Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Vermessung, Kulturtechnik und Photogrammetrie = Revue technique suisse des mensurations, du génie rural et de la photogrammétrie

Herausgeber: Schweizerischer Verein für Vermessungswesen und Kulturtechnik = Société suisse de la mensuration et du génie rural

Band: 65 (1967)

Heft: 8

Artikel: Probleme bei der Verlegung von Kunststoffdränungen

Autor: Kowald, R.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-221533

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 09.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Schrifttum

Knobloch: Überlegungen zur Klassifizierung von Kunststoff-Dränrohren. Wasser und Boden, Heft 11/1965, S. 376–378.

Knobloch: Betrachtungen zur Scheiteldruckfestigkeit von Kunststoff-Dränrohren. Wasser und Boden, Heft 4/1966, S. 109–110.

Knobloch: Die Melioration nasser Böden in allgemeiner Sicht. Wasser und Boden, Heft 12/1964, S. 403–405.

Knobloch: Styromull, ein Filterstoff. Wasser und Boden, Heft 12/1966.

Knobloch: Der Einsatz synthetischer Bodenverbesserungsmittel im Meliorationswesen. Zeitschrift für Kulturtechnik und Flurbereinigung, Heft 1/1967.

Probleme bei der Verlegung von Kunststoffdränungen

Von R. Kowald

Zusammenfassung

Kunststoffdränrohre werden den Tondränrohren gegenübergestellt und deren Anwendung auf Grund von Erfahrungen in der Deutschen Bundesrepublik verglichen. Fragen der Materialprüfung, der Verlegung, der Arbeitswirtschaft sowie der Kosten werden näher erörtert. Verschiedene Faktoren sind bei einer Beurteilung des Rohrmaterials zu berücksichtigen. Abschließend werden einige Spezialdränmaschinen und neue Filterstoffe beschrieben.

Résumé

Dans cet article on compare les drains en matière plastique à ceux en terre cuite. Leurs applications sont examinées sur la base de l'expérience rassemblée en Allemagne. Dans ce cadre on discute les problèmes d'essai des matériaux, d'économie, de mise en place, de frais. Plusieurs facteurs sont mis en évidence comme critères pour le choix de la matière première. L'article se termine par la description de plusieurs machines de drainage spéciales ainsi que de nouvelles matières filtrantes.

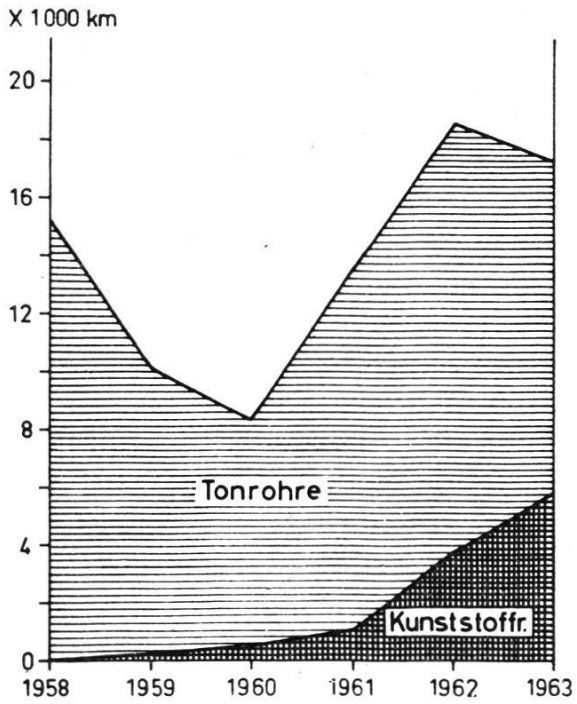
Während das Tondränrohr im Laufe seiner langen Geschichte eine gewisse Monopolstellung besaß, ist ihm im letzten Jahrzehnt ein ernsthafter Konkurrent erwachsen. Es ist das Kunststoffdränrohr. Die heute im Dränwesen am meisten gestellte Frage ist wohl, ob das Kunststoffdränrohr dem Tonrohr gleichwertig, über- oder unterlegen ist. Bedenkt man, wie vielschichtig dieses Problem sein kann, zum Beispiel welches Rohr vorzuziehen ist bezüglich Preis, Arbeitsaufwand, hydraulischer Leistung, Stabilität, Lebensdauer, Verschlammung, Verockerung usw., und wie relativ jung das Kunststoffdränrohr ist, so muß man zu der Ansicht gelangen, daß diese Frage noch nicht eindeutig beantwortet werden kann. Man kann sie heute allenfalls für einen ganz speziellen Fall beantworten.

Das Kunststoffdränrohr hat innerhalb weniger Jahre einen relativ großen Marktanteil erobern können. In Holland zum Beispiel nahm der Anteil der mit Kunststoff ausgeführten Dränungen sehr schnell zu, bis es im letzten Jahr zu einer gewissen Stagnation kam (Darstellung 1).

Für diese Erscheinungen sind nach *van Someren* [1] im wesentlichen zwei Ursachen zu nennen:

1. Durch die plötzliche, starke Zunahme der Anlage von Dränungen herrschte zeitweise ein empfindlicher Mangel an Tonrohren.
2. Die Verwendung der leichteren und längeren Kunststoffrohre ermöglicht eine weitere Mechanisierung der Dränarbeiten und damit eine Einsparung an Arbeitskräften.

Es soll nun versucht werden, die Kunststoffdränrohre und ihre Anwendung zu beschreiben und sie den Tondränrohren vergleichend gegenüberzustellen.



Darstellung 1 (nach *van Someren*)

In Deutschland gibt es zurzeit drei Rohrtypen, die eine größere Bedeutung besitzen:

1. Das Tondränrohr
2. Das glatte PVC-Rohr
3. Das gewellte PVC-Rohr

Auf das Polyäthylenrohr, das bis vor einiger Zeit noch eine gewisse Bedeutung hatte, soll hier nicht näher eingegangen werden.

Die charakteristischen Werte der einzelnen Rohrtypen wurden in Tabelle 1 zusammengestellt.

Tabelle 1

Stand Oktober 1966 (Stand Januar 1964)
Nennweite 50 mm

	Firma	Preis pm DM	Wandstärke mm	Gewicht kg	Länge m
Tonrohr		0,32–0,45	10–12	3,0–3,9	0,333
Glattes PVC-Rohr	Wavin	0,81 (0,81)	1,0 (1,0)	0,222 (–)	6 (6)
	Rehau	0,81 (0,81)	1,3 (1,0)	0,278 (0,230)	5 (5)
Gewelltes PVC-Rohr	SBF	0,45 (0,70)	–	0,175 (0,175)	250 (250)
	Hegler	0,80–0,48	0,6	0,175	200

1. Prüfung der Kunststoffdränrohre

Seit einigen Jahren werden die Kunststoffdränrohre in Deutschland im Auftrage des Kuratoriums für Kulturbauwesen von zwei Instituten geprüft. Die Prüfung der mechanischen Eigenschaften führt Herr Prof. Dr. *Gallwitz,* Göttingen, durch, die der hydraulischen Eigenschaften Herr Prof. Dr. *Zimmermann,* Braunschweig. Daneben wurden und werden von verschiedenen anderen Instituten Feld- und Laborversuche durchgeführt. In Niedersachsen wurde eine Verordnung erlassen, nach der jede vom Staat bezuschußte Dränung, die mit Kunststoffdränrohren ausgeführt wurde, genehmungspflichtig war. Auf diese Weise wollte man alle Dränungen mit Kunststoffdränrohren erfassen, um durch spätere Kontrolle einen Einblick in die Eignung dieses Rohres zu gewinnen.

Die Untersuchungsergebnisse über mechanische Eigenschaften sind in einer Arbeit von *Schlünsen* [2] zusammengestellt.

Die Untersuchungen bezogen sich auf Belastungsfaktoren, wie sie in der Praxis auftreten. Es sind dies Schlag, Biegung und Druck. Auf diesen Ergebnissen beruht der Vorschlag, nach dem heute in Deutschland Dränrohre geprüft werden. Um eine Vorstellung von den Anforderungen zu vermitteln, die man heute an Kunststoffdränrohre stellt, sollen kurz einige Prüfmethoden beschrieben werden.

