

Dr. A. STRANAK*

Es wird mehr und mehr versucht, die für Bodenbearbeitungsgeräte erforderliche Zugkraft durch Zapfenwellenantrieb zu ersetzen und damit die durch den Schlupf entstehenden Energieverluste wenigstens teilweise zu beseitigen. Es gibt bereits eine Reihe von Konstruktionen, deren technische Lösung vorwiegend auf rotierende Arbeitsorgane ausgerichtet ist. Mit der Einführung der Rotationsgeräte ändert sich die Technologie der Bodenbearbeitung allerdings wesentlich, über ihre Auswirkung auf die Bodeneigenschaften, die Entwicklung und den Ertrag der Feldfrüchte sind bisher nur ungenügende Angaben vorhanden. Aus diesem Grund haben wir versucht, den internationalen Stand der Entwicklung von Rotationsgeräten einzuschätzen und die Auswirkungen dieser Bodenbearbeitung auf den Boden und die Vegetation festzustellen.

Stand der Entwicklung von Rotationsgeräten

Bereits vor 100 Jahren begann die Entwicklung von rotierenden Bodenbearbeitungsgeräten, das erste Ergebnis dieser Bemühungen war die Bodenfräse von Meyenburg.

Obwohl die Bodenfräse ein technisch perfektes Gerät darstellt, ist ihre Verwendung begrenzt und es ist nicht möglich, die Pflugarbeit durch Fräsen zu ersetzen. Die hohe Drehzahl (200 bis 1000 min^{-1}) hat eine mechanische Zerkleinerung des Bodens bis zu feinsten Staubteilen zur Folge, und es kommt leicht zur Verschlämzung und Verkrustung des Bodens.

Vom Standpunkt der neueren Entwicklung der Rotationsgeräte verdienen vor allem die Schraubenpflüge eine Erwähnung. Zu diesen gehört auch der Rotationspflug von Licht (DDR) [1]. Die Ergebnisse der Prüfungen dieses Rotationspfluges haben gezeigt [2], daß dessen Vorteile in einer besseren Ausnutzung der Energie des Traktors und in der Beseitigung der verdichteten Pflugsohle zu sehen sind. Von Nachteil ist das unvollkommene Wenden des Bodens und die geringere Flächenleistung, so daß die Ergebnisse der Prüfungen in der DDR bisher keine Hoffnung auf seinen praktischen Einsatz geben. In der DBR wurde nach einem ähnlichen Prinzip der sog. Oldensworter Schraubenpflug [3] [4] entwickelt, dessen Arbeitsorgan aus 4 schwachgebogenen Flügeln in der Form einer Schiffsschraube besteht und der in schweren Böden angewendet werden könnte, wenn man die hohe Drehzahl vermindert.

Es scheint, daß auch der Schneckenpflug künftig keine breitere Verwendung finden wird. Sehr interessant in dieser Hinsicht ist der Pflug von BOXLER-KUHNLE (DBR), über den noch kein endgültiges Urteil möglich ist; bisher war die Qualität der Arbeit, vor allem bei höherer Feuchtigkeit, ungenügend [5]. In England wurde ein Schneckenpflug [6] mit 1345 cm Arbeitsbreite konstruiert, er wendet den Boden mit Hilfe eines schraubenförmigen Werkzeuges, dessen horizontale Achse quer zur Fahrtrichtung gestellt ist. Er pflügt den Boden angeblich nur bis zu einer Tiefe von 17,5 cm und macht den Acker in einem Arbeitsgang saarfertig. Trotzdem geben ihm manche Fachleute in England keine Chance.

In letzter Zeit wurde der italienische Pflug „Aratore Civello“ mit einer vertikal rotierenden Achse bekannt, dessen Arbeitsorgane — einem schmalen, vertikal gestellten Spaten ähnlich — die eine Hälfte der Krume abschneiden (der Rest wird abgerissen), aufheben und nach rechts abwerfen [7]. Obwohl nach den Angaben des Produzenten eine gute Vermischung der Krume und zum Teil auch das Wenden gewährleistet wird, ist nach den Ergebnissen der bisherigen Prüfungen [8] noch keine endgültige Beurteilung möglich. Obwohl dieses Gerät schon in kleineren Serien erzeugt wird und im Vergleich zu den vorher erwähnten Geräten technisch vollkommen ist, halten wir vom Standpunkt der Arbeits-

qualität die hohe Drehzahl (etwa 240 min^{-1}) für einen großen Nachteil.

