

anzuwenden. Eine wertvolle Hilfe kann dabei die verstärkte Popularisierung der bei der Erprobung und Prüfung erkannten verfahrenstechnischen Notwendigkeiten und Bedingungen sein, die für einen wirtschaftlichen Einsatz anzustreben sind (z. B. die Mindestschlaggröße).

5. Zusammenfassung

Bei der Vorbereitung einer Maschinenentwicklung ist es notwendig, alle leistungsbeeinflussenden Faktoren zu ermitteln, um aus der Kenntnis der Zusammenhänge für die vorgesehenen Einsatzbedingungen die richtigen Maschinenparameter auswählen zu können.

Es wird am Beispiel des Mähdeschers eine Methode beschrieben, die diese Arbeit erleichtert und es außerdem gestattet, den Anteil einzelner Parameter und Bedingungen am letztlich interessierenden Arbeitsergebnis festzustellen. Neben

dem Erkennen der für eine hohe Leistung besonders wichtigen Faktoren werden damit gleichzeitig die Grundlagen einer auch den Aufwand berücksichtigenden Auswahl optimaler Maschinenparameter geschaffen.

Literatur

- [1] GATKE, G. / MATZOLD, G.: Begriffe und Kurzzeichen bei Prüfungen von Landmaschinen und Verfahren. Deutsche Agrartechnik 13 (1963) H. 11, S. 519 und 520
- [2] HÄXNEL, V. / G. JENTSCH / H. SCHUMACHER: Häcksellänge und Durchsatzleistung beim Einsatz von Exaktfeldhäckslern. Deutsche Agrartechnik 17 (1967) H. 4, S. 157 bis 160
- [3] HORN, W.: Produktivität und Ernteverluste neuer Mähdescher nach nationalen und internationalen Untersuchungen. Deutsche Agrartechnik 15 (1965) H. 1, S. 19 bis 22
- [4] HEYDE, H.: Mechanisierung auf großen Schlägen. Archiv Landtechnik, 3. Bd. (1962) S. 3 bis 17
- [5] RÜSEL, W. / K. SCHMIDT: Größere Flächenleistung ohne erhöhten Aufwand. Deutscher Bauernverlag 1958 A 6853

Zur ökonomischen Seite des Pflügens mit erhöhten Arbeitsgeschwindigkeiten

Entwicklungstendenz der Arbeitsgeschwindigkeit

Die Erhöhung der Arbeitsgeschwindigkeit bzw. allgemein der Geschwindigkeit ist ein sich ständig vollziehender Vorgang, der in der Landwirtschaft sowohl in der notwendigen Steigerung der Arbeitsproduktivität als auch in der Weiterentwicklung der Technik seine Begründung findet.

Untersucht man unter diesem Aspekt die Entwicklung der Arbeitsgeschwindigkeit beim Pflügen, so kann auch hier die Tendenz einer ständigen Zunahme festgestellt werden, die sich in Zukunft wegen der spezifisch leichteren Traktoren und einer höheren installierten Motorleistung fortsetzen wird.

Auch bei der Pflugkörperentwicklung erfolgt eine — wenn auch nicht so deutlich erkennbare — Anpassung an höhere Arbeitsgeschwindigkeiten [1] [2] [3] [4].

Ökonomische Betrachtungen

Eine Erhöhung der Arbeitsgeschwindigkeit beim Pflügen darf auf keinen Fall nur Selbstzweck sein, sondern muß den Belangen der Ökonomie Rechnung tragen und möglichst zu einer Einsparung an Kosten und Zeit führen.

BOLTINSKI [4] schreibt hierzu, daß eine Erhöhung der Arbeitsgeschwindigkeit ökonomisch sinnvoll ist, wenn bei einer annehmbaren agrotechnischen Arbeitsqualität Energieaufwand, Verbrauch an Kraftstoff, Zuverlässigkeit der Maschine und Arbeitsbedingungen der Traktoristen nicht merklich schlechter werden.