Methode zur Bestimmung der Schlagfestigkeit: Es werden 40 Rohrstücke von je 200 mm Länge einzeln geprüft. Sie werden für 30 Minuten in Eiswasser aufbewahrt und unmittelbar danach im Prüfgerät getestet. Zu diesem Zweck werden sie in das in einen Hartholzblock gefräste Prisma gelegt. Das Gewicht des Fallhammers beträgt 400 g, seine Fallhöhe 750 mm. Bei Anwendung der Step-by-Step-Methode dürfen nicht mehr als zwei der Prüflinge unter 750 mm Fallhöhe zersplittern oder über die ganze Länge aufreißen. «Es zeigte sich, daß die Schlagfestigkeit eines

Rohres nicht nur vom Ausgangsmaterial abhängt, sondern auch von der Rohrform, dem Rohrdurchmesser, der Temperatur, der Fallhöhe, dem Fallgewicht, der Wandstärke und in besonderem Maß von der Anordnung der Schlitzöffnungen und damit dem Verhältnis der Schlitzlänge zur Steglänge.»

Methode zur Bestimmung der Biegefähigkeit: Die Biegefähigkeit wird beeinflußt von der Rohrform, dem Material, der Temperatur und der Schlitzanordnung. Sie wird wie folgt ermittelt: Zwei Rohre von je 500 mm Länge werden mit einer Muffe verbunden. Drei solcher Prüflinge werden getestet. Sie werden 30 Minuten in Eiswasser gelagert und unmittelbar danach mittels eines durch das Rohr geführten Seiles um eine Radiusschablone von 1,75 m gebogen. Diese Radiusschablone ist zylindrisch ausgebildet. Das Rohr darf weder knicken noch zersplittern. Die Muffenlänge hat einen großen Einfluß auf die Biegefähigkeit. Waren sie 35 mm lang, rissen sie auf, sobald der Biegeradius kleiner als 1,40 m wurde. Muffen von 45 mm Länge waren wesentlich günstiger. Bei einer Länge von 60 mm brachen die Rohre, bevor die Rohrenden aus den Muffen rissen. Die aufschraubbaren Muffen der gewellten Rohre hielten sehr fest. Untersuchungen mit einer arithmetischen Spirale ergaben Biegeradien von 1,20 m bis unter 0,75 m, wobei die glatten PVC-Rohre die größten und die gewellten PVC-Rohre die kleinsten Biegeradien aufwiesen.

Methoden zur Bestimmung der Scheiteldruckfestigkeit: In das in einem Hartholzblock eingefräste Prisma wird ein Rohrstück von 20 cm Länge gelegt. Auf dieses wird eine in vertikaler Richtung bewegliche Platte gelegt, die mit dem gewählten Gewicht belastet wird. Die Deformation wird an einem Meßgerät abgelesen. Die Rohre werden mit einem Druck von 1 kg/cm belastet. Die Messung erfolgt am belasteten Rohr nach 20 Tagen. Die Deformation, das heißt die Abflachung des Rohres, darf nicht mehr als 22 % des ursprünglichen Rohrdurchmessers betragen. Der angewandte Druck beträgt pro Meter das Dreifache des Rohrdurchmessers (mm) in Kilogramm. Bei einem 4-cm-Rohr entspricht das 1,2 kg/cm. Die Dauer der Belastung beträgt nur 1 Minute. 1 Minute nach Aufhebung der Belastung soll das Rohr mindestens $^{9}/_{10}$ seines ursprünglichen Durchmessers aufweisen.

In England wird folgende Prüfmethode angewandt: Ein Rohr wird 7 Tage belastet. In dieser Zeit wird die Abnahme der Widerstandskraft gemessen. Diese Abnahme ist das Maß der Druckfestigkeit.

2. Das Merkblatt über Kunststoffdränrohre

Im Jahre 1963 gab der Ausschuß für die Mechanisierung der Dränarbeiten im Kuratorium für Kulturbauwesen ein «Merkblatt über Kunststoffdränrohre» heraus. In diesem wird die Erarbeitung von Richtlinien für die Verwendung von Kunststoffdränrohren empfohlen, bei der die im Merkblatt genannten Hinweise über Material, Ausführungsform und Behandlung usw. berücksichtigt werden.

In diesem Merkblatt über Kunststoffdränrohre von 1963 empfiehlt der Ausschuß für die Mechanisierung der Dränarbeiten unter anderem, folgende Hinweise zu beachten:

Kunststoffdränrohre bestehen nach dem gegenwärtigen Stand der Entwicklung (1963) aus Polyvinylchlorid-hart (PVC-hart) oder Polyäthylen-hart (PE-hart). Die glatten Kunststoffdränrohre werden in Längen von 5 und 6 m, die gerillten als Ringbunde in Längen bis zu 300 m geliefert. Die Wassereintrittsöffnungen sind Schlitze oder Löcher, die meist um 90 oder 120° versetzt sind. Zum Transport sollen die Rohre gebündelt und an den Enden verpackt werden, um Transportschäden zu vermeiden. Die Rohre dürfen nicht vom Transportfahrzeug abgekippt werden. Sie sollen auch möglichst nicht geworfen oder gestoßen werden. Bei niedrigen Temperaturen (um 0 °C) sind sie mit größter Sorgfalt zu behandeln, da PVC-Rohre bei diesen Temperaturen sehr schlagempfindlich sind. Bei der Verlegung sind die Rohre in den Muffen bis zum Anschlag ineinander zu stecken oder ineinander zu schrauben. Da das Nachrichten der Rohre schwieriger ist als bei Tonrohren, ist auf sorgfältige Herstellung eines sauberen Profils der Grabensohle besonderer Wert zu legen. Die Kunststoffdränrohre sollen, auch wenn sie mit einem Filterstoff umhüllt sind, vorsichtig mit Mutterboden abgedeckt werden. Hierdurch wird auch erreicht, daß die Rohre in Drängräben, die sich schnell mit Wasser füllen, nicht aufschwimmen.

Kunststoffdränrohre sind – ebenso wie Dränrohre aus Ton – in zur Verschlämmung neigenden Böden durch Filterstoffe gegen Einschläm-

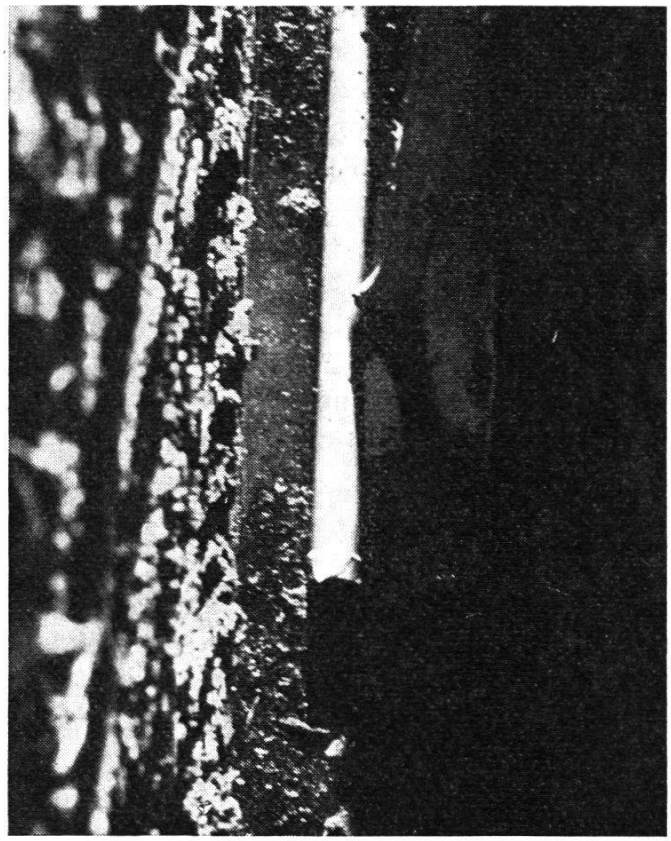


Abb. 1: Rohr mit gebrochener Muffe

mung feinster Bodenteilchen zu schützen! Die für die Anschlüsse erforderlichen Löcher sind mit einem Glockenbohrer herzustellen.

Die Ausmündungsstücke sollen mindestens 1 m lang sein und sind durch Manschetten oder ähnliches gegen Herausziehen zu sichern. Um die Ausmündungsstücke vor Zerstörung zu schützen, sollten sie mit Beton ummantelt werden.