Raussendorf (DBR) bringt einen neuen Rotations-Kreiselpflug [9] „Kombinus“ auf den Markt, bei dem eine Hälfte der Krume von einem Pflugkörper und die andere von einer Schneidscheibe auf dem unteren Teil des rotierenden Körpers abgeschnitten wird. Dieses Gerät stellt eigentlich einen Halb-Rotationspflug dar, auf einem ähnlichen Prinzip wurde auch der Halb-Rotationspflug „Szabó“ in Ungarn konstruiert.

Technisch sehr perfekt ist der holländische Spatenpflug „Rotaspa“, bei dem die Räder des Traktors nicht in der Furche laufen, mit ihm kann man bei jeder Witterung und jedem Bodenzustand arbeiten [10]. Bei dieser Konstruktion ist eine große Arbeitsbreite (2 m) und eine minimale Drehzahl des Werkzeugs (25 bis 30 min^{-1}) hervorzuheben, die Arbeitsweise ähnelt der des Spatens. Der im Institut für landwirtschaftliche Mechanisierung in Chodov bei Prag entwickelte Rotationspflug RP-190 [11] berechtigt zu einigen Hoffnungen, seine technischen und energetischen Parameter erreichten aber bisher die des Spatenpfluges nicht (Bild 1).

Dagegen wird die Krumschicht gleichmäßig vermischt und keine verdichtete Pflugsohle gebildet.

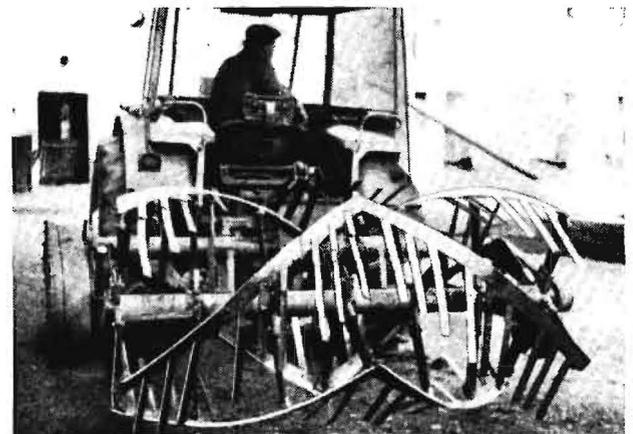
Wie aus Tafel 1 hervorgeht, ist es bisher nicht gelungen, den klassischen Scharpflug durch einen Rotationspflug zu ersetzen. Die Nachteile der meisten Rotationspflüge liegen vor allem in einer zu hohen Drehzahl der Werkzeuge, ihre Arbeitsweise ähnelt infolgedessen der der Bodenfräsen mit allen Folgen der zu starken mechanischen Zerkleinerung des Bodens.

Ein unvollkommenes Wenden der Ackerkrume bei einigen der erwähnten Rotationspflüge ist ein weiterer Nachteil vom Standpunkt der agrotechnischen Funktion des Pflügens. Wenn auch bei der Mehrzahl der Rotationspflüge die beträchtlichen Schlupfversuche beseitigt werden, bleibt doch der allgemeine Nachteil einer bisher noch geringen Flächenleistung bestehen.

Die Änderungen der Bodeneigenschaften in Abhängigkeit von der Technologie der Bodenbearbeitung mit dem Schar- und Rotationspflug RP-190

Unser Hauptziel war eine Ausarbeitung und wissenschaftliche Begründung der Rotationstechnologie der Bodenbearbeitung auf Grund der Untersuchungen der Dynamik, der physikalischen, biologischen und chemischen Eigenschaften des Bodens.