Bereits 1912 macht BERNSTEIN [2] auf die ökonomischen Faktoren aufmerksam, die im Zusammenhang mit der Erhöhung der Arbeitsgeschwindigkeit stehen.

Anhand einer von ihm entwickelten Formel findet er für einen Stoek-Motorpflug ein Minimum an Kosten bei einer Arbeitsgeschwindigkeit von 2,1 m/s bzw. 7,5 km/h.

In jüngster Zeit hat HOFMANN [5] ähnliche Berechnungen angestellt, um optimale Arbeitsgeschwindigkeiten zu ermitteln, bei denen die Kosten ein Minimum erreichen. Er findet sie in einem Geschwindigkeitsbereich von 8 bis 10 km/h bei Benutzung der Standardpflugkörper 30 % auf den verschiedenen Böden. Bei Verwendung von Schnelldpflugkörpern rücken die optimalen Arbeitsgeschwindigkeiten in einen höheren Bereich, vermutlich 10 bis 12 km/h.

Auch SEGLER [6] ist der Auffassung, daß insbesondere aus wirtschaftlichen Gründen eine Erhöhung der Arbeitsgeschwindigkeit notwendig ist. Seine Berechnungen über den

Ing. Dr. M. SCHLICHTING*

Maschineneinsatz lassen deutlich erkennen, daß die Kostenminima beim Pflügen nicht mehr wie bisher in dem Bereich von 5 bis 7 km/h liegen, sondern sich insbesondere auf Grund der Lohnkostenentwicklung in den Bereich von 7 bis 10 km/h verlagert haben und weiter in noch höhere Bereiche verschoben werden (Bild 1).

Berechnung ökonomisch optimaler Arbeitsgeschwindigkeiten

Zur Berechnung optimaler Arbeitsgeschwindigkeiten für das Pflügen können die von J. und E. LEUSCHNER [7] angegebenen Beziehungen verwendet werden.

Die Kosten für die lebendige und vergegenständlichte Arbeit lassen sich mit Hilfe folgender Beziehungen er rechnen.

$$W_T = \frac{b \cdot V_f \cdot \eta}{10} \quad [\text{ha/h}]$$

b Arbeitsbreite in m
 V_f Arbeitsgeschw. in km/h
 η Ausnutzung der Durchführungszeit

Die Bestimmung der Kraftstoffkosten erfolgt über die Zugkraft und die daraus abgeleitete Motorleistung.

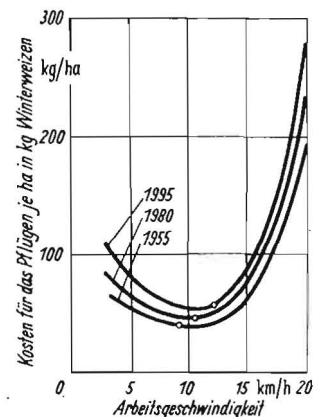


Bild 1. Die zukünftige Entwicklung der wirtschaftlich optimalen Pfluggeschwindigkeit (nach SEGLER)

* Institut für Landmaschinentechnik, FG Außenwirtschaft (Direktor: Dr.-Ing. H. REICHEL)

$$B_e = \frac{N_e \cdot b_e}{10^3} = \frac{Z \cdot V_f \cdot b_e}{270 \cdot \eta_t \cdot 10^3} \quad [\text{kg/h}]$$

Darin bedeuten:

- B_e stündlicher Kraftstoff- und Ölverbrauch in kg/h
- N_e effektive Motorleistung in PS
- b_e spez. Kraftstoff und Ölverbrauch in g/PS h
- η_t Traktorzugwirkungsgrad
- Z Zugkraftbedarf in kp

Die Gesamtkosten für Kraftstoff und Öl je Arbeitsstunde sind

$$K_V = B_{eDK} \cdot P_{DK} + B_{eÖl} \cdot P_{Öl} \quad [\text{MDN/h}]$$

Darin bedeuten:

- P_{DK} Kraftstoffpreis in MDN/kg
- $P_{Öl}$ Ölpreis in MDN/kg

Die Gesamtkosten (Lohn- und Einsatzkosten) sind:

$$K_{ges} = \frac{K_V + L}{W_T} \quad [\text{MDN/hq}]$$

Tafel 1. Werte für k und ϵ [9]

Bodenbearbeitung	Spez. Bodenwiderstand k [kp/dm ²]	leicht	mittel	schwer
		30	50	80
Koeffizient der Pflugkörper ϵ [kp h ² /dm ² km ²]	Pflug - 30 Z	0,25	0,3	0,35
	Körper 25 H 8	0,13	0,18	0,22

L Stundenlohn des Traktoristen in MDN/h

$$K_{ges} = \frac{Z \cdot C}{10^4 \cdot 2,7 \cdot \eta_t \cdot b \cdot \eta} + \frac{10 L}{b \cdot V_f \cdot \eta} \quad [\text{MDN/ha}] \quad (1)$$

$Z = 100 (k \cdot b \cdot t + \epsilon \cdot b \cdot t \cdot V_f^2)$ [kp] nach GOR-JATSCHKIN [8] ohne Rollwiderstand des Pfluges

$$C = b_{eDK} \cdot P_{DK} + b_{eÖl} \cdot P_{Öl} \quad \left[\frac{\text{MDN} \cdot \text{g}}{\text{PSh} \cdot \text{kg}} \right]$$

In das Berechnungsbeispiel sind folgende Werte eingesetzt:

- $b_{eÖl}$ spezif. Ölverbrauch = 3 g/PSh t Arbeitstiefe = 0,25 m
- b_{eDK} spezif. Kraftstoffverbrauch = 210 g/PSh b Arbeitsbreite = 1,0 m
- $P_{Öl}$ Preis für Öl = 3,25 MDN/kg η_t Traktorzugwirkungsgrad = 0,6
- P_{DK} Preis für DK = 0,40 MDN/kg η Ausnutzung der Durchführungszeit = 0,85
- L Lohnkosten = 3,50 MDN/h ϵ Koeffizient der Pflugkörper (siehe Tafel 1)
- k spezifischer Bodenwiderstand (siehe Tafel 1)

Die Ergebnisse für einen Geschwindigkeitsbereich von 4 bis 12 km/h sind in Bild 2 dargestellt, die Kostenminima für den Pflugkörper 30 Z liegen bei den Punkten A, B und C, für den Schnellpflugkörper 25 H 8 bei D, E und F.

Folgende Feststellungen können getroffen werden:

- a) Mit zunehmender Bearbeitungsschwere verlagert sich das Kostenminimum in niedrigere Fahrgeschwindigkeitsbereiche
- b) Durch den Einsatz von Schnellpflugkörpern verschieben sich die Kostenminima in höhere Geschwindigkeitsbereiche
- c) Mit steigenden Lohnkosten verschieben sich die Kostenminima ebenfalls in höhere Geschwindigkeitsbereiche

Die Rechenarbeit zur Auffindung der optimalen Arbeitsgeschwindigkeiten nach oben angeführter Beziehung ist recht zeitaufwendig. Sollen außer der Arbeitsgeschwindigkeit noch andere Parameter, wie Arbeitsbreite, Arbeitstiefe, Lohnkosten usw., variiert werden, dann wird der Aufwand sehr erheblich.

Es ist daher die obige Formel differenziert und nach der optimalen Arbeitsgeschwindigkeit aufgelöst worden.

$$V_{opt.} = \sqrt[3]{\frac{1350 \cdot L \cdot \eta_t}{\epsilon \cdot b \cdot t \cdot C}} \quad [\text{km/h}] \quad (2)$$

Aus dieser Formel kann der Einfluß der einzelnen Parameter abgelesen werden.

