

Fachbereichstandards erarbeitet [10], der für die Bestimmung der Schubfestigkeit von Böden bei der Untersuchung von landwirtschaftlichen Bodenbearbeitungswerkzeugen verbindlich erklärt werden soll.

4. Zusammenfassung

Für die wissenschaftliche Entwicklung und Untersuchung landwirtschaftlicher Bodenbearbeitungswerkzeuge, ist es notwendig, wichtige Werkstoffeigenschaften des Bodens zu kennen. Deshalb muß deren meßtechnische Erfassung eingehend untersucht und verbindlich festgelegt werden.

Im vorliegenden Beitrag wurde eine Methode zur Bestimmung der Schubfestigkeit des Bodens unter den Bedingungen der landwirtschaftlichen Bodenbearbeitung vorgestellt. Diese Methode baut auf dem gegenwärtigen Erkenntnisstand zum Bruch des Bodens beim Einwirken äußerer Belastungen auf und berücksichtigt weitgehend die spezifischen Bedingungen der Bodenbearbeitung in der Landwirtschaft.

Literatur

- [1] Gruner, W.: Über einige Möglichkeiten zur Bestimmung des Bearbeitungs-widerstandes des Ackerbodens. Wissenschaftliche Zeitschrift der TU Dresden 3 (1953/1954) H. 2, S. 225—229.
- [2] Soucek, R.; Bernhardt, G.; Bernhardt, K.; Leitholdt, B.: Die Bedeutung des Bodens als Werkstoff für das Entwickeln von Bodenbearbeitungswerkzeugen. agrartechnik 24 (1974) H. 9, S. 444—446.
- [3] Lucius, J.: Methode der Werkzeugentwicklung für die Boden-

- bearbeitung. Dt. Agrartechnik 22 (1972) H. 11, S. 515—517.
- [4] Plötner, K.: Untersuchungen über den Bodenwiderstand und den Bodenaufbruch beim Einsatz von Lockerungswerkzeugen. TU Dresden, Sektion Kraftfahrzeug-, Land- und Fördertechnik, Dissertation 1970 (unveröffentlicht).
- [5] Bernhardt, K.: Zum Problem der Festigkeitsmessung im Boden. agrartechnik 25 (1975) H. 7, S. 357—359.
- [6] Bernhardt, K.: Eine Methode zur Bestimmung der Schubfestigkeit des Bodens unter den Bedingungen der landwirtschaftlichen Bodenbearbeitung. TU Dresden, Sektion Kraftfahrzeug-, Land- und Fördertechnik, Dissertation 1974 (unveröffentlicht).
- [7] Bernhardt, K.: Eine Methode zur Bestimmung der Scherfestigkeit des Bodens aus der Sicht der landwirtschaftlichen Bodenbearbeitung. Wissenschaftliche Zeitschrift der TU Dresden 23 (1974) H. 2, S. 395—399.
- [8] Bernhardt, G.: Untersuchungen über das Verhalten des Bodens unter dem Einwirken eines um eine horizontale Achse rotierenden Werkzeuges. TU Dresden, Sektion Kraftfahrzeug-, Land- und Fördertechnik, Dissertation 1972 (unveröffentlicht).
- [9] Kezdi, A.: Handbuch der Bodenmechanik, Bd. 1 Bodenphysik. Berlin: VEB Verlag für Bauwesen 1969.
- [10] Bernhardt, K.: Bialojan: Fachbereichsstandard (3. Entwurf) Landtechnische Bodenmechanik, Schubfestigkeit des Bodens, Quasistatische Bestimmungsmethode. Standardisierung in der Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft (in Vorbereitung). A 1178

1) Diese Untersuchung ist Bestandteil der Forschungsarbeiten des Verfassers an der Technischen Universität Dresden, Sektion Kraftfahrzeug-, Land- und Fördertechnik, Bereich Landmaschinentechnik