Bild 1. Modell des Rotationspfluges RP-190 tschechoslowakischer Konstruktion



* Zentrale Forschungsanstalt für Pflanzenbau Prag — Institut für Ackerbau, Pohorelice

Bei der Rotationstechnologie zeigt sich, besonders unmittelbar nach dem Ziehen der Herbstfurche, eine wesentliche Verminderung der Bodendichte und gleichzeitig eine Erhöhung des Porenvolumens des Bodens. Bei Getreide kommt es im Frühjahr zu einer Zunahme der Bodendichte, was vom Standpunkt der Ansprüche der Feldfrüchte an die physikalischen Eigenschaften des Bodens vorteilhaft für die Entwicklung und den Ertrag von Getreide erscheint. Im weiteren Verlauf der Vegetation vermindert sich dann die Bodendichte, und zwar bei Sommergetreide stärker als bei Wintergetreide. Bei Zuckerrüben wird der Einfluß der Rotationstechnologie auf den physikalischen Zustand des Bodens im Lauf der Vegetation durch den biologischen Charakter der Zuckerrüben überdeckt. Ihre Wirkung auf die Lagerungsdichte scheint infolge des größeren Anteils an kleineren Bodenaggregaten und deren dickerer Lagerung größer als bei der Bodenbearbeitung mit Scharpflügen (Bild 2). Die Bestimmung der Wasserkapazität des Bodens zeigt, daß die Rotationstechnologie die Wasseraufnahme positiv beeinflußt und vor allem die Wasserhaltefähigkeit erhöht, was die erzielten höheren Werte der maximalen Wasserkapazität beweisen.

Die Untersuchungen der Struktur bestätigen nicht die Auffassung von einer Zerstörung der Bodenstruktur, die größtenteils aus der falschen Vorstellung resultiert, daß der Rotationspflug eine äulische Wirkung auf den Boden hat wie die Bodenfräse mit ihrer hohen Drehzahl. Während das Rotationspflügen eine Verminderung des Anteils der Aggregate über 10 mm und eine geringe Steigerung der feineren Fraktion unter 1 mm zur Folge hat, treten in der Wasserstabilität der Aggregate keine Änderungen ein (Tafel 1).

Die Verbesserung der Bodeneigenschaften nach dem Rotationspflügen äußert sich nicht nur im Wasservorrat des Bodens, sondern auch in der Verfügbarkeit des Wassers für die Pflanzen und in einem relativ größeren Wasserverbrauch der Pflanzen. Die Ursachen dafür liegen vor allem in einer höheren kapillaren Sättigung des Bodens und in einem günstigeren Verhältnis von kapillaren zu nichtkapillaren Poren (Bild 3).

Der Zustand der Mikroflora in allen ausgewerteten Versuchen zeigte ganz eindeutig eine bestimmte Vertiefung und eine Anreicherung des biologischen Profils des Bodens nach dem Rotationspflügen, nicht nur in der Ackerkrume, sondern auch im Unterboden, vor allem bei Getreide. Stärker sind hier insbesondere die Gruppen von Mikroorganismen entwickelt, die komplizierte organische Stoffe wie Eiweiß und komplizierte Kohlenstoffverbindungen zersetzen, dagegen ist der Anteil der Mikroflora, die Humusstoffe zersetzt, nach dem Rotationspflügen regelmäßig relativ vermindert. Im Verhältnis zur Bodenbearbeitung mit Scharpflug war infolgedessen neben der Schonung des Humusvorrates auch ein deutlicher humifizierender Charakter der Umsetzung festzustellen.

Auf Grund der chemischen Untersuchungen können wir feststellen, daß die Menge der aufnehmbaren Nährstoffe und ihre Dynamik im Laufe der Vegetation ebenfalls durch die Technologie der Bearbeitung beeinflußt werden. Eine deutliche Verbesserung des Gehalts an aufnehmbaren Nährstoffen hängt vor allem mit dem unterschiedlichen physikalischen Zustand der Ackerkrume zusammen. Nach dem Rotationspflügen war im Frühjahr die Krume stärker verdichtet, die Strukturbestandteile waren gleichmäßiger und feiner, es waren durch den besseren Wasserhaushalt auch bessere Bedingungen für die Freisetzung der Nährstoffe aus dem Bodenvorrat gegeben. Bei Zuckerrüben wurde eine solche deutliche Erhöhung des Gehalts an aufnehmbaren Nährstoffen in der Krume nach dem Rotationspflügen nicht ermittelt.

