

Die technischen Probleme der maschinellen Dränung

Von Karl Gallwitz, Göttingen

Unter Dränung landwirtschaftlicher Nutzflächen verstehen wir die Abführung stauender Nässe durch ein System unterirdischer Rohre zu einem künstlichen oder natürlichen Wasserlauf, „Vorfluter“ genannt. Wo solche Nässe auftritt, gehört diese Maßnahme zu den wichtigsten Bodenverbesserungsarbeiten. Ihre erfolgreiche Durchführung wirkt sich in einer Verlängerung der Wachstumsperiode durch frühere Erwärmung des Bodens, durch Steigerung der Ernteerträge infolge gesunder Lebensbedingungen der Kulturpflanzen und in einer Erweiterung der möglichen Fruchtfolgen aus.

Nach Jenner [1] sind in der Bundesrepublik von den 14 Mill. ha landwirtschaftlich genutzter Fläche etwa 1,6 Mill. ha entwässerungsbedürftig. Von dieser Fläche können

360 000 ha von Verbänden aus und
300 000 ha (geschätzt) vom Hof aus, also
660 000 ha insgesamt

als dräniert angenommen werden, so daß noch einmal rd. 900 000 ha zu dränieren bleiben. Nach Jenner wurden in der Bundesrepublik im Jahr 1956 etwa 14 000 ha, im Jahr 1957 19 300 ha dräniert. Wenn man aber über die jährlich durch das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten ausgegebenen Beihilfen auf die dränierten Flächen schließt, kommt man zu einer Fläche von etwa 25 000 bis 30 000 ha je Jahr. Diese Leistungen sind relativ gering, verglichen mit denen z. B. des Nachbarlandes Dänemark, das nach Angabe des dortigen Ministeriums etwa 19 000 ha Jahresleistung aufweist bei nur 1/4 der landwirtschaftlichen Nutzfläche Westdeutschlands. Größenordnungsmäßig zeigen die Zahlen, daß es sich bei der Dränung bei uns in Deutschland um eine bedeutende Aufgabe handelt, die sich aber nur sehr langsam bewältigen lassen wird.

Die Herstellung von Drängrabensystemen geschah und geschieht durch Handarbeit mittels spezieller Grabspaten und sonstiger Spezialgeräte, deren Formgebung die Ausarbeitung tiefer und enger Gräben gestattet. Auf den Sohlen der Gräben, die mit einem bestimmten Gefälle im gewachsenen Boden hergestellt sind, werden die Tonrohre verlegt. Die sogenannten Saugerleitungen führen das Wasser den Sammlerleitungen zu, die ihrerseits es wieder dem Vorfluter, der offen oder verrohrt sein kann, zuleiten. Man verlegt je nach Bodenart und Gefälle die Sauger in Abständen von 8 bis 30 m bei einer durchschnittlichen Tiefe von 0,80 bis 1,30 m. Geht man flacher, so müssen die Rohrstränge dichter gelegt werden, d. h., es kommen mehr laufende Meter auf den Hektar. Man plant das ganze System so, daß das Gefälle des Saugers nicht weniger als 0,20% beträgt. Unter normalen Verhältnissen kann man überschläglich damit rechnen, daß je ha Dränfläche etwa 1000 bis 1200 m Dränstränge in 1 m Tiefe anzulegen sind.

Die technische Aufgabe besteht also darin, ein Röhrensystem hinsichtlich Tiefe, Gefälle und Rohrweite so im Boden zu verlegen, daß das darüber stehende nicht gebundene Bodenwasser durch die Fugen dieses Rohrsystems durchtreten und durch die Rohre abgeführt werden kann. Das System darf durch Pflanzenwurzeln, durch Schlammablagerungen und durch Verockerung¹⁾ nicht verstopft oder in seiner Leistungsfähigkeit beschränkt werden.

Der heutige Stand der Technik der maschinellen Dränung wird durch zwei Verfahren gekennzeichnet, von denen das eine die Handarbeit zum Vorbild hat, nämlich Herstellung eines Drängrabens, Einlegen der Tonrohre und Schließen des Grabens. Das andere Verfahren, die sogenannte Maulwurfsdränung, verzichtet auf die Herstellung eines offenen Grabens und zieht die Rohre in den hinter einem Verdrängerkörper entstehenden „Maulwurfsgang“ ein. Das Maulwurfsverfahren wird auch abgewandelt angewendet, indem kein Verdrängerkörper an einem Schwert durch den Boden gezogen wird, sondern, wie später noch gezeigt wird, ein einem Nutenhobel ähnlicher Körper den Boden anhebt, der dann hinter dem Hobel auf das eingezogene Rohr zurückfällt.

Maulwurfdränverfahren

Die beiden Verfahren sind insofern nicht ganz gleichwertig, als das Prinzip des Maulwurfsverfahrens folgenden Einschränkungen unterworfen ist: Es setzt steinfreien Boden voraus und gestattet das Einziehen von Rohren mit nur etwa 7 bis 10 cm Außendurchmesser. Bei Sammlern, die meist in größere Tiefen kommen und größere Querschnitte verlangen, versagt diese Technik. Trotzdem ist für die Entwicklung dieses Verfahrens



Bild 1. Poppelsdorfer Drängergerät von Vormfelde und Hinterkäuser (Hersteller: De Couet, Düsseldorf).

viel getan worden, und es ist keineswegs schon abgeschlossen. Da, wo geeignete Böden vorliegen und die Sauger in offene Vorfluter geführt werden können, wird das Verfahren in seinen neueren Formen wirtschaftlich mit den anderen konkurrieren können, zumal dieses Verfahren unter den genannten Voraussetzungen die Gesamtaufgabe, nämlich das Legen des Röhrensystems, vollständig löst.

Die Bilder 1 bis 3 zeigen zunächst das von Vormfelde und Hinterkäuser entwickelte sogenannte Poppelsdorfer Drängergerät [2] der Firma De Couet in Düsseldorf, das fast unverändert nun vom Göttinger Landmaschinen-Institut im Einsatz untersucht wird. Eine Weiterentwicklung dieses Systems war das Maulwurfsröhrendrängergerät, Bild 4, der Firma Rudolf Sack in Leipzig Anfang der dreißiger Jahre [3]. Es zeichnete sich dadurch aus,

Prof. Dr.-Ing. Karl Gallwitz ist Inhaber des Lehrstuhles für landwirtschaftliche Maschinenkunde und Direktor des Landmaschinen-Instituts der Georg-August-Universität in Göttingen.

¹⁾ Verockerung = Bildung von hellbraunen Eisenniederschlägen durch die Tätigkeit von Ockerbakterien [Kulturtechniker 33 (1930) S. 587].



Bild 3. Einhängen der Eierkette am hochgeklappten „Maulwurf“ des Poppelsdorfer Drängerätes.