Entwicklung des Findlingsrodgers B 373 und Einsatzerfahrungen

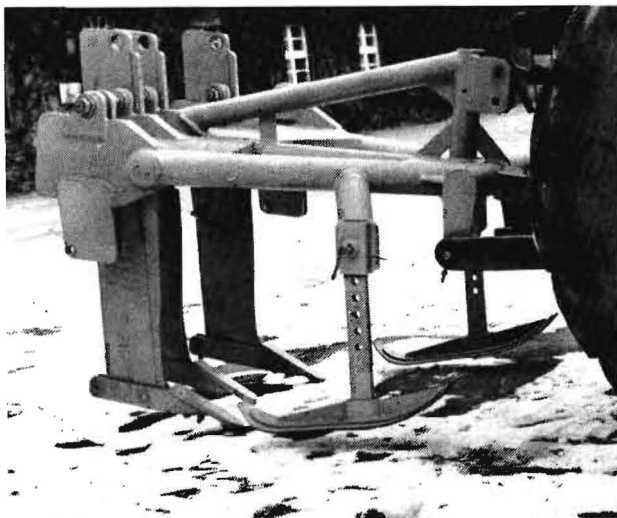
Dipl.-Ing. U. Forbriger, KDT/Dr. H. Hess, KDT, Forschungszentrum für Bodenfruchtbarkeit Müncheberg der AdL der DDR

1. Aufgabenstellung

Die Durchsetzung industriemäßiger Methoden der Pflanzenproduktion in der DDR wird auf rd. 2,0 Mill. ha AF durch Steinbesatz erschwert. Rund 50% dieser Flächen entfallen auf die D-Standorte.

Allgemein treten neben Steinen der Grobkiesklasse (Durchmesser > 6 cm) auch Steine mit Kantenlängen bis zu 50 cm in der Krume auf, während im Unterboden Findlinge mit Kantenlängen von 50 cm bis 150 cm verbreitet sein können.

Bild 1. Tieflockerer FA 3/2 B



Die Konzeption der Maschinenreihe zur meliorativen Ackerbodenentsteinung sieht eine stufenweise Entsteinung vor, die die Findlingsrodung, die Räumung und die Krumenentsteinung umfaßt. Dies ist notwendig, weil die Größen- und Massendifferenzierung so groß ist, daß eine Einzelmachine nicht das gesamte Spektrum der Steine (Kantenlänge von 2 cm bis 150 cm, Masse von 0,05 kg bis 2,5 t) aufnehmen kann.

Der Einsatz eines Findlingsrodgers zur Entfernung aller Steine mit einem Durchmesser > 30 cm aus dem Unterboden bis 60 cm Tiefe ist daher eine Voraussetzung für den Einsatz der Krumenentsteinungsmaschine B 381.

Durch die kontinuierliche Vertiefung der Ackerkrume auf den D-Standorten werden Entmischungshorizonte (Steinsohlen) im oberflächennahen Unterboden von Bodenbearbeitungsgeräten angefahren, die hier zu starken Beschädigungen führen und Schadkosten bis zu 60 M/ha verursachen [1]. In solchen Fällen ist eine Findlingsrodung als selbständige Meliorationsmaßnahme oder als spezielle Tieflockererung mit Steinrodung vorzusehen. Zur Erfüllung der genannten Forderungen ist ein Findlingsrodegerät zu entwickeln, das mit den in der DDR vorhandenen Zugmitteln K-700 bzw. T-100 eingesetzt werden kann. Die von diesem Gerät zu rodenden Steinmengen betragen bis zu 150 t/ha.

2. Stand der Technik zur Findlingsrodung

In der DDR wird die meliorative Entsteinung in 16 Meliorationsbetrieben durchgeführt.

Für die Findlingsrodung befand sich bisher der ungarische Tieflockerer FA 3/2 B (Bild 1) im Einsatz.

Seit 1968 wurde er in zwei Entsteinungsbrigaden (Penzlin/Waren und Strausberg) eingesetzt [2]. Das Gerät war auf den 20-kN-Traktor D4KB abgestimmt. In beetweiser Flächenbearbeitung wurden damit Findlinge bis 80 cm Durchmesser erfaßt und durch Ausheben des Rodgers auf der Oberfläche abgesetzt. Der

Tafel 1. Technische Daten von Findlingsrodegeräten

		FA 3/2 B	B 373/1	B 373/2
Länge	mm	1680	2600	2450
Breite	mm	1570	2300	2800
Höhe	mm	1500	1700 (abgestellt)	1900 (abgestellt)
Masse	kg	744	rd. 2500	rd. 2500
Arbeitstiefe, max.	mm	670	700	700
Arbeitsbreite, techn.	mm	600	900 (4 Werkz.) 1500 (6 Werkz.)	900 (4 Werkz.) 1500 (6 Werkz.)
Länge eines Schwertes	mm	1280	1500	1450
Breite eines Schwertes	mm	195	max. 300	max. 350
Dicke eines Schwertes	mm	25	40	40
Länge eines Meißelschars	mm	300	340	350
Breite eines Meißelschars	mm	60	70	75
Dicke eines Meißelschars	mm	25	40	40
Abmessungen der Stützräder		Führungskufen	nicht vorhanden	10.00/15 AM (2 St.)
Zugtraktor		D 4 KB	K-700 (4 Werkz.) T-100 (6 Werkz.)	K-700 (4 Werkz.) T-100 (6 Werkz.)
Flächenleistung	ha/h	0,3	0,3 ... 0,5	(0,4 ... 0,7) ¹⁾

