

und je kleinere Werte der Neigungswinkel α der Furchenwand annimmt.

— In einem bestimmten Bereich von Querschnittsabmessungen ist das Wenden benachbarter Bodenbalken ohne gegenseitiges Behindern möglich. Innerhalb dieses Bereichs ist beim Wenden der Abstand zwischen den Bodenbalken um so größer, je größer das Verhältnis k und je kleiner der Neigungswinkel α der Furchenwand ist.

— In einem bestimmten Bereich von Querschnittsabmessungen erfolgt eine stabile Ablage der Bodenbalken. Die Stabilität erhöht sich mit steigendem Verhältnis k und steigendem Neigungswinkel α der Furchenwand.

— Die Tiefe der ursprünglich an der Bodenoberfläche befindlichen Schicht vergrößert sich mit steigendem Verhältnis k und verringert sich mit kleinerem Neigungswinkel α der Furchenwand. Bei einer geringeren Tiefe t_f ist eine schlechtere Unterbringung von Bewuchs zu erwarten.

Die Grenzen des Bereichs der möglichen Querschnittsabmessungen in Richtung größerer Verhältnisse k und kleinerer Neigungswinkel α der Furchenwand werden durch die Breitenausdehnung des Bodenbalkens vorgegeben.

4. Anwendung der gewonnenen Erkenntnisse bei der Konstruktion von Pflugkörpern für einen Kurzpflug

Die im Bild 6 dargestellten möglichen Querschnittsabmessungen von Bodenbalken gelten unter abstrahierten Modellbedingungen für eine

Anordnung von Pflugkörpern ohne Staffelungsabstand und sollen die grundsätzlichen Zusammenhänge zeigen, die sich aus der veränderten Querschnittsform ergeben. Für die praktische Anwendung bei der Konstruktion neuer Pflugkörper sind die Querschnittsabmessungen der Bodenbalken unter Berücksichtigung der räumlichen Ausdehnung und Gestaltung der Arbeitsfläche der Pflugkörper, des Staffelungsabstands, der Unterbringung von Bewuchs, der Zuordnung von Zusatzwerkzeugen (Vorschäler, Seche, Einleger), des mechanischen Verhaltens des Bodens und der auftretenden Kräfte festzulegen. Angesichts der Vielfalt und Kompliziertheit der Zusammenhänge ist dabei zweckmäßigerweise nach der experimentell-theoretischen Methode [4] vorzugehen. Wie bereits im Dargelegten praktiziert, sind durch geometrische, kinematische und kinetische Untersuchungen die grundlegenden Zusammenhänge zu ermitteln und daraus eine gezielte Auswahl von Varianten für experimentelle Untersuchungen zu treffen.

Zur Realisierung eines geringen Staffelungsabstands muß die Arbeitsfläche der Pflugkörper so gestaltet werden, daß der Bodenbalken während des Wendevorgangs möglichst wenig aufbricht, seine Querschnittsform nicht wesentlich verändert und auf dem Streichblech aufliegt. Das Aufbrechen und Krümeln des Bodens darf erst gegen Ende des Wendevorgangs und bei der Ablage erfolgen. Durch eine entsprechende Gestaltung der Streichblechrückseite, des Rumpfes, des Grindels sowie Verzicht auf die Anlage an den

Pflugkörpern sind genügend freier Raum für das Wenden der nachfolgenden Bodenbalken zu schaffen und Ansatzpunkte für Stauungen von Boden und Bewuchs zu vermeiden.

5. Zusammenfassung

Ausgehend von der Notwendigkeit, die Baulänge der Pflüge zu verringern, wurde als ein realisierbares Arbeitsprinzip für einen Kurzpflug das Wenden von Bodenbalken mit parallelogrammförmigem Querschnitt betrachtet. Theoretische Untersuchungen zum Anwendungsbereich erfolgten in Abhängigkeit vom Verhältnis zwischen Arbeitsbreite und Arbeitstiefe sowie vom Neigungswinkel der Furchenwand. Anregungen für die Anwendung bei der Konstruktion von Pflugkörpern wurden gegeben.