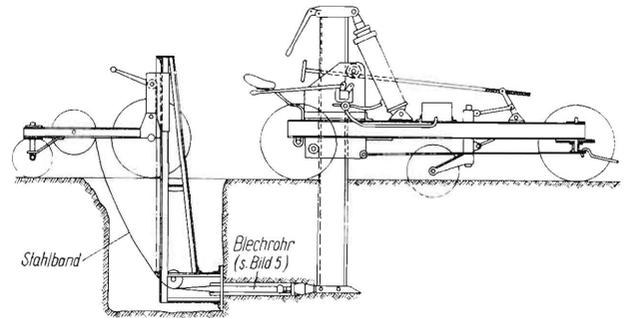


Bild 4. Dränung mit endlosen, aus Stahlblech geformten, unten offenen Stahlrohren [3] (Hersteller des Gerätes: Rud. Sack, Leipzig).



Bild 2. Einziehen des Rohrstranges in den Maulwurfsgang beim Poppelsdorfer Drängerät. Der Rohrstrang ist zu diesem Zweck auf eine „Eierkette“ aufgefädelt (rechtes Bild).

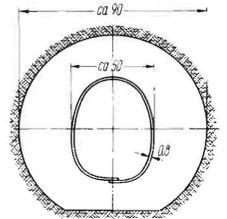


Bild 5. Dränrohr aus Stahlblech nach dem Verfahren von Sack.

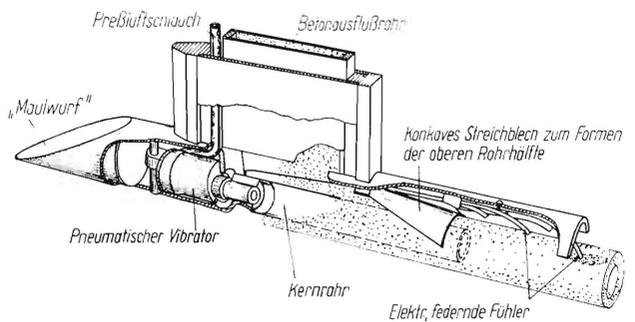


Bild 6. Fortlaufende Formung von Betonrohr für Maulwurfdräns nach Ede [4].

daß statt Tonrohre endlose, aus Stahlband geformte, unten offene Rohre, **Bild 5**, eingezogen wurden. Das Band wurde von Trommeln abgespult und durch eine Formpresse gezogen, die am Einstich verankert war. Das Rohr erhielt also seine Form und Steifigkeit erst beim Einlaufen in den Maulwurfsgang. Das Verfahren scheiterte angeblich an der zu raschen Verrostung des Stahlbandes trotz einer vorausgegangenen Korrosionsschutzbehandlung, und daran, daß sich das Rohr unter der Wirkung innerer Spannungen verdrehte, so daß der Schlitz nicht mehr auf der ganzen Rohrlänge unten blieb.

Im Ausland und in Deutschland hat man an der Vervollkommnung dieser Idee weitergearbeitet. **Bild 6** aus einer Veröffentlichung des Engländers A. N. Ede [4] zeigt ein Verfahren, bei dem das Dränrohr aus Beton geformt wird. Im Inneren des Maulwurfskörpers ist ein Preßluftstamper angebracht, der das von oben zufließende Material (Zementmörtel) zu einem Hohlkörper stampft. Dieser bildet nach Aushärtung ein poröses Rohr. Nach Ede experimentiert in Polen an der Universität Krakau Hendzel an der Herstellung von Portlandzement-Röhren im Maulwurfsgang unter Ausnutzung des Bodenwassers zum Abbinden des Zements, wobei die Reduzierung der Rohrwandstärke auf 1 mm ins Auge gefaßt ist. Der Zement wird dabei als Staub eingeblasen.

In Rußland arbeitet man an einem Verfahren, nach dem vorgefertigte Rohre aus Sand- und Bitumenmischungen eingezogen werden sollen. Schließlich sei ein Verfahren aus USA [5] erwähnt das dadurch gekennzeichnet ist, daß ein aufgefiedertes Plastikband in den Maulwurfsgang eingezogen wird, **Bild 7**, während der untere Teil des senkrechten Bodenschlitzes über dem Maulwurfkanal mit grobem Sand verfüllt wird. Aus Deutschland sei zu-

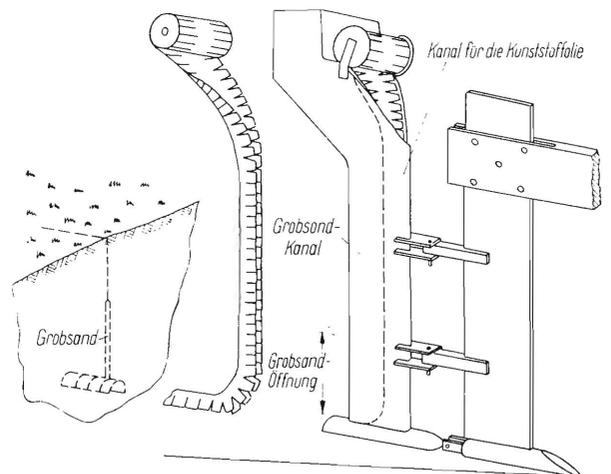


Bild 7. Verrohung von Maulwurfdräns mit Kunststoffolie nach Busch [5].

nächst eine Neuentwicklung von Willner, ein Dränpflug mit Einziehvorrückung für Kunststoffrohr, erwähnt. Es wird ein dreieckiger Erdbalken losgeschnitten, angehoben und in den so entstehenden Spalt das Rohr verlegt, **Bild 8**. Dabei handelt es sich zunächst um eine Flachdränung in etwa 60 cm Tiefe. Sehr beeindruckend sind die Entwicklungen von Janert [6], der in den Boden Kunststoffrohre einzieht, die er im Drängerät selbst

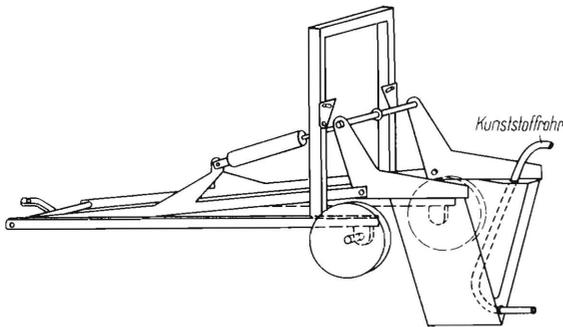


Bild 8. Dränpflug mit Einziehvorrückung für Kunststoffrohr nach Willner (Hersteller: Rabewerk, Linne).

