

zeug befinden. wird F_R nicht vom Boden, sondern vom Lockerungswerkzeug auf den Rotor übertragen (Gedankenexperiment: Eingeklemmtes Bodenaggregat Bild 4 b). Die auf den Rotor bei richtiger Anordnung (Bild 4 a) ausgeübte Schubkraft wird als innere Kraft abgebaut. Die Schubenergie wird nicht wirksam. Die vertikale Komponente der Reaktionskraft der rotierenden Werkzeuge F_{Ry} (Bild 4 a) führt bei einer Fräse mit steigender Arbeitsgeschwindigkeit zu einem Verringern der Arbeitstiefe (zunehmende Kraft mit steigender Arbeitsgeschwindigkeit). Diese Erscheinung nimmt mit kleinerem Rotordurchmesser zu. Bei einer Schar-Fräse wirkt der vertikalen Komponente der Reaktionskraft der rotierenden Werkzeuge die entsprechende Komponente F_{Sy} der Lockerungswerkzeuge entgegen, wodurch eine von der Arbeitsgeschwindigkeit unabhängige Arbeitstiefe zu realisieren ist.

Durch Ändern der Arbeitstiefe der rotierenden Werkzeuge kann bei konstanter Arbeitstiefe der Lockerungswerkzeuge die Aggregatgrößenverteilung über der Arbeitstiefe verändert werden. Bei schweren, trockenharten Böden wird der gesamte von den Lockerungswerkzeugen bearbeitete Querschnitt auch von den rotierenden Werkzeugen bearbeitet werden müssen, um das geforderte homogene Saatbett zu erreichen /7/. Die Intensität der Bodenzerkleinerung durch die rotierenden Werkzeuge kann durch Änderung der Drehzahl variiert werden. Bei in noch gutem Strukturzustand befindlichen Böden genügt es, nur die obere Bodenschicht mit den rotierenden Werkzeugen zu bearbeiten, um eine feinkrümelige Saatgutablagezone zu erhalten. Im unteren Teil des Saatbetts ist unter solchen Bedingungen die Arbeitsqualität der Lockerungswerkzeuge ausreichend. Unnötige Energieaufwendungen können so vermieden werden. Allerdings muß einschränkend bemerkt werden, daß durch die geringe Arbeitstiefe der rotierenden Werkzeuge das Einmischen von organischen Resten verschlechtert wird.

6. Einschätzung

Das bekannte Prinzip der Schar-Fräse bietet Ansatzpunkte für die Realisierung einer Kombination zur Grundbodenbearbeitung und Saatbettbereitung auf ungepflügtem Boden in einem Arbeitsgang, wobei die Kombination mit einem verdichtenden Werkzeug erforderlich ist.

Hervorzuheben sind:

- die durch Zuordnung von Lockerungswerkzeugen und rotierenden Werkzeugen sowie Drehzahländerung der rotierenden Werkzeuge zu verändernde Zerkleinerungswirkung
- die gegenüber der Fräse erreichbare geringere spezifische Energie und nicht so intensive Zerkleinerung

- die gegenüber der Fräse erreichbare höhere Arbeitsgeschwindigkeit
- die gegenüber einem Pflug mit Nachbearbeitungsgerät wesentlich geringere Baulänge.

Die Schar-Fräse mischt ebenso wie die Fräse Pflanzenreste in die von den rotierenden Werkzeugen bearbeitete Bodenschicht ein. Dieses Einbringen der Pflanzenreste ist zwar ihrer Verrottung zuträglicher als die paketweise Einbringung durch den Pflug /10/, jedoch können bei nur flach arbeitenden rotierenden Werkzeugen im Fall einer mit der Bodenbearbeitung kombinierten Aussaat die in der Saatgutablagezone befindlichen Pflanzenreste zu Nachteilen für den Auflauf und die Wasser- und Nährstoffversorgung des Saatguts führen. Ein Ausweg ist mit der Schar-Fräse nur durch Bearbeiten des gesamten von den Lockerungswerkzeugen gelockerten Querschnitts durch die rotierenden Werkzeuge und damit durch Einmischen der Pflanzenreste in eine größere Bodenschicht, allerdings bei energetischen Nachteilen, gegeben. Dieses Problem wird bei zunehmender Beseitigung der organischen Rückstände mit Hilfe von Chemikalien geringere Bedeutung haben /2/.

