

nem Boden zu verhindern, als den verdichteten Boden mit hohem Aufwand wieder aufzulockern.

4. Zusammenfassung

Untersucht wurden verschiedene technische Lösungen zur Lockerung der Traktorspuren

bei der Saatbettbereitung auf unterschiedlichen Standorten. Eine vollständige Auflockerung der Spuren ist nur mit starren Zinkenwerkzeugen möglich und erfordert einen hohen Zugkraftbedarf. Auf Lehm- und Tonböden entstehen dabei Kluten, die von den nachfolgenden Saatbettbereitungswerkzeu-

gen nicht ausreichend zerkleinert werden. Radierende Zinkenkränze lockern die Traktorspuren auf allen Böden oberflächlich auf, krümeln den Boden und ebnen die Spuren ein. Zur Bearbeitung einer K-700-Spur werden 6 radierende Zinkenkränze benötigt.

A4503

Einsatz des Anbau-Maulwurffräsdräners B721B auf tiefgründigem Niedermoor

Dipl.-Mel.-Ing. U. Schrader, VEB Meliorationsmechanisierung Dannenwalde
Dr. A. Scholz, Institut für Futterproduktion Paulinenaue der AdL der DDR

1. Einsatzbedingungen und Verfahrensentwicklung

Die tiefgründigen Niedermoore mit den Substraten Torf und Mudde und einer Moormächtigkeit > 12 dm sind nur mäßig durchlässig und somit in hohem Maß dränbedürftig. Mit der Entwässerung und Nutzung der Moore nimmt das Trockensubstanzvolumen zu, womit sich die bodenmechanischen Eigenschaften für den Einsatz der rohrlosen Dränung (Maulwurfränung) verbessern. Gegenüber der Rohrdränung werden mit der rohrlosen Dränung nicht nur Material, Energie und Kosten eingespart, sondern wird auch eine hervorragende hydraulische Wirkung erzielt, und die Funktionsdauer von 5 bis 15 Jahren ist der Dynamik des Moorbodens besser angepaßt als die der aufwendigen Rohrdränung.

Wesentliche Fortschritte wurden durch die technisch-technologische Entwicklung erreicht. In Moorböden erfolgte die Herstellung rohrloser Dräne anfangs mit pressenden, später auch mit schneidenden und fräsenden Werkzeugen. Während pressende und schneidende Werkzeuge passiv durch den Boden gezogen werden, wird bei der Maulwurffräsdränung (MFD) der Dränhohlraum ausgefräst und gleichzeitig der Boden auf die Oberfläche gefördert. Seit 1980 wird das ursprünglich für die Entwässerung von Hochmooren entwickelte Fräsdränverfahren [1] in der DDR auf den im Vergleich zum

Hochmoor aschereichereren und somit dichter gelagerten Niedermooren eingesetzt. Die MFD wurde diesen erschwerten Bedingungen konstruktiv angepaßt und weiterentwickelt. In mehrjährigen vergleichenden Untersuchungen hat sich die Variante mit fräsenden Werkzeugen gegenüber pressenden und schneidenden als eindeutige Vorzugsvariante erwiesen. Auf der Basis dieser Untersuchungen wurden vom Institut für Futterproduktion Paulinenaue die Verfahrensgrundsätze für die MFD erarbeitet [2]. Sie sind für die Entwässerung und Bewässerung gleichermaßen anwendbar. Vorzugsweise ist die MFD zur wechselseitigen Grundwasserregulierung und zur Entwässerung dränwasserneffter Standorte einzusetzen.

Zur maschinentechnischen Realisierung des Verfahrens der MFD wurde im VEB Meliorationsmechanisierung Dannenwalde der Anbau-Maulwurffräsdräner B721B, der mit einem Kettenaktor gekoppelt wird, entwickelt. Das in dieser Form in der DDR weiterentwickelte Fräsdränverfahren zeichnet sich u. a. dadurch aus, daß die Basismaschine bei einer konstanten Arbeitsgeschwindigkeit bis 600 m/h unter schwierigen Bedingungen der Vorentwässerung genau so sicher arbeitet wie in stark entwässerten, dichtgelagerten Torfen und Mudden und daß eine hohe Gefällegenauigkeit von ± 3 cm realisiert werden kann. Zwischen der Gefällegenauigkeit und der Funktionsdauer besteht infolge der

Sekundärverschlammung eine enge Beziehung.

