

Kurbelwelle oder Exzentrerscheibe erzeugt werden, gilt die Beziehung

$$k = \frac{V_t}{\omega \cdot r}$$

Hierin bedeuten:

$V_t$  Fahrgeschwindigkeit des Schleppers

$\omega$  Winkelgeschwindigkeit der Kurbelwelle oder Exzentrerscheibe in  $0/s$

$r$  Exzentrizität der Kurbelwelle oder Exzentrerscheibe, mit der der Bodenmeißel hin- und herbewegt wird.

Wird  $k$  kleiner als 1, so tritt eine Zugkraftverminderung ein, die bei  $k = 0,25$  in trockenem, hartem Boden 33% betrug. Der gesamte Kraftbedarf (Zugkraft und Kraftbedarf für die Schwingungen) bleibt jedoch gleich oder wird sogar höher. Die gleiche Arbeit kann aber von einem leichteren Schlepper und mit höherer Arbeitsgeschwindigkeit ausgeführt werden, da Schlupfverluste entfallen (wenn die Vibration über die Zapfwelle erfolgt). Der Wert  $k$  kann durch eine Vergrößerung sowohl der Exzentrizität als auch der Winkelgeschwindigkeit vermindert werden. Der Kraftbedarf nimmt im Quadrat der Winkelgeschwindigkeit zu; eine Verlängerung der Schwingstrecke bei geringerer Umdrehungszahl (Frequenz) ist günstiger. Andere Versuche mit Tieflockerern, die durch einen Lamellenvibrator in geradlinige Schwingung gesetzt wurden, ergaben, daß sich der Zugwiderstand bei 1000 bis 1400 Schwingungen je Minute und einer Amplitude von 3 bis 4 mm um 30% verminderte [7]. Die Arbeitsgeschwindigkeit soll bei vibrierenden Geräten 1,5 m/s nicht überschreiten. Die Zugkraftverminderung durch Vibration ist bei Tieflockerern zwar möglich, die erprobten Geräte fanden jedoch bisher keinen Eingang in die Praxis.

In der DDR stehen die Anbaue-Tieflockerer CU 3 und CU 4 sowie die Anbau-Tieflockerer B 195 bis 198 (Bild 5), die vom VEB Bodenbearbeitungsgeräte Leipzig hergestellt werden, zur Verfügung (Tabelle 1) [8].

Dipl.-Ing. K. HEESE und Dipl.-Ing. H. SCHINKE\*)

## Zur Situation in der Entwicklung der Maulwurfrohrränung

Das in zahlreichen Ländern zu beobachtende intensive Forschen nach einem Dränverfahren, das der altbewährten Tonrohrränung in wirtschaftlicher Hinsicht überlegen ist, unterstreicht die Bedeutung dieses Problems. Es ist deshalb an der Zeit, zu dem in Deutschland auf diesem Gebiet erreichten Entwicklungsstand kritisch Stellung zu nehmen und nach einem Forschungsprogramm die künftige Arbeit auf das Ziel auszurichten, ein für die Praxis geeignetes Verfahren zu entwickeln.

In der folgenden Arbeit werden die interessantesten Verfahren der Maulwurfrohrränung nach den vorliegenden Veröffentlichungen skizziert und eigene Erfahrungen mit dem ersten industriell gefertigten Muster des Greifswalder Rohrpfuges wiedergegeben.

### Bisherige Entwicklung

Intensive Versuche, die übliche Tonrohrränung durch leistungsfähigere Dränverfahren zu ersetzen, begannen ungefähr um das Jahr 1930. Die damals in Deutschland aufgenommene Entwicklung des Poppelsdorfer Dränbaues, bei dem auf Zentrierketten (sog. Eierketten) aufgefädelt Tonrohre hinter dem Maulwurfflug in den Boden gezogen wurden, führte zu einem technisch ausgereiften Verfahren [1], das sich in der breiten Praxis jedoch nicht durchsetzen konnte. Mit der Fowler'schen Hebelpresse wurden in England Tonrohre nacheinander in einen vom Maulwurfflug gezogenen Erdrän zu Rohrsträngen von über 100 m Länge gedrückt [1].

SACK zog ein gegen Rost geschütztes Stahlband, das in einem am Anfang des Dränstranges aufgestellten Mechanismus zum Rohr geformt wurde, hinter dem Maulwurfflug in den Boden ein [2].

Die ATG baute eine Dränmaschine, mit der die Auskleidung von Maulwurfdränen mit kapillarporösem, einkörnigem Zementbeton versucht wurde [3]. In neuester Zeit hat EDE (England) die Verwendung von Beton als Stabilisationsmaterial für den vom Maulwurfflug gezogenen unterirdischen Gang wieder aufgegriffen und

\*) Institut für Landtechnik Potsdam-Bornim der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin (Direktor: Prof. Dr. S. ROSEGGER).

Tabelle 1. Tieflockerer der DDR

Bezeichnung	Typ	Arbeits-tiefe [cm]	Masse [kp]	Zugkraft [kp]
Anbaue-Tieflockerer	CU 3	50	362	1000
	CU 4	60	594	1500
Anbau-Tieflockerer	B 195	50	102	700 bis 900
	B 196	50	107	700 bis 900
	B 197	70	135	700 bis 900
	B 198	70	140	700 bis 900

Die Tieflockerer können mit Meißelschar oder 34 cm breitem Breit-schar ausgerüstet werden. Sie bewährten sich gut, müßten jedoch weit stärker als bisher in der Praxis eingesetzt werden. Speziell für die Maulwurfdränung wurden sie bisher kaum verwendet. Hierfür sollten zweckmäßiger die sowjetischen Anbau-Maulwurfdränpflüge DKG-55 für den Kettenschlepper DT-55 A (Tiefgang 1,20 m) und DKG-80 für den Kettenschlepper S-80 (Tiefgang 1,40 m) importiert werden.

