

Im Institut für Landmaschinen WISCHOM in Moskau wurden die optimalen Arbeitsgeschwindigkeiten bzw. Arbeitsbreiten beim Pflügen, Scheibeneggen, Kultivatoreneinsatz sowie für andere Maschinen der Feldwirtschaft ermittelt.

Ausgangspunkt dieser Berechnungen ist die Festlegung, daß die Geschwindigkeit als optimal anzusehen ist, die bei entsprechender Arbeitsbreite ein Minimum an Kosten für einen Arbeitsvorgang ergibt. Um diese Methode möglichst anschaulich darzulegen, soll sie am Beispiel der Ermittlung der optimalen Geschwindigkeit beim Pflügen demonstriert werden. Man muß dabei mit der Erfassung der einzelnen Kostenarten beginnen:

- a) Kosten für die lebendige Arbeit (Lohnkosten für die Maschinenbesetzung)
- b) Kosten für die vergegenständlichte Arbeit

Diese Kosten unterteilen sich wiederum in Einsatzkosten (Treibstoff, Öl, Hilfsstoffe) und Kosten für die einfache und erweiterte Reproduktion, wie z. B. Instandsetzungskosten, Ersatzteil- und Verschleißteilkosten, Abschreibungen und Zinsen.

Ermittlung der Kosten für die lebendige Arbeit

Der Wert der lebendigen Arbeit W_T läßt sich im Arbeitsergebnis je Zeiteinheit ausdrücken (z. B. Oberflächenleistung in ha/h).

Wie Bild 1 zeigt, wächst das Arbeitsergebnis bei konstanter Arbeitsbreite theoretisch linear mit der Arbeitsgeschwindigkeit an.

Die gestrichelte Linie in Bild 1 zeigt den tatsächlichen Verlauf, da sich mit Erhöhung der Geschwindigkeit das Verhältnis von Operativzeiten zu Hilfszeiten in ungünstiger Weise verändert. Beim Pflügen z. B. wächst der Anteil der Wendezeiten am gesamten Zeitaufwand.

Die in Bild 2 dargestellten Werte ergeben sich aus der Formel für die Oberflächenleistung einer Landmaschine:

$$W_T = b \cdot v_f \cdot k_g \text{ [ha/h]}$$

$$k_g = 0,85 \text{ Ausnutzung der Durchführungszeit}$$

Die Kosten für die lebendige Arbeit sind umgekehrt proportional zur Oberflächenleistung:

$$K_T = 1/W_T$$

Die Lohnkosten ergeben sich aus

$$K_L = L/W_T \text{ [DM/ha]}$$

$$L = 1,63 \text{ DM Stundenlohn eines Traktoristen}$$

Die Abhängigkeit dieser Kosten von der Geschwindigkeit ist in Bild 3 dargestellt (Hyperbeln).

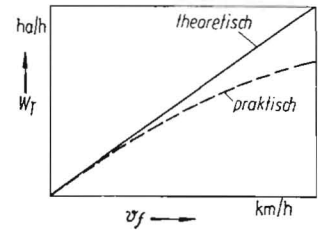


Bild 1
Charakteristik der Hektarleistung

Ermittlung der Kosten für die vergegenständlichte Arbeit

Den größten Einfluß auf die Lage des Optimums bei den Kosten haben die Einsatzkosten (Treibstoff- und Ölkosten). Die Bestimmung des Treibstoffverbrauchs erfolgt mit Hilfe der Zugkraft und der danach ermittelten effektiven Motorleistung:

$$B_e = \frac{N_e \cdot b_e}{1000} \text{ stündl. Treibstoff- und Ölverbrauch [kg/h]}$$

$$N_e = \text{effektive Motorleistung} = \frac{Z \cdot v_f}{75 \cdot \mu_s} \text{ [PS]}$$