Praktische Aspekte der Anwendung der Rotationstechnologie in der Bodenbearbeitung

Bei der Erforschung der Rotationstechnologie haben wir nur ein Modell des Rotationspfluges (RP-190) verwendet, es war deshalb auch nicht möglich, eine ausführliche ökonomische

Tafel 1. Bestimmung des Krümelanteils in der Krume [nach SAWINOW]

Bodenbearbeitung	Vorfrucht Zuckerrüben (40 Tage nach der Furche)		Vorfrucht Mais (75 Tage nach der Furche)	
	Scharpflug	Rotationspflug	Scharpflug	Rotationspflug
> 10 mm	26,6	21,8	43,1	32,0
1 ... 10 mm	52,9	53,5	42,7	49,3
0,25 ... 1 mm	15,3	19,6	8,9	12,8
< 0,25 mm	5,2	5,1	5,2	5,7
insgesamt > 1 mm	79,5	75,3	85,8	81,3
Wasserstabilität der Krümel [nach BAKSCHAJEW]				
> 1 mm	13,8	11,7	9,1	10,4
0,15 ... 1 mm	49,1	49,7	59,9	57,8
< 0,25 mm	36,9	38,5	31,0	31,8
insgesamt > 0,25 mm	62,9	61,4	69,0	68,2

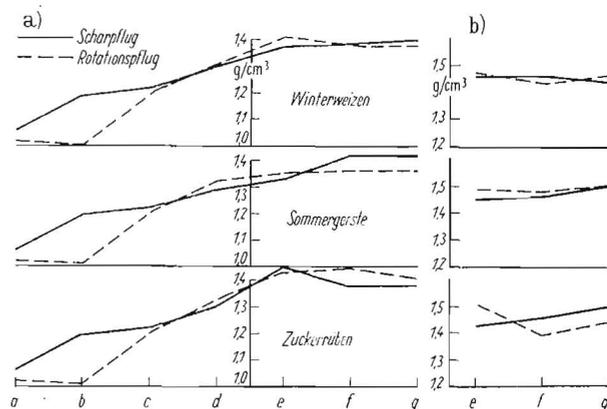


Bild 2. Einfluß der Bodenbearbeitung mit Schar- und Rotationspflug auf die Dichte des Bodens bei verschiedenen Feldfrüchten (1961 bis 1963): a) Krume, b) Unterkrume; a) direkt nach der Winterfurche, b 10 Tage, c 40 Tage und d 75 Tage nach der Winterfurche, e Frühjahr, f Mitte der Vegetation, g vor der Ernte

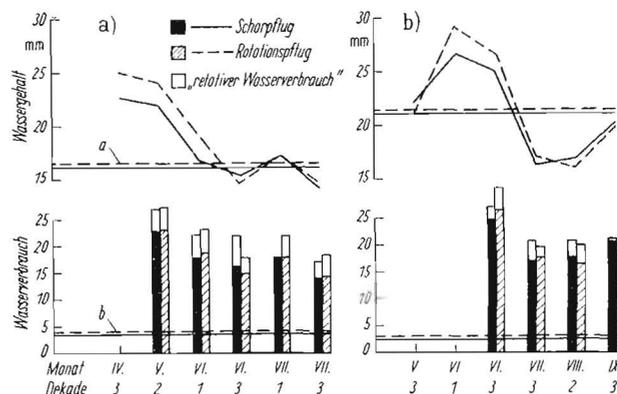


Bild 3. Wassergehalt des Bodens und relativer Wasserverbrauch bei Winterweizen und Zuckerrüben in Abhängigkeit von der klassischen und der Rotationstechnologie bei der Bodenbearbeitung. (Durchschnitte von 1961 bis 1963, Tiefe bis 40 cm). a) Winterweizen, b) Zuckerrüben, a) durchschnittlicher Wassergehalt, b) durchschnittlicher Wasserverbrauch

Auswertung dieses Gerätes in Hinsicht auf seine Verwendung in der Praxis durchzuführen. Trotzdem wollen wir wenigstens auf einige voraussichtliche ökonomische Effekte hinweisen, die bei der Einführung der Rotationstechnologie in der Bodenbearbeitung erreicht werden können.

