

# Neue Werkzeuge für Findlingsrodung und Tieflockerung

Dr. agr. O. Bosse/Dipl.-Ing. U. Forbriger, KDT/Ing. J. Hanisch  
Forschungszentrum für Bodenfruchtbarkeit Müncheberg der AdL der DDR

## 1. Problemstellung

In der DDR wird auf etwa 2 Mill. ha LN die Durchsetzung der industriemäßigen Pflanzenproduktion durch Steinbesatz erschwert [1]. Auf den versteinten D-Standorten treten neben den Steinen in der Ackerkrume vor allem Findlinge im Unterboden mit einer Kantenlänge von 50 bis 150 cm auf, die Havarien und somit Stillstandszeiten und hohe Kosten an den Bodenbearbeitungsmaschinen und -geräten verursachen. Zur Entfernung der Steine mit einem Durchmesser über 30 cm aus dem an die Ackerkrume angrenzenden Unterboden wird der Findlingsroder B 373 eingesetzt. Er kann bei einer Arbeitstiefe von 60 cm entweder mit 6 Rodeschwertern (Kettentraktor T-100, wirksame Arbeitsbreite 1,6 m) oder mit 4 Schwertern (Radtraktor K-700, wirksame Arbeitsbreite 1,2 m) ausgerüstet werden.

Zur Erreichung hoher und vor allem stabiler Erträge ist auf etwa 40 % der Ackerfläche der DDR eine grundlegende Verbesserung der Unterböden durchzuführen [2].

Durch den Einsatz des Tieflockers B 371 in Verbindung mit dem Traktor K-700 können Stauschichten an der Bearbeitungsgrenze bzw. Verdichtungen im Unterboden bis zu einer Tiefe von 80 cm beseitigt werden. Der aufgebogene Unterboden wird intensiver von den Kulturpflanzen durchwurzelt, wodurch sich die Wasser- und Nährstoffaufnahme verbessert. Gleichzeitig wird durch erhöhte Infiltration die Staunässebildung im Boden verhindert.

Sowohl der Findlingsroder als auch der Tieflocker erfordern infolge der großen Arbeitstiefe eine hohe Zugkraft, wodurch die in der Zeiteinheit bearbeitete Fläche relativ gering ist. Die Zugkraft wird insbesondere von der Form und Anordnung der Arbeitswerkzeuge sowie von der Breite der Lockerungsschare beeinflusst. Am Findlingsroder sind die Rodeschwerter in einem Abstand von 30 cm angebracht, und die Breite der Lockerungsschare beträgt 75 mm. Für die Tieflockerung wurden die Arbeitswerkzeuge im Abstand von 80 cm befestigt, während die Breite der Lockerungsschare auf 120 mm vergrößert ist. Die Werkzeugform beeinflusst außerdem das Einziehen der Arbeitswerkzeuge in den Boden und die Einhaltung der Arbeitstiefe, beim Findlingsroder auch den Rodevorgang (den Transport der Steine an die Oberfläche). Durch konstruktive Überarbeitung der an beiden Geräten eingesetzten Schwerter sollte der Zugkraftbedarf verringert, der Arbeitseffekt der Werkzeuge verbessert und die je Zeiteinheit bearbeitete Fläche erhöht werden.

## 2. Entwicklung der neuen Schwertform

Ausgehend von den gesammelten Erkenntnissen bei der Findlingsrodung und Tieflockerung, daß bei der Lockerung des Bodens ein großer Bodenstau vor den Werkzeugen auftritt, sowie von den Untersuchungen von Schulte [3], in denen verschiedene Tieflockerungswerkzeuge hinsichtlich ihres Zugkraftbedarfs betrachtet wurden, entstand die im Bild 1 dargestellte Werkzeugform 2. Nach Schulte [3] ist der Zugkraftbedarf für das Krumschwert (Werk-