Für schnelle überschlägige Rechenoperationen ist ein Nomogramm zusammengestellt worden, mit dessen Hilfe sehr schnell ein Überblick zu gewinnen ist (Bild 3). Auf dem Nomogramm sind 4 Beispiele für einen mittleren Boden bei einem Stundenlohn von 3,50 MDN, einem Traktorzugwirkungsgrad von 0,6 und einer Arbeitstiefe von 0,25 m sowie spezifischen Kraftstoff- und Ölkosten von $95 \frac{\text{MDN} \cdot \text{g}}{\text{PSh} \cdot \text{kg}}$ ($\cong 0,095 \frac{\text{MDN}}{\text{PSh}}$) eingezeichnet.

Den Beispielen 1 und 2 sind 1 m, den Beispielen 3 und 4 1,4 m Arbeitsbreite zugrunde gelegt. Die Beispiele 1 und 3 beziehen sich auf Standardpflugkörper 30 Z, bei 2 und 4 sind die ϵ -Werte für den Schnellpflugkörper 25 H 8 eingesetzt.

Interessanter sind neben den optimalen Geschwindigkeiten die dazugehörigen theoretischen Flächenleistungen (Flächenleistung in der Grundzeit T_0) angeführt.

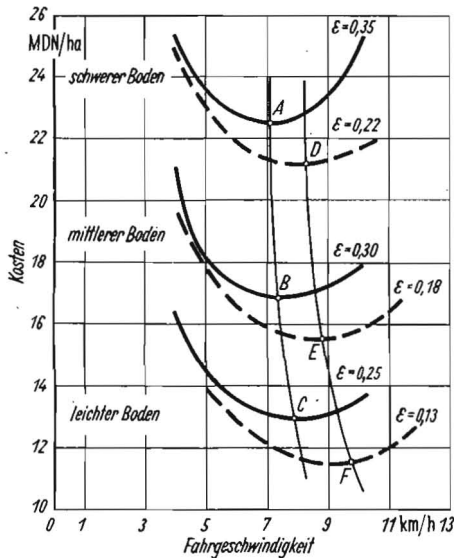


Bild 2. Lage der Kostenminima auf leichtem, mittlerem und schwerem Boden für Standardkörper 30 Z und Schnellpflugkörper 25 H 8

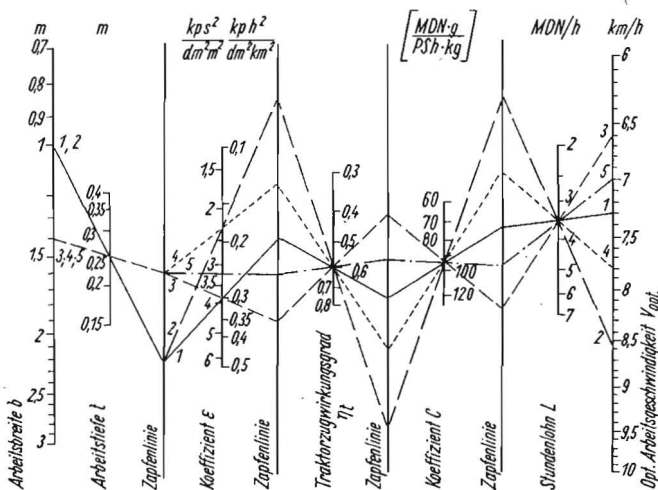


Bild 3. Ermittlung der optimalen Arbeitsgeschwindigkeit, bei der ein Minimum an Lohn- und Kraftstoffkosten je Flächeneinheit entsteht

Berechnung der erforderlichen Zugleistung und Motorleistung des Radtraktors

Nachdem die ökonomisch optimalen Arbeitsgeschwindigkeiten nach Bild 3 ermittelt werden können, ist es nunmehr notwendig, die technischen Parameter für die erforderliche Zugleistung des Radtraktors zum Pflügen bei Einhaltung der optimalen Arbeitsgeschwindigkeiten zu bestimmen.

