

Berücksichtigt man, daß sich die mögliche Zugkraft eines Traktors bei Bergfahrten ebenfalls verringert und außerdem noch der größte Teil der Motorleistung über die Zapfwelle zum Antrieb des Häckslers abzugeben ist, dann ist die Einsatzgrenze, besonders mit dem angekoppelten Hänger, für beide Häckslers schon für relativ geringe Hangneigungen erreicht. Als günstigste Fahrtrichtungen, auch mit Hänger, ergeben sich unter Berücksichtigung der Zug- und Bremskräfte aus Bild 9 Talfahrten unter Winkeln von etwa 30° zur Schichtlinie.

Im Bild 9 wird der große Einfluß des Hängers auf die Zugkraft sehr deutlich. Durch eine Trennung des Hängers vom Häckslers lassen sich also auch die fahrmechanischen Kennwerte des Häckslers, besonders für den Hängeinsatz, sehr stark verbessern.

3. Zusammenfassung

Die wichtigsten Kenngrößen, die von seiten der Fahrmechanik die Einsatzgrenzen der Maschinen am Hang bestimmen, wurden am Beispiel der Feldhäcksler E 065 und E 068 dargestellt. Aus den angegebenen Beziehungen und Darstellungen ist zu entnehmen, in welcher Weise die einzelnen Parameter die Hangtauglichkeit dieser Maschinen beeinflussen. Für die untersuchten Beispiele sind aus den Darstellungen, unter Berücksichtigung der getroffenen Annahmen und Vereinfachungen folgende Hinweise zu entnehmen:

- Für günstige Fahrbahnverhältnisse ist der Einsatz beider Häckslers ohne Hänger bis zu Hangneigungen von $\alpha = 20^\circ$ mit sämtlichen Fahrtrichtungen möglich. Eine Verschiebung der Grenze zu geringeren Hangneigungen kann sich jedoch durch die vorhandenen Zugkräfte für einige Fahrtrichtungen (v. a. Bergfahrt in Richtung der Falllinie) ergeben.
- Die Einsatzgrenzen mit angekoppeltem Hänger werden in erster Linie durch die Zugkräfte bestimmt. Für beide Häckslers ergeben sich als günstige Fahrtrichtungen Talfahrten unter einem Winkel von etwa 30° zur Schichtlinie. Mit diesen Fahrtrichtungen sind die zulässigen Hangneigungen für den E 065 etwa 20° und für den E 068 etwa 15°.

Literatur

- DÖLLING, M.: Der Mähhäckslerdrusch — ein Verfahren mit Zukunft. Deutsche Agrartechnik (1963) H. 1, S. 26
- DRIEGERT, O.: Untersuchung der Laufeigenschaften von Aggregaten Schlepper — Landmaschine. Diplomarbeit, Institut für Landmaschinentechnik der TU Dresden (unveröffentlicht)
- FREUDENSTEIN, G.: Luftreifen bei Schräg- und Kurvenlauf. Deutsche Kraftfahrzeug- und Straßenverkehrstechnik, Düsseldorf (1961) H. 152
- LISTNER, G.: Aufgaben und erste Ergebnisse bei der Mechanisierung der Getreideernte im hängigen Gelände. Deutsche Agrartechnik (1963) H. 6, S. 263
- PHILLIPS, I. R.: Experimental Determination of the Forces on some Towed Drifting Wheels. Journal of Agricultural Engineering Research Vol. 4 (1959) S. 294
- SCHILLING, E.: Landmaschinen, Band 1 (Aekerschepper), 2. Auflage Köln 1960

A 5475

Auch der Scheibenpflug leistet eine gute Pflugarbeit

Wir haben uns daran gewöhnt, den Scharpflug als den Pflug schlechthin zu betrachten. Das Wenden, Mischen und Krümeln kann jedoch auch von einer drehenden Hohl-scheibe, wie sie bei den „Scheibenpflügen“ vorhanden ist, vorgenommen werden. Da über Einsatzmöglichkeiten und Arbeitsweise dieser Pflugart bisher wenig bekannt geworden ist, soll hier einiges darüber gebracht werden, da der Scheibenpflug gerade unter schwierigen Bedingungen eine wertvolle Hilfe für die Bodenbearbeitung darstellt.