Literatur

- /1/ Herzog, R./O. Bosse: Bodenbearbeitung — Bearbeitungsverfahren, Teil 1. Weltstandsvergleiche der DAL zu Berlin, Heft 15, 1970.
- /2/ Soucek, R.: Zu einigen Fragen des technischen Standes der Bodenbearbeitungsgeräte in der DDR und deren Weiterentwicklung. agrartechnik 24 (1974) H. 1, S. 23—25, 29.
- /3/ Engel, R.: Auswirkungen neuzeitlicher Bodenbearbeitung auf Arbeitswirtschaft, Boden und Ertrag. Landtechnik (1974) H. 3, S. 104—107.
- /4/ Eggenmüller, A.: Untersuchungen an einer Scharfräsenkombination. Grundlagen der Landtechnik (1959) H. 11, S. 64—71.
- /5/ Kezdi, A.: Handbuch der Bodenmechanik, Bd. 1. Berlin: Verlag für Bauwesen/Budapest: Verlag d. ungar. Akademie der Wissenschaften 1969.
- /6/ Bernacki, H.: Untersuchungen von Scharfräsen in der Bodenrinne und auf dem Acker. Grundlagen der Landtechnik (1962) H. 15, S. 28—36.
- /7/ Kunze, A.: Bodenbearbeitung und Bestellung in hoher Qualität — eine wichtige Voraussetzung für die weitere Steigerung und Stabilisierung der Erträge. agrartechnik 24 (1974) H. 1, S. 20—22.
- /8/ Regge H.: Untersuchungen mit Bodenfräswerkzeugen unter Feldbedingungen bezüglich des Energiebedarfs und der Bodenzerkleinerung. Dissertation TU Dresden, 1966.
- /9/ Wimmer, F.: Untersuchungen über die Bodenaufschließung durch Fräsen mit starren Winkelmessern und gefederten Spitzhaken. Dissertation TH München, 1957.
- /10/ Kunze, A./O. Bosse: Rationalisierung und Qualitätsverbesserung der Grundbodenbearbeitung. Fortschrittsberichte für die Landwirtschaft der DAL zu Berlin, Band 5, H. 10, 1967. A 9621

Experimentelle Untersuchung zur Zuordnung des Vorlockerungswerkzeugs zum Fräsrotor in einer Schar-Fräse¹

Dr.-Ing. J. Lucius, KDT, Institut für Landmaschinentechnik Leipzig im VEB Weimar-Kombinat

Dr.-Ing. W.-D. Kalk, KDT, Forschungszentrum für Bodenfruchtbarkeit Müncheberg der AdL der DDR

1. Einführung

Die in der Diskussion zum Arbeitsprinzip der Schar-Fräse /1/ erkannten Vorteile des Prinzips für den landwirtschaftlichen Einsatz waren Anlaß zu experimentellen Untersuchungen der Arbeitswerkzeuge der Schar-Fräse und ihrer Zuordnung in der Kombination. Hervorzuheben sind folgende Vorzüge der Schar-Fräse:

- die Möglichkeit der Veränderung der Zerkleinerungsintensität
- gegenüber der Fräse der geringere spezifische Energieaufwand, die nicht so intensive Zerkleinerung und die erreichbare höhere Fahrgeschwindigkeit
- gegenüber dem Pflug mit Nachbearbeitungsgerät die geringere Baulänge.