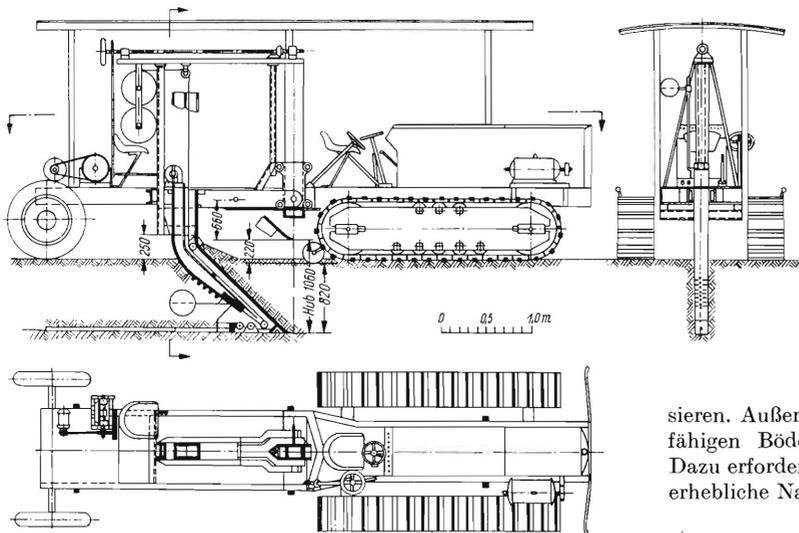


Bild 9. Drängerät nach Janert, Greifswald [6].

aus einer Kunststoffolie formt, indem er die Folie, die eine Wandstärke von 0,65 mm hat, durch eine elektrisch beheizte Formpresse zieht, **Bild 9**.

Alle diese Maulwurfdrängergeräte für die hier angedeuteten Verfahren scheinen aber nur in einzelnen Exemplaren vorhanden zu sein; exakte Betriebskostenberechnungen sind nicht bekanntgeworden. Ebenso fehlen Hinweise auf eine Tiefenregelung.

Herkömmliche Dränverfahren

Bei dem zweiten Verfahren zerfällt die Gesamtaufgabe der Rohrdränung in einzelne Abschnitte, wie das Grabenöffnen, Herstellung der Sohle auf gewachsenem Boden mit vorgeschriebenem Gefälle, Ein- und Festlegen der Rohre, Kontrolle der Arbeit besonders bezüglich des Gefalles und Schließen des Grabens. Zu diesen Teilarbeiten kommen noch einige andere, wie Anschließen der Sauger an die Sammler, Ausbau der Sammlermündungen in den Vorflutern, Antransport und Verteilung der Rohre an und auf dem Feld, Nacharbeiten etwa über Nacht eingestürzter Stücke oder beanstandeter Teile der Gräben, Anschluß angeschnittener älterer Dränagen u. ä. Auch verlangen manche Dränmaschinen die Herstellung von Einstichen zum Einsatz der Dränwerkzeuge am Grabenanfang.

Einige der nun zu besprechenden Maschinen beschränken sich auf das Öffnen der Gräben und legen den Aushub neben dem Graben ab. Andere stellen den Graben mit fertig profilierter Sohle her, wieder andere erlauben ein halbautomatisches Verlegen der Rohre unmittelbar hinter dem oder in Verbindung mit dem Grabgerät. Dabei werden die Rohre von Hand auf eine Rutsche gelegt und gleiten dann innerhalb der Maschine in die richtige Lage auf der Grabensohle.

Um beim Einfachen zu beginnen, sei zunächst der norwegische Aashamer-Dränpflug gezeigt, **Bild 10**. Das Gerät in dieser Ausführung ist nicht auf allen Böden einsetzbar und versagt auf steinigem Böden wegen der Empfindlichkeit der schneidenden

Messer, auf sehr schmierigen nassen Böden wegen des großen Schlupfes des Bodenantriebes der Förderkette und auf leichten trockenen Böden, weil der Anshub durch die Kette rieselt. In der vom Landmaschinen-Institut Göttingen weiterentwickelten Form: Anwendung des Seilzuges im Zweimaschinensystem, Ausrüstung mit einer Gleitkufe und Aufbaumotor, **Bild 11**, ist der Anwendungsbereich des Gerätes stark erweitert worden. Es geht in ausgesprochen nassen Böden, wo direkter Schlepperzug nicht mehr möglich ist, vorzüglich und wird nur noch von größeren Steinen außer Betrieb gesetzt. Mit rieselndem Boden, der übrigens bei dränbedürftigen Flächen selten ist, wird man durch Änderung der Kettengliederform fertig werden.

Vielfach werden zum Herstellen von Drängräben Grabenbagger benutzt, die eigentlich keine speziellen Dränmaschinen sind, sondern universell im Tiefbau verwendete Maschinen darstellen. Sie werden sehr zahlreich bei größeren landwirtschaftlichen Dränvorhaben eingesetzt, wo sie außer den Drängräben besonders die Vorfluter herstellen. Die Tiefbauunternehmer benutzen sie gern, weil sie sehr unempfindlich gegen Steine sind und weil diese Maschinen in den Sommermonaten, in denen die Dränarbeiten im allgemeinen wegen der wachsenden Kulturen zum Erliegen kommen, dann auf anderen Baustellen, wie Autobahnen, Talsperrenbau oder bei Gründungsarbeiten im Hochbau, eingesetzt werden können. Sie sind im Rahmen dieser Betrachtungen uninteressant, weil eine Verbilligung der Dränung mit ihnen nicht zu erreichen ist, und sie bei hohen Anschaffungskosten von der gesamten Arbeit nur einen kleinen Teil mechanisieren. Außerdem sind sie wenig beweglich und auf wenig tragfähigen Böden nicht ohne Sondereinrichtungen einzusetzen. Dazu erfordert die Herstellung der endgültigen Grabensohle eine erhebliche Nacharbeit.



Bild 10. Aashamer-Drängerät der Firma Splide Rakkestad, Norwegen, hebt in mehrmaligem Hin- und Hergang Drängräben aus. Kettenantrieb durch Bodenrad.



Bild 11. Umgebautes Aashamer-Drängerät mit Aufbaumotor und Gleitkufe. Dieses Gerät ist für wenig tragbare Böden geeignet.



Bild 12. Löffelbagger „Dinkum“ der englischen Firma Whitlock Bros, Halstead, Essex, als Anbaugerät zum Fordson-Major-Schlepper. Vielseitig verwendbar, ortsbeweglicher Bagger.

Erwähnenswert erscheinen die hydraulischen Löffelbagger, die in Verbindung mit stärkeren landwirtschaftlichen Schleppern geliefert werden. Hierzu als Beispiel den Dinkum-Bagger am Fordschlepper, **Bild 12**. Zwar öffnen sie auch nur den Graben und arbeiten ohne Visiereinrichtung, aber die leichte Beweglichkeit und die Austauschbarkeit gegen andere Schleppernbaugeräte können vorteilhaft sein. Die nächste Gerätegruppe stellen die Eimerkettenbagger dar. Ein Beispiel neuerer Bauart ist der Homberg-Bagger, **Bild 13**, der in Württemberg gebaut wird und dort einige Verbreitung gefunden hat.