3. Verlegung der Dränrohre

Die Tondränrohre werden bekanntlich lose voreinander gelegt. Die entstehenden Stoßfugen dienen dem Eintritt des Wassers in das Rohr. Die Kunststoffdränrohre benötigen keine Stoßfugen, da sie auf ihrer ganzen Länge mit Schlitzen oder Löchern versehen sind. Sie werden daher nicht lose voreinander gelegt, sondern durch Muffen miteinander verbunden. Diese Muffen sind bei glatten Kunststoffrohren aufgeklebt oder neuerdings angeformt. Bei gewellten Rohren sind sie lose und wurden früher aufgeschoben. Seitdem die Rippen spiralig verlaufen, werden sie aufgeschraubt. Sie müssen, vor allem bei glatten Kunststoffrohren, eine gewisse Länge besitzen, da sie sonst bei Biegebeanspruchungen des Rohres leicht brechen.

Für die Einmündung eines Saugers in einen Sammler gibt es bei Tondränrohren Astrohre oder Loch- und Hakenrohre. Ähnliche Formstücke werden auch sowohl für glatte als auch für gewellte Kunststoffrohre hergestellt. Es sind dies in erster Linie Einführungswinkel und T-Stücke. Die Öffnungen zum Einstecken der Einführungswinkel werden mit Hilfe einer Sägeglocke hergestellt, die von den Kunststoffrohrfirmen geliefert wird.

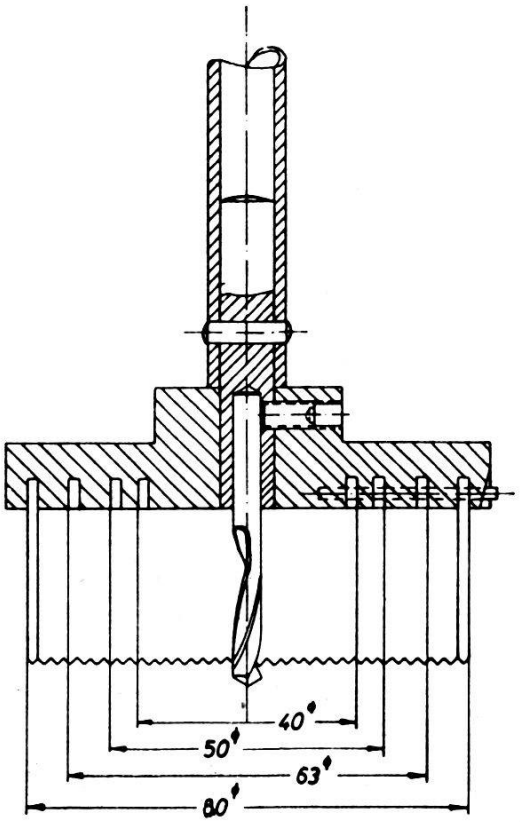


Abb. 2: Sägeglocke

Für den Übergang von einer Rohrweite auf eine andere werden Reduziermuffen verwendet, die einen exakten Anschluß der Rohre gewährleisten. Das Ende eines Dräns sollte mit einem Verschlußstopfen versehen werden, um auf diese Weise zu verhindern, daß Boden in das Rohr eindringt.

Von verschiedenen Firmen werden Ausmündungsstücke aus Kunststoff hergestellt. Sie haben eine Länge von 1 bis 2 m und sind gewöhnlich mit einer Froschklappe versehen. Der Preis für ein Ausmündungsstück 6,5 cm lichter Weite schwankt, je nach Hersteller und Ausführung, zwischen DM 9.– und DM 28.–.

4. Die Arbeitswirtschaft der Rohrdränung

Der Vorteil des Kunststoffdränrohres liegt in erster Linie auf arbeitswirtschaftlichem Gebiet. Die Unterschiede zwischen dem Ton- und dem Kunststoffrohr, die in diesem Zusammenhang interessieren, sind Gewicht, Länge und Preis (Tabelle 2).

Tabelle 2

5 cm lichte Weite

Rohrtyp	Gewicht kg/m	Länge m	Preis DM/m
Tonrohr	3–3,9	0,33	0,32
Glattes PVC-Rohr	0,22–0,28	5–6	0,81 (0,45)
Gewelltes PVC-Rohr	0,18	250	0,45

Auf die Wirkung und die Lebensdauer der Ton- und Kunststoffrohrdränungen soll hier nicht eingegangen werden. Es soll hier lediglich der Versuch unternommen werden, die Frage zu klären: Welches Rohr ist bezüglich der Arbeitswirtschaft beziehungsweise der Dränkosten am günstigsten? Jede Rohrart erfordert für seine Verlegung eine Arbeitsorganisation, die seinen Eigenschaften entspricht. Wird bei einem Arbeitsprozeß ein altes Material durch ein neues ersetzt, so muß gleichzeitig der gesamte Arbeitsprozeß daraufhin geprüft werden, ob die Eigenschaften des neuen Materials kostensenkende Änderungen im Arbeitsprozeß erlauben. Diese Überlegungen sind um so wichtiger, je teurer das Material gegenüber dem alten ist. Die Kunststoffdränrohre unterscheiden sich von den Tondränrohren – wenn man die Wirksamkeit und Lebensdauer unberücksichtigt läßt – in erster Linie durch ihre größere Länge, ihr geringeres Gewicht und ihren höheren Preis.

Welche Folgerungen ergeben sich daraus für die einzelnen Arbeitsprozesse bei der Weiterverarbeitung der drei Rohrarten?

Der Vollständigkeit halber sollen einige Entwicklungen auf dem Gebiet des Rohrtransportes kurz genannt werden. Wieviel beziehungsweise wie wenig die Transportverhältnisse in Holland und Deutschland mit denen

Abb. 3: Transportfahrzeug für Tondränrohre

in der Schweiz übereinstimmen, sei dahingestellt. Wahrscheinlich ist das Transportproblem in der Schweiz viel schwerwiegender und darum von wesentlich größerer Bedeutung.

4.1 Transport der Dränrohre

In den früheren Jahren wurden die Tonrohre fast ausschließlich von einem Lastwagen der Fuhrunternehmer oder von Fahrzeugen der Bauern