$$b_e = \text{spezif. Kraftstoff- bzw. Ölverbrauch [g/PSh]}$$

$$\mu_s = \text{Schlepperwirkungsgrad } 0,64$$

$$Z = \text{Zugkraft [kp] (s. a. Bild 8)}$$

Bei der Berechnung der Kosten wurde angenommen, daß der Motor so im Teillastbereich eingesetzt wird, daß in allen Fällen ein spezifischer Dieselmotorkraftstoffverbrauch von

$$b_{eDK} = 210 \text{ g/PSh und ein spezifischer Ölverbrauch von}$$

$$b_{eöl} = 3 \text{ g/PSh eintritt.}$$

Bild 2. Hektarleistung $W_T = f(b, v_f)$ für verschiedene Arbeitsbreiten b

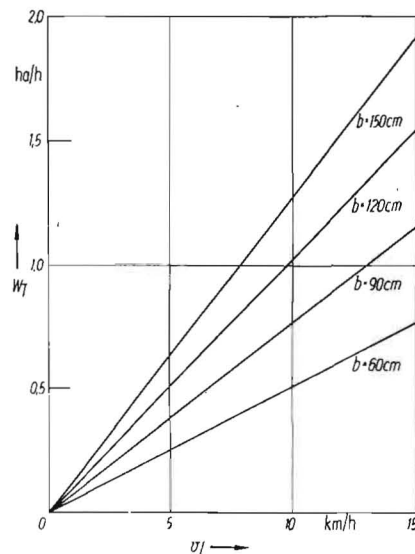


Bild 3. Lohnkosten $K_L = f(b, v_f)$ für verschiedene Arbeitsbreiten b

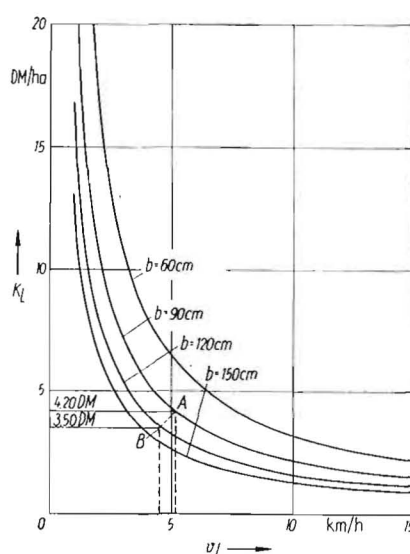
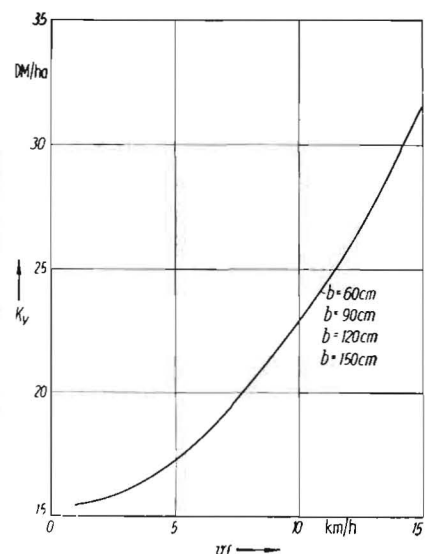
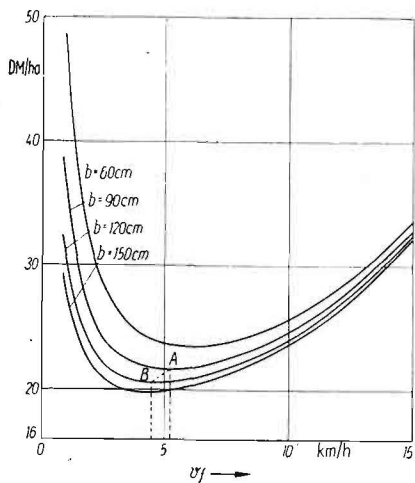
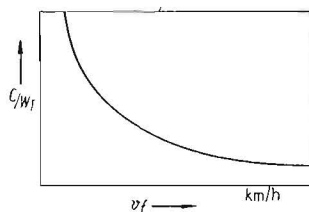