Interessanter sind die neuerdings entwickelten Drängrabenfräsen, die als Radfräser oder Kettenfräser gebaut werden. Ursprünglich in England und USA entwickelt, hat auch Holland

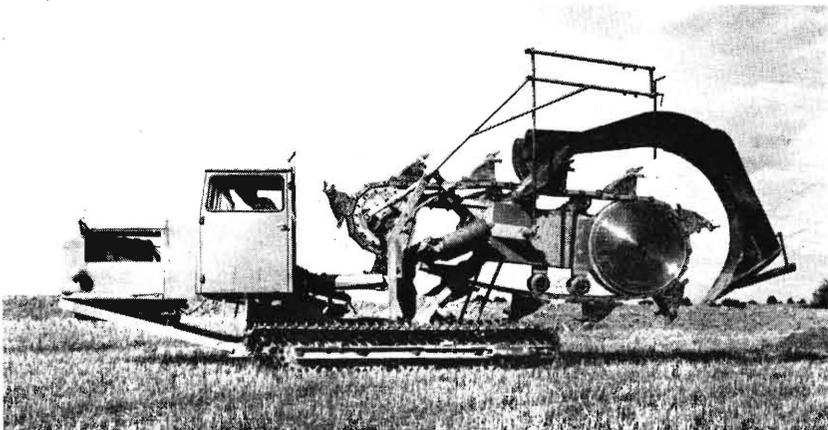


Bild 13. Eimerkettenbagger der Firma Homberg, Künzelsau/Württemberg.

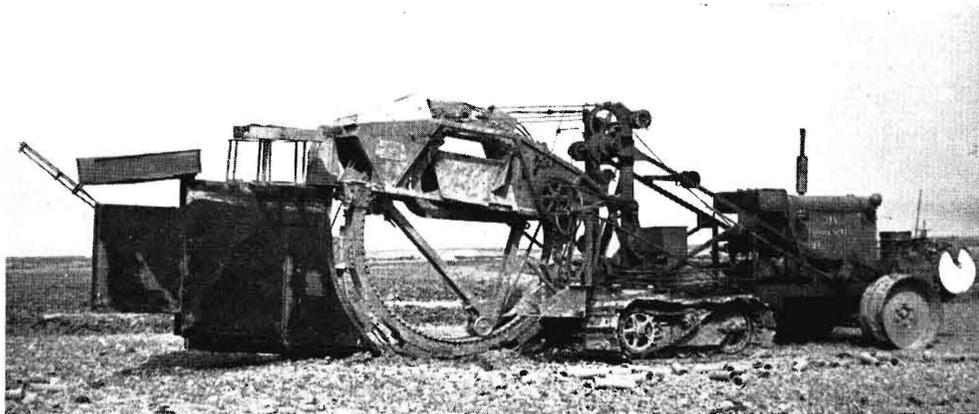


Bild 14. Fräsradbagger „Buckeye“ der amerikanischen Firma Gar Wood Industries Inc. Wayne and Findlay.

nun diese Ausführungsformen übernommen. In Deutschland wird neuerdings von der Pflugfabrik Gebr. Eberhardt in Ulm ein Fräskettenbagger gebaut. Besonders bekanntgeworden sind die Konstruktionen des Amerikaners *Buckeye*, **Bild 14**, des Engländers *Howard*, **Bild 15 und 16**, und die Nachbauten der Holländer *Barth und Van den Ende*, **Bild 17 und 18**, sowie der amerikanische Fräskettenbagger „Trenchhog“, **Bild 19**.

Mit Mitteln des Bundesernährungsministeriums hat das Landmaschinen-Institut Göttingen eine amerikanische Maschine nach dem Fräskettensystem von der Firma Arps, New Holstein/Wisconsin, einführen und in die Untersuchungen einbeziehen können. Diese Maschine ist mit dem Fordson-Major-Traktor so kombiniert, daß eine Trennung des Gerätes vom Schlepper innerhalb verhältnismäßig kurzer Zeit möglich ist und daß der Schlepper und sein Getriebe als geschlossenes Ganzes erhalten bleiben, während z. B. beim Howard-Gerät ein Zwischengetriebe eingebaut ist, das den Schlepper seiner ursprünglichen Bestimmung entzieht.

Vergleich der Gesamtleistung der Verfahren

Bei derartig unterschiedlichen Bauweisen und Verfahren ist es notwendig, sich über einen Maßstab zu deren Beurteilung klarzuwerden. Als Beurteilungsgesichtspunkte kommen folgende in Betracht:

1. Leistung. Als Vergleichsmaßstab für die Leistung der einzelnen Geräte wird vom genannten Institut die Leistung in laufenden Metern pro Mann und Zeiteinheit angewandt, da die Maschinen auf die Vor- und Mitarbeit einer Anzahl Handarbeiter angewiesen sind. Durch diesen Maßstab ist ein relativ gerechter Vergleich zwischen den einzelnen Maschinen und zwischen den einzelnen Arbeitsverfahren möglich. Er ist gleichzeitig ein Kennwert für die Arbeitsproduktivität.

2. Arbeitsgüte. Die Abweichung der Grabensohle soll bei Kleinstgefällen von der geplanten Tiefe nicht mehr als ± 1 cm betragen. Die Rohre sollen auf gewachsenem Grund verlegt werden, es darf auf keinen Fall loser Boden unter den Dränrohren liegen.

3. Universalität. Entscheidend ist, ob ein Gerät zum Ziehen von Sammler- und Saugergräben verwendet werden kann, ob es diese Gräben selbst wieder verfüllt und in welchen Arbeitsbreiten und bis zu welchen Arbeitstiefen Gräben hergestellt werden können. Dieser Beurteilungsgesichtspunkt umfaßt ferner die Einsetzbarkeit des Gerätes auf allen praktisch vorkommenden Bodenarten.

4. Unabhängigkeit von der Wetterlage. Moderne Drängeräte müssen in der Lage sein, Frostschichten bis zu einer gewissen Tiefe aufzubrechen und eine Schneedecke



Bild 15 und 16. Fräsradbagger „Howard Trenchdigger“ der Firma Rotary Hoes, West Horndon, Essex, England, Arbeitstiefe 128 cm, Arbeitsbreite 20 bis 22 cm. Die Tonrohre werden über eine Rutsche halbautomatisch verlegt.

zu beseitigen. Auch durch Trockenheit darf ein Drängerät nicht ohne weiteres zum Stillstand kommen, wenn auch eingeräumt werden muß, daß der Werkzeugverschleiß unter solchen Umständen besonders hoch ist.

5. Leichte Transportfähigkeit. Am günstigsten ist es, wenn die Maschinen mit eigener Kraft und normaler Schlepperfahrgeschwindigkeit auf öffentlichen Straßen fahren können. Die Verwendung eines Tiefladewagens zum Transport mit Vorspann durch einen anderen Schlepper ist wesentlich aufwendiger als das Fahren mit eigener Kraft und hat zumeist größere Arbeitspausen bei Stellungswechsel zur Folge.

6. Schonung von Boden und Kulturen. Es muß von den Drängeräten erwartet werden, daß sie nur ganz geringen Flurschaden anrichten, so daß die Durchführung von Dränarbeiten auch während der Vegetationszeit der Kulturen den Bauern mehr und mehr zugemutet werden kann. Das Hinterlassen von Schlepperspuren und das Abtragen der Bodenkrume rechts und links des eigentlichen Drängrabens soll auf das Mindestmögliche beschränkt bleiben.



Bild 17. Fräsradbagger der Firma Barth, 's-Gravendeel, Holland. Leistungsfähiges Gerät in steinfreien Böden.