Literatur

- [1] Direktive des IX. Parteitag der SED zum Fünfjahrplan für die Entwicklung der Volkswirtschaft der DDR in den Jahren 1976—1980. Berlin: Dietz Verlag 1976.
- [2] Soucek, R.: Zu einigen Fragen des technischen Design der Bodenbearbeitungsgeräte in der DDR und deren Weiterentwicklung. agrartechnik 24 (1974) H. 1, S. 23—25, 29.
- [3] Holzapfel, G.: Landtechnik heute und morgen. Berlin: VEB Verlag Technik 1976.
- [4] Lucius, J.: Methodik der Werkzeugentwicklung für die Bodenbearbeitung. Dt. Agrartechnik 22 (1972) H. 11, S. 515—517. A 1602

- 1) Staffelungsabstand: Abstand der Scharspitzen benachbarter Pflugkörper in Arbeitsrichtung

Zur Stabilität der Bodenwendung beim Pflügen in Hanglagen

Dozent Dr.-Ing. H. Regge, KDT, Technische Universität Dresden, Sektion Kraftfahrzeug-, Land- und Fördertechnik

1. Problemstellung

Eine der Hauptaufgaben der pflügenden Bodenbearbeitung besteht in der stabilen Wendung der Bodenbalken unter allen agrotechnisch festgelegten Bedingungen. Unterstellt man, wie in der Theorie der Bodenbearbeitung allgemein üblich [1] [2], daß der Bodenbalken während der Wendung seine Querschnittsform unverändert beibehält, dann ist dessen Lagestabilität einzig und allein von der Querneigung α der Furchensohle und vom Böschungswinkel β abhängig (Bild 1). Nachfolgend wird an die grundsätzlichen Überlegungen von Bernacki und Haman zur Bodenwendung am Hang [2] angeknüpft und über eine analytische Untersuchung der Wendegeometrie eine einfache, linearisierte mathematische Beziehung entwickelt, die einerseits eine qualitative Bewertung der Wendestabilität gestattet und andererseits auch diesbezüglich Konstruktionsrichtlinien für den Entwurf von Pflugkörpern liefert.

2. Geometrie der Bodenbalkenwendung

Der kritische Fall der Bodenwendung bei der Pflugarbeit in Schichtlinie tritt offensichtlich hangaufwärts auf (Bild 1). Folglich genügt die eingehende Untersuchung dieses Falles.

Der gewendete Bodenbalken hat eine um so stabilere Lage, je mehr seine Diagonale AC zum Gepflügten hin geneigt ist. Die Lage wird

labil, wenn die genannte Diagonale senkrecht steht. Für diesen Grenzfall gilt:

$$\alpha + \beta + \gamma = 90^\circ \quad (1)$$

$$\frac{C_1 O^2 + A_2 O^2}{C_1 A_2} = \frac{A_2 C_1^2}{C_1 A_2} \quad (2)$$

$$\frac{C_1 O}{A_2 O} = b \cos \alpha \quad (3)$$

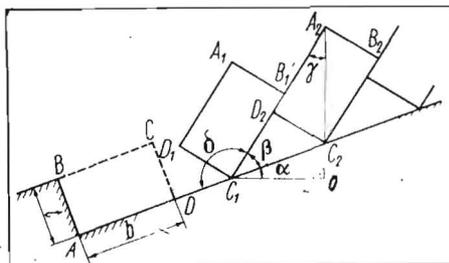
$$\frac{A_2 O}{A_2 C_1} = b \sin \alpha + \sqrt{b^2 + t^2} \quad (4)$$

$$\frac{A_2 C_1}{A_2 C_1} = b + \sqrt{b^2 - t^2} \quad (5)$$

Werden die Gln. (3) bis (5) in Gl. (2) eingesetzt, so erhält man nach der impliziten Darstellung:

$$b \sqrt{b^2 + t^2} \sin \alpha - b \sqrt{b^2 - t^2} + t^2 = 0 \quad (6)$$

Bild 1. Wendegeometrie am Hang:
 α Hangneigungswinkel, β Böschungswinkel,
 γ Diagonalenwinkel, δ Wendewinkel



Zur Vereinfachung dieser Beziehung wird durch t^2 dividiert und für b/t dieses Grenzfall

$$b/t = k_g \quad (7)$$

gesetzt. Damit geht Gl. (6) in folgende Form über:

$$k_g \sqrt{k_g^2 + 1} \sin \alpha - k_g \sqrt{k_g^2 - 1} + 1 = 0 \quad (6.1)$$

Daraus ergibt sich, daß einem bestimmten Hangneigungswinkel ein ganz bestimmtes Verhältnis der Profilabmessungen b/t zugeordnet werden muß, wenn die Labilitätslage des gewendeten Bodenbalkens erreicht werden soll. Eine stabile Bodenwendung erfordert, daß diese Lage überschritten wird, d. h., daß folgende Beziehung erfüllt wird:

$$\frac{b}{t} = k > k_g \quad (8)$$

Dabei ist die Wendung um so stabiler, je stärker das Verhältnis der Profilabmessungen b/t vom Koeffizienten k_g abweicht. Wie aus Bild 1 weiter hervorgeht, steht das Verhältnis der Profilabmessungen in fester Beziehung zum Böschungswinkel β , zum Wendewinkel δ und zum Diagonalenwinkel γ :