Eine entscheidende Rolle bei der Ausnutzung der Energie an der Schar-Fräse spielt die Zuordnung von Vorlockerungs-

¹ An der Technischen Universität Dresden, Sektion Kraftfahrzeug-Land- und Fördertechnik erarbeitet

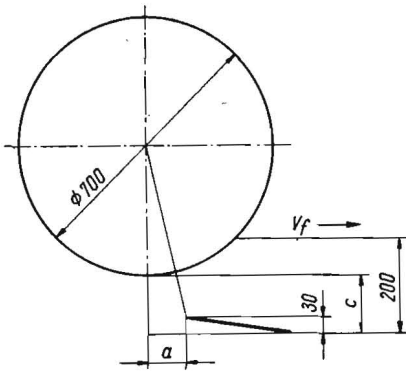


Bild 1 Zuordnung des Vorlockerungswerkzeugs zum Fräsrotor;

Zuordnung	a mm	c mm
1	390	100
2	250	100
3	85	130
4	— 65	130

Bild 3 Abhängigkeit energetischer und arbeitsqualitativer Kenngrößen von der Zuordnung des Vorlockerungswerkzeugs zum Fräsrotor bei unterschiedlichen Betriebsparametern; Bodenart: schluffiger Lehm, v_f Fahrgeschwindigkeit, l_b Bissenlänge, w_0 Feuchtigkeit bei Entnahme an der Oberfläche, w_{10} Feuchtigkeit bei Entnahme in 10 cm Tiefe, q_T Trockendichte, c Kohäsion

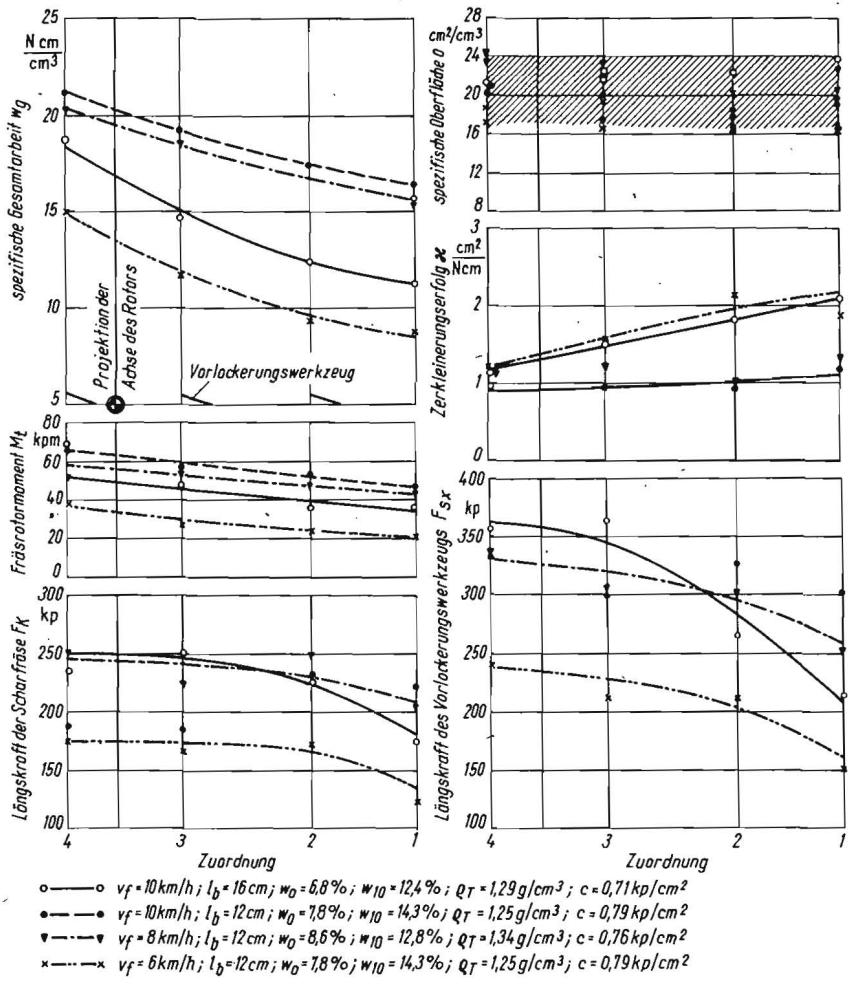
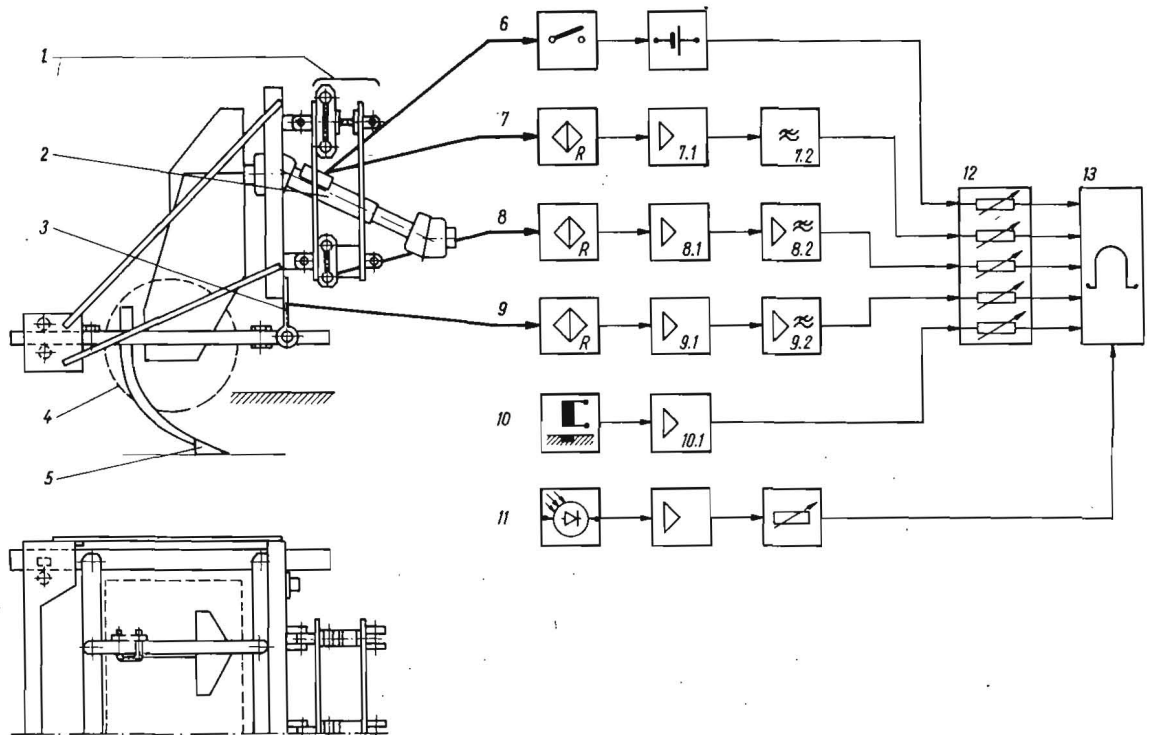