Die Zugleistung des Traktors ist

$$N_z = \frac{Z \cdot V_f}{270} \quad [\text{PS}]$$

Für Z wird die rationale Formel von GORJATSCHKIN [8] verwendet, wobei man wiederum den geringen Anteil des Rollwiderstandes des Pfluges vernachlässigen kann.

$$N_z = \frac{100 (k \cdot b \cdot t + \varepsilon \cdot b \cdot t \cdot V_f^2) \cdot V_f}{270} \quad [\text{PS}] \quad (3)$$

Die Formel ist als Nomogramm in Bild 4 enthalten, die 4 in Bild 3 dargestellten Beispiele wurden weitergeführt und hier eingezeichnet.

Die effektive Motorleistung des Traktors ist

$$N_e = \frac{N_z}{\eta_t} \quad [\text{PS}] \quad (4)$$

Unterstellt man einen Traktorzugwirkungsgrad η_t von etwa 0,6 (z. B. auf Stoppelacker), so sind effektive Motorleistungen des Radtraktors von 1 \approx 78 PS; 2 \approx 90 PS; 3 \approx 92 PS und 4 \approx 103 PS notwendig.

Aus diesen Werten geht hervor, daß ein Radtraktor mit 90 PS Motorleistung, wie er der Landwirtschaft in Kürze zur Verfügung stehen wird, auf mittlerem Boden (50 kp/dm²) mit einer Arbeitsbreite des Standardpfluges von 1 m und einer Arbeitsgeschwindigkeit von 7,3 km/h sowie 0,25 m Arbeitstiefe nicht völlig ausgelastet ist. Der Traktorzugwirkungsgrad η_t beträgt nur etwa 0,52, was zu einem unökonomischen Einsatz des Traktors führt. Berechnet man die Kosten für das Pflügen von 1 ha nach der Formel (1) (wobei die Kosten für die einfache und erweiterte Reproduktion nicht berücksichtigt sind), so fallen etwa 19,10 MDN/ha an und nicht 16,90 MDN/ha, wie in Bild 2 Punkt B angegeben. Die Kosten von 16,90 MDN/ha ließen sich nur erreichen, wenn ein Traktor mit 78 PS effektiver Motorleistung benutzt wird.

Setzt man jedoch den 90-PS-Traktor mit Schnellpflugkörpern ein, dann ist er bei gleicher Arbeitsbreite (1 m) mit einer Arbeitsgeschwindigkeit von 8,6 km/h (Beispiel 2) sehr gut ausgelastet. Der Traktorzugwirkungsgrad η_t beträgt hierbei etwa 0,6 und die anfallenden Kosten liegen bei rd. 15,70 MDN/ha, wie in Bild 2 Punkt E dargestellt.

Da in der landwirtschaftlichen Praxis noch keine Schnellpflugkörper vorhanden sind, muß der 90-PS-Traktor mit einer Arbeitsbreite des Standardpfluges von 1,4 m und mit einer Arbeitsgeschwindigkeit von 6,6 km/h eingesetzt werden, um eine gleich gute Auslastung des Traktors zu erhalten (vergleiche Beispiel 3).

Der Traktorzugwirkungsgrad η_t liegt bei etwa 0,61 (in der Praxis auf Stoppelacker durchaus erreichbar). Die entstehenden Kosten betragen rd. 15,50 MDN/ha.

Berechnung der Arbeitsbreite des Pfluges

Aus den angeführten Beispielen geht hervor, daß es nicht ganz einfach ist, die Aggregatbildung eines gegebenen Radtraktors mit einem Pflug so durchzuführen, daß unter Einhaltung des optimalen Traktorzugwirkungsgrades optimale Arbeitsgeschwindigkeiten und optimale Arbeitsbreiten für die verschiedenen Bodenverhältnisse gefunden werden, die sowohl den energetischen als auch den ökonomischen Erfordernissen genügen. Zu den energetischen Hauptfaktoren zählen der Traktorzugwirkungsgrad, die