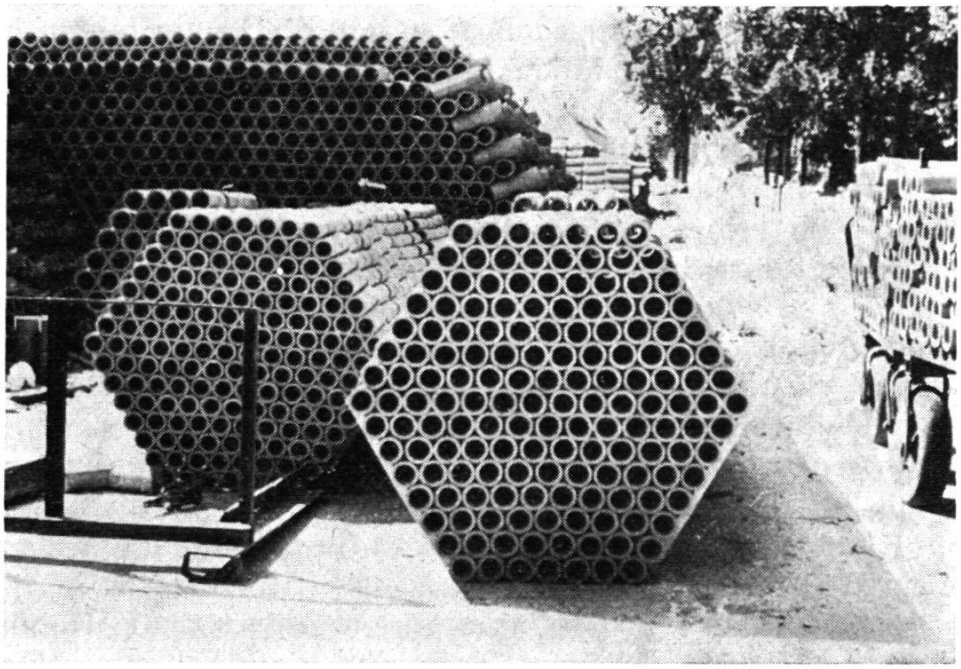


Abb. 4: Rohrpakete

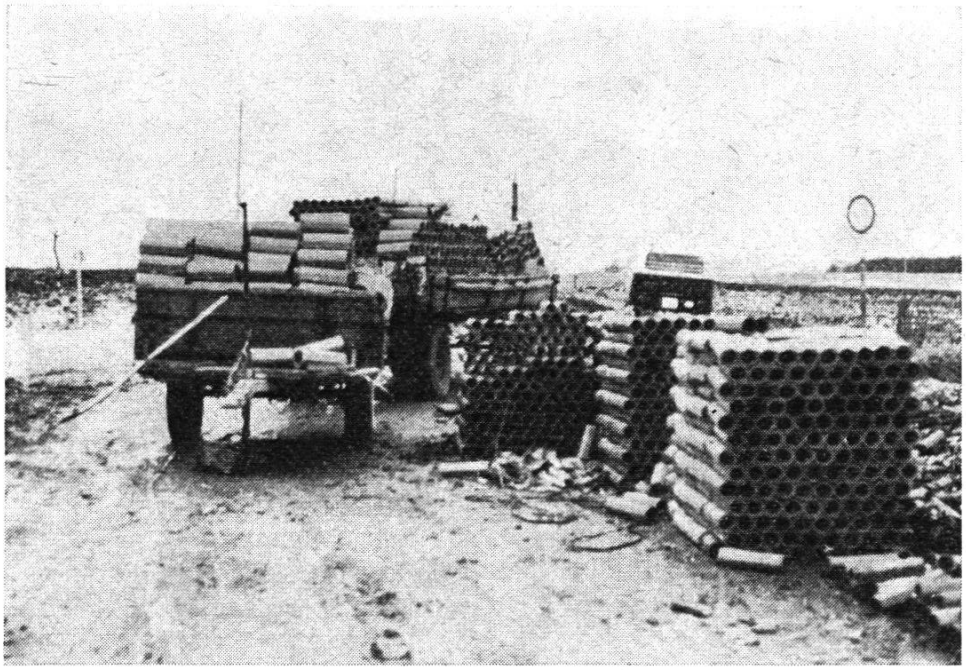


Abb. 5: Rohrpakete

transportiert. Die Rohre wurden in der Ziegelei von Hand aufgeladen und auf der Baustelle von Hand abgeladen. Es war also sehr viel Handarbeit erforderlich. Heute versucht man einen großen Teil dieser Handarbeit durch die verschiedensten Mittel einzusparen. Das größte deutsche Dränrohrwerk transportiert heute den größten Teil seiner Rohre in werkseigenen Spezialfahrzeugen.

Sie bestehen aus dem eigentlichen Fahrzeug mit einem Hebezeug und losen Behältern. Diese Behälter werden im Werk von Hand gefüllt und mittels Hebezeug auf das Fahrzeug gehoben. An der Baustelle wird der Behälter vom Fahrzeug gehoben und die hintere Klapptür geöffnet. Darauf wird der vordere Teil angehoben, so daß die Rohre hinten herausrutschen. Durch dieses Verfahren entfällt vollkommen die Handarbeit für das Abladen. Außerdem verkürzt sich die Standzeit für das Fahrzeug.

Ein anderes, neues Verfahren besteht darin, die Rohre auf Paletten zu transportieren. Ein Nachteil bei diesem Verfahren besteht darin, daß eine zusätzliche Fahrt eines Transportfahrzeuges erforderlich ist, um nach Verbrauch der Rohre die Paletten wieder abzuholen.

Vor allem in Holland führte man Versuche mit pakettierten Rohren durch und empfahl, Pakete mit 22 Rohren zu verwenden. Deutsche und holländische Firmen liefern heute die Rohre in größeren Paketen, die durch Bänder zusammengehalten werden.

Zurzeit werden von uns Untersuchungen über die Verwendung größerer Pakete mit 300 bis 400 Rohren durchgeführt. Während die kleinen Pakete von Hand verladen werden können, ist für die Verladung der großen Pakete ein Hebewerkzeug erforderlich.

Der Transport der Kunststoffdränrohre erfordert wenig Handarbeit, aber mindestens ebensoviel Sorgfalt. Es sind hierbei die im «Merkblatt über Kunststoffdränrohre» genannten Empfehlungen zu beachten.

4.2 Die Herstellung der Dränung

Es soll von der Annahme ausgegangen werden, daß die Transportfahrzeuge bis an das zu dränende Feld heranfahren können. Im Frühjahr und Herbst, das heißt in den Hauptdränzeiten, ist es oft nicht möglich, da die Wege zu aufgeweicht sind. Das gilt zum Beispiel in starkem Maß für die deutschen Marschgebiete mit ihren kolloidreichen Böden. Aus diesem Grund wird dort infolge einer engen Zusammenarbeit zwischen den Meliorationsverbänden, den Wasserwirtschaftsämtern und der Industrie ein großer Teil des Materials, das erst im Frühjahr benötigt wird, schon im Winter bei Frost an die zukünftigen Baustellen gefahren. Auf diese Weise ist es möglich, das Material unmittelbar an der Baustelle abzuladen und außerdem eine Schädigung des Bodens durch die schweren Transportfahrzeuge zu vermeiden.

Bei einem arbeitswirtschaftlichen Vergleich der Verwendung von Ton- und Kunststoffdränrohren kann man also davon ausgehen, daß das Material an einem Platz auf dem zu dränenden Feld liegt. Bei zweckmäßiger Organisation können die Lieferfirmen ohne zusätzliche Arbeitskräfte des Bauherrn, wie zum Beispiel früher für das Abladen der Rohre von Hand, auskommen.

Es soll hier versucht werden, einige Kostenvergleiche aufzustellen. Die Werte dieser Kostenvergleiche besitzen auch für Deutschland in keiner Weise Allgemeingültigkeit. Mit ihrer Hilfe soll lediglich versucht werden, Tendenzen aufzuzeichnen. Es ist leicht einzusehen, daß es unmöglich ist, allgemeingültige Werte zu nennen, wenn man weiß, daß einige Kunststoffrohrhersteller unter Umständen bis zu 45% Rabatt auf ihre Preise gewähren. Bei diesen Kostenvergleichen werden die Kosten, die bei der Verlegung aller Rohrarten gleich sind, wie Amortisation der Maschinen, Unternehmergewinn, Filter, Verfüllen der Gräben usw., nicht berücksichtigt.

Es soll in folgender Reihenfolge vorgegangen werden:

1. Von Hand
2. Durch Löffelbagger
3. Durch Grabkette (Fräse)
4. Durch Dränmaschinen
5. Durch Spezialmaschinen

Hierbei muß berücksichtigt werden, daß die Kunststoffdränrohre zum Teil speziell für die Verlegung mittels einer Dränmaschine entwickelt wurden. Das bedeutet naturgemäß, daß sich ihre Eigenschaften, vor allem bei der Verwendung einer Dränmaschine, günstig auswirken. Um die Betrachtung zu vereinfachen, sollen in den Kostenvergleichen nur die Arbeiten berücksichtigt werden, die für die Herstellung eines Drängrabens und das Verlegen der Rohre erforderlich sind.

Bei den folgenden Kostenvergleichen wird eine Arbeitsstunde mit DM 8.– angesetzt, bei einem durchschnittlichen Stundenlohn von DM 4.20.

In jedem Fall ist es angebracht, die Tondränrohre vor Beginn der eigentlichen Dränarbeiten vom Lagerplatz an den auszuhebenden Drän-

graben heranzufahren. Hierfür werden zweckmäßigerweise zwei Arbeiter und ein Schlepper mit Anhänger eingesetzt. Sie benötigen für das Ausfahren von 3000 Rohren = 1000 m Drän ca. 4 Stunden. Dadurch entstehen Kosten von DM 104.–. Davon sind DM 64.– Arbeitskosten und DM 40.– Schlepperkosten.

4.21 Handarbeit

Bei der Herstellung einer Dränung von Hand ist häufig folgende Arbeitsorganisation zu finden:

Vor Beginn der Dränarbeiten werden die Tonrohre vom Lagerplatz an den auszuhebenden Drängraben gefahren. Zwei Arbeitskräfte mit einem Schlepper benötigen für das Verteilen von 3000 Tondränrohren = 1000 m Drän durchschnittlich 4 Stunden. Bei der Verwendung von Kunststoffdränrohren entfällt ein großer Teil dieser Arbeit. Eine Dränkolonne bestand in Norddeutschland häufig aus drei Arbeitern. Der erste Arbeiter gräbt vor, der zweite nimmt den letzten Spatenstich heraus und glättet die Sohle, der dritte verlegt die Rohre, deckt sie mit einem Filterstoff ab und versticht den Drängraben.

Bei der Verwendung von Kunststoffdränrohren ist der dritte Arbeiter in der Lage, nicht nur die Rohre zu verlegen, sie mit Filterstoff abzudecken und den Drängraben zu verstechen, wie bei einem Tondrän, sondern auch die Rohre vom Lagerplatz zu holen. Außerdem wird ihm noch Zeit für andere Arbeiten verbleiben. Es werden also für 1000 m Drän mindestens die 8 Arbeitsstunden und 4 Schlepperstunden für das Verteilen der Rohre eingespart. Die Frage ist nun, ob der Mehrpreis für das Kunststoffrohr durch die Arbeitskostenersparnis aufgefangen werden kann.