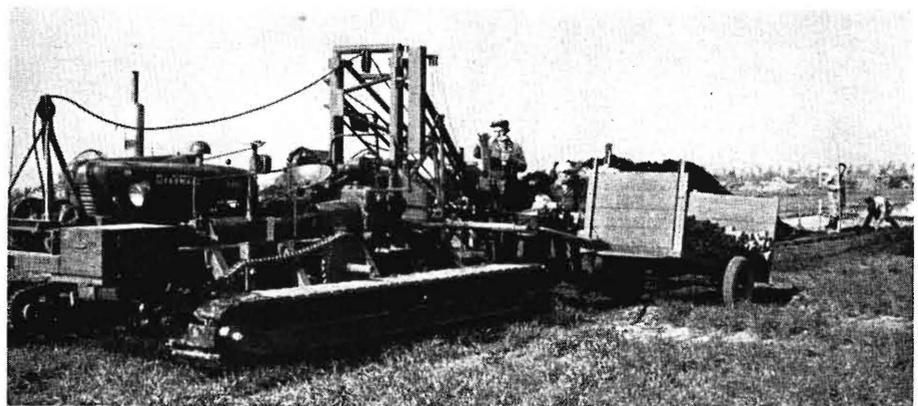


Bild 18. Fräskettenbagger der Firma Van den Ende, Borssele, Holland, mit angehängten Rohr- und Torfwagen.



Bild 19. Der Fräskettenbagger „Trenchhog“ der Firma Arps, New-Holstein, Wisconsin, ist ein Schlepperanbaugerät.
linkes Bild: Kettenfräse ausgehoben
rechtes Bild: Kettenfräse bei der Arbeit
Grabenbreite: 15 bis 50 cm; Maximale Grabentiefe je nach Länge des Kettenbaumes: 120 cm bis 180 cm oder 240 cm.

Diese Vielseitigkeit der Ansprüche macht eine vergleichsweise Gesamtbeurteilung der einzelnen Geräte ziemlich schwierig. Zuverlässige Vergleiche wird man nur anstellen können, wenn man die zu vergleichenden Maschinen vor dieselbe Aufgabe stellt, d. h. also, die verschiedenen Maschinen bei einem größeren Dränprojekt längere Zeit nebeneinander arbeiten läßt. Es ist daher nicht zu verwundern, daß man oft widersprechende Angaben über die Leistungen der einzelnen Maschinen hört. Im allgemeinen wird man solchen Angaben größte Skepsis entgegenzusetzen müssen, und die genauen Bedingungen, insbesondere die Zahl der um die Maschinen herum zusätzlich beschäftigten Menschen, angeben lassen müssen, um zu einer klaren Vorstellung der Bedeutung der genannten Leistung zu kommen. **Tafel 1** zeigt eine Aufstellung, die einen Teil der Untersuchungsergebnisse des Landmaschinen-Instituts Göttingen enthält. Die Zahlen wurden über längere Arbeitsperioden erarbeitet.

Interessant an diesem Vergleich ist einmal der Unterschied im Anschaffungspreis und dann bei der maximal erzielten Dränleistung, daß der Trenchdigger am höchsten liegt, daß aber hinsichtlich der durchschnittlichen Dränleistung pro Tag und Mann der Trenchhog ihm überlegen ist. Das liegt daran, daß der Digger für das Rohreinlegen einen Mann mehr benötigt als der Trenchhog, obgleich bei diesem das Einlegen der Rohre noch ausschließlich Handarbeit ist. Der Aashamer-Pflug steht besonders günstig da, weil er mit allem Zubehör nur etwa halb soviel kostet wie die anderen Dränmaschinen und in der durchschnittlichen Dränleistung diesen kaum nachsteht. Es muß allerdings bemerkt werden, daß die Beobachtungszeit für den Aashamer-Pflug in der Ausführung, in der er diese Leistung erreichte, sich über eine kürzere Arbeitsperiode erstreckte als bei den anderen Maschinen.

Tafel 1. Leistung von Drängeräten (nach v. Hülst).

		Drängerät		
		Trenchhog	Trenchdigger	Aashamer Pflug
Preis des einsatzfähigen Gerätes	DM	40 000,—	58 000,—	2 200,—
Preis des Zubehörs	DM	12 000,—	12 000,—	24 500,—
Gesamtpreis	DM	52 000,—	70 000,—	26 700,—
Maximale Arbeitsiefe	cm	120 bis 240	128	120
Arbeitsbreite	cm	15 bis 50	22 bis 23	18 bis 20
Motorleistung	PS	40	52	je 12
Maximal erzielte Dränleistung	lfd.m	1200	1500	1200
Mittlere Dränleistung/Tag und Mann	lfd.m	124	102	90

Als weitere Probleme seien erstens die Arbeit des Öffnens und Schließens der Dränggräben, zweitens das Problem der Tiefensteuerung auf vorgeschriebenem Gefälle und schließlich das Problem der Rohrverlegung erörtert.

Öffnen und Schließen der Gräben

Bezüglich des Öffnens von Dränggräben besteht die Forderung, daß Gräben bis zu 140 cm, ja 180 cm Tiefe und in Breiten von 18 bis 30 cm in allen vorkommenden Bodenarten vom Moor bis Fels zu jeder Jahreszeit hergestellt werden können. Diese Universalität hat nach den bisherigen Beobachtungen nur das

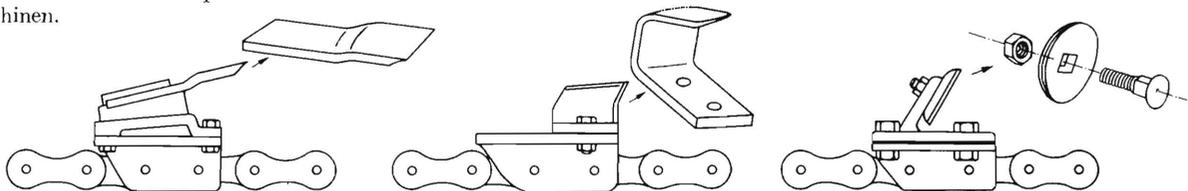


Bild 20. Werkzeugformen des Trenchhog-Kettenfräasers für normalen, bindigen Boden (links), für felsigen oder gefrorenen Boden (Mitte) und für steinigem Boden (rechts).



Bild 21. Holländ. Verfüllgerät mit zwei gegenläufigen Schnecken.



Bild 22. Getreidedrillsuren nach Verfüllen des Grabens mit dem Gerät in Bild 21.

System der Fräskettenbagger erreicht, und zwar deswegen, weil hier die Auswechslung der verschiedenen Werkzeuge für die verschiedenen Bodenarten am leichtesten vor sich geht und weil auch hinsichtlich der Arbeitsbreiten die größten Variationsmöglichkeiten bestehen. **Bild 20** zeigt die drei Werkzeugformen, die beim Trenchhog eingesetzt werden, und zwar für normalen bindigen Boden, für felsigen oder gefrorenen Boden und für ausgesprochen steinigem Boden. Auf das Problem der Verschleißfestigkeit soll hier nicht näher eingegangen werden. Die Verwendung von manganhaltigem Aufschweißmaterial scheint sich rasch durchzusetzen.