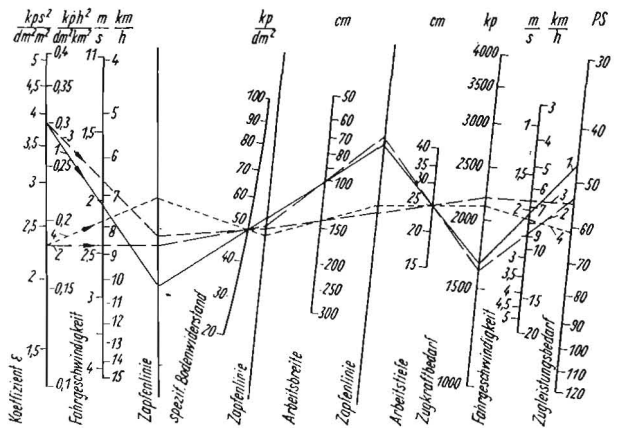


Bild 4. Berechnung des Zugkraftbedarfs und der Zugleistung für die Pflugarbeit nach der rationalen Formel von GORJATSCHKIN

Pflugkörperform, ausgedrückt durch den Koeffizienten ε , und der spez. Bodenwiderstand [10].

Die ökonomischen Hauptfaktoren sind die erzielbare Flächenleistung, die Lohnkosten und die Kraftstoffkosten. Alle diese variablen Faktoren sind zur Auffindung optimaler Verhältnisse so aufeinander abzustimmen, daß optimale Arbeitsgeschwindigkeiten und optimale Arbeitsbreiten des Pflugaggregats gefunden werden.

Allen Parametern in dieser Beziehung optimal gerecht zu werden ist schlechterdings nicht möglich. Nur mit Hilfe eines Kompromisses lassen sich Anhaltswerte errechnen, die jedoch für die landwirtschaftliche Praxis durchaus brauchbar sind.

Bei der Berechnung wird unterstellt, daß die ökonomischen Faktoren den Vorrang haben und die mit Hilfe des Nomogramms (Bild 3) ermittelten optimalen Arbeitsgeschwindigkeiten (bei einer aus Erfahrung eingeschätzten Arbeitsbreite) als Richtwerte dienen.

Zur genauen Berechnung der Arbeitsbreite werden diese ökonomisch optimalen Arbeitsgeschwindigkeiten in eine von ORLOW [11] angegebene Beziehung eingesetzt.

Diese Beziehung berechnet das je Sekunde bearbeitbare Bodenvolumen, das ein Traktor mit bestimmter Motorleistung und optimalem Traktorzugwirkungsgrad mit einem Anbaupflug bearbeiten kann.

Die Volumenleistung des Aggregats ist:

$$W_T = \frac{b \cdot t \cdot V_f}{3,6} \quad [\text{m}^3/\text{s}] \quad \begin{array}{l} t \text{ Arbeitstiefe in m} \\ b \text{ Arbeitsbreite in m} \\ V_f \text{ Arbeitsgeschw. in km/h} \end{array} \quad (5)$$

Für $b \cdot t$ wird die Formel von GORJATSCHKIN [8] eingesetzt, wobei auf den geringen Anteil des Rollwiderstandes des Pfluges verzichtet wird.

$$b \cdot t = \frac{Z}{(k + \varepsilon \cdot V_f^2) \cdot 100} \quad [\text{m}^2]$$

Die obige Formel lautet nunmehr

$$W_T = \frac{V_f \cdot Z}{(k + \varepsilon \cdot V_f^2) \cdot 360} \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$V_f \cdot Z$ entspricht $N_e \cdot 270 \cdot \eta_t$ des Traktors

$$W_T = \frac{270 \cdot N_e \cdot \eta_t}{(k + \varepsilon \cdot V_f^2) \cdot 100} \quad [\text{m}^3/\text{s}] \quad (6)$$