Da die Verhältnisse, vor allem bei der Handarbeit, sehr unterschiedlich sind, soll auf einen Kostenvergleich für diese Arbeitsform verzichtet werden.

4.22 Löffelbagger

In Hessen rechnet man für einen Löffelbagger mit einer mittleren Tagesleistung von 300 m. Erforderlich sind hierfür mindestens drei Arbeitskräfte:

1 Maschinenführer
1 Sohlenhersteller
1 Rohrverleger

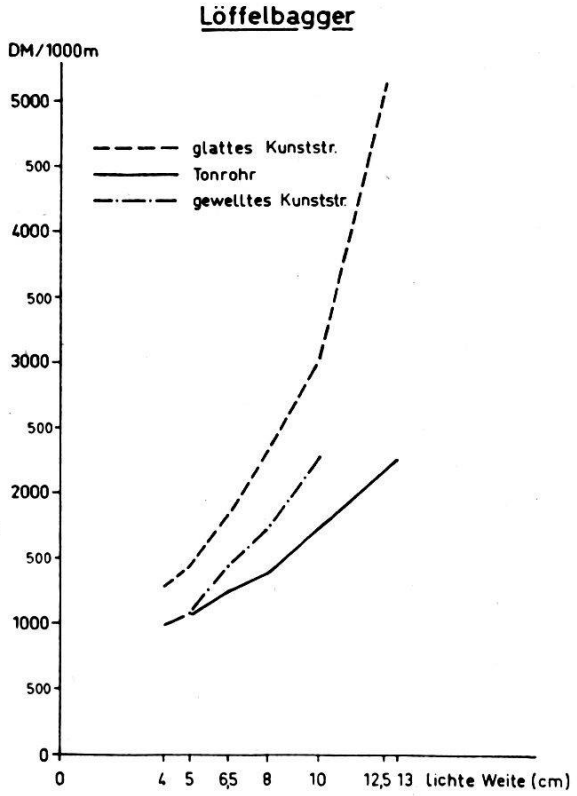
Es soll wieder angenommen werden, daß die Rohre am Feldrand lagern. Bei der Verwendung von Kunststoffdränrohren reichen die genannten drei Arbeitskräfte aus. Der Arbeiter, der die Rohre verlegt, hat genügend Zeit, sie vom Feldrand zu holen. Bei Verwendung von Tonrohren müssen diese ausgefahren werden. Dieses Ausführen verursacht Kosten in Höhe von DM 104.– pro 1000 m. Bei einem Kostenvergleich stehen also dem Mehrpreis für das Kunststoffrohr die Aufwendungen für das Ausfahren der Tondränrohre gegenüber (Tabelle 3).

Tabelle 3

Rohrtyp	Preis für 1000 m Rohr DM	Arbeitskosten für 3,3 Tage DM	Fracht (50 km) DM	Verteilen der Rohre Arbeitskosten DM	Verteilen der Rohre Schlepperkosten DM	Gesamtkosten DM
Tonrohr	320.–	634.–	24.–	64.–	40.–	1082.–
Glattes PVC-Rohr	810.– (450.–)*	634.–	–	–	–	1444.– (1084.–)
Gewelltes PVC-Rohr	450.– (800.–)**	634.–	–	–	–	1084.– (1434.–)

* Bei einem Preisnachlaß von rund 45%.
** Bei Nennweite 65 mm.

Im Vergleich zu einer Tonrohrdränung ergibt sich bei der Verwendung glatter Kunststoffdränrohre für 1000 m Drän ein Mehrpreis von DM 362.–, bei Verwendung von gewellten Kunststoffdränrohren eine Kostengleichheit. Berücksichtigt man die hydraulischen Eigenschaften der Rohre, so kann es bedeuten, daß man bei gewellten Rohren eine größere Dimension wählt. Dann würden die Kosten für das gewellte Rohr ebenso hoch liegen wie für das glatte Kunststoffdränrohr. Wird für glatte Kunststoffdränrohre ein Preisnachlaß von ca. 45% gewährt, entsprechen die Gesamtkosten denen einer Tondränung. Bei größeren Rohrweiten liegen die Verhältnisse anders, da mit zunehmender lichter Weite der Preisanstieg bei Kunststoffrohren größer ist als bei Tonrohren (Darstellung 2).



Darstellung 2

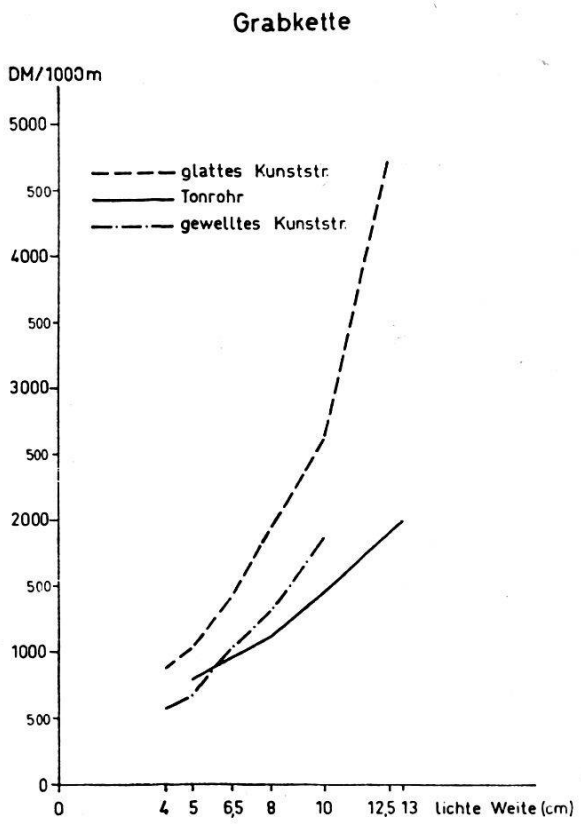
4.23 Grabkette (Fräse)

Verschiedentlich werden Fräs- oder Grabketten für den Dränbau verwendet. Zum Teil besitzen diese Geräte eigenen Antrieb und eigenes Fahrwerk, zum Teil handelt es sich um Anbaugeräte. In Hessen rechnet man mit einer Tagesleistung von ca. 600 m Drän. Für das eigentliche Verlegen sowohl von Ton- als auch von Kunststoffrohren sind mindestens zwei Arbeitskräfte erforderlich:

1 Maschinenführer
1 Rohrleger

Da diese Maschinen zum Teil eine ausreichend gute Grabensohle herstellen, kann gegenüber dem Einsatz eines Löffelbaggers ein Arbeiter, nämlich der Sohlenhersteller, eingespart werden. Werden Tonrohre verwandt, so müssen sie vorher ausgefahren werden. Bei einem Kostenvergleich stehen also wieder, wie beim Löffelbagger, dem Mehrpreis für das Kunststoffdränrohr die Aufwendungen für das Ausfahren der Tonrohre gegenüber (Tabelle 4).

Wird auf glatte Kunststoffrohre ein Preisnachlaß von 45% gewährt oder bei gewellten Kunststoffrohren die gleiche lichte Weite gewählt wie bei den anderen Rohrarten, so ergibt sich eine Kostengleichheit. Ist dies nicht der Fall, so dürfte schon bei einer Rohrweite von 5 cm eine Tonrohrdränung am preisgünstigsten sein. Bei größeren Rohrweiten liegen die Verhältnisse anders, da der Preisanstieg mit zunehmender lichter Weite bei Kunststoffrohren größer ist als bei Tonrohren (Darstellung 3).



Darstellung 3

Tabelle 4

Rohrtyp	Preis für 1000 m Rohr DM	Arbeitskosten für 1,7 Tage DM	Fracht (50 km) DM	Verteilen der Rohre Arbeitskosten DM	Verteilen der Rohre Schlepperkosten DM	Gesamtkosten DM
Tonrohr	320.–	218.–	24.–	64.–	40.–	666.–
Glattes PVC-Rohr	810.– (450.–)*	218.–	–	–	–	1028.– (668.–)
Gewelltes PVC-Rohr	450.– (800.–)**	218.–	–	–	–	668.– (1018.–)

* Bei einem Preisnachlaß von ca. 45%.
** Bei Nennweite 65 mm.

