

Bodenbearbeitung mit zapfwellenangetriebenen Geräten

Die sich aus dem Übergang von der tierischen Zugkraft zum Ackerschlepper ergebenden Möglichkeiten zur Verbesserung der Bodenbearbeitung konnten durch die Beibehaltung vom Gespann her bekannter Geräte- und Werkzeugformen bisher nicht in vollem Umfange ausgenutzt werden. Über die Weiterentwicklung des Schleppertriebwerks und der Geräteanlenksysteme wurde zwar eine wirksame Anpassung von Schlepper und gezogenem Gerät erzielt, doch ist man damit noch nicht von der Übertragung der Motorkraft über Schlepperrad und Boden abgekommen. Eine den Eigenschaften des Schleppers mehr entsprechende Arbeitsweise der Bodenbearbeitungsgeräte ist erst dann gegeben, wenn die Drehbewegung des Motors, wie bei den Erntemaschinen, unmittelbar auf das Arbeitswerkzeug übertragen werden kann. Mit einer solchen Lösung wird der Schlepper praktisch zu einer selbstfahrenden Arbeitsmaschine, woraus

sich folgende technisch-ökonomischen und ackerbaulichen Vorteile ergeben können:

1. Bessere Ausnutzung der Motorkraft durch den fast vollständigen Wegfall der Schlupfverlustleistung.
2. Möglichkeit zur Verringerung der Schleppergewichte (Materialeinsparung), wodurch gleichzeitig zur Herabsetzung bzw. Vermeidung von Bodenstrukturschäden durch Pressungsdruck beigetragen wird.
3. Schnellere Erreichung eines gegenüber herkömmlichen Geräten besseren Bearbeitungseffektes infolge intensiverer Zerkleinerungswirkung rotierender Werkzeuge, insbesondere bei Flach- bzw. Nachbearbeitungsgeräten.

Vom Schlepper her gesehen sind durch die Vergrößerung der Zapfwellenleistung, durch aus-

reichende Getriebeabstufung usw. die Voraussetzungen zum Antrieb von Bodenbearbeitungsgeräten bereits geschaffen worden. Seit Jahrzehnten sind Wissenschaft und Landmaschinenindustrie gleichsam bestrebt, die entsprechenden Geräte zu entwickeln. Da von allen auf dem Acker anfallenden Arbeiten bekanntlich das Pflügen die größten Zugkräfte erfordert, stand zunächst die Schaffung motorantriebener Geräte für die Ablösung des Scharpfluges im Vordergrund. Parallel hierzu vollzog sich aber auch die Entwicklung von rotierenden Geräten zur Saat- und Pflanzbettvorbereitung, zur Stoppelbearbeitung und zur Pflege der Hackfrüchte. In folgendem Beitrag sollen einige dieser Konstruktionen erläutert [1] sowie durch die Schilderung von Erfahrungen beim praktischen Einsatz solcher Geräte der Versuch unternommen werden, das Augenmerk auch bei uns erneut auf diesen Fragenkomplex zu lenken.

Geräte für den Ersatz des Scharpfluges

Über die Versuche, den Zugkraftbedarf beim Pflügen durch Anwendung neuer Konstruktionsprinzipien zu verringern bzw. neue Formen der Bodenbearbeitung mit Hilfe rotierender Werkzeuge zu erreichen, ist an dieser Stelle regelmäßig berichtet worden [2 bis 6], so daß ein erneuter Rückblick unterbleiben kann. Dagegen soll aber der Rotorpflug von LICHT [7] (Bild 1) noch einmal erwähnt werden, weil er – vom Zugkraftbedarf gesehen – gegenüber dem Normalpflug erhebliche Vorteile verspricht. Nur kann er auf Grund der unbefriedigenden Unterbringungen von Unkrautresten und der teilweise schlechten Krümelung des Bodens noch nicht als praxisreif angesehen werden.

Der „Eiderstedter Schraubpflug“ von LORENZ & LORENZEN [8] (Bild 2) stellt eine Kompromißlösung dar. Das Gerät ist neben rotierenden Werkzeugen mit einem feststehenden Flachschar ausgerüstet. Die bisherigen Versuchsergebnisse las-

sen eine bedeutende Besserstellung des Schraubpfluges gegenüber dem Scharpflug noch nicht erkennen.