Bild 2. Schema des Versuchsstands und Blockschaltbild der Meßeinrichtung; 1 Meßgeber zur Bestimmung der Längskraft der Kombination, 2 Meßgelenkwelle, 3 Meßgeber zur Bestimmung der Längskraft des Vorlockerungswerkzeugs, 4 Werkzeugrotor, 5 Vorlockerungswerkzeug, 6 Drehzahlmarke der Meßgelenkwelle, 7 Messung des Drehmoments der Meßgelenkwelle, 7.1 Meßverstärker UM 131, 7.2 Tiefpaß $f_{GR} = 100 \text{ Hz}$, 8 Messung der Längskraft der Kombination, 8.1 Meßverstärker UM 131, 8.2 Aktiver Tiefpaß $f_{GR} = 24 \text{ Hz}$, 9 Messung der Längskraft am Vorlockerungswerkzeug, 9.1 Meßverstärker UM 131, 9.2 Aktiver Tiefpaß $f_{GR} = 24 \text{ Hz}$, 10 Aufnahme der Wegmarke, 10.1 Meßverstärker UM 131, 11 Lichtschranke zur Auslösung des Papiervorschubes, 12 Anpassungssteller, 13 Oszillograph 8LS-1



werkzeug und Fräsrotor. Ziel der im folgenden diskutierten experimentellen Untersuchungen war deshalb die Bestimmung der Änderung des für die Bodenbearbeitung erforderlichen spezifischen Energieaufwands, der Zerkleinerung und des Zerkleinerungserfolgs /2/ bei unterschiedlichen Zuordnungen des Vorlockerungswerkzeugs zum Fräsrotor.