2. Einsatzgebiete

Der Anbau-Maulwurffräsdräner dient zur Herstellung unbefestigter Dränhohlräume, die grabenlos in einer Breite von 15 cm und in einer Höhe von 19 cm gefräst werden und ohne Einbringung von Dränmaterial erhalten bleiben.

Lediglich im Ausmündungsbereich wird ein Ausmündungsrohr benötigt. Auf tiefgründigen Niedermoorstandorten erreicht der Maulwurffräsdräner eine Arbeitsgeschwindigkeit bis 600 m/h und ermöglicht somit eine hohe Arbeitsproduktivität. Nicht einsetzbar ist das Gerät auf Böden, die vorwiegend aus Tonmudden bestehen, sowie auf Standorten mit Einschlüssen von Steinen und Holz. In diesen Fällen wirkt eine Überlastsicherung.

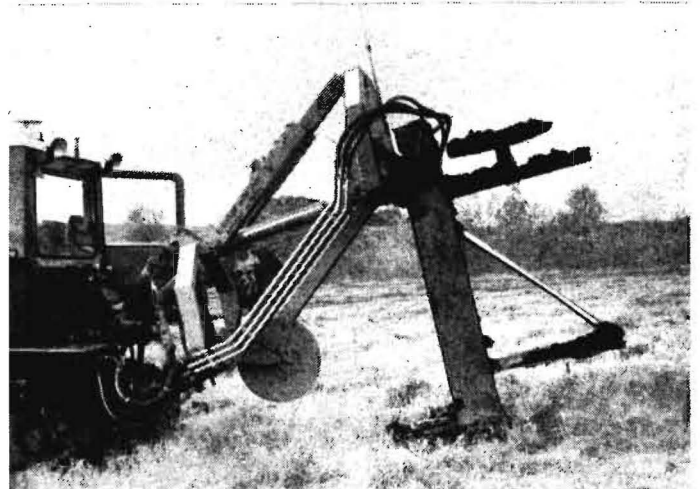
3. Aufbau und Funktionsbeschreibung

Als Zugmittel und energetische Basis für den hydraulischen Fräsantrieb dient ein Kettenaktor mit einer maximalen Zugkraft von 35 kN und einem Untersetzungsgetriebe. Am besten bewährt hat sich der sowjetische Traktor DT-75 (Bilder 1 und 2). Das Gerät B721B ist mit dem Dreipunktanbau des DT-75B verbunden. Dadurch ist das Gerät leicht zu montieren und zu demontieren, so daß der Traktor auch für andere Arbeiten verfügbar bleibt.

Bild 1. Anbau-Maulwurffräsdräner B721B am Kettenaktor DT-75B im Einsatz auf tiefgründigem Niedermoor



Bild 2. Werkzeugerstellung und Arbeitsorgan des Maulwurffräsdräners



Zur Herstellung des rechteckigen Dränhohlraums dient ein Fräsdränwerkzeug mit einer Höhe von 200 mm und einer Breite von 160 mm (Bild 3). Mit Hilfe der beiden seitlich angeordneten rotierenden Fräsräder, deren horizontale Achse sich quer zur Fahrtrichtung befindet, und der mittig im Werkzeugkörper verlaufenden Fräsförderkette erfolgt das Ausfräsen des Dränhohlraums. Durch die Fräsförderkette wird der ausgefräste Boden innerhalb des hohlen Schwertes zur Oberfläche gefördert. Über diese Förderkette wird gleichzeitig auch das Fräsdränwerkzeug angetrieben. Das 50 mm breite Schwert des Arbeitsorgans wird passiv durch den Boden gezogen. Die Einstellung der richtigen Drehzahl des Fräsrantriebs wird dem Maschinisten durch eine Leuchtenreihe angezeigt. Der Anbau-Maulwurffräsdreher B721B arbeitet nach dem Prinzip des schwingenden Werkzeugs (Arbeitsorgan). Dazu ist hinter dem Arbeitsorgan eine Tragflosse angeordnet. Das Fräsdränwerkzeug ist über einen Gelenkviereckrahmen mit dem Dreipunktanbausystem des Kettentraktors verbunden. Der Dreipunktanbau befindet sich während der Arbeitsfahrt in Schwimmstellung. Dabei wird die Arbeitstiefe durch das Verstellen des Gelenkvierecks mit Hilfe eines hydraulischen Arbeitszylinders gesteuert. Das Fräsdränwerkzeug stützt sich hierbei einerseits auf der Tragflosse und andererseits auf dem Dreipunktanbau ab. Durch dieses Prinzip ergeben sich folgende Vorteile:

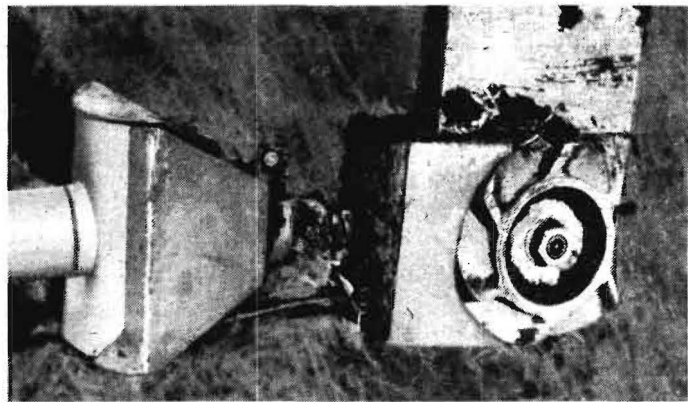
- Auftretende Bodenunebenheiten beeinflussen nur verzögert und auch nur zum Teil die Höhenlage des Fräsdränwerkzeugs.
- Die vertikale Stellung des Fräsdränwerkzeugs wird auch bei Nickbewegung der Maschine selbsttätig beibehalten.
- Der korrigierende Einfluß von Steuerbewegungen wird vom Maschinisten sofort erkannt.

Zum Schutz sowohl des Anbau-Maulwurffräsdreher als auch des Zugmittels vor Überlastungen durch größere Hindernisse ist eine Überlastsicherung angebracht. Nach dem Ansprechen der Überlastsicherung bewegt sich das Fräsdränwerkzeug nach hinten, wobei ein optisches und akustisches Signal für den Maschinisten ausgelöst wird. Die Sicherung der Dränausmündungen im Graben erfolgt durch ein spezielles Ausmündungsrohr, das mit Hilfe einer Vorrichtung von der Dränmaschine beim Dränprozeß mit eingezogen wird. Diese Vorrichtung gibt das Rohr an der gewünschten Stelle frei. Der geförderte Boden wird auf einer Breite von zwei Metern auf der Geländeoberfläche verteilt, um Störungen bei der landwirtschaftlichen Nutzung zu vermeiden.

4. Steuerung der Arbeitstiefe

Die Steuerung der Arbeitstiefe entsprechend dem vorgegebenen Gefälle erfolgt über Kabelfernsteuerung. Diese Steuerung besteht aus einem Steuergerät, an das über ein Steuerkabel (Länge 160 m) ein Handsteuergerät angeschlossen ist. Der Steuerer kontrolliert die Höhe des Arbeitswerkzeugs mit Hilfe eines Nivelliergeräts und einer am Fräsdränwerkzeug befestigten Meßlatte. Bei entsprechenden Abweichungen löst der Steuerer die erforderlichen Impulse zum Heben bzw. Senken aus. Diese Impulse werden über Kabel auf eine Elektro-Hydraulik und auf den entsprechenden Arbeitszylinder

Bild 3
Fräsdränwerkzeug



übertragen. Beim Überschreiten des Toleranzbereichs infolge von Hindernissen im Boden bzw. bei Erreichen der maximalen Nivellierentfernung löst der Steuerer ein Stop-Signal an den Maschinisten aus.

Die Steuerung des Maulwurffräsdreher B721B ist so konzipiert, daß es möglich ist, die Kabelfernsteuerung durch eine Funkfernsteuerung oder durch eine Lasersteuerung zu ersetzen.

Die Kabelfernsteuerung arbeitet sicher und ohne Störungen. Die Gefälleregulation des Fräsdränwerkzeugs kann somit äußerst sicher durchgeführt werden. Die vorhandenen Kabellängen von 160 m sind ausreichend, um die geforderten Dränstranglängen herstellen zu können.

Entsprechend der staatlichen Prüfung wird die Verlegequalität, besonders auf Problemstandorten mit Geländeabweichungen größer $\pm 0,3$ m, als gut eingeschätzt [3].

5. Technische Parameter

In Tafel 1 sind die wichtigsten technischen Parameter des Anbau-Maulwurffräsdreher B721B zusammengestellt.