1) ungesicherter Wert

Werkzeugzwischenraum von 30 cm sicherte die Aufnahme von Steinen mit kleinsten Achsen über 30 cm. Die Überlastsicherung erfolgte durch Scherbolzen. Die angestrebte Arbeitstiefe von 70 cm wurde nicht erreicht. Die Konstruktion des Geräts als Tieflockerer (Tafel 1) bedingte eine ständige Überbelastung und damit häufigen Stillstand infolge Scherbolzenbruchs.

Die Einführung industriemäßiger Produktionsmethoden in der Landwirtschaft der DDR erforderte eine Veränderung der agrotechnischen Forderungen auch an die Ackerbodenentsteinung. Die Einführung stärkerer Zugmittel (T-100, K-700), die damit verbundene größere Arbeitstiefe und die technologischen Mängel machten die Konstruktion eines neuen, den veränderten Bedingungen entsprechenden Findlingsrodgers erforderlich.

Der Findlingsroder B 373/1 (Bild 2) entstand auf der Grundlage des Tieflockerers B 371 im Forschungszentrum für Bodenfruchtbarkeit Müncheberg. Die Verwendung einheitlicher Baugruppen für beide Geräte ist nicht möglich, da sich aus den verschiedenartigen Aufgaben unterschiedliche mechanische Beanspruchungen ergeben.

Gegenüber dem Tieflockerer B 371 [3] konnte nur die Kinematik des Geräts beibehalten werden. Sämtliche Baugruppen wurden aufgrund der hohen mechanischen Beanspruchung konstruktiv verändert. Die Anzahl der Werkzeuge stieg gegenüber 3 am B 371 auf 6 für die Variante zum T-100 bzw. auf 4 zum K-700. Der Abstand zwischen den Werkzeugen beträgt 300 mm.

An den durch Hydraulikzylinder gegenüber dem Rahmen abgestützten Schwerthaltern sind jeweils 2 Werkzeuge in der gleichen Art wie beim B 371 befestigt. Die Arbeitswerkzeuge sind symmetrisch zur Fahrzeuglängsachse gegeneinander versetzt angeordnet, wobei die mittleren Werkzeuge am weitesten zurückstehen.

Zur Gewährleistung eines ausreichenden Durchgangs wurden die Arbeitswerkzeuge unter Berücksichtigung ihres engeren Abstands und des damit verbundenen vergrößerten Bodenaufbruchs verlängert (Tafel 1).

Die seit 1974 im Einsatz befindlichen 10 Findlingsroder B 373/1 wurden aufgrund der Praxiserfordernisse bereits im Entwicklungsstadium den Meliorationsgenossenschaften zur Verfügung gestellt [4] [5]. Die auf unterschiedlichen Standorten gesammelten Erfahrungen sind in Tafel 2 dargestellt. Unter anderem zeigte sich, daß die auftretenden Beanspruchungen die Belastbarkeit des Geräts übersteigen. Dieser Tatsache mußte durch eine nachträgliche Korrektur der Einsatzparameter entsprochen werden. Folgende Mängel behinderten den Einsatz:

- Ungenügende Haltbarkeit der Befestigung der Rodeschwerter
- ungenügender Bodenfluß, vor allem auf Flächen mit starkem Bewuchs (vorherige Bodenbearbeitung ist unbedingt erforderlich)
- exakte Tiefenregulierung und -einhaltung nicht möglich
- infolge des hohen Zugkraftbedarfs ist der Einsatz nur auf einigen Standorten mit dem K-700 möglich.