Ein besonderer Vorteil der Fräsbagger ist darin zu sehen, daß das Bodenmaterial fein zerkrümelt nach oben gebracht und seitwärts vom Graben abgelegt wird. Auf diese Weise bietet es beim Verfüllen der Gräben, das ja unter Umständen noch am selben Tage folgen kann, einen sehr viel geringeren Widerstand als das klumpig abgelegte Material der Löffel- und Eimerkettenbagger. In **Bild 21** ist ein holländisches Verfüllgerät zu sehen, das aus zwei rotierenden, gegenläufigen Schnecken besteht und eine außerordentlich saubere Arbeit geleistet hat, wie die Getreidedrillsuren in **Bild 22** zeigen.

Die häufigste Art aber, die Dränggräben zu schließen, ist die mittels Planierschild. Es ist ein besonderer Vorteil des Trenchhog, daß er ein Planierschild tragen kann und schnell genug fährt, um die Gräben wieder zu verfüllen, ohne daß der Fräschwanz abgenommen werden muß. Die Leistung, die die Maschine bei dieser Arbeit erzielt, beträgt etwa 1000 m pro Stunde. Der zusätzliche Einsatz einer Planierraupe erübrigt sich. Mit dem Planierschild schiebt man im Winter auch den Schnee zur Seite, fräst dann in den unter dem Schnee meist wenig gefrorenen Boden den Graben ein, verlegt die Rohre und deckt eine Schutzschicht auf diese, um sie gegen Einfrieren zu schützen, bis der Graben wieder geschlossen wird. Es zeigt sich also, daß allein schon die Beweglichkeit der Maschine auf dem Dränfeld von großer wirtschaftlicher Bedeutung ist.

Graben- oder Maulwurfsdränage

Es erhebt sich nun die Frage, ob es denn heute noch zweckmäßig ist, einen Graben aufzufräsen und die Rohre zu verlegen, oder ob nicht das Ziehen von Maulwurfsdrängängen und ihre Verrohrung doch die wirtschaftlichere Methode darstellt. Hierzu ist folgendes zu sagen.

Solange die Kulturtechnik an den Dräntiefen von rd. 1 m festhält, wird die Herstellung von Maulwurfsdrängungen immer die Frage nach dem Vorhandensein einer genügend großen Zugkraft aufwerfen. Man wird dabei nicht ohne Seilwinde und nicht ohne Umlenkrolle auskommen. Das bedeutet, daß das Gerät unhandlich wird, da es sich wegen der auftretenden Zugkräfte nicht um dünne Seile, sondern um Seile mit 18 bis 20 mm Durchmesser handelt. Ferner sind — vorerst wenigstens — erhebliche Vorarbeiten zu leisten, bis die Werkzeuge ausgefahren sind. Schließlich bleibt die große Empfindlichkeit gegen verhärtete Böden sowie Fels- oder Steinbrocken bestehen, mit denen das Maulwurfspflugsystem wohl nie fertig werden wird. Die in die Dränkanäle einzuziehenden Rohre müssen eine besondere Festigkeit haben und sind daher teurer als die Rohre, die nur auf der Grabensohle abzulegen sind. Will man also eine wirklich universelle Maschine, so wird man nicht beim Maulwurfspflug stehen bleiben dürfen, auch schon deswegen nicht, weil dem Querschnitt der Maulwurfsgänge eine gewisse Grenze wegen der begrenzten Zugkraft gesetzt ist. Ob die vom Maulwurfsprinzip etwas abweichende Bauart des sogenannten Hobelmessers von Janert [6] hier neue Möglichkeiten eröffnet, muß noch erprobt werden, da dieses Gerät bisher nicht in Tiefen bis zu 1 m gearbeitet hat.

Geht man jedoch zur Flachdränung über, so dürften die Aussichten für derartige Verfahren etwas günstiger liegen, wobei natürlich dann auch für die Fräsen die Arbeitsbedingungen leichter sind. Alles in allem bekommt man den Eindruck, daß es kein Problem ist, mit den heutigen Grabenfräsmaschinen den Boden auszufräsen. Bei der Herstellung des offenen Grabens durch Grabenfräsen entstehen nach neueren Berechnungen je nach Jahres- und Tagesleistung zwischen 0,40 und 0,70 DM Maschinen- und Lohnkosten je lfd. m. Unter günstigen Bedingungen können diese Kosten wohl auch noch gesenkt werden. Dazu kommt, daß das Verlegen der Rohre im offenen Graben die Kontrolle des richtigen Gefälles erleichtert. Die Wasser- und Bodenverbände als Auftraggeber der Dränageunternehmer sind bei offener Verlegung der Rohre in Gräben weniger mißtrauisch als bei der im Boden nicht sichtbaren Arbeit des Maulwurfspfluges.

Tiefensteuerung der Geräte

Das zweite Problem, das nun erörtert werden soll, betrifft die Tiefensteuerung der Geräte bei der Herstellung von Drängräben und der Verlegung von Rohren. Bisher geschieht diese Tiefenhaltung bei allen Geräten durch Handsteuerung der hydraulischen oder mechanischen Hebe- und Senkvorrichtung, wobei der Fahrer eine durch Visiertafeln abgesteckte Visierlinie im Auge haben muß. Dieses Verfahren ist primitiv und ganz von der Aufmerksamkeit, dem guten Willen und dem Peilvermögen des Fahrers abhängig. Man darf nicht erwarten, daß ein Mensch bei Wind und Wetter von morgens bis abends sich auf eine solch anstrengende Tätigkeit konzentrieren kann. Fehlsteuerungen wirken sich aber meist sehr kostspielig aus, da die Fehler durch Handarbeit behoben werden müssen.

Die erste Firma, die hier neue Wege ging, war Rudolf Sack in Leipzig vor dem letzten Kriege [7]. Sie benutzte eine optische Einrichtung, die es dem Fahrer ermöglichte, auf einer Glasscheibe die Lage eines Richtstrahles zu kontrollieren, nach dem die Tiefenhaltung des Gerätes gesteuert werden konnte. Heute hat die Pflugfabrik Eberhardt in Ulm eine automatische Tiefensteuerung konstruiert, die darauf beruht, daß ein Stahldraht in dem gewünschten Gefälle neben dem zu ziehenden Graben ausgespannt wird, an dem sich die Maschine mittels Taster führt. Der gabelartige Taster, der an dem Draht entlang gleitet, beeinflußt über elektrische Kontakte die hydraulische Tiefensteuerung; durch eine schwenkbare Aufhängung wird der Fräschwanz immer in der Vertikalebene gehalten. Diese Steuerung

bedeutet zweifellos einen großen Schritt vorwärts, da der Maschinenführer nur noch die Funktionen zu kontrollieren und die Maschine geradeaus zu steuern hat. Jedoch scheint das Ausspannen eines Drahtes an jedem Graben auf Stützen, die etwa 8 m Abstand voneinander haben, und das Verlegen des Drahtes in das vorgeschriebene Gefälle mit Spannung mit einem Mehreinsatz von Personal erkaufte zu sein, was die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens in Frage stellen kann. Leider war noch keine Gelegenheit, die Funktion und Leistung dieser Einrichtung näher zu prüfen.