### Literatur

- [1] EUHUS, W.: Erfahrungen mit dem Horneburger Tieflockerer. Wasser und Boden (1955) H. 9, S. 278 bis 280.
- [2] TEIPEL, R.: Untergrundlockerung mit dem Bodenmeißel CU 4. Mitschurin-Bewegung (1956) H. 6, S. 267 bis 270.
- [3] PARR, J. F.: Effects of vertical mulching and subsoiling on soil properties. Agronomy Journal (1959) S. 412 bis 414. Ref. Landw. Zentralbl. (1960) H. 4, Abt. II, S. 842.
- [4] KALJUSHNI, G. D. und GILTSCHEIN, P. M.: Plantagenpflug mit Untergrundlockerer (russ.). Sel'chosmaschina (1956) H. 1, S. 5 bis 7.
- [5] TEIPEL, R.: Reisebericht über den Besuch der „Royal Show“ in Norwich (England) vom 2. bis 5. Juli 1957 (unveröffentlicht).
- [6] GUNN, J. T. und TRAMONTINI, V. N.: Oscillation of tillage implements. Agriculture Engineering (1955) S. 725 bis 729.
- [7] MOGILENKO, N.: Ein Pflug mit vibrierendem Untergrundlockerer. Deutsche Agrartechnik (1955) H. 7, S. 250.
- [8] KAISER, H.: Anbau-Tieflockerer für Dreipunktaufhängung Typ „B 195-198“. (Prüfbericht Potsdam-Bornim Nr. 110, 1956). A 3982

die verfahrenstechnischen Möglichkeiten der Verwendung von steifem und flüssigem Beton untersucht [4], [5]. JANERT führte seine Versuche unter anderem mit Teerpappe und Bandmaterial aus Polyvinylchlorid durch, wobei er von der Werkzeugform des Maulwurfpfugschwertes abging und einen relativ breiten Boden-hobel verwandte, der einen Graben aufbricht [6], [7]. In den USA untersuchte SCHWAB die Eignung von Polyäthylen zur Dränung [8], während BUSCH von Versuchen berichtet, bei denen mit einer Zusatzvorrichtung zum Maulwurfdränpflug Bandmaterial aus Kunststoff in Gewölbeform in den Boden eingeführt wurde [9]. Später führte die Caterpillar Co. diese Arbeiten weiter [10]. Auch in der Sowjetunion wird neuerdings auf diesem Gebiet intensive Forschungsarbeit geleistet.

### Der Greifswalder Rohrflug

Im Jahre 1952 wurde der im Institut für angewandte Bodenkunde und Bodenmelioration Greifswald-Eldena entwickelte „Greifswalder Rohrflug“ der Praxis vorgestellt.

Diese Maschine hebt mit Hilfe eines sog. Bodenbodels einen schmalen Graben aus und verlegt gleichzeitig ein basal geschlitztes Rohr, das erst beim Einführen in den Boden aus einem Vinidurband (Polyvinylchlorid hart) unter Wärmeinwirkung geformt wird. Auf eine eingehende Beschreibung dieser Maschine kann unter Hinweis auf die Veröffentlichungen von JANERT [6], [7] verzichtet werden. Wir beschränken uns deshalb auf eine kritische Betrachtung der weiteren Entwicklung und des derzeitigen Standes des Greifswalder Rohrpfuges.

#### a) Das Rohrmaterial

Die allgemein bekannten Materialeigenschaften des Polyvinylchlorids sowie der Befund der schon seit sechs Jahren im Boden liegenden Röhre berechtigten zu der Annahme, daß die aus diesem Material hergestellten Dränrohre den physikalischen, chemischen und bakteriellen Einwirkungen des Bodens in ausreichendem Maße gewachsen sind. Die verwendeten Wanddicken wurden im Laufe der vergangenen fünf Jahre mehrmals erhöht. Obwohl die anfangs

Tabelle 1. Ergebnisse der Prüfung der Dränanlage Groß-Lüsewitz in der Zeit vom 9. bis 13. Mai 1960