zeugform 3) im Vergleich zum nach vorn angestellten Geradschwert (Werkzeugform 1), das im Findlingsroder B 373 und im Tieflockerer B 371 eingebaut ist, relativ gering. Die industrielle Fertigung der Schwerter und das Anbringen und Auswechseln von Schneiden als Verschleißteile ist jedoch sehr kompliziert. Die entwickelte abgewinkelte Schwertform 2 entspricht dagegen den Forderungen der Fertigung und Schneidanbringung, sollte jedoch gleichzeitig eine Verbesserung des Arbeitseffekts und eine Zugkraftsenkung realisieren. Deshalb wurde bei dem neuen Werkzeug der untere Teil um 40° zur Senkrechten angestellt, um die Kraft zum Aufbrechen des Bodens infolge der Keilwirkung zu verringern, einen besseren Bodenfluß und Steintransport zu sichern und die Bodenpressung zwischen den Werkzeugen zu reduzieren. Die schrägere Anstellung sollte ebenfalls das Einziehen der Werkzeuge in den Boden durch die Eigenmasse garantieren (mit dem Geradschwert müssen die Werkzeuge beim Einsetzen hydraulisch in den Boden gedrückt werden) und vor allem bei Anbringung entsprechender Stützräder am Gerät sichern, daß bei den in Schwimmstellung der hydraulischen Kraftheberanlage fahrenden Zugmitteln eine gleichmäßige Tiefenhaltung erreicht wird. Die neue Schwertform sollte sowohl zur Findlingsrodung als auch zur Tieflockerung eingesetzt werden können.

## 3. Vergleichsuntersuchungen zwischen dem Geradschwert und der neuen Werkzeugform (abgewinkeltes Schwert)

Die Untersuchungen wurden auf einem anlehigen Sandboden bei mittlerer Bodenfeuchtigkeit mit dem Zugtraktor K-700 durchgeführt. Die durchschnittliche Arbeitsgeschwindigkeit betrug beim Vergleich der Schwertformen zur Findlingsrodung bei einem Schwertabstand von 30 cm und einer Arbeitstiefe von 60 cm 5,9 km/h und zur Tieflockerung bei einem Schwertabstand von 80 cm und einer Arbeitstiefe von 70 cm 5,0 km/h. Die Lockerungsschare an den Schwertern des Findlingsrodgers waren 75 mm, die an den Schwertern des Tieflockers 120 mm breit. Die Meßstrecke hatte jeweils eine Länge von 100 m. Die Versuche wurden viermal wiederholt.

Beim Einsatz zur Findlingsrodung ergab sich mit der neuen Schwertform eine Zugkraftersparnis von 49,7%. Der durchschnittliche Zugkraftbedarf je Schwert betrug bei dem

Geradschwert 10,07 kN, bei der neuen Form nur noch 5,06 kN. Die Zugkraftersparnis bei der Tieflockerung war dagegen nicht so hoch. Infolge der größeren Arbeitstiefe, der größeren Breite der Lockerungsschare und des größeren Werkzeugabstands ist wahrscheinlich die Wechselwirkung zwischen Werkzeugform, Bodenaufbruch, Bodenfluß und Bodenpressung zwischen den Werkzeugen geringer. Die Einsparung durch die neue Werkzeugform betrug 32%. An den geraden Schwertern wurde eine durchschnittliche Zugkraft von 17,52 kN je Schwert, an der abgewinkelten Form eine Kraft von 11,91 kN gemessen.

Zum Einziehen der Werkzeuge in den Boden und zur Einhaltung der Arbeitstiefe reichte bei der neuen Form die Eigenmasse infolge der um 47,5% größeren Vertikalkraft aus, während beim Geradschwert das Hydrauliksystem zum Einziehen und zur Tiefenhaltung betätigt werden mußte. Bei einer Arbeitstiefe von 70 cm, einem Werkzeugabstand von 80 cm und bei Verwendung der 120 mm breiten Lockerungsschare wurde am Geradschwert eine Vertikalkraft von durchschnittlich 4,48 kN und am abgewinkelten Schwert eine Kraft von 6,61 kN ermittelt.

## 4. Dauereinsatz der neuen Schwertform in der Praxis

Die bei den Vergleichsuntersuchungen gewonnenen Erkenntnisse mit der neuen Werkzeugform konnten im zweischichtigen Einsatz an Findlingsroder in der Meliorationsgenossenschaft Haldensleben bestätigt werden. Durch den geringeren Zugkraftbedarf erreichte die Meliorationsgenossenschaft eine größere je Zeiteinheit bearbeitete Fläche als mit den geraden Schwertern. Sie lag im Durchschnitt bei 0,15 ha/h in der gesamten Schichtzeit. Die Arbeitstiefe wurde bei dem in Schwimmstellung der hydraulischen Kraftheberanlage fahrenden Kettentraktor sehr gut eingehalten.