$$\frac{t}{b} = \frac{1}{k} = \sin \beta = \sin \delta = \tan \gamma \quad (9)$$

In der landwirtschaftlichen Praxis ist es allgemein gebräuchlich, die Hangneigung nicht in Grad, sondern in Prozent (Steigung p)

anzugeben. In Abhängigkeit von der Steigung ist im Bild 2 der Verlauf der Größe von k_g dargestellt. Daraus ergibt sich, daß die Funktion $k_g = f(p)$ für den agrotechnisch festgelegten Bereich bis zu einer Hangneigung von 25% nahezu fehlerfrei linearisiert werden kann. Jetzt ergibt sich in bedeutend einfacherer Form und in expliziter Schreibweise

$$k_g = k_0 + 8,6 \cdot 10^{-1} p \quad (10)$$

Dabei ist p in % einzusetzen, und $k_0 = 1,27$ ist nichts anderes als der Koeffizient der labilen Bodenwendung in der Ebene.

3. Schlußfolgerungen

Eine stabile Bodenwendung erfordert immer, daß das Grenzverhältnis der Profilabmessungen des Bodenbalkens, d. h. der Wert des Koeffizienten k_g , überschritten wird. Bei vorgeschriebener Arbeitsweise wird also die Bodenwendung um so stabiler sein, je größer die Arbeitsbreite des Pflugkörpers ist. In Hanglagen tritt der kritische Fall der Bodenwendung bei der Pflugarbeit in Schichtlinie hangaufwärts auf. Bei gegebener Arbeitsbreite des Pflugkörpers

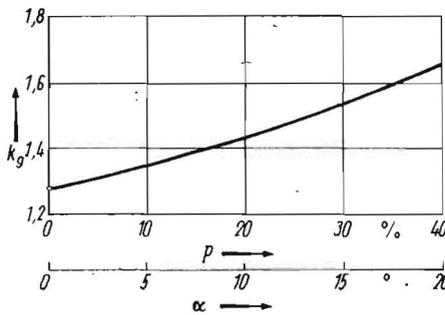


Bild 2. Stabilitätskoeffizient k_g in Abhängigkeit von der Hangneigung

muß mit zunehmender Hangneigung die Arbeitstiefe verringert werden, wenn die Stabilität der Bodenwendung gewährleistet sein soll. Daraus resultiert, daß der Pflugkörper nicht nur für die Arbeit in der Ebene auszulegen ist, sondern daß auch die Bedingungen des Hangeinsatzes zu berücksichtigen sind. Bei flach

arbeitenden Pflügen (z. B. Schälplüge) wird dementsprechend der Koeffizient k so gewählt, daß auch bei größerer Hangneigung noch eine befriedigende Wendearbeit erzielt wird. Um jedoch beim Tiefpflügen den Bearbeitungsquerschnitt und damit die Pflugkörperbeanspruchung nicht zu groß werden zu lassen, wird hier ein Vorschäler eingesetzt. Durch die zweistufige Bearbeitung des Bodenbalkens ist selbst bei Werten für k um 1,0 noch eine stabile Bodenwendung im betrachteten Bereich der Hangneigung möglich. Dadurch werden, wie allgemein bekannt, auch Pflanzenrückstände und Düngergaben vollkommener eingearbeitet und die Krümelung des Bodenbalkens begünstigt.

Literatur

- [1] Krutikow, N. P. u. a.: Theorie, Berechnung und Konstruktion der Landmaschinen, Bd. I. Berlin: VEB Verlag Technik 1955.
- [2] Bernacki, H.; Haman, J.: Grundlagen der Bodenbearbeitung und Pflugbau. Berlin: VEB Verlag Technik 1972.

A 1677

Möglichkeiten zur Verwirklichung einer „Differentialsperre“ beim hydrostatischen Fahrtrieb

Prof. Dr.-Ing. habil. K. Hofmann, KDT/Dr.-Ing. H. Brunner, KDT
Technische Universität Dresden, Sektion Kraftfahrzeug-, Land- und Fördertechnik

Hydrostatische Fahrtriebe haben sich in den letzten Jahren bei Spezialfahrzeugen, bei Baumaschinen und bei selbstfahrenden Landmaschinen durchgesetzt. Analog zum mechanischen Fahrtrieb muß

natürlich auch beim hydrostatischen Fahrtrieb bei Geradeausfahrt eine synchrone Drehzahl der Räder sowie beim Fahren in Kurven eine Drehzahldifferenz zwischen äußerem und innerem Rad möglich sein. Ferner

sollte beim charakteristischen Einsatz der o. g. Fahrzeuge eine Vorrichtung vorhanden sein, die ein Verhindern der Ausgleichswirkung zwischen beiden Rädern gestattet („hydraulische Differentialsperre“).