Strang Nr.	Ausmündung über oder unter Wasser	Abfluß <sup>2)</sup>	Max. Vortrieb des Kabels <sup>1)</sup>	Abfluß nach Einführen des Kabels <sup>1)</sup>	Finschlag bei	Allgemeine Rohrbeschaffenheit	Fugenbreite [mm]	Station weiterer Rohrkontrollen			Finschätzung der Funktion des Stranges	
								Fugenbreite [m/mm]				
1b	über	O	18,60	O	18,60	mangelhaft, Steg nicht abgewinkelt	10	0	5		beeinträchtigt	
2b	über	O	2,50	O	2,50	Rohr unterbrochen und verstopft	—	0	50		unmöglich	
3b	über	O	9,00	O	9,00	mangelhaft	50	0	20		unmöglich	
4b	über	O	24,00	eW...moW	15,00	federte beim Freilegen auf 10 mm auf	15	0	20	100	150	unmöglich
5b	über	W	35,30	eW	35,30	schmäler als hoch	0	0	50	20	20	nicht beeinträchtigt
6b	über	O	6,00/21,60	O	21,60	schmäler als hoch	0	0	70			leicht beeinträchtigt
7b	über	O	10,00	O	10,00	im Scheitel eingeknickt, Höhe 20 mm	20	0	70			stark beeinträchtigt
8b	unter	O	24,30	moW	24,30	mangelhaft	10	0	120			unmöglich
9b	über	O	28,60	eW	28,60	gut	0	0	120			stark beeinträchtigt
10b	unter	O	1,50/14,00	O	14,00	schmäler als hoch	0	0	120			beeinträchtigt
11b	über/unter	W'	24,00	mo'W'	24,00	gut	0	0	120			stark beeinträchtigt
12b	unter	O	20,35	moW	20,35	mangelhaft, Steg nicht abgewinkelt	30	0	10	35		unmöglich
13b	über	W	1,00/18,50	mo'W	18,50	gut	0	0	50	150		beeinträchtigt
14b	über	O	19,00	O	19,00	völlig flach	∞	0	60	100	120	unmöglich
15b	über	O	26,50	O	26,50	gut	0	0	50	0	0	nicht beeinträchtigt
16b	über	O	37,40	eW	37,40	mangelhaft, Steg nicht abgewinkelt	25	0	50	10	10	unmöglich
17b	über	O	5,30/9,70	mo'W'	9,70	federte beim Freilegen auf 50 mm auf	20	0	50	5		unmöglich
18b	unter	O	32,40	eW'	32,40	gut	0	0	50	0		nicht beeinträchtigt
19b	über	O	42,40	eW	42,40	mangelhaft	20	0	50	5		stark beeinträchtigt
20b	über	O	40,20	eW	40,20	federte beim Freilegen auf 15 mm auf	0	0	50	5		leicht beeinträchtigt
21b	über	O	32,60	eW...moW	32,60	mangelhaft, Steg nicht abgewinkelt	10	0	50	10		stark beeinträchtigt
22b	über	W'	38,30	eW'	38,30	mangelhaft, Steg nicht abgewinkelt	25	0	50	5		stark beeinträchtigt
23b	über	W'	54,40	mo'W'	54,40	Steg nicht abgewinkelt, sehr schmal	0	0	50	10		leicht beeinträchtigt
24b	über	O	29,00	mo'W'	29,00	Steg nicht abgewinkelt, sehr schmal	0	0	50	10		leicht beeinträchtigt
25b	über	W''	18,00	O	18,00	Steg nicht abgewinkelt, sehr schmal	0	0	50	5		leicht beeinträchtigt

1) 18,60 bedeutet 18,60 m Vortrieb des Profilkörpers 30 mm Dmr., 6,00/21,60 bedeutet 6,00 m Vortrieb des Profilkörpers 30 mm Dmr. und 21,60 m Vortrieb des Profilkörpers 20 mm Dmr.

2) W = klares Dränwasser, eW = eisenockerhaltiges Dränwasser, moW = Moortrübe, jeweils mit den Zusätzen stark = —, mittel = —, schwach = '.

verlegten Rohre von nur 0,25 mm Wanddicke bei 25 mm l. W. nach JANERT „weder bei den Bestellungen- und Erntearbeiten, noch beim Betrieb der Anlage irgendwelche Schäden zeigten“ [11], wurde die Wanddicke später auf 0,35 mm, 0,50 mm und 0,60 mm bei 35 mm l. W. erhöht, sie hat z. Z. 0,80 mm erreicht. Die praktisch auftretende statische Belastung des einwandfrei von Boden umgebenen Rohres rechtfertigt diese starken Wandungen nicht. So wurde bei statischen Belastungsversuchen durch das Institut für Landtechnik an 0,8 und 0,6 m tief verlegten Rohren mit 35 mm l. W. und 0,5 mm Wanddicke unter Bodendrücken von 1,85 kp/cm<sup>2</sup> eine maximale Verringerung der Scheitelhöhe von nur 3 bis 4 mm gemessen. Gegen eine Deformation der Rohre durch herabfallende Erdschollen bietet, wie die Erfahrungen von Groß-Lüsewitz (Tabelle 1) zeigen, aber auch die Wanddicke von 0,8 mm keine ausreichende Sicherheit.

Auch die für die Entwässerungswirkung und Lebensdauer der Stränge entscheidende Form der Eintrittsöffnungen für das Wasser wurde gegenüber der ersten Ausführung verändert. Während die Flächen der Stegfuge anfangs planparallel zueinander lagen, und eine aufgeleimte Sandschicht den für den Wassereintritt erforder-

lichen Abstand zwischen den Flächen gewährleistete, stehen die Flächen jetzt im spitzen Winkel zueinander und berühren sich nur mit den untersten Kanten (Bild 3a). Das Wasser kann bei dieser Form theoretisch nur durch die halbkreisförmigen Ausstanzungen der einen Stegfläche in das Rohr eintreten. Über die hydraulische Wirkung dieser Eintrittsöffnungen wurde bisher nichts bekannt.

b) Die Maschine

Unter Ausnutzung der an dem Funktionsmuster des Greifswalder Rohrfluges gesammelten Erfahrungen baute der VEB (K) Maschinenbau und Schweißbetrieb Halle ein Fertigungsmuster (Bild 1), das auf den von demselben Betrieb entwickelten, mit einem hydrostatischen Fahrtrieb versehenen Meliorationstraktor KT 81 (Versuchsmuster), aufgesetzt wurde. Der hydrostatische Fahrtrieb hat sich in seiner derzeitigen Ausführung, da er die Forderung nach Einhaltung einer für die einwandfreie Rohrformung unerläßlichen konstanten Fahrgeschwindigkeit nicht erfüllte, als nachteilig erwiesen.