2. Versuchsmethodik

Für die Vergleichbarkeit der Ergebnisse hinsichtlich Konstruktions- und Betriebsparameter erschien die Versuchsdurchführung unter Modellbedingungen am günstigsten. Deshalb wurden die Versuche in der Bodenrinne der TU Dresden durchgeführt /3/ /4/. Um die Bildung von Bodenaggregaten bei der Bearbeitung zu sichern, wurde der Boden bei der Vorbereitung intensiv gefräst und gleichzeitig angefeuchtet und danach durch mehrmaliges Walzen verdichtet. Eine mehrtägige Trocknung des Bodens schloß sich an. Die Voruntersuchungen ergaben, daß Versuche nur dann exakt reproduzierbar sind, wenn sie in derselben vorbereiteten Bodenrinne durchgeführt werden.

Das verwendete Vorlockerungswerkzeug /5/ hatte eine Breite von 400 mm. Als Fräswerkzeuge wurden Säbelmesser verwendet, die Fahrgeschwindigkeiten bis zu 10 km/h bei einer Bissenlänge von 16,0 cm ermöglichen. Die wirksame Arbeitsbreite der Kombination war 500 mm, die Arbeitstiefe des Vorlockerungswerkzeugs betrug 200 mm, der Fräsrotor wurde jeweils so angeordnet, daß 50 Prozent des gelockerten Bodens vom Fräsrotor bearbeitet wurden (Bild 1).

Die Zuordnung des Vorlockerungswerkzeugs zum Fräsrotor wurde in 4 Stufen variiert (Bild 1).

Zuordnung 1:

Das Vorlockerungswerkzeug ist so angeordnet, daß die Fräswerkzeuge in den gelockerten, auf der Bearbeitungssohle abgelegten Boden eingreifen.

Zuordnung 4:

Das Vorlockerungswerkzeug ist so angeordnet, daß die Fräswerkzeuge in den ungelockerten Boden eingreifen.

Zuordnung 2, 3:

Stellungen zwischen den extremen Lagen 1 und 4.

Die Versuche wurden bei Fahrgeschwindigkeiten v_f von 6; 8 und 10 km/h und Bissenlängen l_b von 12 und 16 cm durchgeführt. Diese Parameter ergaben sich aus der Analyse des Standes der Technik /6/ unter Berücksichtigung der notwendigen Steigerung der Arbeitsproduktivität beim Fräsen.

Die Meßeinrichtung (Bild 2) gestattete die Messung der Gesamtlängskraft der Schar-Fräse F_K mit einem universellen Zweikomponenten-Meßgeber 1 /7/, die Bestimmung des Drehmoments M_t und der Drehzahl n des Fräsrotors mit der Meßgelenkwelle 2, die Messung der Längskraft am Vorlockerungswerkzeug F_{sx} mit den Meßgebern 3 und die Ermittlung der Fahrgeschwindigkeit durch Aufnahme von Wegmarken mit dem induktiven Geber 10.

Bei jedem Versuch wurden die Bodenparameter bestimmt, die Arbeitstiefe kontrolliert, der bearbeitete Bodenquerschnitt mit Hilfe von Pantographen /8/ festgehalten und die Siebanalyse /2/ des bearbeiteten Bodens durchgeführt.

Den Vergleich der Meßergebnisse bei unterschiedlichen Zuordnungen und Geschwindigkeiten ermöglichen die spezifische Gesamtarbeit w_g , die spezifische Oberfläche σ als Kennzahl für die Zerkleinerung des Bodens und der Zerkleinerungserfolg κ /2/ /4/. Die spezifische Gesamtarbeit w_g ergibt sich aus der Summe von spezifischer Fräsrotorarbeit und spezifischer Arbeit der Längskraft der Schar-Fräse.