Bezüglich der Automatisierung der Steuerung steht also noch die endgültige Lösung der Aufgabe vor uns. Es bieten sich Verfahren auf optischer Grundlage oder elektronischer Grundlage im Bereich der Kurzwellen an. Eine solche Einrichtung muß den Schleifschuh der Maschine, der die Grabensohle profiliert, so beeinflussen, daß ein gleichmäßiges, vorher einstellbares Gefälle automatisch eingehalten wird, ohne daß infolge von Steinen oder ähnlichen Hindernissen ein Sprung in der Tiefenlage der Grabensohle eintritt. Auch muß das Gefälle an beliebigen Punkten der Strecke (an Knickpunkten) geändert werden können. Die Richte ebene kann eine horizontale oder eine geneigte Ebene sein; dabei ist anzustreben, daß mit einer Einstellung der Apparatur mehrere benachbarte Gräben gezogen werden können. Die Abweichungen von der Soll-Tiefe dürfen nicht größer sein, als sie bei sorgfältiger Arbeit bei Handsteuerung sind. Diese Aufgabe ist für die nach dem Maulwurfsprinzip arbeitenden Maschinen wie für die Grabenfräsen die gleiche.

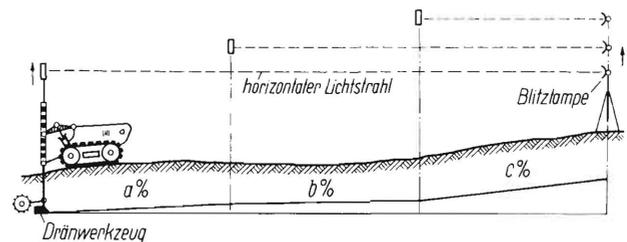


Bild 23. Die Tiefenregelung erfolgt mit Hilfe eines horizontal geblitzten Lichtfächers. Das gewünschte Gefälle wird durch eine wegbabhängige Hydraulik gesteuert (nach einem Vorschlag des Verfassers).

Dem Verfasser schwebt folgende Lösungsmöglichkeit vor. Durch eine Blitzlampe wird am Feldende ein horizontaler Lichtfächer in einer bestimmten Höhe ausgestrahlt, **Bild 23**. Die Lichtblitze werden von einer Optik aufgefangen und horizontal halbiert und damit zwei Stromkreise angeregt. Bei Ungleichheit der Lichtwerte werden über Verstärker die Relaischaltungen für die Höhen- und Tiefensteuerorgane so betätigt, daß sich die Optik, und damit das Dränwerkzeug, in horizontalen Ebenen bewegen. Das durch die Geländeaufnahme vorher festgelegte Gefälle der Grabensohle wird dadurch eingehalten, daß der Abstand zwischen Optik und Dränwerkzeug durch die Umdrehungen eines mitrollenden Fahrrades über die Hydraulik kontinuierlich, d. h. wegbabhängig, verändert wird.

Das maschinelle Rohrverlegen

Das dritte Problem ist das maschinelle Verlegen der Rohre im Boden. Tatsache ist, daß Tonrohre schwer, sperrig und schlecht zu magazिनieren sind. Tonrohre mit 5 cm lichter Weite wiegen 4 kg/m, bei 6,5 cm lichter Weite steigt das Gewicht auf 5,4 kg/m. Demgegenüber wiegt das PVC-Rohr in **Bild 24** in der Herstellungsart von Janert nur 0,1 kg/m.

Ein Beispiel der heutigen Rohrverlegeeinrichtungen für Tonrohre, die in Verbindung mit Grabenziehgeräten ausgebildet wurden, ist das Drängerät von Van den Ende in **Bild 18**. Hier werden von der Dränmaschine zwei Anhängewagen mit

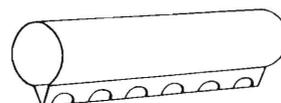


Bild 24. Kunststoffrohr nach Janert [6].

gezogen, von denen der eine die Rohre trägt, der andere Torfmoos oder ein sonstiges Füllmaterial, das den Anforderungen einer guten Wasserführung entspricht.

Das Einziehen der Rohre mit dem Poppelsdorfer Gerät wurde bereits auf Seite 6 gezeigt. Die Versuche des Auslandes mit Zement, Sand, Bitumen u. dgl. werden vom Verfasser wegen der großen Transportgewichte nicht für einen wesentlichen Fortschritt gehalten. Ein Teil dieser Verfahren versagt auch dort, wo im Wasser gearbeitet werden muß. Das Interesse wendet sich deshalb heute mehr und mehr dem Kunststoffrohr zu. Zweifellos ist dieses Rohr korrosionsfest, auch läßt es sich mit genügender Festigkeit herstellen, und es ist leicht. Die Frage ist, ob es nagetierfest ist; dies wurde unseres Wissens noch nicht überprüft. Eine weitere Frage ist, wie der Wasserdurchtritt erfolgen soll. *Janert*, der wohl am weitesten hinsichtlich der Verarbeitung von Kunststoff für Dränrohre ist, biegt das Rohr beim Verlegen aus einer Folie und läßt das Wasser von unten durch einen schmalen Spalt, der im Abstand von einigen Zentimetern durch halbrunde Aussparungen erweitert wird, Bild 24, eintreten. *Janert* legt Wert darauf, daß der Spalt für den Wasserdurchtritt nur an der Unterseite liegt, um ein Hineinwachsen von Wurzeln auszuschließen. Er vertritt die Ansicht, daß die Pflanzenwurzeln nicht nach oben wachsen, sondern nur nach unten und horizontal. Die Verengung des Querschnitts nach unten gibt auch bei geringer Wasserführung hydraulisch günstige Verhältnisse.

In Westdeutschland werden Versuche gemacht, vorgefertigte Rohre mit 100 bis 150 m Länge einzulegen. Solche Rohre werden gerollt oder auf Kabeltrommeln aufgewickelt zum Versand gebracht. Bei der praktisch heute noch bestehenden Temperaturempfindlichkeit des Kunststoffes wird man beim Versand und der Lagerung im Freien Rücksicht darauf nehmen müssen, daß keine zu starke Erwärmung eintritt, die eine Dauerverformung des Rohres zur Folge haben könnte. Der Versand und die Handhabung von solchen auf Trommeln aufgespulten Rohren ist aber noch nicht ideal. Vielmehr ist anzustreben, daß das Rohr an Ort und Stelle aus Folien hergestellt wird. Allerdings ist die Frage, ob man wie *Janert* das Dränggerät durch die Rohrfertigung mit elektrischer Beheizung erheblich komplizieren soll oder ob es günstiger wäre, einen Werkstoff zu verwenden, bei dem eine solche Beheizung nicht mehr nötig ist und der trotzdem als Folie bequem und raumsparend zu transportieren ist. Vorschläge für solche Ausführungen liegen auch bereits vor.²⁾