6. Einsatzergebnisse

Im Rahmen der staatlichen Prüfung durch die Zentrale Prüfstelle für Landtechnik Pots-

dam-Bornim [3] wurden folgende Ergebnisse ermittelt:

- In 1,25 m Tiefe wurde ein Querschnitt des Fräsdräns von 19×15 cm gemessen. Dieser Querschnitt entspricht den Vorgaben und ist hydraulisch für Stranglängen bis 450 m ausreichend.
- Bei einer Arbeitsgeschwindigkeit von 550 m/h und einer Drehzahl des Fräsdränwerkzeugs von 980 min^{-1} wurde der Aushub durch die Förderkette an die Oberfläche gefördert und durch die Verteilerscheiben in 1,0 m bis 1,5 m breite Streifen verteilt.
- Die Abweichungen des Drängefälles liegen innerhalb des zulässigen Bereichs von ± 5 cm. Darüber hinaus werden sogar Gefällegenauigkeiten von ± 3 cm realisiert.
- Es gab keine Abweichungen in der Gefälleinhaltung bei Kurvenfahrt.
- Die Geländegängigkeit der Maschine war auch bei oberflächennahem Grundwasser gut.
- Die Überlastsicherung erwies sich als voll funktionsfähig und der Anbau der Fräse in richtung an den Kettentraktor als stabil.
- Das Vorschneiden des Scheibensechs war auch bei Kurvenfahrt gegeben.
- Die Arbeitsgeschwindigkeit der Maschine war auch unter schwierigen Bedingungen stabil.

Weitere Prüfungen erfolgten bei der Breiten-erprobung unter Praxisbedingungen. In den Jahren 1982/83 wurden auf 924 ha 384 km Fräsdräne angelegt [4]. Unter diesen Bedingungen wurde eine durchschnittliche Nutzleistung je Schicht von 1663 m erreicht. Unter günstigen Bedingungen sind Schichtleistungen von 2500 m erreichbar. Auch unter schwierigsten Standortbedingungen konnte eine Verlegeleistung von 520 m/h realisiert werden. Die durchschnittliche Verlegeleistung wurde mit 550 m/h und die maximale mit 600 m/h ermittelt. Der Verbrauch an Dieselmotorkraftstoff betrug 1,1 l/100 m.

7. Zusammenfassung

Das Verfahren der Maulwurffräsdränung sowie die maschinentechnische Realisierung durch den Anbau-Maulwurffräsdreher B721B haben sich beim Einsatz in der Praxis bestens bewährt und allgemeine Anerkennung gefunden. Demzufolge werden sowohl die Verfahrensgrundsätze der Maulwurffräsdränung als auch der Anbau-Maulwurffräsdreher B721B international im Komplex zur Lizenznahme angeboten. Durch die Maulwurffräsdränung, die von allen Verfahren der rohrlosen und Rohrdränung auf Moorstandorten die intensivste hydraulische Wir-

Fortsetzung auf Seite 461

Tafel 1. Technische Parameter des Anbau-Maulwurffräsdreher B 721 B

	Arbeitsstellung	Transportstellung
Länge	8 300 mm	7 750 mm
Breite	2 240 mm	2 240 mm
Höhe	2 700 mm	2 950 mm
Bodenfreiheit	-	470 mm
Masse des Arbeitswerkzeugs		860 kg
Arbeitstiefe maximal		1,65 m
minimal		0,70 m
Bodendruck		24 kPa
Arbeitsgeschwindigkeit maximal		600 m/h
im Mittel		550 m/h
Fräsdränwerkzeug		
Schwertlänge	1 550 mm	
Schwertbreite	290 mm	
Schwertdicke	50 mm	
Fräskopf		
Anzahl	2 St.	
Breite	160 mm	
Höhe	200 mm	
Drehzahl	980 min^{-1}	
Gefällesteuerung		
Typ		Kabelfernsteuerung
Betriebsspannung		12 V
max. Steuerentfernung		160 m
Steuergenauigkeit		$\pm 3,0$ cm

Mögliche Beiträge der Landtechnik zur Verbesserung der Bodenstruktur

Dr. agr. E. Pötke, KDT, Institut für Kartoffelforschung Groß Lüsewitz der AdL der DDR

Der Ackerboden mit seiner durch Zusammensetzung und Bearbeitung bedingten Struktur ist eine wesentliche Grundlage für Ertragshöhe und Ertragsstabilität in der Feldwirtschaft. Die Ursachen der negativen Beeinflussung der Bodenstruktur durch die Pflugsohlenbildung sind bereits zur Gespannflugzeit erkannt und eingehend untersucht worden.