4.24 Dränmaschinen

Als Standard soll eine Dränung angenommen werden, bei der mittels einer Dränmaschine Gräben ausgehoben und Rohre verlegt werden. Die Tagesleistung einer Maschine ist sehr unterschiedlich. In Holland sollen Leistungen von mehreren Tausend Metern pro Tag erreicht werden. Mit einer angenommenen Tagesleistung von 1000 m dürfte man dem Durchschnitt, vor allem in Deutschland, sehr nahekommen.

Für die Herstellung einer Dränung mittels Dränmaschine werden meist folgende Arbeitskräfte benötigt (Tabelle 5):

Tabelle 5

Rohrtyp	Austafeln	Ausfahren der Rohre	Maschinenführer	Rohre vom Boden auf die Maschine	Rohre einlegen	Herstellen der Anschlüsse und Ausmündungen	Kontrolle der Rohre	Verstechen	
Tonrohr	×	×	×	×	×	×	×	×	6 (8)
Glattes PVC-Rohr	×		×		×	×		×	4 (5)
Gewelltes PVC-Rohr	×		×			×		×	3 (4)

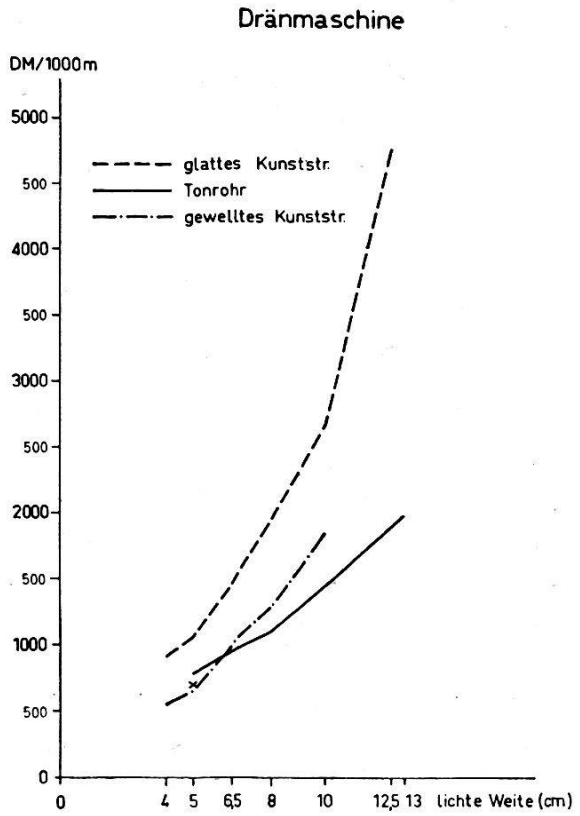
Ein Arbeiter – gewöhnlich der Vorarbeiter – stellt die Visiertafeln auf und überwacht außerdem die Arbeitskolonne. Er ist bei jeder Rohrart in gleichem Maße erforderlich.

Zum Ausfahren der Tondränrohre vom Lagerplatz an den auszuhebenden Drängraben werden gewöhnlich zwei Arbeitskräfte eingesetzt. Da diese nach unseren Untersuchungen nur etwa die halbe Zeit benötigen wie die übrigen Arbeiter, bei einer Tagesleistung von 1000 m Drän, so kann in die Berechnung ein Arbeiter für die gesamte Zeit eingesetzt werden.

Obwohl auch für die Verteilung der Kunststoffrohre eine gewisse Zeit benötigt wird, soll sie, da sie relativ klein ist, unberücksichtigt bleiben. Der Maschinenführer ist in jedem Fall erforderlich. Beim Transport der Rohre vom Boden auf die Maschine verhält es sich ähnlich wie beim Verteilen der Rohre. Bei der Verwendung von Tonrohren ist hierfür eine ganze Arbeitskraft erforderlich; bei der Verwendung von Kunststoffrohren nur eine relativ geringe Arbeit, die vernachlässigt werden soll. Für das Legen der Rohre auf die Gleitschiene ist sowohl für Ton- als auch für glatte Kunststoffrohre 1 AK erforderlich. Für gewellte Rohre entfällt sie. Das Herstellen der Anschlüsse und Ausmündungen erfordert bei der Verwendung von Formstücken bei allen Rohrtypen etwa den gleichen Arbeitsaufwand. Die beiden zusätzlich genannten Arbeiten werden nicht immer ausgeführt. Sie sollen daher bei der weiteren Betrachtung nicht berücksichtigt werden. Somit ergeben sich nach dem genannten Schema folgende AK:

Bei der Verwendung von Tondränrohren 6
Bei der Verwendung von glatten Kunststoffdränrohren 4
Bei der Verwendung von gewellten Kunststoffdränrohren 3

Die Einsparung von Arbeitskräften durch die Kunststoffdränrohre beruht auf dem geringen Gewicht und der größeren Länge dieser Rohre. Die weitere Einsparung einer AK durch das gewellte gegenüber dem glatten Kunststoff beruht nur auf der größeren Länge des ersteren.

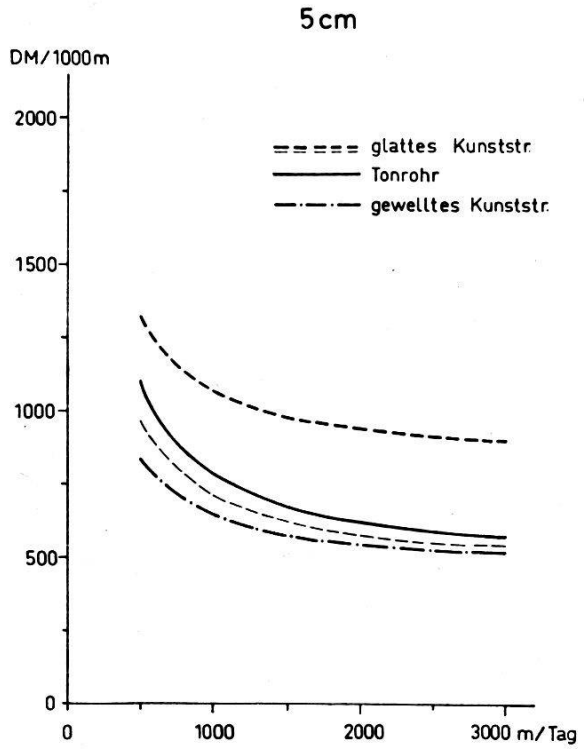


Darstellung 4

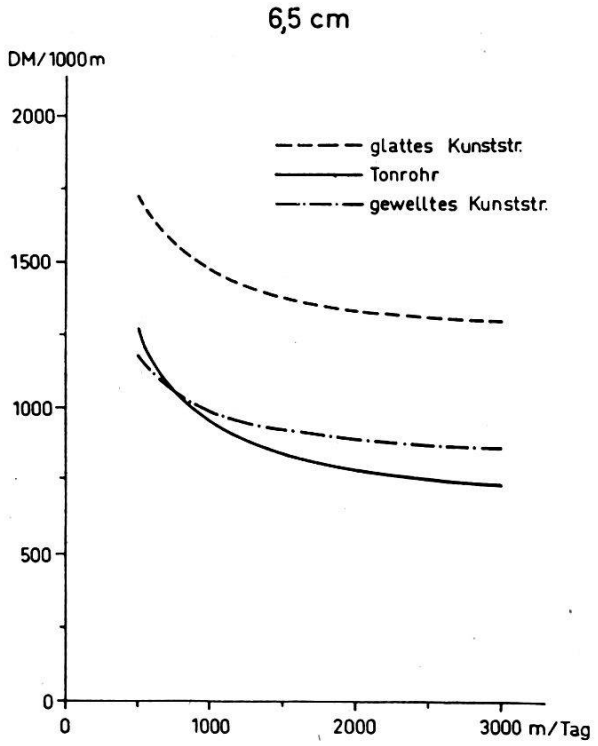
Es soll zunächst ein Kostenvergleich in Abhängigkeit vom Rohrdurchmesser vorgenommen werden. Es wird davon ausgegangen, daß eine Dränmaschine an einem Tag 1000 m Drän verlegt. Es ergibt sich folgendes Bild (Darstellung 4):

Bei der Verwendung von 4 bis 5 cm Rohren liegt der Preis für die Dränung mit gewellten Kunststoffdränrohren niedriger als für die mit Tondränrohren. Die Kosten für die Dränung mit glatten Kunststoffdränrohren liegt noch wesentlich höher. Von 6,5 cm lichter Weite an aufwärts ändert sich das Bild. Die Dränung mit Tondränrohren ist billiger als die mit Kunststoffdränrohren. Von welcher Rohrweite ab diese Umkehrung eintritt, richtet sich nach dem jeweiligen Materialpreis und dem Arbeitslohn.