Bild 4. Einsatzkosten (Treibstoff- und Ölkosten) $K_v = f(v_f)$ ($b_e = \text{konst.}$)





◀ Bild 5. Lohn- und Einsatzkosten $K_g = f(v_f)$



▲ Bild 6. Charakteristik der Kosten für die einfache und erweiterte Reproduktion

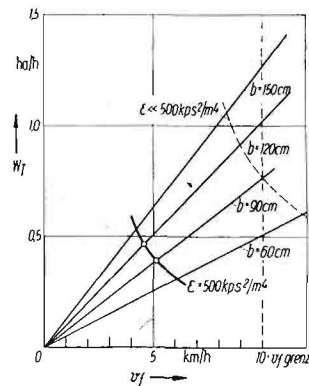


Bild 7. Kurve der geringsten Kosten

Dieseldienststoffkosten für eine Arbeitsstunde

$$K_{DK} = B_{eDK} \cdot P_{DK}$$

$$P_{DK} = 0,40 \text{ DM/kg bei einer Dichte von } 0,875 \text{ (Literpreis} = 0,35 \text{ DM)}$$

Ölkosten für eine Arbeitsstunde

$$K_{öl} = B_{eöl} \cdot P_{öl}$$

$$P_{öl} = 3,25 \text{ DM/kg}$$

Gesamtkosten für Treibstoff und Öl

$$K_V = K_{DK} + K_{öl} \text{ [DM/h]}$$

Gesamtkosten für einen Hektar

$$K_{V,ha} = \frac{K_V}{W_T} \text{ [DM/ha]}$$

Werte für die Hektar-Leistung/h (W_T) s. Bild 2.

Kraftstoff- und Ölkosten je Hektar (Einsatzkosten) s. Bild 4.

Die Linien für die verschiedenen Arbeitsbreiten fallen übereinander, da bei konstanter Geschwindigkeit ein konstanter Kraftstoffverbrauch je Hektar eintritt. (In der Rechnung ergaben sich geringe Abweichungen, da die angenommenen Pflugmassen nicht direkt proportional der Arbeitsbreite sind.)

Zusammenfassung der Kosten

Bild 5 zeigt die Summe der Kosten, die sich durch Addition der Lohn- und der Einsatzkosten (Bild 3 und 4) ergibt.

Dieses Diagramm zeigt die Geschwindigkeiten, bei denen ein Minimum der bisher ermittelten Kosten eintritt. Die Kosten für die einfache und erweiterte Reproduktion, wie für Instandsetzungen, Abschreibungen usw., haben entsprechend ausführlichen Untersuchungen des Instituts Wischom zwar auf die absolute Höhe der Gesamtkosten entscheidenden Einfluß, nicht aber auf die Lage der optimalen Geschwindigkeit. Die dadurch entstehenden Abweichungen liegen innerhalb der Fehlergrenze und können daher bei der weiteren Untersuchung vernachlässigt werden. Der Verlauf dieser Kosten entspricht der Funktion C/W_T (Bild 6).

Kurve der geringsten Kosten

Um die Verbindung zwischen Kosten und Arbeitsproduktivität (Hektarleistung) herzustellen, werden die optimalen Geschwindigkeiten auf den ihnen zugeordneten Linien der Hektarleistung für konstante Arbeitsbreiten in Bild 2 eingetragen. Die erhaltenen Schnittpunkte werden zu einer Kurve der geringsten Kosten (Minima-Kurve) verbunden (Bild 7).