Eine wesentliche Veränderung erfuhr in diesem Fertigungsmuster auch die Beheizung des Vinidurbandes. Bei dem Greifswalder Rohr-

pflug wurde es durch einen Luftstrom, der von einem Fön erzeugt und durch Heizspiralen erhitzt wurde, erwärmt. Dagegen wird das Band bei der Dränstrangverlegemaschine des MSB Halle von Wärmespeichern, die mit durch Tauchsieder erhitztem Öl gefüllt sind, beheizt.

### c) Arbeitsergebnisse

Obwohl die beiden Versuchsmaschinen bereits viele Kilometer Dränstränge gelegt haben, war das Wissen um die Beschaffenheit der Rohre bislang sehr gering. Unter der unrichtigen Voraussetzung, daß „die Verformung in Ordnung sein muß, solange der Bandstreifen das Formwerk gleichmäßig passiert“ [7], wurde die Qualitätskontrolle auf gelegentliche punktförmige Aufgrabungen beschränkt. Tatsächlich besteht aber nicht die geringste Möglichkeit, die Arbeitsqualität bereits während der Arbeit zu erkennen, da auch ein nicht ausreichend erwärmtes Band das Formwerk gleichmäßig passiert, nach dem Verlassen desselben aber, da es nicht von gewachsenem Boden umgeben ist, aufspreizt und somit unwirksam bzw. in seiner Wirkung beeinträchtigt wird. Nur die nachträgliche mechanische Untersuchung ganzer Stränge erlaubt eine treffende Beurteilung, da ein 150 m langer Strang bereits durch eine einzige Fehlstelle, die man u. U. selbst mit einer Vielzahl von Aufgrabungen nicht findet, unbrauchbar werden kann.

Aus dieser Erkenntnis heraus wurde von der Zentralen Forschungs- und Entwicklungsstelle für Meliorationsmaschinen Weimar im Mai 1960 die Dränanlage im Institut für Pflanzenzüchtung Groß-Lüsewitz eingehend untersucht. Diese 17 ha große, in Moorgrünland liegende Dränanlage wurde im November 1959 von der auf den Meliorationstraktor KT 81 aufgesetzten Dränstrangverlegemaschine des VEB (K) MSB Halle hergestellt. Das Projekt wurde von dem technischen Büro für Wasserwirtschaft und Landeskultur beim Rat des Bezirkes Rostock, Dipl.-Landw. Ing. SCHOLZ ausgearbeitet (Lageplan Bild 2<sup>1)</sup>). Der Maschineneinsatz wurde vom VEB (K) MSB Halle geleitet.

Die durchschnittlich 400 m langen Dränstränge wurden ohne Unterbrechung verlegt und nachträglich durch einen offenen Graben und einen Tonrohrsammler in jeweils drei Stränge unterteilt. Die dabei herausgeschnittenen Rohrproben sowie die weiteren willkürlichen Aufgrabungen dokumentierten eine meist mangelhafte Form der Rohre (Bild 3). Um über diese punktförmige Untersuchung der Stränge hinaus auch einen Eindruck von der Beschaffenheit längerer Strecken zu bekommen, wurden in der Zeit vom 9. Mai bis 13. Mai 1960 alle b-Stränge vom Graben aus mit Hilfe eines eingeschobenen Kabels auf ihre Beschaffenheit geprüft und an den Stellen mit besonderen Widerständen aufgegraben. Dazu wurde ein 12 mm dickes, zweiadriges gummiertes Aluminiumkabel, das vorn mit einem geschößähnlichen Profilkörper von wahlweise 20 bzw. 30 mm Dmr. ausgerüstet wurde (Bild 4), verwendet. Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 zusammengestellt (s. a. Lageplan). Es zeigte sich bei diesen Untersuchungen, daß bereits nach fünf Monaten Betrieb 14 Rohre, also mehr als die Hälfte, derartig mit Bodenmaterial und Eisenocker angefüllt sind, daß ihre Funktion nicht gewährleistet ist bzw. als stark beeinträchtigt angesehen werden muß. Wenn es gelang, derartige Schlammbarrieren mit dem Kabel zu durchstoßen, dann traten schwallartige, mehrere Minuten anhaltende Ausflüsse von max. etwa 0,2 l/s auf, die Holzteile bis zu 10 mm Dmr. und 40 mm Länge herauspülten. Weitere acht Rohre sind in ihrer Funktion leicht beeinträchtigt und nur 3 von 25 untersuchten Strängen können als nicht beeinträchtigt angesprochen werden.

Diese vorsichtige Einschätzung berücksichtigt nur die relativ kurzen Strangabschnitte (max. 54,40 m von 150 m Stranglänge), die nach dem vorgenannten Verfahren untersucht werden konnten

<sup>1)</sup> Einzelheiten des Projektes sowie weitere umfangreiche Unterlagen über die Beschaffenheit und Wirkung der Anlage wird SCHOLZ demnächst in „Wasserwirtschaft - Wassertechnik“ veröffentlichen.