3. Versuchsergebnisse

Die Experimente bestätigen für die spezifische Gesamtarbeit w_g die nach theoretischen Untersuchungen /1/ zu er-

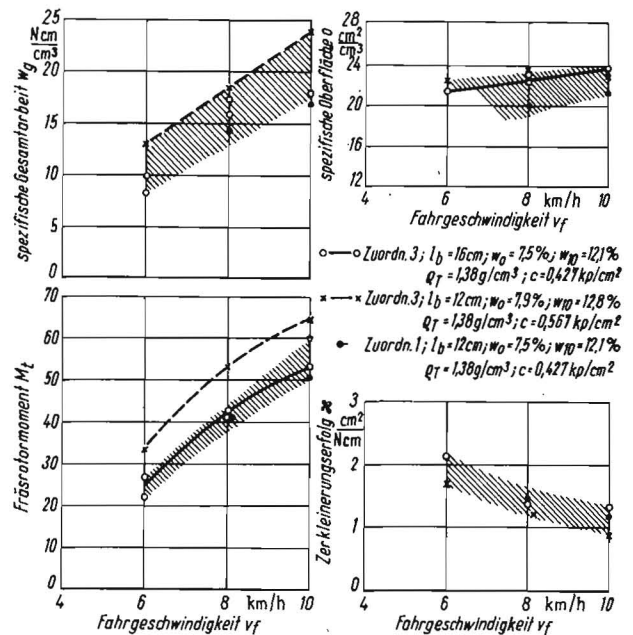


Bild 4. Abhängigkeit energetischer und arbeitsqualitativer Kenngrößen von der Fahrgeschwindigkeit; Bodenart: schluffiger Lehm

wartende fallende Tendenz (Bild 3). Der Verlauf der spezifischen Gesamtarbeit deutet jedoch an, daß eine weitere Senkung bis zum Erreichen eines parallelen Verlaufs zur Abszisse möglich ist. Wenn eine energetisch ungünstige Wirkung durch gegenseitige Beeinflussung von Vorlockerungswerkzeug und Fräswerkzeugen vermieden werden soll, muß die Hinterkante des Vorlockerungswerkzeugs mindestens 600 mm vor der Achse des Fräsrotors angeordnet sein.

Das Fräsrotormoment M_t sinkt mit sich vergrößerndem Abstand des Vorlockerungswerkzeugs vor dem Fräsrotor, da die Fräswerkzeuge infolgedessen zunehmend im gelockerten Boden arbeiten /1/.

Das Absinken der Längskraft der Schar-Fräse F_K ist zurückzuführen auf die zunehmende Wirksamkeit der Schubkraft der Fräswerkzeuge mit sich vergrößerndem Abstand des Vorlockerungswerkzeugs vor dem Fräsrotor.

Für die spezifische Oberfläche σ ergab sich kein eindeutiger Zusammenhang in Abhängigkeit von der Zuordnung. Für natürlich gelagerten Boden ist zu erwarten, daß sich bei der Zuordnung 4 wegen des Eingriffs der Fräswerkzeuge in den ungelockerten Boden eine intensivere Zerkleinerung ergibt als bei den anderen Zuordnungen /1/.

Wegen der gemessenen konstanten spezifischen Oberfläche σ und der fallenden spezifischen Gesamtarbeit mit sich vergrößerndem Abstand des Vorlockerungswerkzeugs vor dem Fräsrotor ergibt sich eine steigende Tendenz der Zerkleinerungserfolgs κ .

Den Einfluß der Fahrgeschwindigkeit v_f auf die spezifische Gesamtarbeit w_g , das Fräsrotormoment M_t , die spezifische Oberfläche σ und den Zerkleinerungserfolg zeigt Bild 4. Der Verlauf des Zerkleinerungserfolgs ist nur für Modellbedingungen charakteristisch /9/.

4. Zusammenfassung

Es werden Methodik und Ergebnisse von experimentellen Untersuchungen zur Zuordnung des Vorlockerungswerkzeugs zum Fräsrotor in einer Schar-Fräse beschrieben. Hinsichtlich des Energieaufwands für die Bearbeitung des Bodens ist es vorteilhaft, die Hinterkante des Vorlockerungswerkzeugs mindestens 600 mm vor der Achse des Fräsrotors anzuordnen.