Die Arbeitsbreite des Pfluges erhält man aus der Anfangsgleichung

$$b = \frac{W_T \cdot 3,6}{t \cdot V_f} \quad [\text{m}] \quad (7)$$

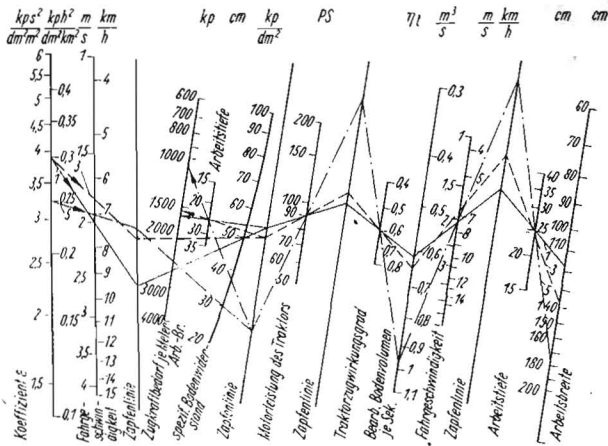


Bild 5. Berechnung des bearbeiteten Bodenvolumens je Sekunde, der Arbeitsbreite des Pfluges sowie des Zugkraftbedarfes je Meter Arbeitsbreite für die Pflugarbeit

Für die Berechnungsbeispiele wird ein Radtraktor mit 90 PS Motorleistung und ein Traktorwirkungsgrad von 0,6 sowie ein Anbaupflug mit Standardpflugkörpern 30 Z angenommen.

Auf Bild 5, das die Formel als Nomogramm enthält, sind die bereits in Bild 3 dargestellten Beispiele 1 und 3 eingezeichnet. Auf mittlerem Boden ergibt sich für das Beispiel eine Arbeitsbreite des Pfluges von $\approx 1,18$ m bei einer Arbeitsgeschwindigkeit von 7,3 km/h und für das Beispiel 3 eine Arbeitsbreite von 1,4 m für eine Arbeitsgeschwindigkeit von 6,6 km/h.

Ein weiteres Beispiel für einen leichten Boden sei angeführt.

Spezif. Bodenwiderstand $k = 30 \text{ kp/dm}^2$

Koeffizient $\epsilon = 0,25 \frac{\text{kp h}^2}{\text{dm}^2 \text{ km}^2}$

Arbeitstiefe $t = 0,25 \text{ m}$

Angenommene Arbeitsbreite $b = 1,4 \text{ m}$

Auf Bild 3 sind diese Werte als Beispiel 5 eingetragen. Die optimale ökonomische Arbeitsgeschwindigkeit beträgt $\approx 7 \text{ km/h}$.

Ing. H. SCHULZ, KDT

Bestimmung der theoretisch zulässigen Schräglagen bei Traktoren mit Pendelvorderachse

Ein Teil der landwirtschaftlichen Nutzfläche befindet sich in Hanglagen. Bei der Bearbeitung der Nutzfläche mit Traktoren im bergigen Gelände ergeben sich im wesentlichen drei Arbeitsrichtungen (Grenzfälle):

- In Richtung des Hanges (Falllinie)
- quer zum Hang (Schichtlinie) und
- schräg zum Hang

Die größere Bedeutung hat die Arbeit in Richtung der Schichtlinie, weil sie für die landwirtschaftliche Nutzung am günstigsten ist. Damit ist bei der Arbeit am Hang die Querstabilität bedeutungsvoller als die Längsstabilität.

Es gilt deshalb zu beurteilen, bis zu welchen Hangneigungen Traktoren bei bestimmten Fahrsituationen eingesetzt werden können. Das setzt die Kenntnis voraus, wie ein Traktor in bestimmten Situationen eigentlich kippt. Traktoren sind nämlich heute fast ausnahmslos mit Pendelvorderachsen ausgerüstet, so daß ein Seitenkippen um die Kippkanten a—a oder b—b (s. Bild 3 und 5) möglich ist.

Dieses Beispiel 5 für leichten Boden in Bild 5 übertragen, ergibt eine Arbeitsbreite des Pfluges von $\approx 1,8 \text{ m}$.