1. Die Bearbeitung des Bodens wird mit dem Rotationspflug so vollkommen durchgeführt, daß der Aufwand für die Saatzbereitung wesentlich geringer ist als mit dem normalen Pflug. Je ungünstiger die Bedingungen sind, desto deutlicher ist dieser Effekt, z. B. bei Trockenheit.
2. Es wird keine verdichtete Pflugsoble wie bei der Pflugtechnologie gebildet, deren negative Wirkung nicht nur im Wachstum sichtbar ist, sondern auch den Ertrag der

Kulturpflanzen beeinflusst. Die Beseitigung der verdichteten Pflugsohle mit Hilfe der Rotationstechnologie ist ökonomisch schwierig zu bewerten, über ihre Bedeutung besteht jedoch kein Zweifel.

3. Der Rotationspflug arbeitet infolge des Zapfwellenantriebs bei trockenen und feuchten Bodenbedingungen gleich gut, was ohne Zweifel eine ökonomische Bedeutung hat, weil die Einhaltung der agrotechnischen Termine unabhängiger von den Witterungsbedingungen wird.
4. Eine gleichmäßige Vermischung der Krume durch den Rotationspflug kann man auch für die sog. „Profildüngung“ ausnutzen; bei dieser Methode der Einbringung wird im ganzen Profil der Krume eine homogene Verteilung der organischen und mineralischen Dünger, in erster Linie der Kalkdünger, erzielt. Diese Methode der Düngung hat nicht nur eine Verbesserung der Ernährung einiger Feldfrüchte zur Folge, sondern sie hat vor allem eine perspektivische Bedeutung bei einer ökonomischen Ausnutzung der hohen mineralischen Düngergaben in Form der Vorratsdüngung. Gleichfalls ist es möglich, eine Gründüngung auch in einem dichten Bestand ohne vorherige Zerkleinerung gleichmäßig in den Boden einzubringen.

5. Der Zapfwellenantrieb des Rotationspfluges erübrigt Belastungsmassen und kann perspektivisch dazu beitragen, die Masse der Traktoren zu vermindern und Material einzusparen.

Literatur

- [1] LICHT, H.: Ein neuartiges Bodenbearbeitungsgerät. Dt. Agrartechnik (1955) H. 7, S. 269
- [2] REGGE, H.: Die Ergebnisse bisheriger Untersuchungen an Lichtschen Rotoren. Dt. Agrartechnik (1960) H. 2, S. 56 bis 58
- [3] OEHRING, J.: Schraubenspflug für schwere Böden. Landtechnik (1957) H. 5, S. 148
- [4] VOSS, W.: Pflügen „mit Dreh“. Agros. (1957) H. 9, S. 513 bis 517
- [5] FISCHER-SCHILLEM, W. E./E. MOSER: Untersuchungen an einem Schneckenpflug. Landtechnische Forschung (1958) H. 4, S. 95 bis 101
- [6] GRADOCK, T. H.: Screw Plough V. Farm Mechanisation (1955) Nr. 73, S. 179
- [7] MÜLLER, T.: Neue Wege in der Bodenbearbeitung? Der Traktor (1958) H. 10, S. 27 bis 35
- [8] EGGEMÜLLER, A.: Quirrpflüge unter besonderer Berücksichtigung des Aratore Civallo. Grundlagen der Landtechnik (1959) H. 11, S. 50 und 51
- [9] FEUERLEIN, W.: Autorenreferate, Institut für Bodenbearbeitung. Landbauforschung Völknerode (1964) H. 2
- [10] HAMEL, J. L.: Eine rotierende Spatennämaschine. Lohnunternehmen (1959) H. 14, S. 172
- [11] BRAZDA, Z.: Výzkum stroju pro rotační zpracování půdy — rotační pluh. Výzk. ústav zeměd. stroju Chodov u. Prahy, závěrečná zpráva 1963 A 6213

Ing. G. SCHADE, KDT

Der „Golzower“ Pflug für schwerste Bedingungen

Seitdem im Oderbruch die Dampfpflüge außer Betrieb sind, fehlten leistungsfähige Maschinen und Geräte für die schwere Bodenbearbeitung.

Mit diesen Maschinen muß vor allem das Ziehen der Herbstfurche auch bei ungünstigen Witterungsbedingungen möglich sein. Selbstverständlich soll mit ihnen eine gute Qualität der Pflugarbeit und eine hohe Arbeitsproduktivität erreicht werden.