Bild 1. Dränstrangverlegemaschine, aufgesetzt auf den Meliorationsschlepper KT 81



sowie die eindeutigen und jederzeit nachweisbaren Mängel wie offene Rohrfugen und verstopfte Stränge. Tatsächlich ist aber anzunehmen, daß auch Stränge wie z. B. 5b, bei dem keine klaffenden Rohrfugen nachgewiesen werden konnten, der aber einen starken Ausfluß von Eisenocker zeigte, sowie 15b, bei dem ebenfalls keine klaffenden Rohrfugen gefunden wurden, in den sich das Kabel aber infolge häufiger geringer Widerstände im Gegensatz zu anderen Rohren nur 26,50 m einführen ließ, Mängel aufweisen und die hier zugewilligte günstige Beurteilung nicht rechtfertigen. Addiert man zu den vorgenannten Ergebnissen noch die von SCHOLZ an einem großen Teil der Stränge festgestellten Gegengefälle und die subjektiven Eindrücke, die bei der mechanischen Prüfung der Anlage entstanden, so muß man annehmen, daß in wenigen Jahren die gesamte Anlage wirkungslos sein wird.

Bild 2. Lageplan der Dränanlage Groß-Lüsewitz mit den Ergebnissen der Qualitätskontrollen (nicht maßstabgerecht)

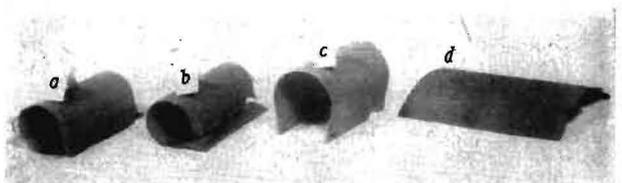
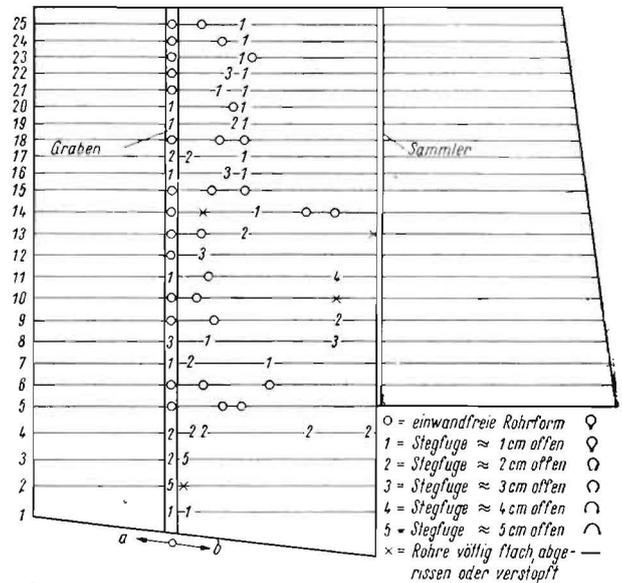


Bild 3. Ergebnisse der Rohrformung in Groß-Lüsewitz.

a einwandfrei geformtes Rohr; b Rohr mit mangelhafter Steg-ausbildung und 10 mm Fugenbreite; c zu kalt geformtes Rohr mit 30 mm Fugenbreite; d zu kalt geformtes Rohr, das nach dem Verlassen des Rohrformwerks wieder zum Band aufspreizt

### d) Kosten

Nannte JANERT im Jahre 1955 Gesamtkosten von 0,19 DM/lfd. m Sauerherstellung bei Verwendung von bituminierten Glasfaserbändern [7] und weniger als 0,40 DM lfd. m bei Verwendung von Vinidur [12], so wurden die Kosten für die Anlage Groß-Lüsewitz am 13. Jan. 1959 von FRIESECKE, Institut für angewandte Bodenkunde und Bodenmelioration Greifswald bereits zu 0,73 DM/lfd. m kalkuliert. Die bei dem Einsatz tatsächlich angefallenen Kosten werden von dem Technischen Büro für Wasserwirtschaft und Landeskultur Rostock unter Vernachlässigung der Kosten für den An- und Abtransport der Maschine mit 1,30 DM/lfd. m angegeben. Dabei betragen allein die Kosten für das Rohrmaterial (0,8 mm dick, 130 mm breit, 140 g/lfd. m, Preis 4,00 DM/kg) etwa 0,60 DM/m.

### Die Maulwurfrohrdränung in den USA

Ein von BUSCH [9] an der Cornell-Universität entwickeltes Verfahren der Maulwurfrohrdränung geht von der Erscheinung aus, daß Maulwurfdräne allein durch aus der Oberflächennzone stammende Bodenteilchen, die durch den Erdsplatt auf die Rohrsohle gelangen, nach kürzester Zeit in ihrer Funktion beeinträchtigt werden [9]. Um dies zu verhindern, wird ein auf Spulen gewickeltes 152,4 mm

breites Vinylband eingangs der im Innern des Maulwurfschwertes senkrecht verlaufenden Bandgleitbahn zu einem gewölbeförmigen Strang gebogen (Bild 5) und in den Erd-drän eingeführt. Die in Dräntiefe erforderliche rechtwinklige Umlenkung des Stranges wird durch 63,5 mm lange Einschnitte, die auf beiden Seiten des Bandes mit 50,8 mm Abstand voneinander gegenüberliegend angeordnet sind, ermöglicht. Der unten offene Dränstrang behält infolge des Druckes des Bodens auf die Bandkanten, der durch Rückfederung des gebogenen Materials entsteht, seine Gewölbeform bei.