Obwohl sich also die Nutzung der Zapfwellenkraft des Schleppers zum Antrieb von Geräten zur Durchführung der bisher

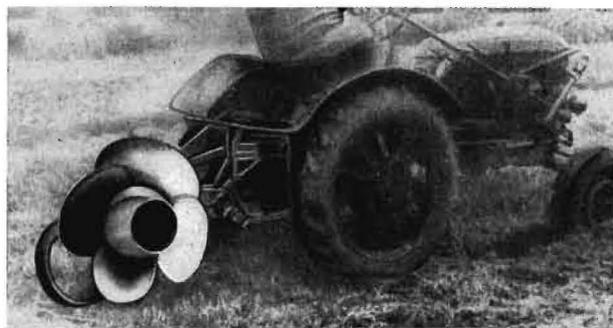


Bild 2. Erste Versuchsausführung des „Eiderstedter Schraubpfluges“ als Dreipunktgerät. Der Bogengrindel hinter dem Rotor trägt am unteren Ende ein flaches Schar (Foto: OEHRING [8])

*) Institut für landwirtschaftl. Versuchs- und Untersuchungswesen Jena (Direktor: Prof. KERTSCHER).



Bild 1. Der Rotorpflug System „LICHT“ beim Umbruch einer Rapsstoppel. Die Unterbringung des Bewuchses ist noch unbefriedigend

vom schwerzügigen Scharpflug geleisteten Arbeit geradezu anbietet, lassen sich sowohl technische als auch ackerbauliche Schwierigkeiten vorerst nur schwer beseitigen. Wenn es in der Mehrzahl der Fälle auch gelang, die sonst benötigte Zugleistung zum Teil durch die viel günstigere Drehleistung zu ersetzen, mußten doch die meisten Entwicklungen an dem zu hohen Gesamtenergiebedarf und der noch unerreichten Arbeitswirkung und Anpassungsfähigkeit des Scharpfluges scheitern. Von seiten des Ackerbaues muß auch weiterhin an dem Grundsatz festgehalten werden, daß moderne Geräte an Stelle des Scharpfluges trotz verschiedener Vorteile erst dann Berechtigung haben, wenn sich damit ein der Pflugfurche zumindest gleichwertiger Bearbeitungseffekt erzielen läßt.

Zur Entwicklung von fräsartigen Geräten zur Saatbettvorbereitung

Wesentlich mehr Aussicht auf Erfolg haben dagegen die Arbeiten zur Entwicklung motorantriebener Nachbearbeitungsgeräte. Infolge beschränkter Tiefganges ist bei diesen Geräten ein relativ geringer Energieaufwand erforderlich und es kann dabei auf eine ausreichende Bodenwindung verzichtet werden. Rotierende Nachbearbeitungsgeräte zeichnen sich gegenüber

„nur gezogenen“ Geräten durch eine intensivere Zerkleinerungswirkung und größere Anpassungsfähigkeit an verschiedene Bodenzustände aus. Insbesondere auf schweren Böden zeigt es sich immer mehr, daß wir bei den heute üblichen Intensivfruchtfolgen mit den herkömmlichen Geräten: Grubber, Scheiben- und Zinkenegge allein nicht mehr auskommen. Es fehlt an Geräten, die z. B. zur kurzfristigen Herstellung des Saatbettes auf schwierigen Böden geeignet sind, die den Boden selbst bei Inkaufnahme eines höheren Energieaufwands