Mit den Lösungsmöglichkeiten für dieses Problem bei den grundsätzlichen Bauformen des hydrostatischen Fahrtriebs, Zentralantrieb und Einzelradantrieb, soll sich der nachfolgende Artikel beschäftigen.

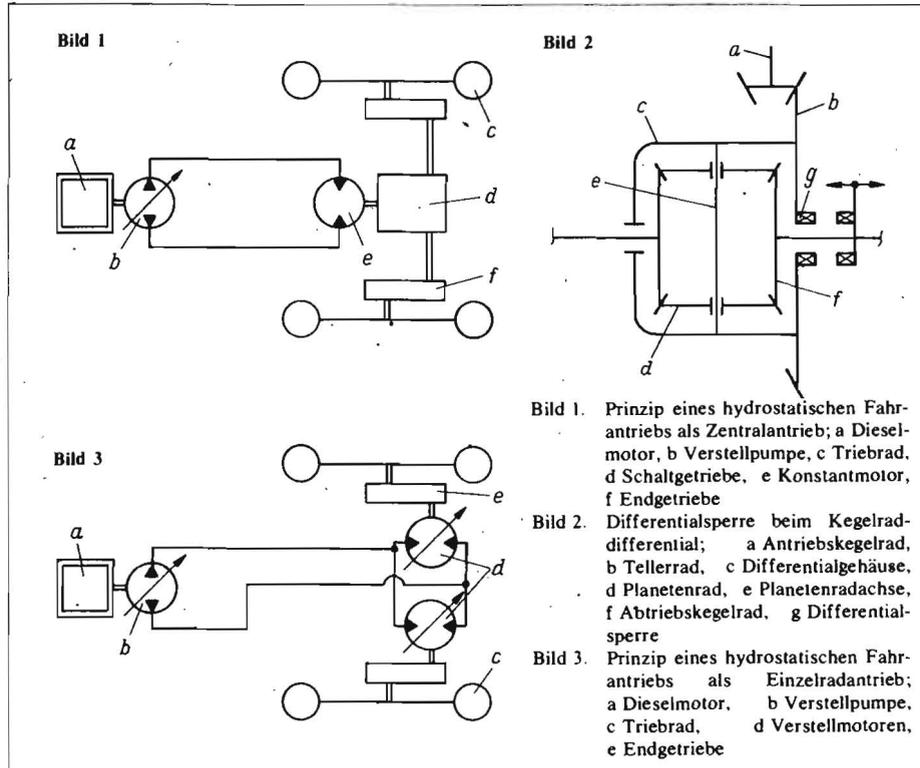


Bild 2

Bild 1. Prinzip eines hydrostatischen Fahrtriebs als Zentralantrieb; a Dieselmotor, b Verstellpumpe, c Triebtrieb, d Schaltgetriebe, e Konstantmotor, f Endgetriebe

Bild 2. Differentialsperre beim Kegelrad-Differential; a Antriebskegelrad, b Tellerrad, c Differentialgehäuse, d Planetenrad, e Planetenradachse, f Abtriebskegelrad, g Differentialsperre

Bild 3. Prinzip eines hydrostatischen Fahrtriebs als Einzelradantrieb; a Dieselmotor, b Verstellpumpe, c Triebtrieb, d Verstellmotoren, e Endgetriebe

1. Zentralantrieb

Der Zentralantrieb (Bild 1) besteht aus einer verstellbaren Pumpe und einem Konstantmotor. Der Konstantmotor ist an ein Schaltgetriebe mit 2 bis 3 Gängen angeflanscht, wodurch die Drehmoment-Drehzahl-Wandlung des Antriebs vergrößert wird. Außerdem enthält dieses Getriebe dann auch das in diesem Fall notwendige Differential. Unterschiedliche Raddrehzahlen bei Kurvenfahrt sind folglich bei dieser Variante durch die Wirkung des bei Fahrzeugen üblichen Kegelraddifferentials möglich. Ebenso gelöst ist dabei auch das Problem der Differentialsperre (Bild 2).

2. Einzelradantrieb

Prinzipiell andere Verhältnisse liegen beim Einzelradantrieb vor (Bild 3). Die vom Dieselmotor angetriebene Verstellpumpe liefert ihren Strom an zwei Verstellmotoren, die jeweils an ein Endgetriebe angeflanscht sind und ein Rad antreiben. Durch diese Parallelschaltung der beiden Hydromotoren wird eine Art „hydraulische Differential“ erreicht. Bei Kurvenfahrt wird automatisch dem äußeren Motor mehr Öl zugeführt, so daß ein zwangloses Abrollen beider Räder gewährleistet ist.