Die neueren von der Caterpillar Co. weitergeführten Versuche zielen auf ein Dränrohr mit kreisförmigem Querschnitt ab, das auf ähnliche Art aus perforiertem Vinylband erzeugt wird [10]. Auch hierbei wurde unter anderem der das kaltgeformte Rohr umgebende Boden als gestalterhaltender Faktor ausgenutzt.

### Die Maulwurfrohrdränung in England

EDE [4] führte an der Universität Cambridge Versuche mit steifem und flüssigem Beton zur Auskleidung der Erd-dräne durch. Die zum Einbringen des steifen Betons entwickelte Dränmaschine verlegt ein Rohr von 102 mm Außendurchmesser und je nach Wahl des Kerns 38,1 bis 69,9 mm Innendurchmesser. Das Mischungsverhältnis des steifen Betons, der im erhärteten Zustand wasserundurchlässig ist, beträgt ungefähr 450 kg Zement je m<sup>3</sup> Beton bei einem Wasser-Zement-Faktor von 0,3 [13]. Zur Unterstützung der Schwerkraftwirkung bei der Förderung des Betons durch das 38,1 mm breite Schwert wird der in seinem Innern senkrecht angeordnete Betonleitkanal in Vertikalschwingungen mit einer Frequenz von 2700 min<sup>-1</sup> und Amplituden zwischen 0,76 und 1,27 mm versetzt (Bild 6). In Dräntiefe formt sich der Beton um den innerhalb des Meißels waagrecht angeordneten Kern zum Rohr und wird durch Vibration des Kerns, der mit Frequenzen zwischen 5000 und 6000 min<sup>-1</sup> in axialer Richtung schwingt, zusätzlich verdichtet. Damit das frisch geformte Betonrohr nicht sofort nach der Verlegung vom darüber lagernden Boden belastet wird, ist zwischen der Rohrdecke und dem Scheitel des Erd-dräns ein Zwischenraum von rd. 25 mm vorgesehen. Diese Maschine wurde bei Arbeitsgeschwindigkeiten von 146 m/h erprobt. Einer dem praktischen Betrieb angemessenen Steigerung der Arbeitsgeschwindigkeit stehen bei diesem Verfahren die Schwierigkeiten bei der Zufuhr des steifen Betons im Wege, die EDE durch Verwendung von flüssigem Beton als Stabilisationsmaterial mit einem Mischungsverhältnis von  $\approx 300$  kg Zement je m<sup>3</sup> Beton und einem Wasser-Zement-Faktor von 1,3 beseitigte. Das führte zum Saugbetonverfahren, das EDE in einer zweiten Maschine anwandte. Er wies nach, daß damit Arbeitsgeschwindigkeiten von mehr als 2 km/h möglich sind [5]. Der flüssige Beton befindet sich dabei in einem unter Überdruck stehenden Vorratsbehälter, von wo aus er durch das Schwert in den Bodenmeißel gepumpt wird. Hier formt er sich um den Kern zum Rohr. Der hohle, hinten geschlossene Kern ist mit einer Perforation versehen und mit einer Vakuumpumpe verbunden (Bild 7). Auf diese Weise wird dem frisch geformten Beton durch die perforierte Kernwand Wasser entzogen, wobei er sich verfestigt. Gleichzeitig übt der im Kern herrschende Unterdruck durch die Vorwärtsbewegung der Maschine einen Zug auf das Betonrohr aus, der zusammen mit einer bei der Erhärtung des Betons auftretenden Längskontraktion zu Querrissen im Rohr führt, wodurch das an sich dichte Material wasserundurchlässig wird. Die hydraulischen Eigenschaften des quer gerissenen Rohres sollen bei einem Rißabstand, der nicht größer als

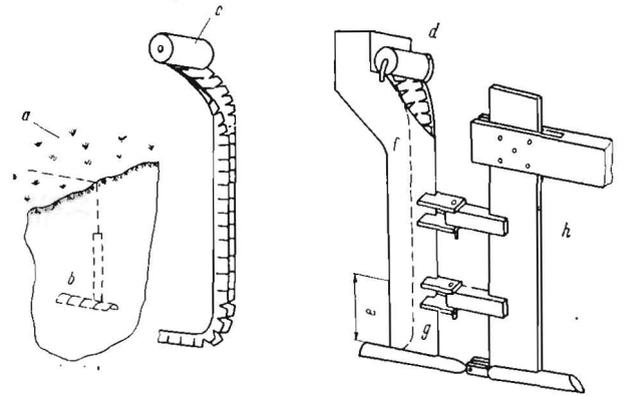


Bild 5. Gewölbeförmige Auskleidung des Erd-dräns mit Kunststoffband nach BUSCH (USA).

a verlegter Drän, b Grobsand, c Bandführung, d Verlegeeinrichtung, e Sandaustrittsöffnung, f Sandzuführungsschacht, g Bandgleitbahn, h Maulwurfpflug

der Rohrdurchmesser ist, denen der besten porösen Betonrohre gleichwertig sein. Darüber hinaus ist das Rohr aus flüssigem Beton dauerhafter.