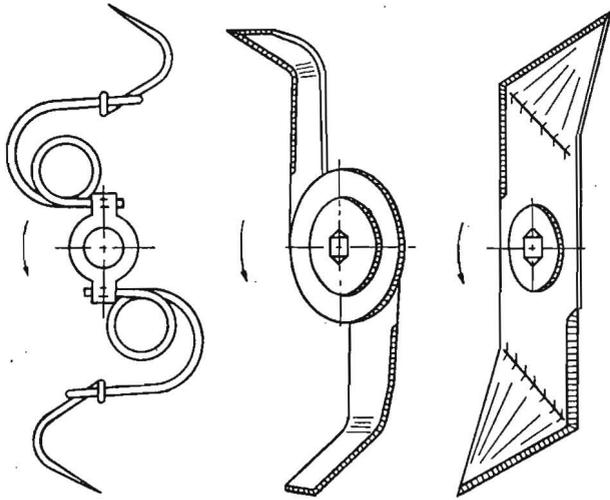


Bild 3. Verschiedene Werkzeugformen von Bodenfräsen (aus KORN, W.: Fräsen, Drehgrubber, Spateneggen. Landtechnik (1957) H. 7. a MEYENBURG-Haken, b Winkelmesser, c geschränkter Spaten)

einmal etwas schärfer angreifen können als das gezogene Gerät. Zu solcher Arbeitsleistung ist insbesondere die Bodenfräse sehr gut geeignet. Es ist deshalb nicht verwunderlich, daß heute, gestützt auf die Erfahrungen im Gartenbau, die Fräse auch in der Landwirtschaft wieder Bedeutung erlangt. Dabei muß ein klarer Unterschied zu der Fräsenentwicklung der Jahre zwischen 1920 und 1930 gesehen werden. Damals hieß es: Pflug oder Fräse. Bei der heutigen Fragestellung: Pflug und Fräse wird letzterer ein begrenzter, aber dennoch sehr wichtiger Anwendungsbereich als Nach- bzw. Flachbearbeitungsgerät unter ganz bestimmten Voraussetzungen zuerkannt.

Trotz damaliger Ablehnung waren die alten Konstruktionen Grundlage und Ausgangspunkt für die späteren Arbeiten zur Schaffung leichtmontierbarer Schlepper-Zapfwellenfräsen. Welchen Umfang diese Entwicklung inzwischen angenommen hat, zeigt die Tatsache, daß z. B. in Westdeutschland nach dem Stande vom März 1957 allein an Fräsen für die Landwirtschaft von zwölf Herstellerfirmen etwa 45 verschiedene Typen gebaut werden [9].

Konstruktionsmerkmale von Bodenfräsen

Die Typenvielfalt, die große Streubreite der Konstruktionsdaten und die zum Teil beobachteten Mängel bei einigen Geräten lassen aber gleichzeitig erkennen, daß eine einheitliche und wissenschaftlich fundierte Entwicklungsrichtung bisher noch nicht gefunden wurde.

Größere Abweichungen innerhalb der einzelnen Fräsestypen bestehen vor allem in der Anordnung und Ausbildung der Werkzeuge sowie in deren Anzahl je Werkzeugkranz. Gebräuchlich ist die starre oder (bisher in einem Falle) die gefederte Anbringung der Arbeitswerkzeuge (Bild 3). Während die gefederten Werkzeuge nach v. MEYENBURG noch heute im Gartenbau mit Erfolg verwendet werden, sind sie trotz vieler Vorteile an landwirtschaftlichen Fräsen nicht mehr zu finden. Ihr Vorzug liegt vor allem in sparsamem Energieverbrauch, der besseren Krümelwirkung bei Tiefarbeit und in der Vermeidung von Schnitt- und Schmierflächen im Boden.

Als Nachteile sind aber erstens die Verschleißanfälligkeit, zweitens die Neigung zum Verstopfen, drittens die besonders

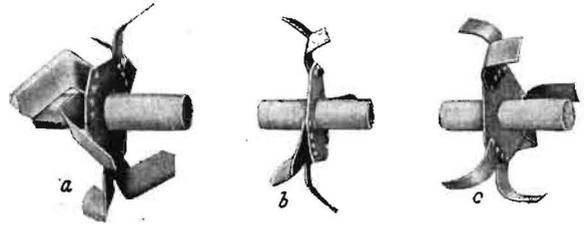


Bild 4. Starre Fräsensysteme verschiedener Ausführung (B. KRONE, Spelle). a Schälmesser, b Hackmesser, c Krümelmesser