3. Agrotechnische Forderungen an ein Findlingsrodegerät

Aus den Erfahrungen beim Einsatz des ungarischen Tieflockerers FA 3/2 B und des Findlingsrodgers B 373/1 in den Meliorationsgenossenschaften lassen sich folgende Agrotechnische Forderungen (ATF) an ein Findlingsrodegerät ableiten:

- Das Gerät soll für die Findlingsrodung auf D-Standorten eingesetzt werden.
- Alle Steine mit mehr als 30 cm Kantenlänge sind in der geforderten Arbeitstiefe von 60 cm aus dem Boden zu entfernen und ohne zusätzliche Hilfsmittel oder Arbeitsgänge auf der Bodenoberfläche abzulegen. Eine konstante Arbeitstiefe ist zu garantieren.
- Durch eine geeignete Werkzeuganordnung muß ein störungsfreier Bodenfluß, auch auf Stoppelacker, gewährleistet werden.
- Durch eine optimale Werkzeugform muß der benötigte Zugkraftbedarf des Geräts zum Einsatz am K-700 auf allen D-Standorten garantiert werden.
- Der Instandhaltungsaufwand für das Gerät darf eine Stunde je Tag nicht überschreiten. Diese Forderung setzt den Einbau einer automatisch wirkenden Überlastsicherung voraus.

Bild 2. Findlingsroder B 373/1



Tafel 2. Einsatzverfahren mit dem B 373/1 in ausgewählten Meliorationsgenossenschaften (MG)

Betrieb	Standortbedingungen	Schäden	Schadensursachen
MG Rehfelde	D2—D4	normaler Verschleiß; Verbiegung am linken Werkzeugträger nach 150 ha	übergroßer Findling
MG Anklam	D4—D5	nach 5 ha Bruch aller 6 Werkzeuge auf schwerem Boden mit Findlingen > 1,5 m; Verbiegung der Werkzeughalterungen	infolge der Lenkbewegungen des Kettentraktors wurden durch die Bodenbedingungen zu hohe Seitenkräfte auf die Werkzeuge wirksam
MG Waren	D2—D3	Bruch eines Werkzeugs Verbiegen von Werkzeughaltern nach rd. 50 ha Dauereinsatz	bewußte Überlastung nach zweckfremdem Einsatz Dauerbelastung
MG Wittstock	D2—D4	Werkzeughalter und Schwert nach 10 ha deformiert und gebrochen	unbekannt
MG Wismar	D3	Deformation eines Werkzeughalters; Bruch eines Schwertes nach 35 ha Dauerbetrieb	Überschreiten der Einsatzgrenzen; zu hoher Schluff- und Tonanteil
MG Parchim	D2—D3	ohne Schäden, hohe Abnutzung der Verschleißteile	

4. Entwicklung des Findlingsrodors B 373/2

Das neue Gerät entspricht in der Grundkonzeption dem B 373/1. Bestimmende Merkmale der Neukonstruktion (Bilder 3 und 4) sind:

- Neue Rodeschwertform und pfeilförmige Anordnung der Schwerter
- schwenkbare, gegen Überlastung gesicherte Stützräder
- Schwertbefestigung durch Zugbolzen.

Die am Rahmen a schwenkbar gelagerten Stützräder f ermöglichen den Einsatz des Geräts mit der auf Schwimmstellung geschalteten Dreipunktaufhängung des Traktors.

Die hydraulischen Arbeitszylinder an den Stützrädern i erfüllen zwei Funktionen:

- Überlastschutz (2 Druckflüssigkeitsspeicher vorhanden)
- Einklappen der Stützräder.

Die hydraulischen Arbeitszylinder e und i sind zusammen an ein Hydrauliksystem angeschlossen.

Die Schneiden g und die Schare h sind an den Rodeschwertern wegen der hohen Beanspruchung durch kurze Schweißnähte befestigt. (Andere Verbindungen, z. B. durch Festklemmen, Schrauben usw., entsprachen nicht den Anforderungen.)

Die Rodeschwerter sind in Arbeitsrichtung pfeilförmig versetzt, wodurch ein guter Bodenfluß und ein verstopfungsfreies Arbeiten möglich wird. Die Befestigung der Rodeschwerter wird durch jeweils 4 Zugbolzen vorgenommen.

Technische Erprobung des B 373/2

Die technische Erprobung des B 373/2 wurde sowohl mit dem Kettentraktor T-100 (6 Schwerter) als auch mit dem Allradtraktor K-700 (4 Schwerter) durchgeführt [6].