Die Arbeitsweise der Scheibenpflüge

beruht auf der Mitnahme des Bodens durch eine zur Ackeroberfläche und in Fahrtrichtung schräggestellte Scheibe. Entsprechend den Bodenverhältnissen können die Scheiben in der senkrechten Richtung (Scheibenneigungswinkel α — Bild 1) und in der Fahrtrichtung (Scheibenrichtungswinkel β — Bild 2) eingestellt werden. Der Neigungswinkel ist für harte und trockene Böden klein (Scheibenstellung steil) und für nasse und bindige Böden groß (Scheiben also flach) zu wählen. Der Einstellbereich liegt für den Scheibenneigungswinkel zwischen 0 und 30°. Dabei ist zu berücksichtigen, daß

Dr. habil.
H.-J. GROTH*, KDT

der Pflug um so mehr belastet werden muß, je steiler die Scheiben stehen, damit sie auf die volle Arbeitstiefe in den Boden eindringen können. Der Einstellbereich des Scheibenrichtungswinkels liegt zwischen 40 bis 50°. Dieser Winkel ändert sich in geringem Maße mit der Arbeitsbreite, mit zunehmender Arbeitsbreite wird er kleiner. Auch hier gelten die gleichen Bedingungen wie beim Scheibenneigungswinkel. Für harte und trockene Böden wird eine geringere Arbeitsbreite und damit eine Vergrößerung des Scheibenrichtungswinkels gewählt, während für nasse und bindige Böden eine größere Arbeitsbreite und damit eine Verringerung des Winkels zu bevorzugen ist.

Bild 1
Lagerung der Scheiben und Einstellung des Scheibenneigungswinkels bei einem Normal-Scheibenpflug

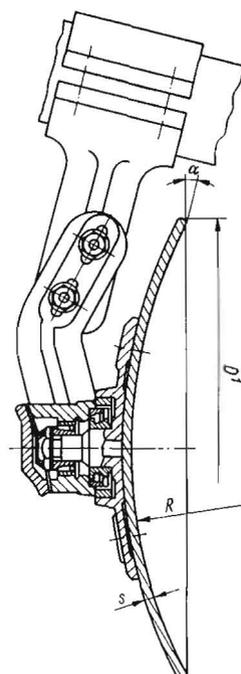
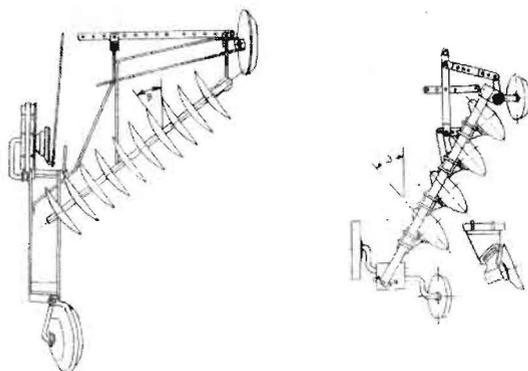


Bild 2
Einstellung des Scheibenrichtungswinkels beim Vertikal- (links) und Normal-Scheibenpflug (rechts)



* Institut für Landtechnik der Universität Rostock (Direktor: Professor Dipl.-Ing. E. PÜHLS)

Die Scheiben selbst müssen aus erstklassigem Material hergestellt werden (Stahl mit $\delta_z = 100$ bis 120 kp/mm^2), sie müssen bruchsicher, selbstschärfend, ganz gehärtet und verschleißfest sein. Für Form und Größe der Scheiben gelten folgende Maße:

Scheibendurchmesser	D = 600 ... 800 mm
Scheibenkrümmungsradius	R = 450 ... 900 mm
Scheibendicke	S = 5 ... 10 mm