Auf die Bodenverdichtung durch den Huftritt beim Pflügen mit 4 Pferden, die 25 % der Gesamtfläche betraf, wurde z. B. von Kühne [1] bereits im Jahr 1928 hingewiesen. Mit der Übernahme der Bodenbearbeitung durch Traktoren der MTS wurden die Ursachen der Untergrundverdichtung, ihre Feststellung und Beseitigung durch Untergrundlockerung und organische Düngung durchaus beachtet [2, 3].

Die großen Veränderungen in der Landwirtschaft der DDR in den vergangenen Jahrzehnten, gekennzeichnet durch Vergrößerung der Betriebe, Vollmechanisierung der wesentlichen landwirtschaftlichen Produktionsprozesse, steigenden Düngereinsatz und mit steigender Arbeitsproduktivität verbundenen Ertragsanstieg, haben Anzeichen einer Bodenstrukturverschlechterung, die in der Ertragsentwicklung der Hackfrüchte zuerst sichtbar wurden, nicht rechtzeitig und deutlich genug erkennen lassen [4].

Mechanisierungseinflüsse auf die Bodenstruktur

Die Strukturverschlechterung – auch der leichteren Böden – wird im wesentlichen vom Bodendruck der Maschinen-, Anhänger- und Zugmittleräder und vom Schlupf der angetriebenen Räder verursacht [5, 6]. Die Auswirkungen des hohen Bodendrucks

der Vorderräder der Traktoren, vor allem bei geringer Auslastung der Zugkraft (z. B. bei Bestell- und Pflegearbeiten mit schweren Traktoren), wurden zu Beginn der Vollmechanisierung der Feldarbeiten erkannt [5]. Daraus wurde die Notwendigkeit zur Reduzierung des Bodendrucks abgeleitet [7]. Das Fahren der Traktoren neben und nicht in der Pflugfurche, der Einsatz von Gitter- und Zwillingrädern sowie die Reduzierung des Reifeninnendrucks und der Einsatz von Spurlokerern wurden ackerbaulich begründet und gefordert.

Die Bedeutung des Radschlupfes wurde mit dem Hinweis hervorgehoben, daß alle Maßnahmen zur Verminderung des Radschlupfes auch bodenstrukturschonend wirken. Da Bodendruck und Schlupf in ihrer Schädigung mit zunehmender Bodenfeuchte ansteigen, sollten die Traktoren für den Anhängerzug als Straßen- und Ackertraktoren zumindest im Herbst und nach größeren Niederschlägen unterschiedlich ausgerüstet werden, um vor allem die Porenverschmierung durch den Radschlupf zu vermindern. Letzteres trifft besonders auch für die Gülleausbringung im Spätherbst und Winter zu. Gülle sollte nur auf aufgeraute Bodenoberflächen und mit hinter der Anhängerachse eingesetzten Spurlokerern bzw. Eggen- oder Schleppfeldern ausgebracht werden, um Tümpelbildung durch Zusammenlaufen der Gülle in den Radspuren und auf der Ackerfläche sicher zu vermeiden.

Die Wuchsraumbeeinträchtigung durch die Fahrspuren der Traktoren, Maschinen und Geräte bei den Arbeitsgängen der Saatbettvorbereitung, der Aussaat und Pflege führt z. B. im Kartoffelanbau zu beachtlichen Ertragsbeeinflussungen

– direkt durch die Bodenverfestigung
– durch den Einfluß auf die Knollenablage beim Legen.

Mit dem Verfahren der Herbstdammformung [8], das die Klutenminderung auf schweren Böden bewirkt, wurde der positive Nebeneffekt des von Fahrspuren unbeeinträchtigten Wuchsraums erkannt und inzwischen auch für leichte Böden mit positivem Einfluß auf Erträge und Qualität der Knollen bestätigt [9].

Ein Beispiel ungenügender Berücksichtigung des Anspruchs der Kartoffelstaude auf einen ungestörten Wuchsraum bietet die Vorderachse des Traktors ZT 303 beim Einsatz vor der Legemaschine 6-SAD-75 mit der Spurweite von 1650 mm gegenüber 1500 mm der Hinterachse. Dreijährige Untersuchungen brachten in den Reihen 2 und 3 Mindererträge von 19% und 14% gegenüber der im Wuchsraum kaum beeinträchtigten Reihe 1 [10].