Zusammenfassung

Da für viele ökonomische als auch energetische Parameter der Pflugarbeit noch keine Vorstellungen über ihre Abhängigkeit bzw. Funktion von der Arbeitsgeschwindigkeit vorhanden sind, um eine Optimierung der Arbeitsgeschwindigkeit und der Arbeitsbreite für ein bestimmtes Aggregat vornehmen zu können, ist anhand einiger Beziehungen versucht worden, Anhaltswerte für die Parameter „Arbeitsgeschwindigkeit“ (Bild 3) und „Arbeitsbreite“ (Bild 5) zu gewinnen.

Die hier vorgeschlagene Kompromißlösung läßt zwar noch viele Wünsche offen, ist jedoch geeignet, verhältnismäßig brauchbare Anhaltswerte der landwirtschaftlichen Praxis zu geben.

Literatur

- [1] SÜHNE, W.: Untersuchungen über die Form von Pflugkörpern bei erhöhten Fahrgeschwindigkeiten. Grundlagen der Landtechnik (1959) H. 11
- [2] BERNSTEIN, R.: Probleme einer experimentellen Motorpflugmechanik. Der Motorwagen (1913) H. 9 und H. 10
- [3] SÜHNE, W.: Anpassung der Pflugkörperform an höhere Fahrgeschwindigkeiten. Grundlagen der Landtechnik (1960) H. 12
- [4] BOLTINSKI, W.: Reserven zur Leistungssteigerung bei Maschinen- und Traktorenaggregaten. Internationale Zeitschrift der Landwirtschaft Sofia (1964) H. 2
- [5] HOFMANN, K.: Steigerung der Arbeitsproduktivität und Kostensenkung beim Pflügen mit erhöhter Arbeitsgeschwindigkeit. Zeitschrift der Technischen Universität Dresden (1965) H. 2
- [6] SEGLER, G.: Motive für die Fortentwicklung von Schleppern und Arbeitsmaschinen in Vergangenheit und Zukunft. VDJ-Bericht Nr. 91, 1965
- [7] LEUSCHNER, J. / E. LEUSCHNER: Methoden zur Ermittlung der optimalen Geschwindigkeit. Deutsche Agrartechnik (1963) H. 4, S. 183
- [8] KRUTIKOW, N.: Theorie, Berechnung und Konstruktion der Landmaschinen. VEB Verlag Technik, Berlin, 1955
- [9] SCHLICHTING, M.: Technische und ökonomische Untersuchungen mit Arbeitsgeschwindigkeiten über 9 km/h bei der Bodenbearbeitung, die zur Steigerung der Arbeitsproduktivität führen sollen. Forschungsbericht Nr. 140 (1966) des Instituts für Landmaschinen- und Traktorenbau, Leipzig (unveröffentlicht)
- [10] SCHLICHTING, M.: Leistungsintensiver Radtraktor für höhere Arbeitsgeschwindigkeiten. Deutsche Agrartechnik (1967) H. 1 und 2
- [11] ORLOW, N.: Bestimmung der optimalen Fahrgeschwindigkeiten und Arbeitsbreiten von Aggregaten. Vestnik sel.-choz. Nauki (1961) H. 4, S. 102
- [12] MÄTZOLD, G. / E. ZIMMERMANN / M. EBERHARDT: Methodische Hinweise und Richtwerte für die Kalkulation von Verfahrenskosten der Pflanzenproduktion. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin 1967 A 6850

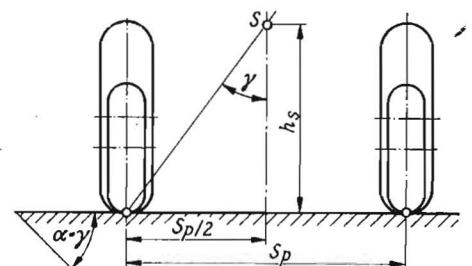


Bild 1. Theoretisch zulässige Schräglage r für Traktoren ohne Pendelvorderachse