beim Spitzhaken geringe seitliche Aufbruchwirkung bei Flacharbeit und viertens die infolge der Größe der Federn nur beschränkte Anzahl anzubringender Werkzeuge je Werkzeugkranz zu nennen. Letzteres ist mit der heutigen Forderung nach Herabsetzung der Drehzahl bei gleichzeitiger Einhaltung optimaler Bissengrößen und möglichst großer Vorschubgeschwindigkeiten (Flächenleistung) nicht zu vereinbaren. Unter Ausschaltung der genannten Nachteile ist bei der „Osthausfräse“ die Werkzeugabfederung auf einem anderen Weg gelöst worden. Durch die Verwendung von dicken Gummilagern, die auf Torsion beansprucht werden, ist die Unterbringung von sechs schmalen Winkelmessern je Werkzeugkranz und damit die Herabsetzung der Drehzahl auf etwa 107 U/min möglich.

Unter den starren Werkzeugen sind Winkelschare verschiedener Breite und Schneidenstellung vorherrschend. Breite Winkelschare sind schmalen zwar in der Unkrautbekämpfung überlegen, sie erreichen aber nicht deren Tiefgang und verstopfen leichter. Des weiteren finden sich stumpfwinkliger und geschweifte sog. Krümelmesser (Bild 4), verschieden geformte Hauenmesser und mehrere Arten in sich verwundener oder geschränkter Spatenwerkzeuge.

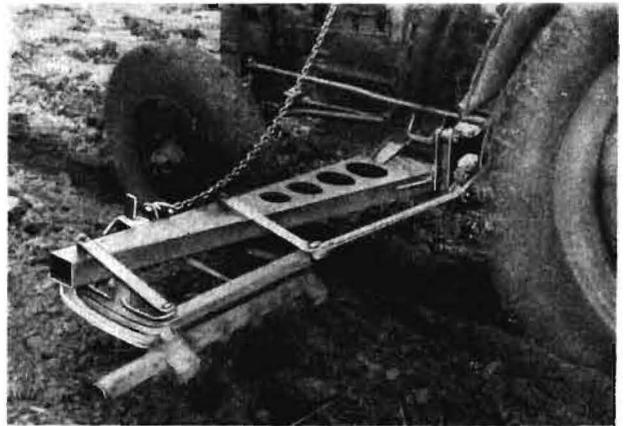


Bild 5. Versuchsausführung einer Rüttelegge des VEB BBG Leipzig 1953 (Foto: DOMSCH [16])

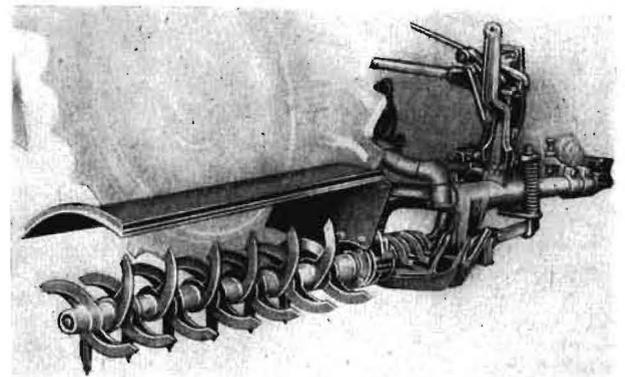


Bild 6. Rollegge mit messerförmigen Werkzeugen (STOCKEY & SCHMITZ Gevelsberg)

Weitere Unterschiede der einzelnen Konstruktionen betreffen die Drehzahl der Fräswelle (bei westdeutschen Geräten 107 bis 275 U/min) die Schnittgeschwindigkeit an der Werkzeugschneide und die Schnittwinkelstellung der Arbeitswerkzeuge. Diese Faktoren sind aber von großem Einfluß auf den Energiebedarf, die Arbeitswirkung und den Materialverschleiß, d. h. also, sie sind zusammen mit der Werkzeugform entscheidend für die Wirtschaftlichkeit und landwirtschaftliche Eignung solcher Geräte. Im Interesse der Erhaltung und Weiterentwicklung dieses neuen Bearbeitungsprinzips für die Landwirtschaft ist deshalb die wissenschaftliche Untersuchung noch ungeklärter Fragen unbedingt notwendig. Bisherige Forschungsergebnisse von GALLWITZ und BREITFUSS [10], BÖTTCHER [11], MURSCH [12] und SÖHNE [13, 14], die im wesentlichen aus Untersuchungen an Einzelwerkzeugen im Bodenkanal gewonnen wurden, sind wertvolle Grundlagen für weitere Forschungsarbeit.