Die Erprobung brachte folgende Ergebnisse:

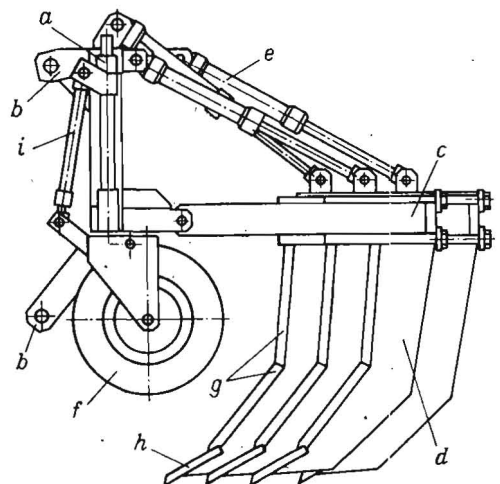
- Der Findlingsrodor B 373/2 ist mit 4 Rodeschwertern als Anbaugerät zum Traktor K-700 auf entsteinungsbedürftigen Standorten einsetzbar, wobei eine Zugpunkterhöhung (untere Lenker der Dreipunktaufhängung höher angelenkt) zur stärkeren Belastung der Hinterachse notwendig ist.
- Die Stützräder erlauben das Arbeiten des Geräts in Schwimmstellung der hydraulischen Kraftheberanlage des Zugmittels. Die Arbeitstiefe wird exakt eingehalten und die Arbeit des Traktoristen wesentlich erleichtert.
- Durch die gekröpfte Schwertform und durch die pfeilförmige Anordnung der Rodeschwerter wird ein störungsfreier Rodvorgang, verbunden mit einem guten Bodenfluß, erzielt.
- Durch die gekröpfte Rodeschwertform wurde eine Zugkraftsenkung von 26% gegenüber der alten Ausführung erreicht.
- Der Kettentraktor T-100 ist zum Einsatz des B 373/2 mit 6 Rodeschwertern mit einer Frontzusatzmasse auszurüsten.

Ein Mangel des Geräts besteht noch darin, daß die Schare und Schneiden nach rd. 25 ha gerodeter Fläche, in Abhängigkeit von Bodenzustand und Bodenart, wegen Verschleiß ausgewechselt werden müssen.

Bild 3. Findlingsrodor B 373/2



Bild 4. Kinematisches Schema des Findlingsrodors B 373/2; a Kastenrahmen, b Anlenkpunkte, c Tragarm, d Rodeschwert, e hydraulischer Arbeitszylinder, f Stützrad, g Schneiden, h Schar, i hydraulischer Arbeitszylinder



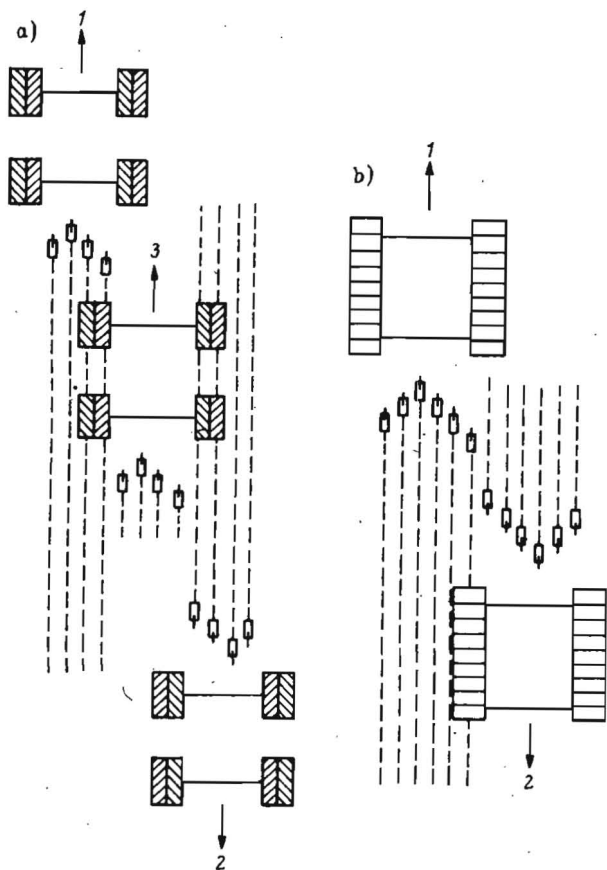


Bild 5. Technologisches Einsatzschema des B 373/2; a) Variante K-700, b) Variante T-100
1, 2, 3 Fahrspuren

Tafel 3. Leistungen des Findlingsroders B 373/2

Steinbesatz ¹⁾ t/ha	Traktor	Bodenart	Operativzeit T ₀₂ ²⁾ min/ha	Arbeitsaufwand AK · h/ha
25	K-700	IS	131,04	5,7
25	T-100	IS	123,00	6,6