Unter guter Qualität versteht man von der ackerbaulichen Seite her gesehen vor allen Dingen die Einhaltung einer gleichmäßigen Arbeitstiefe bis zu 40 cm und einen guten Körperdurchgang, so daß mit Vorschälern gearbeitet werden kann.

Diese Forderungen kann man mit den zur Zeit in der Praxis vorhandenen Rad- und Kettentraktoren von 50 und 60 PS nicht erfüllen. Außerdem lassen die zur Verfügung stehenden Pflüge nur eine Arbeitstiefe von 30 cm zu, die jedoch auf schwerstem Boden nicht einzuhalten ist.

Eine Lösung sollten die Seilzugaggregate bringen, durch die enorm hohen Kosten von etwa 245 MDN je ha und die geringe Produktivität (4 Ak Bedienung je Satz) müssen sie jedoch aus ökonomischen Gründen abgelehnt werden.

Deshalb wurden im Jahre 1964 mehrere sowjetische Ketten-traktoren vom Typ T-100 M importiert und im Oderbruch zum Ziehen der Herbstfurche eingesetzt.

Diese Maschinen erreichten bereits in der Herbstkampagne 1964 durch ihre hohe Zugfähigkeit gute Leistungen.

Der mitgelieferte sowjetische fünffurche Pflug bewährte sich jedoch auf dem schweren Boden nicht und mit dem An-hänge-Beetpflug B 187 konnte der Traktor nicht voll aus-gelastet werden. Außerdem ist durch den relativ schmalen Rahmen des B 187 und die große Spurweite des Ketten-traktors eine symmetrische Anhängung unmöglich. Man ist ge-zwungen, das Zuggendel ganz rechts außen zu arretieren, was ein ständiges Gegenlenken erfordert und dadurch einen hohen Verschleiß der Lenkkupplungen zur Folge hat.

Aus diesem Grunde wurde von einem Neuererkollektiv der LPG und der Prüfgruppe Golzow, bestehend aus den Neuerern KLITZKE, HASCH, K. REHFELD, O. REHFELD, SCHADE und SCHENK, ein spezieller Anhänge-Beetpflug zum T-100 M entwickelt und gebaut.

Beschreibung des Pfluges

Der Anhänge-Beetpflug hat einen geschweißten Rechteck-Hohlprofilrahmen. An diesem Rahmen sind alle erforderlichen Befestigungselemente für die Baugruppen Landrad, Furchenrad, Zugschere und Tiefeneinstellung angeschweißt.

Am Werkzeugträger des Rahmens, der unter 23° schräg zur Arbeitsrichtung angeordnet ist, werden das Spornrad, die Pflugkörper und die Kombi-Vorschneider mit Hilfe von Klemmbügeln befestigt.

Die Schnittbreite jedes einzelnen Pflugkörpers und damit auch die Gesamtarbeitsbreite sind stufenlos verstellbar. Kombi-Vorschneider mit Körper wurden vom Seilzug-Kipp-Pflug B 091 übernommen, wahlweise kann man aber auch Körper 20 Y oder 20 Z einsetzen. Der Pflug ist luftbereift, die Reifengröße beträgt 7.50 — 20.

Für das Furchen- und Landrad wurden die Achsen des Sandbodenmeliorationspfluges B 185 verwendet. Das Spornrad ist als sogenanntes Klavierrad um 360° drehbar und läuft in der letzten Furche.

Die Aushebung erfolgt hydraulisch, zwei Arbeitszylinder wirken auf die Vorderräder, ein dritter auf das Spornrad. Alle 3 Zylinder sind parallel geschaltet und werden über eine Druckleitung beaufschlagt. Durch die günstige Anordnung der Hydraulikzylinder wurde erreicht, daß der Pflug erst vorn und dann hinten aushebt. Dadurch benötigt man nur ein relativ kurzes Vorgewende. Mit den großen Körpern hat der Pflug im ausgehobenen Zustand eine Bodenfreiheit von 30 cm. Im Straßentransport wird er rückwärts gezogen, da bei höherer Geschwindigkeit auf fester Straße ein seitliches Schlen-dern auftritt und der übrige Verkehr dadurch gefährdet