In Zusammenarbeit mit dem Institut für Landmaschinentechnik der TH Dresden (Prof. Dr.-Ing. GRUNER) werden zur Zeit Voraussetzungen zur Durchführung eines diesbezüglichen Versuchsprogramms geschaffen. Mit Hilfe einer von erstgenanntem Institut entwickelten Versuchsfräse mit Schaltgetriebe, schnell auswechselbarer Arbeitswelle und Drehmomentmeßeinrichtung soll die Gegenüberstellung von Energieaufwand und Bearbeitungserfolg bei verschiedenen Werkzeugausrüstungen, Drehzahl- und Fahrgeschwindigkeitsstufen nun auch im Feldeinsatz erfolgen.

Hackfräsen

Vorzugsweise auf schweren bzw. auf oberflächenverkrustenden Böden sind rotierende Werkzeuge sehr gut zur Hackpflege von Intensivkulturen geeignet. Die Arbeitswirkung von Hackfräsen unterscheidet sich von derjenigen gezogener Hackgeräte durch intensivere Krümelung der Hackschicht, wobei Unkrautreste und Kopfdünger besser mit dem Boden vermischt werden. Bei mehrreihigen Geräten ergeben sich allerdings Schwierigkeiten bei der Lenkung, die konstruktiv bisher noch nicht völlig beseitigt werden konnten [15].

Krafteggen

Weitere Möglichkeiten zum Antrieb von Bodenbearbeitungswerkzeugen bieten sich auch in der Konstruktion sog. Krafteggen. Bisher bekannt sind Heckgeräte für den Alleingang und seitlich am Schlepper montierte Geräte, die in Verbindung mit der Pflugfurche den Saatacker in einem Arbeitsgang bestellfertig machen [16]. Des weiteren existiert eine bewährte Kombination von Grubber und Kraftegge.

Von den seitlich am Schlepper montierten Geräten bestehen zwei Typen (Bild 5 und 6): die Rüttelegge und die fräsenartig aufgebaute Dreh- oder Rollege. Beide Typen werden entweder über die Schubstange oder über eine Kegelradwelle vom Schleppermähwerk angetrieben. Eine bereits seit 1953 bekannte Entwicklung des VEB BBG Leipzig ist bisher leider nicht weiter verfolgt worden.

Ackerbäulich-ökonomische Gesichtspunkte beim Fräseneinsatz

Trotz verschiedener Vorteile der angetriebenen Geräte ist bei der Bodenbearbeitung stets das Verhältnis *Aufwand: Erfolg* maßgebend. Das heißt also, man wird zweckmäßiger auf die Verwendung der Bodenfräse verzichten, wenn ein gewünschter Bearbeitungseffekt mit Grubber, Bodenkombinator oder Scheibenegge billiger und schneller erzielt werden kann.

In umfangreichen Versuchen auf verschiedenen Böden und Bodenzuständen konnte die Existenzberechtigung moderner Schlepperfräsen überzeugend nachgewiesen werden. Bevorzugt fräsenbedürftig sind vor allem schwere Böden. Bei Trockenheit können solche Böden von herkömmlichen Geräten nicht in einen optimalen Bearbeitungszustand überführt werden. Nur das rotierende Werkzeug ist unter solchen Bedingungen in der Lage, kurzfristig eine mechanische Zerkleinerung des Bodens und damit die Voraussetzungen zur schnellen Wiedereingarung zu schaffen.