### Schlußfolgerungen

Die verschiedenen Verfahren der Maulwurfrohrdränung entspringen dem Bemühen um die Senkung der Dränkosten, die Einsparung von Handarbeitskräften und die Erhöhung der Baukapazität. Folgende vier Möglichkeiten bieten sich, um diese Ziele zu erreichen:

1. Materialkosten senken,
2. Handarbeitsaufwand vermindern,
3. Leistungsfähigkeit der Maschine erhöhen,
4. Nutzungsdauer der Anlage verlängern.

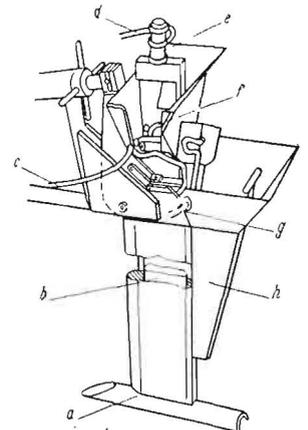
Vorerst ist nicht zu erwarten, daß die Materialkosten in einem bedeutenden Maße sowohl bei den Kunststoffen als auch bei Zementbeton unter die der Tonrohre absinken. Ebenso ist nicht damit zu rechnen, daß die unter Verwendung der neuen Rohrmaterialien hergestellten Anlagen eine längere Nutzungsdauer erreichen als die sehr dauerhaften Tonrohrdränungen. Die Materialeigenschaften der verwendeten Plaste lassen zwar eine außerordentlich lange Nutzungsdauer im Boden erhoffen, die allerdings durch vorzeitiges Versagen der Eintrittsöffnungen für das Dränwasser erheblich reduziert werden kann. Als wesentliche Möglichkeiten zur Erreichung der oben genannten Ziele verbleiben somit die Senkung des Handarbeitsaufwandes und die Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Maschine. Bei der Tonrohrdränung erfordert der maschinelle Grabenaushub einschl. Rohrverlegung bei maximalen Arbeitsgeschwindigkeiten von 400 bis 500 m/h minimal drei Personen, a) steuert die Maschine, b) legt die Tonrohre in die Rutsche, c) korrigiert die Rohrlage). Bei einer weiteren Leistungssteigerung, die vom maschinentechnischen Standpunkt denkbar ist, würde ein zweiter Rohreinleger bzw. eine neue technische Lösung der Rohrverlegung erforderlich, da eine Person das Einlegen der Tonrohre in die Rohrrutsche nicht mehr bewältigen könnte. Dagegen ist bei den Maulwurfrohrdränverfahren



◀ Bild 4. Prüfkabel mit dem Profilkörper 30 mm Dmr.

Bild 6. Maulwurfrohrdränverfahren mit steifem Beton nach EDE (England).

a Maulwurf, b Betonzuführrinne, c Laufleitung zum Vibrator, d Luftleitung, e Druckluftvibrator, f Betonförderer, g biegsame Welle für Schneckenantrieb, h Kieszuführrinne ▶



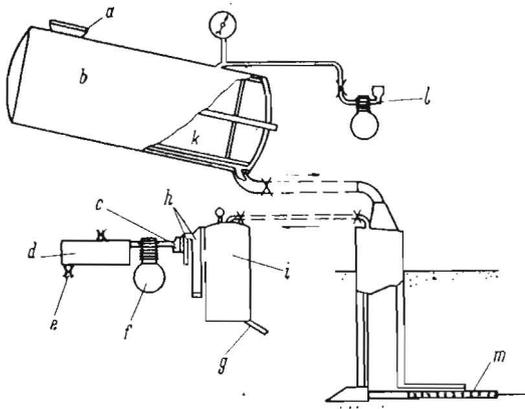


Bild 7. Saugbetonverfahren nach EDE (England).

a Filter, b Vorratsbehälter, c Luftreiniger, d Druckgefäß, e Hahn, meist offen, f Luftpumpe, g Entwässerung, h Lufttrockner, i Saugzylinder, k Rührwerk, l Kompressor, m Perforation

eine Steigerung der Arbeitsgeschwindigkeit auf 2000 bis 3000 m/h auch bei Einmannbedienung denkbar. Bei der Betonrohrdränung hat EDE mit der Verwendung von pumpfähigem Beton den entscheidenden Durchbruch zu hohen Arbeitsgeschwindigkeiten erzielt. Auch bei der Verwendung von Plasten können derartig hohe Arbeitsgeschwindigkeiten erreicht werden, jedoch erscheint es nicht möglich, dabei die in dem Greifswalder Rohrflug verwendete Warmformung des Rohrmaterials beizubehalten. Da diese Warmformung zudem sehr unzuverlässig ist, sollte sie schnellstens durch eine geeignete Kaltformung ersetzt werden. Die Materialdicke, die während der Entwicklung auf Grund falscher Deutung von Versuchsergebnissen mehrmals erhöht wurde, muß auf das statisch erforderliche Maß reduziert werden. Gleichzeitig ist aber dafür zu sorgen, daß die Rohre nicht durch darauffallende Erdschollen beschädigt werden können. In diesem Zusammenhang muß versucht werden, den breiten Hobel durch ein schmales, zugleich zugkraftsparendes Schwert zu ersetzen. In gründlicher Forschungsarbeit muß die Frage der am besten geeigneten Eintrittsöffnungen für das Dränwasser geklärt werden.