Die Grenzgeschwindigkeit

Zur exakten Beurteilung der für den Einsatz und die Weiterentwicklung der Landtechnik notwendigen Maßnahmen wird in Bild 7 die Grenzgeschwindigkeit eingetragen. Das ist die

Geschwindigkeit, die dem Verfahren auf Grund agrotechnischer Qualitätsanforderungen oder durch die physische Belastbarkeit der mit den Maschinen arbeitenden Menschen oder durch andere Faktoren für einen längeren Zeitraum gesetzt wird.

In unserem Beispiel soll diese Grenze durch die Höhe der Stoßbelastungen, die auf den Traktoristen wirken, bestimmt werden und bei einer Arbeitsgeschwindigkeit von $v_f = 10 \text{ km/h}$ liegen.

Auswertung der Untersuchungen

Die Gerade für $b = 90 \text{ cm}$ (Bild 7) soll die in der gegenwärtigen Praxis vorherrschende Arbeitsbreite eines Dreischarpfluges charakterisieren. Bei einem gegebenen Pflugkörper mit einem Beschleunigungsbeiwert $\epsilon = 500 \text{ kps}^2/\text{m}^4$ erhält man die geringsten Kosten im Schnittpunkt A (günstigster Betriebspunkt) mit der Minimalkurve bei $v_f = 5,1 \text{ km/h}$. Mit diesem Pflugkörper und einer Arbeitsbreite von 90 cm mit höheren Arbeitsgeschwindigkeiten zu arbeiten, würde in zunehmendem Maße unwirtschaftlich werden. Bei gleichbleibender Pflugkörperform besteht der einzig wirtschaftliche Weg zur Erhöhung der Arbeitsproduktivität für den Praktiker darin, vom günstigsten Betriebspunkt A entlang der Minimalkurve zur nächst größeren

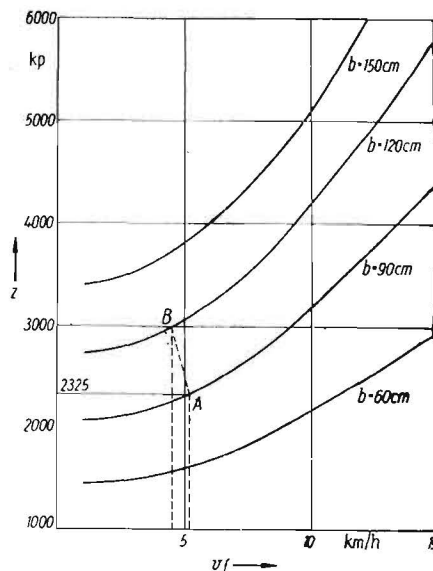


Bild 8. Zugkraft $Z = f(v_f)$; (b, f, t, k und E sind konstant).

Die Werte wurden nach der rationalen Formel von GORJATSKIN errechnet (s. KRUTIKOW: Theorie, Berechnung und Konstruktion von Landmaschinen. VEB Verlag Technik Berlin 1955, S. 290 und 291):

M (Masse des Pfluges) 900 kg für $b = 60 \text{ cm}$ Arbeitsbreite; 1100 kg für $b = 90 \text{ cm}$; 1400 kg für $b = 120 \text{ cm}$; 1700 kg für $b = 150 \text{ cm}$; $f = 0,4$ Reibungskoeffizient; $t = 30 \text{ cm}$ Arbeitstiefe; $k = 6000 \text{ kp/m}^2$ spezif. Bodenwiderstand für schwere Böden; $\epsilon = 500 \text{ kp s}^2/\text{m}^4$

Arbeitsbreite Pkt.B überzugehen. Dabei erhöht sich die Hektarleistung von 0,4 ha/h auf 0,47 ha/h bei geringsten Kosten. Die Arbeitsgeschwindigkeit muß in diesem Fall von 5,1 km/h auf 4,5 km/h gesenkt werden. Die sich daraus ergebenden Konsequenzen für die Zugkraft und die damit verbundenen höheren Adhäsionslasten (Traktormasse bzw. Triebachslasten) sind aus Bild 8 abzulesen (siehe Einzeichnung), während sich der niedrigere Lohnaufwand bzw. der geringere Arbeitskräftebedarf aus Bild 3 ableiten lassen (siehe Einzeichnung).