Die Anpassungsfähigkeit der Bodenfräse an verschiedene Boden- und Feuchtigkeitsbedingungen und die Variationsbreite

solcher Geräte im Hinblick auf die Herstellung unterschiedlicher Bearbeitungszustände ist zum Teil sehr beachtlich. Ein Gerätevergleich zeigt, daß Fräsen viel besser als gezogene Geräte in der Lage sind, eine den verschiedenen Anforderungen der einzelnen Pflanzenarten entsprechende Bodenkrümelung herzustellen. Das ist vor allem durch Differenzierung der Bissenlänge und Arbeitstiefe sowie durch Verstellung der Fräsenhaube möglich. Bei der Nachbearbeitung einer scholligen Pflugfurche konnte z. B. mit der Fräse eine Zerkleinerungswirkung von 155 bis 252% gegenüber der Ausgangsstruktur (= 100) erzielt werden. Dagegen erreichten Grubber, Bodenkombinator und Scheibenegge eine Vergrößerung der „inneren Bodenoberfläche“ auf nur 126 bis 145% (Prozentangaben nach BÖTTCHER [11]; zugrunde gelegt sind die Summen der Oberflächen aller Aggregate von 1 kg Boden).

Aus älteren Untersuchungen von KERTSCHER, GADE, v. NITZSCH und PIEPER [17], neueren Angaben von RID [18]



Bild 7. Die Fräse bei der Zerkleinerung einer grobscholligen, bereits verhärteten Frühjahrspflugfurche

und eigenen Ergebnissen geht eindeutig hervor, daß jahrelange Fräsenbearbeitung fräsenverträglicher Böden den Strukturzustand des Bodens nicht nachteilig zu beeinflussen braucht. In den meisten Fällen konnte die bessere Struktur nach der Fräsenbearbeitung sogar noch am Ende der Vegetationszeit nachgewiesen werden.

Die Fräse bei der Frühjahrsbearbeitung

Pflanzenbaulich gesehen ergeben sich für Bodenfräsen während des ganzen Wirtschaftsjahres die mannigfaltigsten Verwendungsmöglichkeiten. Im Frühjahr eignen sie sich vor allem zur Saat- und Pflanzbettvorbereitung für Hackfrüchte, insbesondere für die lockeren Boden brauchende Kartoffel. Schon nach früheren Untersuchungen von KERTSCHER [19] erbrachte die Fräsbearbeitung des Kartoffellandes bei gleichzeitiger Einarbeitung von Stalldünger Mehrerträge von 6 bis 30%. Besonders wertvoll ist dabei die von keinem anderen Gerät erreichbare gleichmäßige Verteilung des Stalldüngers, wodurch die besonders auf untätigen Böden oft zu beobachtende Vertorfung der organischen Substanz vermieden werden kann. Der lockere und fast völlig schollenfreie gefräste Kartoffelacker erleichtert zudem die Hack- und Häufelarbeiten sowie den späteren Einsatz der Vollerntemaschinen.

Wertvolle Arbeit leistet die Fräse auch beim pfluglosen Umbruch der Winterzwischenfruchtstoppel zu Hackfrüchten bzw. zu anderen saattbettanspruchsvollen Zweitfrüchten. Auf fräsbearbeitetem Lehmboden führte z. B. die Einsaat von Grünmais nach Futterroggen infolge günstigerer Keimbedingungen gegenüber herkömmlicher Bearbeitung zu einem Mehrertrag an Grünmasse von nahezu 30%. Ein Arbeitsgang mit der Fräse erbrachte also einen bedeutend höheren Ertrag als vier Arbeitsgänge mit Pflug, Grubber, Walze und Egge.

Unersetzbar ist die Fräse auch bei der Nachbearbeitung der meist grobschollig fallenden Frühjahrspflugfurche (Bild 7). Selbst bei trockenharten Kluten kann hierbei die erforderliche Saattbettstruktur in einem Arbeitsgang geschaffen werden.

Der Fräseinsatz im Sommer und Herbst

Die Bearbeitung der Getreidestoppel und die Bestellung der Sommerzwischenfrüchte sind auf schweren Böden oftmals ackerbauliche Probleme, die bei Trockenheit nur von der Fräse befriedigend gelöst werden können. Bei dem Verzicht auf Zwischenfruchteinsaat genügt an Stelle einer groben Schälfräse flache Fräsenbearbeitung mit nur geringem Kraftbedarf (Bild 8).