1) nur Steine mit Durchmesser >30 cm

2) einschl. Räumung der Fläche

Einsatztechnologie

In der Meliorationsgenossenschaft Haldensleben ergaben sich hinsichtlich der Technologie gegenüber dem Einsatz des B 373/1 einige Verbesserungen, wodurch die Rodewerkzeuge infolge ihrer Form und pfeilförmigen Anordnung zur Ablage der Steine auf der Oberfläche nicht mehr ausgehoben werden müssen. Eine funktionsbedingte Stillstandszeit wird nur durch die von der Steinform abhängigen Verklümmungen einzelner Steine zwischen den Werkzeugen hervorgerufen. Da die Steine nicht in den Boden eingefahren werden dürfen und teilweise auf die unbearbeiteten Flächen rollen, ist eine Beräumung mit dem Gabelsteinsammler B 380 im Parallelverfahren notwendig.

Die Einsatztechnologie des B 373/2 ist abhängig vom gewählten Zugmittel.

Eine Einsatzprüfung des B 373/2 mit dem K-700 zeigte, daß die Technologie der Rodung gegenüber dem Einsatz mit dem T-100 zu verändern ist (Bild 5). Bei der Arbeit mit 4 Schwertern (K-700-Variante) hat das Gerät eine wirksame Arbeitsbreite von 1,20 m. Sie liegt damit innerhalb der Spurweite des K-700 von 1,90 m. Da ein qualitätsgerechtes Roden das Anschlußfahren erfordert, ist eine spezielle Fahrweise einzuhalten. Nach jeweils

zwei nebeneinander gefahrenen Spuren ist die dazwischenliegende dritte Bahn zu bearbeiten. Dabei laufen alle Räder in bereits gelockertem Boden, der Schlupf wird beidseitig einheitlich. Damit wird eine flächendeckende Rodung garantiert. Jeweils drei Spuren ergeben eine effektiv nutzbare Arbeitsbreite von 3,60 m.

Der Nachteil, daß ein Teil der gerodeten Steine beim Befahren der Mittelspur wieder in den gelockerten Boden eingefahren werden kann, muß durch eine geänderte Räumtechnologie ausgeglichen werden. Anstelle des Gabelsteinsammlers B 380 ist ein Lader T 159 und ein Traktor MTS-50/52 mit Anhänger HW 60 einsetzbar. Der Lader kann, auf ungelockertem Boden fahrend, zwei Spuren räumen und eventuell eingefahrene Steine mit dem Polypgreifer erfassen.

In Tafel 3 ist erkennbar, daß unter gleichen Bedingungen die Flächenleistung bei der Nutzung von T-100 bzw. K-700 trotz höheren Fahraufwands beim K-700 annähernd gleich bleibt.

5. Zusammenfassung

Von den Verfassern wurde die Bedeutung der Findlingsrodung als Teilmaßnahme der meliorativen Entsteinung und als Spezialmaßnahme für Böden mit hohem Findlingsbesatz im Unterboden dargestellt. Ausgehend vom Stand der Technik zur Findlingsrodung in der DDR werden Agrotechnische Forderungen abgeleitet. Auf dieser Basis wurde der neue Findlingsroder B 373/2 entwickelt. An Hand von Erprobungsergebnissen wird nachgewiesen, daß dieses Gerät in seinen Hauptparametern den ATF entspricht, so daß die planmäßige Überführung in die Produktion anzustreben ist.

Literatur

- [1] Böcker, E.: Die Ackerbodenentsteinung als eine grundlegende Maßnahme zur erweiterten Reproduktion der Bodenfruchtbarkeit im VEG Pflanzenproduktion Hohen-Wangelin. Hochschule für LPG Meißen, Diplomarbeit 1976.
- [2] Prüfbericht 584: Tieflockerer FA 3/2 B. Zentrale Prüfstelle für Landtechnik Potsdam-Bornim 1970.
- [3] Schulte, K. H.; Lindner, H.: Tieflockerer in neuer Qualität mit Allradtraktor K-700. Dt. Agrartechnik 22 (1972) H. 5, S. 214—216.
- [4] Hess, H.; Socher, H.: Technischer Stand und Erfahrungen bei der Durchführung der Ackerbodenentsteinung. agrartechnik 26 (1976) H. 3, S. 119—122.
- [5] Hess, H.; Liese, R. D.: Verfahren und Geräte zur Ackerbodenentsteinung. Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR, Landwirtschaftsausstellung der DDR, Markkleeberg 1974.
- [6] Autorenkollektiv: Zu Problemen der Ackerbodenentsteinung. Forschungszentrum für Bodenfruchtbarkeit Müncheberg, Forschungsbericht 1975 (unveröff.).

A 1274