Die Scheibe leistet eine vom Scharpflug völlig abweichende Arbeit. Statt einer rechtwinkligen Kante entsteht hier eine gewölbte Furchenform. Die zur Ackeroberfläche und in Fahrtrichtung schräggestellte Scheibe wendet den Boden nicht, sondern lockert ihn und nimmt ihn mit. Die kräftigen, gewölbten und feinstellbaren Abstreicher sorgen dafür, daß der mitgenommene Boden in einer wendenden Bewegung von der Scheibe abgleitet. Dabei erhalten die einzelnen Krümel oder Bröckel des bearbeiteten Bodenvolumens verschiedene ungleichförmige Geschwindigkeiten, die im Mittelwert annähernd feststellbar sind. In der Randzone nimmt die Krümelgeschwindigkeit etwa die zugeordnete Umlaufgeschwindigkeit der Scheibe an, in der Nähe der Scheibenmitte ist die Geschwindigkeit dagegen etwa gleich Null. Durch diese unterschiedlich erteilten Geschwindigkeiten tritt eine intensive Mischung ein.

Die rollenden Scheiben sind bis zu einem gewissen Grad selbstschärfend und somit unempfindlicher gegen Steine oder sonstige Hindernisse im Boden als das keilförmige Schar. Durch die rollende und schneidende Bewegung werden auch hohes Unkraut und langstrohiger Mist überrollt oder zerschnitten, ohne daß der Pflug verstopft. Die rollenden Scheiben als Arbeitswerkzeuge haben aber noch einen weiteren Vorteil. Durch die rollenden Schnitte wirken die Schneiden der Scheiben nicht so sehr schleifend und damit schmierend wie die Schneide eines Scharpfluges, weshalb auch die Gefahr der Pflugsohlenbildung wesentlich geringer ist. Durch die Scheiben werden bei trockenem Boden nicht so große Kluten losgebrochen wie beim Scharpflug, da sich die Scheibe von oben in den Boden hineinschneidet, während beim Scharpflug die Scharspitze voreilt und von unten her den Boden aufbricht. Infolge des Abrollens der Scheibe im Erdboden ist der Verschleiß der Scheibe auch in steinigem Boden geringer als der des Schares und Streichbleches, da die Schneide der Scheibe etwa 6 bis 12mal länger ist als die Scharschneide. Die Scheiben sind selbstschärfend, so daß sie nicht unbedingt nachzuschleifen sind, obwohl ein Nachschleifen beim Einsatz in hartem, trockenem Boden sowohl das Eindringen in den Boden als auch das Schneiden erleichtert.

Die aufzuwendenden Zugkräfte bei den Scheibenpflügen scheinen nach den bisherigen Untersuchungen etwa die gleiche Größenordnung zu haben wie bei den Scharpflügen. —

Scheibenpflüge können genau wie die Scharpflüge als Anhängel-, Aufsattel- oder Anbaupflüge gebaut werden. Dabei unterscheidet man nach der Bauart zwischen dem Normal- und dem Vertikal-Scheibenpflug (s. Bild 2). Bei den Normal-scheibenpflügen (Bild 3) ist jede Scheibe für sich gelagert, so daß diese Pflüge je nach der Größe des Scheibendurchmessers für Arbeitstiefen bis 30 cm eingesetzt werden können, während bei den Vertikalscheibenpflügen die Scheiben auf einer gemeinsamen Achse angebracht sind. Mit ihnen kann man beim Stoppelschälen Arbeitsbreiten bis zu 5 m erreichen.

Die Arbeitsqualität

hängt besonders von der Pflugmasse ab. Der Scheibenpflug muß schwerer sein als der Scharpflug, da durch die Schrägstellung der Scheiben sehr große Seitenkräfte auftreten, die mit der Masse und mit dem Furchenrad abgefangen werden müssen. Bei Anhängelpflügen kann man für schwierige Arbeitsbedingungen die Räder mit Zusatzmassen (bis 100 kg/Rad) belasten. Das Furchenrad ist mit das wichtigste Konstruktionsstück am Scheibenpflug. Wenn auf den Böden, für die der Scheibenpflug geeignet ist, das Rad nicht in der Furche bleibt, dann lassen sich seine Vorteile nicht nutzen.