Es soll hiermit nur gezeigt werden, daß die Verwendung von Kunststoffdränrohren bei kleinen Dimensionen preisgünstig sein kann, daß aber von einer bestimmten Dimension an das Tonrohr preisgünstiger ist. Ursache hierfür ist, daß der geringere Arbeitsaufwand für Kunststoffrohre durch einen höheren Preisanstieg vom 5-cm- zum 6,5-cm-Rohr ausgeglichen wird. Es muß außerdem berücksichtigt werden, daß die Arbeitsleistung, das heißt die Anzahl der pro Tag hergestellten Laufmeter Drän, ebenfalls einen Einfluß darauf hat, welches Rohr am preisgünstigsten ist. Da das Tonrohr eine größere Anzahl von Arbeitskräften erfordert, ist sein Einsatz nur dann sinnvoll, wenn die Maschine schnell arbeiten kann. Dazu drei Beispiele:



Darstellung 5

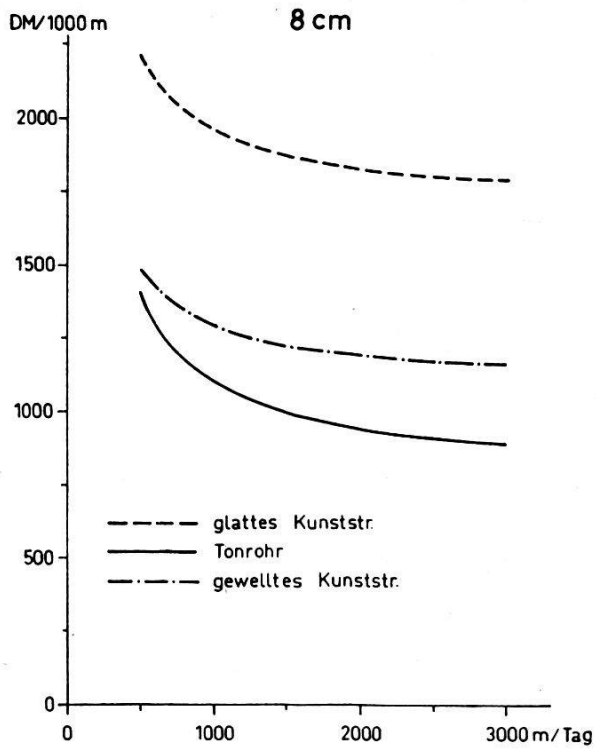


Darstellung 6

Bei der Verwendung von 5-cm-Dränrohren ist bei den hier angenommenen Preisverhältnissen das gewellte Kunststoffrohr am preisgünstigsten (Darstellung 5). Bei einer sehr geringen Tagesleistung von 500 m pro Tag ist der Preisunterschied zwischen der Dränung mit gewellten Kunststoffdränrohren und der mit Tonrohren relativ groß, wird aber kleiner mit zunehmender Tagesleistung der Maschine. (Die dünn gestrichelte Kurve gilt für glatte Kunststoffrohre mit einem Preisnachlaß von 45 %.)

Bei den 6,5-cm-Rohren kommt es zu einer Überschneidung der Kostenkurven (Darstellung 6). Bei einer Tagesleistung von 750 m ist die Verwendung von gewellten Kunststoffdränrohren preisgünstig, bei einer höheren Tagesleistung die von Tondränrohren.

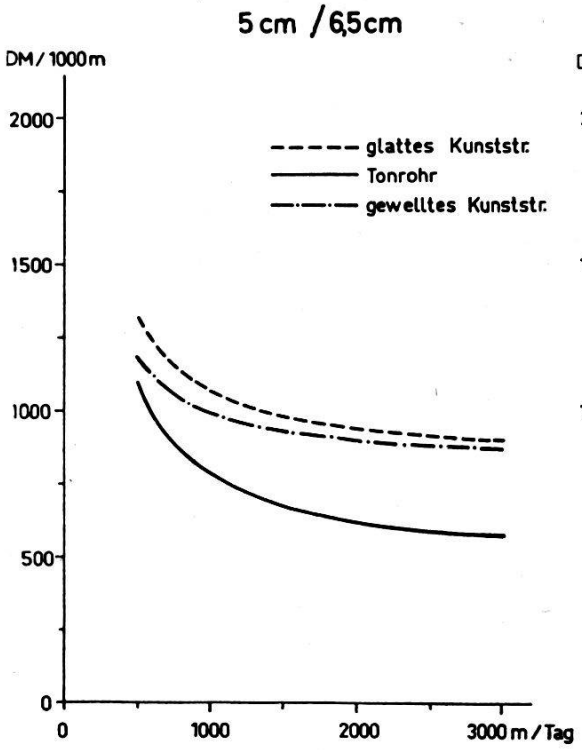
Bei dem 8-cm-Rohr ist schon bei einer Tagesleistung von 500 m das Tondränrohr am preisgünstigsten (Darstellung 7). Das bedeutet, daß die Faktoren, welche die Arbeitsgeschwindigkeit der Maschine beeinflussen, ausschlaggebend dafür sein können, mit welchem Rohrtyp preisgünstiger zu dränen ist.



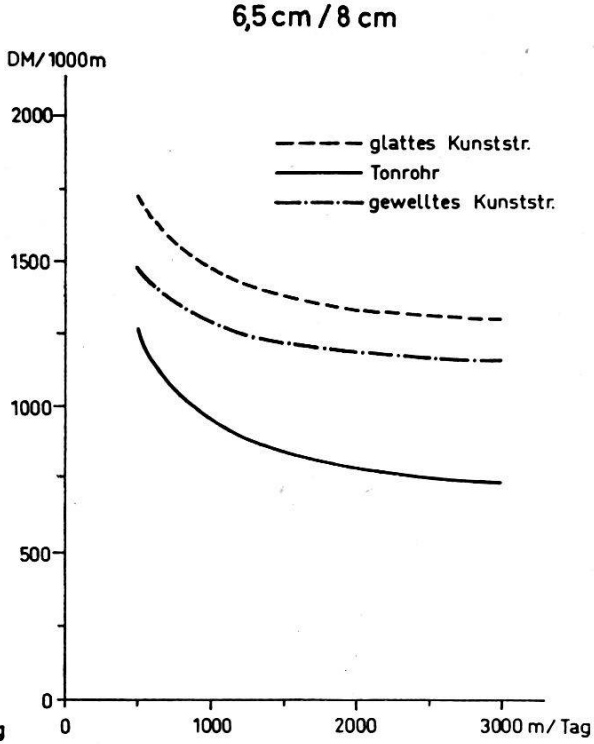
Darstellung 7

Nach den Untersuchungen von *Wesseling* [3] ist die entwässerbare Fläche bei Ton- und glatten Kunststoffdränrohren annähernd gleich. Bei gewellten Kunststoffrohren ist sie dagegen um 25 % geringer.

Brink und *Jönsson* [4] stellten fest, daß bei gleichem Gefälle die Schlammablagerung in gewellten Kunststoffrohren größer ist als in glatten. Sie schreiben: «... daß die Gefahr einer Verstopfung durch Verschlammung in glatten Rohren geringer ist als in gewellten.»



Darstellung 8



Darstellung 9

Berücksichtigt man diese Ergebnisse und werden sie durch weitere Untersuchungen erhärtet, so könnte es bedeuten, daß die lichte Weite dieser Rohre unter Umständen größer sein muß als die von Ton- und glatten Kunststoffrohren. In diesem Falle würde sich das Kostenbild verschieben. Es würde bedeuten, daß schon bei 5- beziehungsweise 6,5-cm-Rohren die Kosten für eine Kunststoffrohrdränung in jedem Fall höher liegen als für eine Tonrohrdränung (Darstellung 8). In noch stärkerem Maße wäre das für 6,5- beziehungsweise 8-cm-Rohre der Fall (Darstellung 9).

