beim Pflügen. agrartechnik, Berlin 31 (1981) 8, S. 373-376.
- [3] Krutikow, N. P., u. a.: Theorie, Berechnung und Konstruktion der Landmaschinen. Berlin: VEB Verlag Technik 1955.
- [4] Ganzuch, U.; Soucek, R.; Bernhardt, G.: Experimentell-theoretische Methode zum Bestimmen des spezifischen Bodenwiderstands von Pflugkörpern bei beliebigem Bodenzustand. agrartechnik, Berlin 28 (1978) 9, S. 388-390.
- [5] Stieglitz, E.: Prüfbericht Nr. 24 zum Radtraktor ZT 303. Zentrale Prüfstelle für Landtechnik Potsdam-Bornim, 1970.
- [6] Stieglitz, E.: Prüfbericht Nr. 21 zum Radtraktor K-700. Zentrale Prüfstelle für Landtechnik Potsdam-Bornim, 1968.
- [7] Stieglitz, E.: Prüfbericht Nr. 31 zum Radtraktor T-150 K. Zentrale Prüfstelle für Landtechnik Potsdam-Bornim, 1976.
- [8] Eifler, R.: Technisch-technologische Probleme rationeller Energieanwendung in der Bodenbearbeitung. agrartechnik, Berlin 30 (1980) 11, S. 511-514.
- [9] Schmid, H.: Prüfbericht Nr. 510 zum Aufsattelbeetpflug B 201. Zentrale Prüfstelle für Landtechnik Potsdam-Bornim, 1967.
- [10] Rusch, S.: Prüfbericht Nr. 828 zum Aufsattelbeetpflug B 550. Zentrale Prüfstelle für Landtechnik Potsdam-Bornim, 1979. A 3460