Die Herbstbearbeitung tonhaltiger Böden zur Bestellung von Ölfrüchten und Wintergetreide bereitet wegen der eng begrenzten Aussaattermine und infolge hoher Ansprüche dieser Pflanzengruppen an Feinkrümelung und Absetzung des Saattettes immer wieder große Schwierigkeiten. Oft müssen infolge mangelhafter Saattettstruktur die Fruchtfolgen kurzfristig umgestellt bzw. die Anbauflächen vorgenannter Früchte reduziert werden. Selbst Scheibenege und Bodenkombinator vermögen hier nicht immer Abhilfe zu schaffen. Unter solchen, durchaus nicht seltenen Verhältnissen fällt dem rotierenden Nachbearbeitungsgerät eine entscheidende Rolle zu. Die Schlepperfräse schafft hierbei nicht nur eine oberflächliche Krümelerschicht, sondern unterstützt durch die Schollenzerkleinerung auch in darunterliegenden Schichten die vor dem Winter so wichtigen Absetzungsvorgänge im Krumbereich.



Bild 8. Die Stoppelbearbeitung mit der Fräse (links) schafft bei gleichzeitigem Einmulchen der Stoppelreste eine günstige Isolierschicht. Der Schälpflug (rechts) hinterläßt eine grobschollige Struktur

Verschiedene Sonderzwecke

Weitere Verwendungsmöglichkeiten ergeben sich für die Schlepperfräse auch auf dem Grünland, insbesondere dann, wenn man kurzfristig umbrechen will und zur Erhaltung der typischen Grünlandstruktur eine sofortige Gräserneuanfaat durchgeführt werden soll. Auch Wiesenumbüche zur Wechselsnutzung können zweckmäßig unter Mithilfe von Bodenfräsen erfolgen. Die schnelle Beseitigung störender Grasnarbenreste erlaubt Umbruch und Bestellung auch während der Vegetationszeit.

Fräsenartige Geräte sind auch wertvolle Hilfsmittel bei der Ödlandkultivierung, bei der Einarbeitung von Gründüngung (Bild 9) und Düngekalk sowie bei der Beseitigung von Bodendruckschäden, die z. B. durch den Einsatz des Mähdeschers bei zu hoher Bodenfeuchte entstehen können.

Zusammenfassung

Die Förderung der Praxis nach wirkungsvolleren Bodenbearbeitungsgeräten ist nicht allein über die Weiterentwicklung herkömmlicher Geräteformen zu erfüllen. Die Verwendung der Motorkraft zum Antrieb von Bearbeitungsgeräten ermöglicht neben einer besseren Bearbeitungswirkung eine höhere Ausnutzung der Schlepperleistung und den Einsatz gewichtsmäßig leichter Schlepper. Trotz vieler Bemühungen seitens der Landtechnik konnten praxisreife Konstruktionen von motorangetriebenen Geräten, soweit sie an die Stelle des Scharpfluges treten sollen, bisher noch nicht gefunden werden. Wesentlich erfolgreicher verlaufen die Entwicklungsarbeiten an Zapfwellengeräten für die Saattettvorbereitung. Mit der Bodenfräse kann auch dann noch befriedigende Arbeit geleistet werden, wenn gezogene Geräte bereits



Bild 9. Einfräsen eines mannshoben Ackerbohnen-Felderbsenbestandes zur Gründüngung

versagen. Ist ein optimaler Strukturzustand mit herkömmlichen Geräten wirtschaftlicher herzustellen, wird man selbstverständlich auf die Anwendung von Zapfwellengeräten verzichten. Bei sinnvollem Einsatz von Bodenfräsen auf fräsebedürftigen Böden sind Strukturschädigungen auch auf weite Sicht nicht zu befürchten.

Um allen Forderungen der Praxis an motorangetriebene Geräte gerecht zu werden, ist die Klärung bisher noch offener Fragen unerlässlich. Zur Erarbeitung günstiger Fräsensdaten sind in erster Linie Untersuchungen über die Beziehungen zwischen Energieaufwand und Bearbeitungswirkung bei verschiedenen Drehzahlstufen und Vorschubgeschwindigkeiten, Werkzeugformen und -anordnungen unter den Bedingungen des Feldeinsatzes erforderlich.