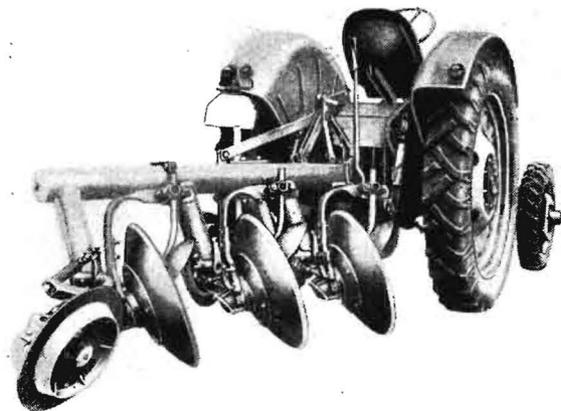


Bild 3. Anbau-Scheibenpflug B 130/3

Das Abfangen der Seitenkräfte ist das Kernproblem bei der Arbeit mit dem Scheibenpflug. Seine Räder haben deshalb besondere Spurkränze, die die Seitenkräfte gut aufzunehmen vermögen und den Pflug sicher in Fahrtrichtung halten können.

Scheibenpflüge können in allen Bodenarten arbeiten. Hauptsächlich jedoch werden sie für die Urbarmachung von Wald- und Moorböden und für harte, trockene und steinige Böden eingesetzt. Die Pflugscheiben haben hierbei den Vorteil, daß sie die Schollen und Wurzeln gut durchschneiden und über größere Widerstände hinwegrollen, ohne Schaden zu nehmen. Dabei gibt es keine schmierende Bodenverdichtung, weil die Seiten- und Vertikalkräfte des Pfluges von den rollenden Stützrädern auf den Boden übertragen werden, während beim Scharpflug ein Teil dieser Kräfte durch die gleitende Anlage und die Pflugsohlen abgestützt wird.

Ergänzung des Scharpfluges

Diese Darlegungen haben nicht den Ersatz des Scharpfluges durch den Scheibenpflug zum Ziel, sondern der Scheibenpflug soll eine Ergänzung zum Scharpflug darstellen, damit auch unter ungünstigen Bedingungen eine erfolgreiche und termingerechte Bearbeitung der Ackerböden möglich ist. Wenn der Scharpflug auf verhärteten Böden nicht mehr in den Boden eindringt, dann kann man mit dem Scheibenpflug noch ein Saatbett bereiten. Die Scheiben schneiden allerdings nicht sondern schürfen den Boden ab, aber immerhin wird eine Bearbeitung möglich. Ist der gleiche Boden jedoch durchfeuchtet, dann ergibt die Arbeit des Scheibenpfluges häufig optisch ein ungünstiges Bild. Die Abstreicher schneiden z. T. lange Schwarten ab, die dann auch nicht immer vollständig gewendet werden. Lange Stoppeln und Langstrohmist sind bei diesem Zustand nicht immer vollständig unterzubringen, wenn der Boden vorher nicht zusätzlich geschält wurde. Ist diese Bearbeitung dagegen vorher durchgeführt worden, dann hinterläßt der Scheibenpflug bei sachgemäßer Einstel-

(Fortsetzung auf Seite 316)

Bild 4. Scheiben-Schälplflug B 151



Steigerung der Arbeitsproduktivität und Kostenentwicklung beim Pflügen mit erhöhter Arbeitsgeschwindigkeit¹

Dr.-Ing.
K. HOFMANN, KDT*

Steigerung der Arbeitsproduktivität und Senkung der Kosten sind zwei wichtige Forderungen unserer sozialistischen Wirtschaft, die für die Landwirtschaft wegen des Arbeitskräftemangels und den oft nur geringen Zeitsparnissen für die witterungsabhängigen Feldarbeiten besonders zutreffen. Die wichtigste Feldarbeit ist das Pflügen. Da beim Pflügen die größten spezifischen Zugkräfte erforderlich sind, ist die Flächenleistung an geringsten. Zur Steigerung der Arbeitsproduktivität beim Pflügen bestehen folgende Möglichkeiten:

1. Vergrößerung der Arbeitsbreite bei der zur Zeit üblichen Arbeitsgeschwindigkeit
2. Erhöhung der Arbeitsgeschwindigkeit bei gleichbleibender Arbeitsbreite
3. Vergrößerung von Arbeitsbreite und -geschwindigkeit.