Der eben geschilderte Weg zur Erhöhung der Arbeitsproduktivität bei geringsten Kosten ist immer dann notwendig, wenn der Betriebspunkt A die agrotechnische oder arbeitsphysiologische Grenzgeschwindigkeit überschritten hat, um damit die wirtschaftlichste Arbeitsgeschwindigkeit auf Größen zu senken, die noch vor dieser Grenze liegen. Eine weitere Möglichkeit wäre in diesem Fall, die Grenzgeschwindigkeit zu erhöhen, was jedoch in den meisten Fällen erst nach einem längeren Zeitraum und bei einem größeren Forschungs- und Entwicklungsaufwand möglich sein wird.

Liegen die Betriebspunkte A vor der Grenzgeschwindigkeit, wie dies im vorliegenden Beispiel zutrifft, so ist es zweckmäßig, die Minimalkurve durch geeignete konstruktive Maßnahmen in Richtung der größeren Geschwindigkeiten zu verlagern (gestrichelte Linie in Bild 7). Das kann z. B. durch die Entwicklung geeigneter Pflugkörperformen mit geringen Beschleunigungsbeiwerten E oder durch die Sen-

kung des spezifischen Kraftstoffverbrauches des Motors erreicht werden.

Da die im Berechnungsbeispiel eingesetzten Werte der gegenwärtigen Praxis weitgehend entsprechen, kann die oben genannte Einschätzung für die gegenwärtige wirtschaftlichste Arbeitsgeschwindigkeit beim Pflügen und für die sich ergebenden Schlußfolgerungen zur Steigerung der Hektarleistung zutreffen, was jedoch noch durch Messungen in der Praxis bewiesen werden muß.

Der Vorteil der im Institut WISCHOM angewandten Methode besteht darin, daß sie mit einfachen Mitteln sowohl dem Praktiker die Möglichkeit gibt, die vorhandene Technik so wirtschaftlich wie möglich zu nutzen als auch dem Konstrukteur Wege zeigt, um die Steigerung der Arbeitsproduktivität bei geringsten Kosten in Einsatz zu erreichen. Die mit dieser Methode im Institut WISCHOM durchgeführten Untersuchungen ergaben folgendes:

Die erreichbare optimale Geschwindigkeit für das Pflügen beträgt unter der Berücksichtigung geeigneter Pflugkörper für das Schneltpflügen $\approx 2,6$ m/s, d. h. 9,4 km/h. Bei Scheibeneggen ist das Ergebnis stark vom Boden abhängig. Bei Kultivatoren ist die Geschwindigkeit jetzt schon höher als ökonomisch vertretbar, während bei Drillmaschinen eine Erhöhung der Geschwindigkeit notwendig ist. Alle anderen Maschinen liegen zum größten Teil jetzt schon im günstigsten Geschwindigkeitsbereich, d. h. daß es in der Sowjetunion wirtschaftlicher ist, bei diesen Geräten die Steigerung der Arbeitsproduktivität durch eine Vergrößerung der Arbeitsbreite zu erreichen.