Neben der Vervollkommung bisheriger Entwicklungen ist die Schaffung einer geeigneten Schlepperfräse für die MTS sehr wünschenswert, könnte doch damit der erste Schritt gemacht werden, die Zapfwellenkraft des Schleppers auch bei uns für die Bodenbearbeitung zu nutzen.

Literatur

- [1] GRUNER, W.: Vortrag über „Fragen der rotierenden Bodenbearbeitung“. gehalten am 19. Sept. 1957 vor den Sektionen 2 und 4 der DAL Berlin.
- [2] EBERTZ, K.: Die Zukunft des zapfwellenangetriebenen Bodenbearbeitungsgerätes. Landtechnik, 9. Jg. (1954) H. 3, S. 60 bis 63.
- [3] JANTE, A.: Pflugmaschine. Deutsche Agrartechnik (1951) H. 10, S. 318.
- [4] KIND, W.: Diskussionsbeitrag zum Artikel „Pflugmaschine“ von A. Jante. Deutsche Agrartechnik (1952) H. 2, S. 60 bis 61.
- [5] JANERT, H.: Der Rotorpflug. Deutsche Agrartechnik (1953) H. 2, S. 41 bis 45.
- [6] NAETHBOHM, P.: Neue Wege in der Mechanisierung der Bodenbearbeitung. Deutsche Agrartechnik (1953) H. 5, S. 135 bis 137.
- [7] LICHT, H.: Ein neuartiges Bodenbearbeitungsgerät. Deutsche Agrartechnik (1955) H. 7, S. 269.
- [8] OEHRING, J.: Schraubpflug für schwere Böden. Landtechnik (1957) H. 5, S. 148.
- [9] FEUERLEIN, W.: Die Fräse im landwirtschaftlichen Einsatz. Grundlagen der Landtechnik, 14. Konstrukteurheft. VDI-Verlag, Düsseldorf, S. 88 bis 98.
- [10] GALLWITZ, K., BREITFUSS, J.: Vergleichende Untersuchungen an Bodenfräsgeräten in zwei Modellböden. Landtechnische Forschung (1953) H. 4, S. 125 bis 129.
- [11] BÖTTCHER, G.: Untersuchungen an Bodenfräsgeräten in einem Bodenkanal. Dissertation Göttingen 1955, 84 Seiten.
- [12] MURSCH, B.: Untersuchungen an einer Bodenfräse. Landtechnische Forschung (1957) H. 4, S. 93 bis 99.
- [13] SÖHNE, W., und THIEL, R.: Technische Probleme bei Bodenfräsen. Grundlagen der Landtechnik, 14. Konstrukteurheft. VDI-Verlag Düsseldorf S. 39 bis 53.
- [14] SÖHNE, W.: Einfluß von Form und Anordnung der Werkzeuge auf die Antriebsmomente von Ackerfräsen. Grundlagen der Landtechnik, 14. Konstrukteurheft, VDI-Verlag Düsseldorf, S. 69 bis 87.
- [15] RENARD, W.: Starre oder federnde Werkzeuge an Bodenfräsen? Grundlagen der Landtechnik, 14. Konstrukteurheft, VDI-Verlag Düsseldorf, S. 50 bis 53.
- [16] DOMSCH, M.: Probleme der Bodenbearbeitung. Deutscher Bauernverlag 1955.
- [17] KERTSCHER, F., und andere, zitiert bei DRIEHAUS, W.: Die Bedeutung der Bodenbearbeitung für die Bodenfruchtbarkeit. Berlin 1934.
- [18] RID, H.: Bodenbearbeitungsmaschinen, ihre Möglichkeiten und Grenzen. Landtechnik, 11. Jg. (1956) H. 10, S. 268 bis 272.
- [19] KERTSCHER, F.: Die Fräse im Kartoffelbau. Deutsche Landwirtschaftl. Presse, Jg. 52, S. 94.

A 3032