(Fortsetzung auf Seite 14)

Über die Notwendigkeit der Kombination von Arbeitsgängen der Saatbettbereitung mit dem Pflügen

Dr. agr. habil. G. Krupp, KDT, VEB BBG Leipzig, Betrieb des VEB Weimar-Kombinat

Die zunehmende Kombination von Arbeitsgängen gilt als allgemeine technische Tendenz auch in der Bodenbearbeitung und Bestellung. Die sinnvolle Kombination von Arbeitsgängen dieses Produktionsabschnitts bringt Vorteile in bezug auf die Einsparung von lebendiger und vergegenständlichter Arbeit und positive Effekte bezüglich der Qualität der Bodenbearbeitung, die zur Steigerung der Erträge beitragen können. Es sprechen viele Faktoren für eine weitgehende Kombination der Arbeitsgänge von Bodenbearbeitung und Bestellung.

Die Kombination von Arbeitsgängen der Saatbettbereitung mit dem Pflügen ist in der DDR seit langer Zeit üblich. Von der Landmaschinenindustrie werden Nachlaufgeräte, die an die Pflüge angehängt werden, angeboten, die gewisse Arbeitsgänge ausführen und als erste Maßnahmen der Saatbettbereitung gelten können (z. B. die Krümelwalzen B 452, B 456, B 459).

Die mit diesen Geräten erzielbaren Effekte sind Einebnen der Oberfläche und Zerstören grober Kluten in der oberen Bodenschicht. Ein weiterer wünschenswerter Effekt, nämlich die Verdichtung der frischgelockerten Krume, wird durch die vorhandenen Nachlaufgeräte nicht immer ausreichend erzielt.

Für die Kombination von Arbeitsgängen der Saatbettbereitung mit dem Pflügen spricht eine ganze Reihe von Gründen.

1. Technologische Gründe

Die Ackerfläche der DDR wird jährlich etwa 1,15mal gepflügt. Daraus ergibt sich eine Pflügefläche von etwa 5 Mill. ha jährlich. Davon sind etwa 3 Mill. ha Saatsfurche, die der sofortigen Weiterbearbeitung bedürfen (Bild 1).

Diese umgehende Nachbearbeitung der Saatsfurche beim Pflügen spart vor allem dadurch Energie, daß der Boden in dem frischgewendeten Zustand noch recht zerfallsbereit ist

und sich gut bearbeiten läßt. Diese alte Erkenntnis wurde bereits von Mangelsdorf experimentell nachgewiesen. /1/ Eine weitere Energieersparnis ergibt sich dadurch, daß für den ersten Nachbereitungsgang nach dem Pflügen kein gesondertes Befahren des lockeren Ackers notwendig ist. Die für die Überwindung des erheblichen Rollwiderstands auf lockerem Acker erforderliche Leistung kann bei den schweren Radtraktoren der 5-Mp-Klasse bis nahe 100 PS ansteigen.

Auch bei den 2 Mill. ha, die als Herbstfurche verbleiben, gibt es einen wachsenden Anteil, der einer sofortigen Einebnung bedarf. Aus ackerbaulicher Sicht wird in zunehmendem Umfang für Kartoffeln und für Zuckerrüben auf bestimmten Böden eine Einebnung des Ackers im Herbst gefordert. Im Kartoffelbau wird auf bestimmten Böden vorgeschlagen, bereits im Herbst die Dämme auszuformen, um den Klutenbesatz bei der Ernte auf ein Minimum zu senken. Diese sofortige Ausformung der Dämme könnte ebenfalls mit dem Pflügen verbunden und als Nachbearbeitungsgang gleichzeitig mit dem Pflügen durchgeführt werden.

Besonders auf großen Flächen ist eine erosionshemmende Bodenbearbeitung erforderlich, die der Wind- und Wassererosion entgegenwirken muß. Jeder zusätzliche Arbeitsgang fördert die Empfindlichkeit des Bodens gegen Winderosion durch Vergrößerung der kleinsten Aggregatfraktionen in der Bodenoberschicht (kleiner als 1 mm Dmr.) /2/.