A 5090

Dr. R. BURGHAUSEN*

Einfluß der chemischen Unkrautbekämpfung auf die Agrotechnik im Kartoffelbau

1. Bedeutung einer chemischen Unkrautbekämpfung in Kartoffelbeständen

Vor dem Kartoffelbau in der DDR stehen heute folgende Aufgaben: 1. Anpassung der Agrotechnik an die neuen Produktionsverhältnisse und den modernsten Stand der Technik, 2. Entwicklung einer industrieartigen Kartoffelproduktion mit maximaler Mechanisierung, 3. Erreichen von kontinuierlichen Höchstserträgen guter Qualität, 4. Steigerung der Arbeitsproduktivität und Senkung der Selbstkosten, 5. weitere Hilfe bei der Steigerung der Bodenfruchtbarkeit und 6. Erzeugung hochwertiger Pflanzgüter. Für alle diese Forderungen bildet die Unkrautbekämpfung eine Schlüsselstellung. Da die mechanische Unkrautbekämpfung infolge des Arbeitskräftemangels sowie unter schwierigen Witterungs- und Produktionsbedingungen selten in dem nötigen Umfang durchführbar ist, kommt dem Herbizideinsatz eine große Bedeutung zu. Wie stark sich eine Verunkrautung auf den Kartoffelertrag auswirken kann, ist aus der in Bild 1 gezeigten Regressionsgeraden ersichtlich. Dieser

negative Einfluß des Unkrauts kommt besonders in Jahren mit ungünstiger Witterung zum Ausdruck. So läßt sich durch die Möglichkeit eines Herbizideinsatzes eine gewisse Unabhängigkeit gegenüber der Witterung erzielen. Andererseits ist natürlich auch zu bedenken, daß die Herbizide in ihrer Wirkung in mehr oder weniger starkem Maße vom Wetter beeinflusst werden. — Auf die Vorteile einer chemischen Unkrautbekämpfung in Kartoffelbeständen sowie auf die Forderungen zum Ausschalten eventueller Nachteile wurde bereits hingewiesen [4]. Die gewaltige Ertragsreserve und volkswirtschaftliche Bedeutung drückt sich auch in dem hohen Kartoffelanteil von 14 % an der gesamten Ackerfläche der DDR aus. Außerdem läßt sich nur durch eine Herbizidanwendung der Einsatz virusübertragender Pflegegänge nach dem Auflaufen vermeiden.

2. Möglichkeiten einer chemischen Unkrautbekämpfung in Kartoffelbeständen

Nach den bisherigen Erfahrungen ist bei Kartoffeln in einem engbegrenzten Konzentrationsbereich auch der Einsatz nichtselektiver Herbizide möglich, wenn sie andere wichtige Forderungen (z. B. keine Toxizität oder Qualitätsbeeinflussung) ebenfalls erfüllen. Obwohl bisher noch kein spezielles Herbizid für den Kartoffelbau im Handel ist, wären mehrere Herbizide auch im Kartoffelbau einzusetzen, sobald nach Ermittlung der optimalen Aufwandmenge von technischer Seite die geforderte Konzentration beim Ausbringen genau eingehalten werden kann. Während die Wirkungskurve beispielsweise im Getreide sowie bei selektiven Herbiziden flacher verläuft und demzufolge Überdosierungen (bis 50 %) den Ertrag in geringerem Umfang beeinflussen, ist der optimale Wirkungsbereich infolge des steileren Verlaufs der Wirkungskurve bei Kartoffeln wesentlich enger, so daß sich hier bereits Überdosierungen ab 10 % unter ungünstigen Verhältnissen als hemmend erweisen können. So ergeht auch von dieser Seite der dringende

* Institut für Acker- und Pflanzenbau der Friedrich-Schiller-Universität Jena (Direktor: Prof. Dr. B. MARTIN).

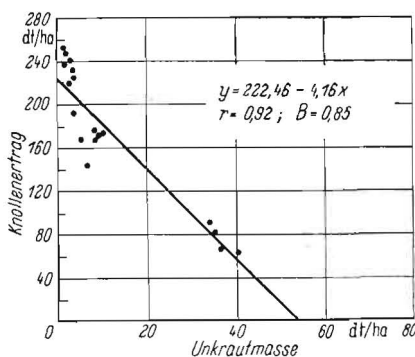


Bild 1
Einfluß der Unkrautmasse auf den Kartoffelertrag der Sorte Schwalbe (Kötschale 1961)