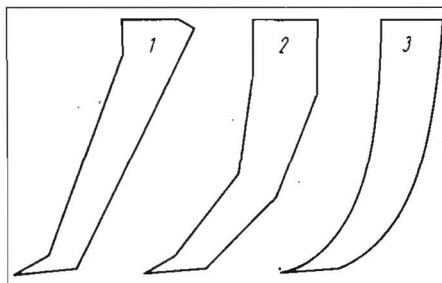
Der Bodenfluß und der Rodevorgang waren verbessert, denn die Findlinge wurden zumeist während der Arbeit an die Bodenoberfläche befördert, während mit dem Geradschwert angehalten werden mußte, um die Findlinge zu roden.

Auch Verstopfungen durch Pflanzenreste traten nicht in dem Umfang wie mit den geraden Schwertern auf. Zum Einziehen der Werkzeuge in den Boden reichte die Eigenmasse bei Schwimmstellung aus. Die für die verbesserte Tiefenhaltung und für den selbsttätigen Einzug der Schwerter erforderliche und gemessene höhere Vertikalkraft an den neuen Arbeitswerkzeugen hat sich nicht negativ auf die Stützräder und auf die Konstruktion des Geräts ausgewirkt. Nach einer bearbeiteten Fläche von 182 ha wurden keine Defekte an den Stützrädern und am Findlingsroder festgestellt, die auf die größere Vertikalkraft zurückzuführen wären.

## 5. Zusammenfassung

Zur Beseitigung bestehender Mängel an der Werkzeugform der Findlingsroder- und Tieflockerschwerte hinsichtlich Arbeitseffekt und Zugkraftbedarf wurden neue abgewinkelte

Bild 1. Schwertformen



Schwerter entwickelt und erprobt. Mit der neuen Schwertform konnte gegenüber der herkömmlichen Form eine durchschnittliche Zugkräftesparung von 38% erreicht werden. Sie war bei der Arbeitstiefe von 60 cm und 30 cm Schwertabstand am Findlingsroder höher (49,7%) als bei der Arbeitstiefe von 70 cm und 80 cm Schwertabstand am Tieflockerer (32,0%). Durch eine größere Vertikalkraft an

den neuen Schwertern verbesserten sich das Einziehen in den Boden und die Tiefenhaltung der Arbeitswerkzeuge. Insgesamt wurde bei der Findlingsrodung und Tieflockerer eine höhere Arbeitsproduktivität bei verbesserter Arbeitsqualität erreicht.

**Literatur**

[1] Forbriger, U.; Hess, H.: Entwicklung des Find-

lingsroders B 373 und Einsatzerfahrungen. agrartechnik 26 (1976) H. 7, S. 340—343.

[2] Schulte, K.-H.; Lindner, H.: Tieflockerer in neuer Qualität mit dem Allradtraktor K-700. Dt. Agrartechnik 22 (1972) H. 5, S. 214—216.

[3] Schulte, K.-H.: Wissenschaftlich-technische Untersuchungen zur Entwicklung effektiver Geräte und Werkzeuge mit geringem Zugkraftbedarf zur Tieflockerer und gleichzeitigen Einbringung bodenverbessernder Materialien. FZB Müncheberg, Promotion B 1973. A 1671

# Zur Nutzung der Rotorabdeckung einer Bodenfräse als Arbeitsorgan<sup>1)</sup>

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

**1. Problemstellung**

Das grundlegende Ziel jeder landtechnischen Maschinenforschung besteht darin, für die Bearbeitung von Stoffen bestimmter Eigenschaften Arbeitselemente mit Konstruktions- und Betriebsparametern zu entwickeln, die einen optimalen Arbeitserfolg garantieren. Für die Bodenbearbeitung müssen z. B. Werkzeuge gefunden werden, die mit minimalem Energieaufwand den geforderten Arbeitseffekt sichern, wodurch ein Beitrag zur Senkung der Kosten in der Landwirtschaft erreicht wird. Wichtig für das Erreichen des minimalen Energieaufwands sind die genaue Kenntnis der Energiebilanz und der an den Arbeitsorganen ablaufenden Vorgänge sowie die optimale Nutzung aller Energieanteile. Diesen Zielen waren Untersuchungen an der Schar-Fräse [1] [2] gewidmet.