Was kann durch die Mechanisierung der Verrohrung gewonnen werden? Heute werden für die Verrohrung mindestens drei Mann und ein Fahrzeug zum Ausfahren der Rohre an den Gräben entlang und zum Fertigverlegen benötigt. Die Leistung der Dränmaschine hängt sehr stark von der Schnelligkeit der Verlegung der Rohre ab, insbesondere da, wo entweder offenes Wasser zu Tage tritt, besonders aber auch dort, wo der Boden schlecht steht und die maschinell hergestellten Gräben mit ihren senkrechten Wänden nach wenigen Stunden oder Minuten einzufallen drohen. Der Technik ist es gelungen, die Herstellung der Dränggräben vollkommener zu mechanisieren. Auch das Verfüllen ist mechanisch innerhalb kürzester Zeit möglich, dagegen ist für die Verrohrung der Gräben noch ein großer Handarbeitsaufwand nötig. Erst wenn dieser Aufwand wesentlich reduziert wird, kann

²⁾ Zwischen Vortrag und Drucklegung ist noch folgendes Verfahren bekanntgeworden:

In Holland wurde von der Nederlandsche Heidemaatschappij in Zusammenarbeit mit dem Kulturtechnischen Dienst und dem Institut für Kulturtechnik und Wasserhaushalt ein Verfahren entwickelt, bei dem 6 m lange vorgefertigte Rohre aus PVC verwendet werden, Bild 25. Die Rohre werden über dem Dränggerät gelagert, in einem Führungsrohr in den Schül des Dränggerätes geleitet und auf der Dränggrabensohle abgelegt. Ein Ende des PVC-Rohres ist aufgeweitet, so daß die Rohre sich bequem von einem Mann, der auf der Maschine steht, ineinanderschoben lassen. Das Rohr hat eine lichte Weite von 40 mm, ist also nur für Sauger geeignet. Es hat eine Wanddicke von 0,8 mm und etwa 40 mm lange und 0,6 mm breite Längsschlitz, die in vier Reihen um das Rohr verteilt sind. Die gesamte Schlitzfläche/lfd.m beträgt 9 cm². Nach den holländischen Untersuchungen sollen die hydraulischen Eigenschaften dieser Kunststoffrohre besser sein als die der Tonrohre. Auch glaubt man, daß eine Verockerung der Rohre wegen der glatten Wände weniger zu befürchten ist. Der Hauptnachteil dieses Plastikmaterials scheint noch der Preis zu sein. In Deutschland wird dieses Rohr zur Zeit mit 0,70 DM/lfd.m angeboten, der Preis für Tonrohre beträgt dagegen nur etwa 0,30 bis 0,35 DM/lfd. m.

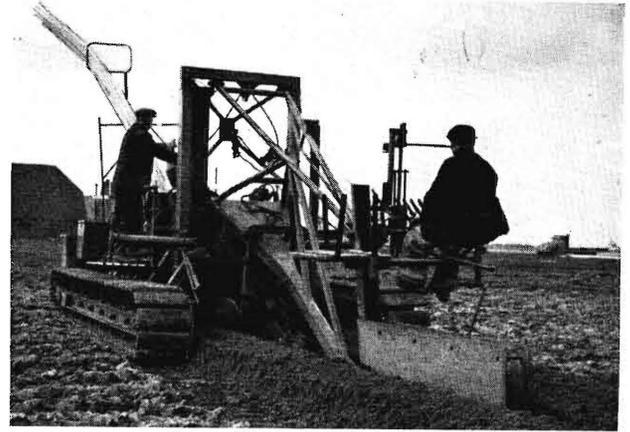


Bild 25. Verlegen von 6 m langen vorgefertigten Kunststoffrohren mit einer umgebauten Dränmaschine *Van den Ende*.

eine Leistungssteigerung der Dränmaschinen und eine weitere Kostensenkung erwartet werden.

Im vorstehenden wurden einige Einblicke in die Fragen und Aufgaben vermittelt, mit denen das Göttinger Landmaschinen-Institut bezüglich der maschinellen Dränung beschäftigt ist. Mancher mag vielleicht denken, daß die Ausstattung von Dränmaschinen mit empfindlichen optischen oder elektronischen Apparaturen eine Fehlentwicklung sei, da die Störanfälligkeit der Geräte zu groß wäre und die Instandsetzung nur von speziellen Fachkräften vorgenommen werden könne. Nun, die Störfälle können durch Austauschheiten herabgesetzt werden, und was den Ausbildungsstand der Maschinenführer betrifft, so werden künftig wohl ganz allgemein höhere Qualitäten von dem in der Landwirtschaft arbeitenden Maschinenführer verlangt werden müssen.

Nun wird bisher nicht das ganze Jahr dräniert. Mit Schnee und Frost werden unsere heutigen Fräsbagger fertig; die untersuchten Maschinen haben in den letzten beiden Wintern kaum stillgelegen. Aber die Sommerpause wird von den Landwirten wohl noch lange erzwungen werden, obgleich der Flurschaden vielfach überschätzt wird und man durch geschickte Anpassung der Fruchtfolge an die Dränplanung die Arbeitsunterbrechung weiter kürzen kann.

Die Dränunternehmer werden deshalb mit Recht bemüht bleiben, ihre Maschinen während des Sommers anderweitig einzusetzen. In der Landwirtschaft kommen dafür Grabenreinigungsarbeiten und Wegebau in Frage. Es ist daher durchaus denkbar, daß Konstruktionen entstehen, die eine Austauschbarkeit des Grabaggregates gegen ein solches für Grabenreinigung, Grabenherstellung oder auch gegen Aufreißer, Grader u. dgl. ermöglichen. Das wird bei Dränmaschinen, die als Grundgerät etwa einen starken Schlepper unverändert enthalten, leichter sein als bei denen, die schon weitgehende Änderungen zugunsten des Spezialzwecks getroffen haben.

Schrifttum

- [1] *Jenner*: Die volkswirtschaftliche Bedeutung der Dränung in Deutschland. Denkschrift des Fachnormenausschusses Wasserwesen, 1960.
- [2] *Vormfelde, K.*: Der Poppelsdorfer Dränbau. Kulturtechniker **33** (1930) 207/211.
- [3] *Oehler*: Das Dränverfahren der Firma Rud. Sack. Kulturtechniker **33** (1930) 581/587.
- [4] *Ede, A. N.*: Continuously formed concrete tube for drainage. *Agricult. Engng.* **38** (1957) 864.
- [5] *Busch, C. D.*: Low cost subsurface drainage. *Agricult. Engng.* **39** (1958) 92.
- [6] *Janert, H.*: Der Greifswalder Rohrpfug und seine Arbeitsweise. *Wasserwirtschaft-Wassertechnik* (1955) S. 123/150.
- [7] *Sack, H.*: Ein neues Dränverfahren. Diss. T. H. Danzig 1933.
- [8] *de Jager*: Rapport Plastic Buizen. Nederlandsch Heidemaatschappij 1960.
- [9] *Gallwitz, K. und H. v. Hülst*: Mechanisierung der Dränarbeiten. Jahresbericht des Kuratoriums für Kulturbauwesen 1959. S. 18/26.