Daß auch die leichteren Böden durch einen zu hohen Bodendruck nachhaltig geschädigt werden, ist eine noch zu wenig bekannte und beachtete Tatsache [11]. Allgemein wird zur Minderung der Ertragsausfälle in den Radspuren ein Bodendruck von $< 0,06$ MPa gefordert [12, 13], um sicherzustellen, daß bei erreichter Bearbeitbarkeit der Böden auch ein strukturschonendes Bearbeiten ohne Ertragseinbußen erfolgen kann. Mit der Standardausstattung der Traktoren ist dieses Ziel nicht erreichbar (Tafel 1).

Der Einsatz von Kettentraktoren, der in den 50er Jahren weit verbreitet war, ist wegen des hohen Ketten- und Fahrwerkverschleißes unökonomisch geworden. Die in die Gummi-Perlon-Kette gesetzten Hoffnungen haben sich nicht erfüllt. Die in der Erpro-

Fortsetzung von Seite 460

Verbrennungsmotorantrieb sowie von Arbeitsgeräten. In einer Bewertung der SZA wurden ihre Vor- und Nachteile herausgearbeitet.

Literatur

- [1] Petelkau, H.: Ursachen, Entstehung und Prinzipien zur Einschränkung von Bodenstrukturen. Plenarvortrag zur 13. Wissenschaftlichen Tagung der Bodenkundlichen Gesellschaft in der DDR am 28. und 29. September 1982 in Magdeburg (unveröffentlicht).
- [2] Pötke, E.: Mögliche Beiträge der Landtechnik zur Verbesserung der Bodenstruktur. agrartechnik, Berlin 35 (1985) 10, S. 461–463.
- [3] Griepentrog, K.: Theoretische Untersuchungen zu Seilzugaggregaten. Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Diplomarbeit 1983.
- [4] Rühlmann, M.: Allgemeine Maschinenlehre, Bd. 2. Braunschweig: Verlag C. A. Schwetschke und Sohn 1876, S. 548–559.
- [5] Eyth, M.: Hinter Pflug und Schraubstock. Stuttgart, Berlin: Deutsche Verlagsanstalt 1921.
- [6] Schwanecke, H. K.: Die wesentlichen Wirkungen der Arbeits- und Kraftmaschinen in der deutschen Landwirtschaft. Halle: Verlag Erhardt Karras GmbH 1914, S. 11–21.

gen der Arbeits- und Kraftmaschinen in der deutschen Landwirtschaft. Halle: Verlag Erhardt Karras GmbH 1914, S. 11–21.

- [7] Wüst, A.: Landwirtschaftliche Maschinenkunde. Berlin: Verlagsbuchhandlung Paul Parey 1889, S. 202–217.
- [8] Franz, G.: Die Geschichte der Landtechnik im 20. Jahrhundert. Frankfurt (Main): DLG-Verlags-GmbH 1969, S. 119–126.
- [9] Seilzugpflug B091. Institut für Landtechnik Potsdam-Bornim, Prüfbericht Nr. 360 vom 4. Juli 1963. A 4510

Fortsetzung von Seite 456

kung erzielt, werden gegenüber der Rohrdränung Materialeinsparungen von 150 bis 350 kg PVC je Hektar und Energieeinsparungen je Hektar von mehr als 5000 MJ erreicht. Weiterhin sind Einsparungen an Jah-

reskosten, bezogen auf die normative Nutzungsdauer, von rd. 50% zu verzeichnen. In bezug auf die Dränung mit offenen Gräben wird ein Verlust an landwirtschaftlicher Nutzfläche in Höhe von 3 bis 5% vermieden [2].

Literatur

- [1] Baden, W.; Eggelsmann, R.: Maulwurfsdränung im Moor. Zeitschrift für Kulturtechnik, Hamburg, Berlin 2 (1961) 3, S. 146–166.
- [2] Lizenzangebot des Instituts für Futterproduktion Paulinenaue und des VEB Meliorationsmechanisierung Dannenwalde zu den Verfahrensgrundsätzen der MFD und zum Anbau-Maulwurfsfrädräner B721B, 1984.
- [3] Haß, W.: Maulwurfsfrädräner zum Drängrabenbagger ETZ 202A, Typ B721A, und zum Kettentraktor DT-75B, Typ B721B. Zentrale Prüfstelle für Landtechnik Potsdam-Bornim, Prüfbericht 1983.
- [4] Scholz, A.; Voß, J.; Niendorf, H.: Maulwurfsfrädränung auf tiefgründigem Niedermoor in der LPG Bad Sülze. Melioration und Landwirtschaftsbau, Berlin 18 (1984) 7, S. 297–300.

A 4507