Deshalb ist die Herabsetzung der Anzahl von Arbeitsgängen durch Kombination mehrerer Arbeitsgänge in einem Aggregat auch von diesem Gesichtspunkt her erstrebenswert.

Betrachtet man den gegenwärtigen Stand der Dinge unter Berücksichtigung der zukünftigen Tendenzen, so ergibt sich, daß die sofortige Nachbearbeitung des Bodens beim Pflügen

(Fortsetzung von Seite 13)

Literatur

- /1/ Kalk, W.-D./J. Lucius/K. Plötner: Diskussion zum Arbeitsprinzip der Schar-Fräse. agrartechnik 25 (1975) H. 1, S. 9.
- /2/ Regge, H.: Der Zerkleinerungserfolg als Bewertungsmaßstab für Bodenbearbeitungsgeräte und -maschinen. Dt. Agrartechnik 15 (1965) H. 8, S. 376.
- /3/ Kalk, W.-D.: Die neue Bodenrinnenanlage an der TU Dresden. Dt. Agrartechnik 21 (1971) H. 7, S. 337.
- /4/ Lucius, J.: Methodik der Werkzeugentwicklung für die Bodenbearbeitung. Dt. Agrartechnik 22 (1972) H. 11, S. 515.
- /5/ Plötner, K.: Bodenwiderstand und Bodenaufbruch beim Einsatz von Bodenbearbeitungswerkzeugen. agrartechnik 23 (1973) 4, S. 187 bis 190.
- /6/ Lucius, J./W.-D. Kalk: Literaturbericht zur Forschungsarbeit „Grundlagenuntersuchungen für Werkzeuge der fräsenden Bodenbearbeitung“. TU Dresden 1968 (unveröffentlicht).
- /7/ Bernhardt, K.: Eine Meßeinrichtung zum Bestimmen von Kräften zwischen Traktor und Arbeitsgerät. Dt. Agrartechnik 22 (1972) H. 5, S. 220.
- /8/ Plötner, K.: Eine Profilmßeinrichtung zum Bestimmen des Bodenaufbruchs beim Einsatz von Werkzeugen zur Bodenlockerung. agrartechnik 23 (1973) H. 1, S. 40-42.
- /9/ Regge, H.: Untersuchungen mit Bodenfräswerkzeugen unter Feldbedingungen bezüglich des Energiebedarfs und der Bodenzerkleinerung. Dissertation TU Dresden 1966 (unveröffentlicht). A 9746

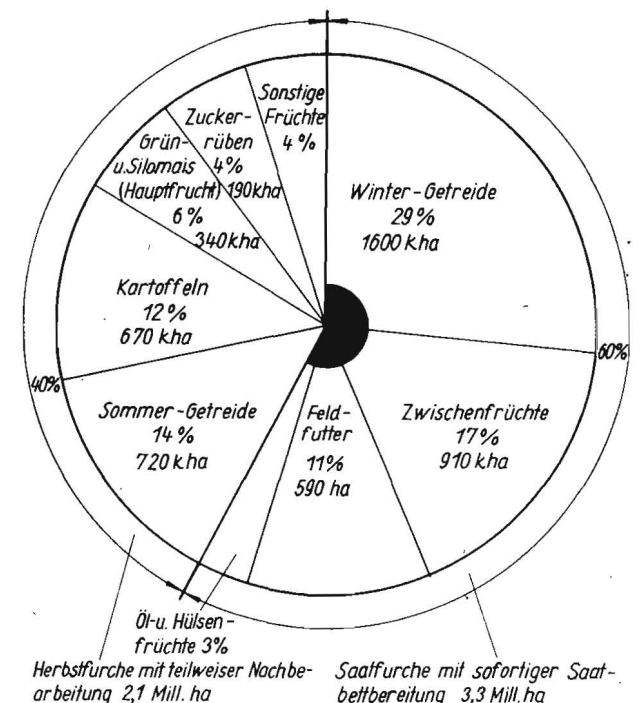


Bild 1. Anteil „Pflügen mit Nachbearbeitung“ an der gesamten Pflügefläche der DDR