Diese drei Möglichkeiten wurden qualitativ untersucht. Im Falle 1 steigt die Arbeitsproduktivität linear mit der Arbeitsbreite. Allerdings müssen Traktormasse und Motorleistung ebenfalls linear ansteigen. Die Kraftstoffkosten je ha bleiben konstant, die Lohnkosten je ha fallen hyperbolisch mit der Arbeitsbreite. Diesen Weg zu beschreiten dürfte ungünstig sein, man kommt zu sehr schweren Traktoren.

Im Falle 2 steigt die Arbeitsproduktivität linear mit der Arbeitsgeschwindigkeit an, wenn man die Wendezeiten vernachlässigt. Bei Berücksichtigung der Wendezeiten ist der Anstieg nicht ganz linear, da bei größeren Arbeitsgeschwindigkeiten die Wendezeiten, bezogen auf die Gesamtarbeitszeit, prozentual zunehmen. Die Traktormasse muß mit steigender Arbeitsgeschwindigkeit wegen des wachsenden Zugkraftbedarfs zunehmen. Der Anstieg der erforderlichen Zugkraft und damit der Traktormasse hängt von der Pflugscharform ab. Während Kulturstreichbleche einen großen Anstieg der Zugkraft bedin-

* Institut für Verbrennungsmotoren und Kraftfahrwesen der TU Dresden (Direktor: Prof. A. JANKE)

¹ Aus einem Vortrag am 18. Nov. 1963 auf der Konstrukteurtagung „Landmaschinen- und Traktorenbau“ der KDT in Dresden.

(Fortsetzung von Seite 315)

lung und Geschwindigkeit eine Arbeitsqualität, die einen Vergleich mit der des Scharpfluges jederzeit bestehen kann. Eine sehr günstige Bodenbeschaffenheit hinterläßt der Vertikal-Scheiben-Schälplflug (Bild 4), mit dem zugleich auch eine größere Arbeitsproduktivität als beim Schar-Schälplflug erreicht wird. Er kann nach zusätzlicher Belastung auch auf harten Böden eine zufriedenstellende Arbeit leisten, wo der Schar-Schälplflug nicht mehr eindringen kann, und ist unempfindlich gegenüber langen Stoppeln und vorhandenen Stroresten. Bei dem durch den Scheiben-Schälplflug bearbeiteten Boden mag vielfach auffallen, daß die Stoppelreste nicht immer ganz mit Boden bedeckt werden. Hierzu ist aber zu bemerken, daß diese Mulcharbeit in starkem Maße die Keimung der Samen begünstigt und auch den Rotteprozeß im Boden weiter fördert. Die Arbeitsproduktivität steigt um etwa 50 bis 100 % gegenüber dem Schar-Schälplflug bei gleichbleibendem Kraftstoffverbrauch. Auf Grund der geringen Wartungsansprüche ist der Scheiben-Schälplflug ein gut geeignetes Gerät für den Mehrschichteneinsatz.

So stellt der Scheibenpflug gerade für schwierige Bodenverhältnisse eine wertvolle Hilfe dar, die dem fortschrittlichen Betrieb sehr von Nutzen sein kann. Deshalb sollte dieser Pflugart von der praktischen Landwirtschaft in Zukunft wesentlich mehr Beachtung geschenkt werden. Unter schwierigen Bedingungen wird die nicht immer befriedigende Wendung durch den Scheibenpflug gern in Kauf genommen. Daß eine genaue Bodenkenntnis erforderlich ist, wenn der Scheibenpflug mit Erfolg den Scharpflug ersetzen soll, geht aus den Hinweisen für seinen Einsatz hervor. A 5096

gen, ist dieser bei den sogenannten Schneltpflugkörpern gering. Die Motorleistung des Traktors nimmt infolge der ansteigenden Zugkraft stärker als proportional mit der Arbeitsgeschwindigkeit zu. Die Lohnkosten je ha fallen mit wachsender Arbeitsgeschwindigkeit hyperbolisch, die Kraftstoffkosten dagegen steigen im gleichen Maße wie Traktormasse oder Zugkraft etwas an. Die Gesamtkosten aus Kraftstoff und Lohn haben bei einer bestimmten Geschwindigkeit ein Minimum; bei welcher Geschwindigkeit dieses Kostenminimum auftritt, hängt von der Streichblechform ab.