Dipl.-Landw. K. ZASPEL, Meliorationsagronom der RTS Badrina, Krs. Delitzsch

## Gedanken zur Verbesserung der mechanisierten Grabenräumung unter mitteldeutschen Verhältnissen

Die Unterhaltung der Vorfluter und Binnenentwässerungsgräben ist – zumindest unter mitteldeutschen Bedingungen – nach wie vor zu einem großen Teil Handarbeit geblieben. Dies steht völlig im Gegensatz zum derzeitigen Mechanisierungsgrad der Feldarbeiten, ja selbst zur augenblicklichen Entwicklung der Meliorationstechnik in unserer Republik.

Während in den nördlichen Bezirken neben der Unterhaltung die Erweiterung des bestehenden Grabenentwässerungssystems eine vordringliche Aufgabe darstellt, liegen die Probleme in den südlichen Bezirken etwas anders. Das Offenentwässerungssystem ist hier fast vollständig vorhanden, bedarf jedoch infolge jahrzehntelanger Vernachlässigung einer Generalinstandsetzung. Dabei ist – wo möglich – Wert auf größere Einschnittiefen zu legen, um die Saugkraft zu erhöhen und damit im Interesse einer Großflächenbewirtschaftung auf ein enges Grabensystem verzichten zu können. Außerdem gilt es, die Möglichkeit des Anschlusses von Dränungen zu schaffen.

Die Mechanisierung der Unterhaltung, Generalreparatur und Neuanlage von Entwässerungsgräben dürfte ein technisch gelöstes Problem sein. Die Ausstattung der VEB Gewässerunterhaltungs- und Meliorationsbaubetriebe sowie der Meliorationsabteilungen der MTS mit geeigneten Maschinen wird laufend verbessert.

Bereits jetzt überall vorhanden ist die Grabenräumschnecke „Archimedes“. Nach deren Umbau auf den „Zetor-Super“ kann man mit diesem Gerät eine gute Arbeit leisten, wie die Erfahrungen vieler MTS-Meliorationsabteilungen besonders der nördlichen Bezirke zeigen. Mit der „Archimedes“-Schnecke wird die im dreijährigen

## Zusammenfassung

Ein Überblick über die bisher international bekanntgewordenen Verfahren und Versuche der Maulwurfrohrdränung zeigt, wie groß das Bedürfnis nach einer Senkung der allgemein sehr hohen Dränkosten ist. Eine eingehende Untersuchung der von der Dränstrangverlegemaschine des VEB MSB Halle hergestellten Dränanlage in Groß-Lüsewitz sowie eine kritische Betrachtung der Entwicklung dieser Maschine in den letzten Jahren berechtigen zu der Feststellung, daß dieses Verfahren grundlegend verändert werden muß.

Dazu werden die folgenden Maßnahmen vorgeschlagen:

1. Erhebliche Steigerung der Arbeitsgeschwindigkeit
2. Anwendung der Kaltformung des Rohres
3. Reduzierung der Materialdicke
4. Ersetzung des Bodenhobels durch ein Schwert
5. Gründliche Erforschung der Eignung verschiedener Eintrittsöffnungen.

## Literatur

- [1] KUHLEWIND, C.: Die Maulwurfdränung ohne und mit Tonröhren unter besonderer Berücksichtigung des Poppelsdorfer Dränbaus. Verlagsbuchhandlung Paul Parey, Berlin 1932.
- [2] DACK, H.: Ein neues Dränverfahren. Diss. TH Danzig.
- [3] RIEDIG: Maschine zum selbständigen Herstellen und Verlegen von Dränrohren. Bautechnik (1938) H. 35, S. 426.
- [4] EDE, A. N.: Continuously Formed Concrete Tube for Drainage: Agricultural Engineering (1957) S. 864 bis 866.
- [5] Liquid Concrete Land Drains. Farm Mechanization (1958), S. 276 und 277.
- [6] JANERT, H.: Die Mechanisierung der Dränarbeiten. Wasserwirtschaft – Wassertechnik (1952) H. 2, S. 392.
- [7] JANERT, H.: Der Greifswalder Rohrflug und seine Arbeitsweise. Wasserwirtschaft – Wassertechnik (1955) H. 4, S. 123 bis 130.
- [8] SCHWAB, G. O.: Plastic Tubing for subsurface Drainage. Agricultural Engineering (1955) S. 36 bis 39.
- [9] BUSCH, C. D.: Low Cost Subsurface Drainage. Agricultural Engineering (1958) S. 92.
- [10] Continuous Drain Laying. Farm Mechanization (1958) S. 418.
- [11] JANERT, H.: Schlußwort zur Diskussion über die Abwasserverwertung durch Untergrundbewässerung. Wasserwirtschaft – Wassertechnik (1955) H. 12, S. 404 bis 406.
- [12] JANERT, H.: Abwasserverwertung durch Untergrundbewässerung. Wasserwirtschaft – Wassertechnik (1955) H. 9, S. 306 bis 308.
- [13] Laying Continuous Concrete Drains. Farm Mechanization (1957) S. 332 und 333. A 3979

Turnus notwendige Grundräumung von Graben bis zu 1,20 m Tiefe und maximal etwa 3 m oberer Breite (bei einem Böschungsverhältnis von 1:1) durchgeführt. Für eine einwandfreie Funktion ist allerdings ein Mindestwasserstand von 20 cm und eine nicht zu starke Verkräutung erforderlich. Einiges erwarten läßt der Anbau-

Bild 1. Holzendorfer Grabenbagger bei der Generalreparatur eines Binnenentwässerungsgrabens