Nach der Energiebilanz [3] wurden die Arbeitsorgane Vorlockererwerkzeug, Fräse rotor und Rotorabdeckung [1] [2] hinsichtlich der Konstruktions- und Betriebsparameter untersucht. An der Rotorabdeckung einer Bodenfräse kann die kinetische Energie der auf die Abdeckung prallenden Bruchkörper für die weitere Zerkleinerung des Bodens genutzt werden. Diese Energie erhöht sich durch an der Abdeckung zugeführte Zugenergie [3]. Insgesamt können an der Rotorabdeckung etwa 10% der am Rotor und an der Abdeckung zugeführten Energie genutzt werden.

Gegenstand dieses Beitrags ist die Frage, ob durch Änderung der Konstruktions- und Betriebsparameter bei unterschiedlichen Bodenparametern infolge anderer Beanspruchungsbedingungen die Nutzung der zur Verfügung stehenden Energie verbessert werden kann, d. h., ob sich das Verhältnis von Zerkleinerungsgrad zu aufgewendeter Energie, nach Regge [4] als Zerkleinerungserfolg definiert, vergrößert.

**2. Versuchsmethodik**

In theoretischen Untersuchungen [5] wurden zunächst die für den Zerkleinerungsvorgang an der Rotorabdeckung charakteristischen Einflußparameter analysiert (Bild 1). Die Zerkleinerung des Bodens beim Einsatz einer Fräse

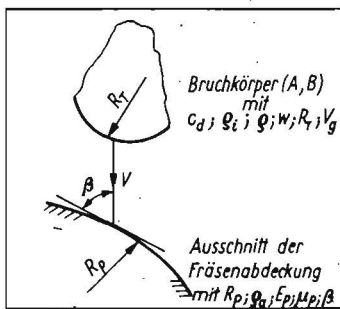


Bild 1. Schematische Darstellung der Wirkpaarung Bodenbruchkörper-Fräsenabdeckung;

- Bodenkennwerte**
- $c_d$  dynamische Kohäsion
- $e_i$  innerer Reibwinkel
- Bodenparameter**
- A, B Bodenart
- $\rho$  Bodendichte
- w Bodenfeuchte
- $R_T$  Krümmungsradius
- $V_g$  Bruchkörpergröße
- Konstruktionsparameter**
- $R_p$  Krümmungsradius
- $e_a$  äußerer Reibwinkel
- $E_p$  Elastizitätsmodul
- $\mu_p$  Poissonsche Konstante
- $\beta$  Aufprallwinkel
- Betriebsparameter**
- v Relativgeschwindigkeit

unter Feldbedingungen wird von einer großen Anzahl stochastischer Größen beeinflusst. Deshalb mußte die systematische Klärung der Wirkungen der abgeleiteten Konstruktions-, Betriebs- und Bodenparameter auf den Zerkleinerungsgrad und auf den Zerkleinerungserfolg unter Laborbedingungen erfolgen.

Die systematische Änderung der Konstruktions-, Betriebs- und Bodenparameter erforderte die Entwicklung eines Modells der Wirkpaarung Bruchkörper-Fräsenabdeckung. Als Modell der Abdeckung wurden Prallplatten mit einem Durchmesser von 100 mm gewählt, die eine einfache Änderung der Konstruktionsparameter zuließen. Der Kraftmeßgeber erforderte die Wahl des angegebenen Durchmessers. Zur Erleichterung der Kraftmessung wurden die Prallplatten feststehend angeordnet. Die Bruchkörper wurden zu kugelförmigen Modellbruchkörpern idealisiert, die gegenüber den Prallplatten mit bestimmten Geschwindigkeiten bewegt wurden. Die Grenzen und Schrittweiten für die planmäßig zu variierenden Parameter (Bild 1) sollen im Rahmen dieses Beitrags im einzelnen nicht begründet werden. Da die vorgesehenen Modelluntersuchungen in erster Linie einen Vergleich des Zerkleinerungserfolgs bei unterschiedlichen Konstruktionsparametern zum Ziel hatten, wurde als

Bild 2 Schema der Versuchseinrichtung; a Prallplatte, b Modellbruchkörper, c Abwurf-einrichtung, d Stahlrohr, e Auffangeinrichtung, f Vollbrücke zur Aufnahme des Kraftverlaufs, g Gleichspannungsverstärker, h Tiefpaß, i Kathodenstrahlzillograph, k Fotoapparat