Um den gleichzeitigen Einfluß von Arbeitsbreite und Geschwindigkeit festzustellen, wurden die Kosten für 3 verschiedene Arbeitsbreiten in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit untersucht. Es zeigte sich, daß eine zu starke Vergrößerung der Arbeitsbreite kostenmäßig keinen großen Gewinn bringt, zumal dann Traktormasse und Leistungen zu stark ansteigen. Um quantitative Aussagen machen zu können, untersuchte man Fall 2 (konstante Arbeitsbreite 60 cm, Arbeitstiefe 25 cm) auf mittleren und schweren Böden für Anhängerpflüge. Dabei wurde ein Traktor mit einem Radstand von 2300 mm und einer Achslastverteilung vorn : hinten = 1 : 2 angenommen und als Motor der KVD 14,5 zugrundegelegt. Die unterschiedlichen Leistungen ergaben sich aus Hubraumvergrößerung. In die Untersuchung kamen a) Kulturstreichblech, b) Wendelformstreichblech, c) Schneltpflugstreichblech.

Der spezifische Bodenwiderstand wurde für den schweren Boden mit $k = 80 \text{ kp/dm}^2$ und für den mittleren Boden mit $k = 45 \text{ kp/dm}^2$, der Kraftschlußbeiwert $\mu = 0,6$ für den mittleren Boden angenommen.

Aus den für die drei Streichblechformen berechneten Zugkräften wurden unter Berücksichtigung der dynamischen Achslastverlagerungen die Traktormassen berechnet und aus den Umfangskräften die effektiven Motorleistungen ermittelt, wobei eine Motorauslastung von 80 % angenommen wurde. Zur Ermittlung der Kosten berechnete man zunächst die Schichtleistung. Der Berechnung lag eine Schichtdauer von 10 h und ein Ausnutzungsgrad von 0,85 zugrunde. Als mittlere Wendezeit für Anhängerecctpflüge wurde 0,31 min angenommen, die Schichtleistung untersuchte man in Abhängigkeit von der Schlaglänge. Im Hinblick auf die Wirtschaftlichkeit sollte die Schlaglänge nicht kleiner als 0,25 km sein. Schlaglängen über 1 km bringen nur geringen Zuwachs an Flächenleistung.

Die Maschinenkosten eines Aggregats werden unterteilt in:

1. Kapitalkosten
 - a) Zinsen (entfallen für unser Wirtschaftssystem)
 - b) Abschreibung
2. Betriebsstoffkosten
 - a) Kraftstoffkosten, b) Schmierstoffkosten, c) Hilfsstoffkosten
3. Instandhaltungskosten
 - a) Wartungskosten, b) Reparaturkosten
4. Allgemeinkosten
 - a) Unterbringungskosten, b) Versicherungskosten

Zu den Maschinenkosten kommen noch die Lohnkosten.

Von den genannten Kosten lassen sich bei einer theoretischen Untersuchung nur die Kraftstoffkosten an Hand des Motor-kennlinienfeldes und die Lohnkosten exakt ermitteln. Die Schmierstoff- und Reparaturkosten werden nach Erfahrungswerten für bekannte Motoren bestimmt. Abschreibung und Reparaturkosten sind vom Anschaffungspreis abhängig, der für diese Untersuchung geschätzt wurde. Die Allgemeinkosten wurden vernachlässigt, die Gesamtkosten aus Lohn-, Kraftstoff-, Schmierstoff-, Reparaturkosten und Abschreibung berechnet. In Bild 1 sind die erforderlichen Zugkräfte, Traktormassen, Traktorleistungen, Schichtleistungen in Abhängigkeit von der Schlaglänge L und die Gesamtkosten für die Schlaglänge $L = 1 \text{ km}$ und $L = 0,1 \text{ km}$ für mittleren und schweren Boden und drei verschiedene Streichblechformen aufgetragen. Danach liegt das Kostenminimum beim Kulturstreichblech zwischen 8 bis 10 km/h, beim Wendelstreichblech zwischen 10 bis 12 km/h und beim Schneltpflugstreichblech zwischen 13 bis