Bei dieser Betrachtung wurde davon ausgegangen, daß die Maschinen bei allen Rohren die gleiche Tagesleistung, nämlich 1000 m, haben. Die effektive Arbeitszeit einer Maschine beträgt ca. 50% ihrer Gesamtarbeitszeit. Bei einer täglichen Gesamtarbeitszeit von 8,5 Stunden wären das 4,25 Stunden. Ein Arbeiter kann nach holländischen Angaben maximal 60 Rohre in der Minute auf die Gleitschiene legen. Das entspräche bei einer effektiven Arbeitszeit von 4 Stunden pro Tag 14400 Rohre = 4800 m Drän. Bis zu dieser Tagesleistung dürfte daher durch die Verwendung von Kunststoffdränrohren keine höhere Tagesleistung erreichbar sein. Aus diesem Grunde scheint ein Kostenvergleich bei gleicher Tagesleistung angebracht.

Bei Verwendung einer Dränmaschine ändern sich die Kosten zwischen Ton- und Kunststoffrohren mit Änderung der Tagesleistung. Bei Verwendung eines Löffelbaggers ist das nicht der Fall.

4.25 Neue Spezialmaschinen

Die Entwicklung des flexiblen Kunststoffdränrohres führte auch auf dem Gebiet der Dränmaschinen zu Neuentwicklungen. Die bisher üblichen Dränmaschinen stellen einen offenen Graben her, in den die Rohre verlegt werden. Diese Maschinen führen also die gleichen Arbeiten aus wie die Dränarbeiter mit ihren Werkzeugen: dem Spaten, der Sohlenschaufel und dem Legehaken.

Das flexible Dränrohr ermöglichte es, Maschinen zu konstruieren, die eine grabenfreie Dränung herstellen. In Deutschland wurden zwei Geräte gebaut, die eine gewisse Bedeutung erlangten:

1. Die Maschine von Oberbaurat *Willner*
2. Die Maschine von *Beauchamp*

Die erste Maschine besitzt V-förmige Pflugmesser. Diese schneiden eine keilförmige Scholle aus dem Boden und heben diese ca. 10 cm an. Durch eines der Pflugmesser läuft das flexible Kunststoffrohr in die Tiefe. Durch das Zurückfallen der Erdscholle reißt sie auf und wird somit lockerer.

Die zweite Maschine beruht auf dem Prinzip eines Maulwurfdränpfluges. Durch eine Führung in dem Schwert läuft das Rohr in die Tiefe. Es kann gleichzeitig mit Styromull als Filterstoff umgeben werden. Dieser Filterstoff läuft, ähnlich wie das Rohr, durch das Schwert in die Tiefe. Durch zusätzliche Schare am Schwert soll eine gute Lockerung des Bodens erreicht werden. Vorteile dieser beiden Maschinen sind vor allem hohe Arbeitsgeschwindigkeit und kleiner Flurschaden. Diese Maschinen sind aber für steinreiche Böden weniger geeignet. Ein gewisser Nachteil besteht noch darin, daß die Lage des Dränrohrs und des Filterstoffes nicht kontrolliert werden kann.

Diese beiden Maschinen bilden in Deutschland heute das Endglied einer Entwicklung. Sie sind speziell für die Verarbeitung von flexiblen Kunststoffdränrohren gebaut worden und können nur dieses Rohr verlegen. Ob diese Maschine die Dränung mittels eines offenen Grabens verdrängen werden, muß abgewartet werden. Sicher ist, daß die Kosten einer Dränung, die mit Hilfe dieser Maschinen hergestellt wurde, relativ gering sind.

Faßt man das zusammen, was bisher über die Dränung mittels Dränmaschinen, Löffelbagger und Handarbeit gesagt wurde, so wird verständlich, daß, von den Kosten her gesehen, nur dann das Kunststoffdränrohr rentabel eingesetzt werden kann, wenn gegenüber der Verwendung des Tondränrohres entsprechend viele Arbeitskräfte eingespart werden können. Ein Vorteil, den die Verwendung des Kunststoffdränrohres mit sich bringt, ist geldmäßig nicht zu erfassen: Durch das Ausfahren der Tondränrohre bei ungünstiger Witterung kann der Boden durch relativ schwere Fahrzeuge geschädigt werden. Die Kunststoffdränrohre können unter Umständen von Hand transportiert werden, so daß eine Schädigung des Bodens entfällt.

5. *Dränfilter*

Nachdem die ersten glatten Kunststoffdränrohre auf dem Markt erschienen waren, nahmen viele Fachleute an, daß diese Rohre nicht mit einem Filtermaterial ummantelt werden müßten. Man sagte, daß dieses Rohr eine wesentlich geringere Rauhigkeit aufweise als Tondränrohre und daß daher alle in den Drän eingedrungenen Bodenteilchen ausgespült würden. Bald stellte sich jedoch heraus, daß diese Annahme falsch war. Ähnlich war es bei dem Rillenrippenrohr. Man hoffte, daß die durch die Rillen verursachten Wirbel eine Ablagerung der eingedrungenen Bodenteilchen verhindern würden. Auch diese Hoffnung erfüllte sich nicht. Heute ist man sich wohl darüber einig, daß in den Fällen, in denen bei der Verwendung von Tonrohren ein Filtermaterial erforderlich ist, es auch bei der Verwendung von Kunststoffdränrohren im gleichen Maße angebracht ist.

Bei dieser Betrachtung muß man sich vergegenwärtigen, daß das sogenannte Filter zwei Aufgaben hat:

1. die Wasserbewegung außerhalb des Dränrohres zu verbessern und
2. Bodenteilchen aus dem Rohr fernzuhalten.

Um der ersten Aufgabe in möglichst hohem Maße gerecht zu werden, muß das Filter eine möglichst große Wasserdurchlässigkeit besitzen, das heißt, grobporig sein. Um die zweite Aufgabe zu erfüllen, muß es dicht, das heißt feinporig sein. Es handelt sich also um zwei entgegengesetzte Eigenschaften. Man ist daher gezwungen, einen Kompromiß zu schließen. In den Fällen, in denen man gezwungen ist, die Dräne mit einem sehr geringen Gefälle, zum Beispiel 0,2 %, zu verlegen, und der Boden außerdem zum Verschlammen der Rohre neigt, ist es angebracht, ein Filter mit hoher Filterwirkung zu verwenden. In den Fällen, in denen man ein großes Gefälle wählen kann und der Boden nicht zum Verschlammen der Dränrohre neigt und außerdem eine relativ große Wassermenge abgeführt werden soll, ist es angebracht, als Filter ein Material zu verwenden, das eine große Wasserdurchlässigkeit besitzt.

Nach der DIN 1185 (Dränanweisung) sind als Filter folgende Materialien geeignet: Mutterboden, Kies, Schlacke, Fasertorf, Torfmull, Heidekraut, Nadelstreu, Waldmoos, Kaff und Langhäcksel. Alle diese Materialien erfordern einen relativ hohen Arbeitsaufwand.

Nach der DIN 1185 sollen die Dränrohre mit dem Filtermaterial ummantelt werden. Das bedeutet, daß es auch unter den Dränrohren liegt. Vor allem bei geringem Gefälle ist es sehr schwer, die Rohre einwandfrei auf diesen meist weichen Materialien zu verlegen. Vor allem beim Einsatz einer Dränmaschine dürfte es fast unmöglich sein. Aus diesem Grunde wurde von uns ein Verfahren entwickelt, bei dem die Dränrohre auf einer wasserundurchlässigen Kunststoff-Folie verlegt und mit Filtermaterial abgedeckt werden. Die Folie wird von Hand oder automatisch mit der Dränmaschine verlegt. Feld- und Laborversuche zeigten, daß diese Methode unter Umständen zu einer sehr geringen Verminderung der Wasserspende und zu einer starken Verminderung der Verschlammung

der Dräne führt. In den Jahren von 1964 bis 1966 einschließlich wurden, vor allem in Norddeutschland, rund 8 Millionen Meter Drän nach diesem Verfahren verlegt.

In den letzten Jahren sind einige neue Filterstoffe entwickelt worden, die sowohl bei Ton- als auch bei Kunststoffdränrohren verwandt werden. Es sind dies:

1. Glasfaservlies
2. Glaswolle
3. Steinwolle
4. Filtan neu
5. Styromull

Die ersten vier dieser Materialien bestehen aus ca. 20 cm breiten Streifen, die aufgerollt geliefert werden. Glasfaservlies ist sehr dünn, die übrigen sind ca. 2 cm stark. Glasfaservlies besteht aus Glasfasern, die durch ein Bindemittel zusammengehalten werden. Glaswolle und Steinwolle sind bindemittelfrei und auf einen Papierstreifen geheftet. Das Papier verrottet sehr schnell im Boden. Filtan besteht aus einem Flor von Acrylfäden, über dem eine Schicht Torfmull mit hohem Anteil Fasertorf gebreitet ist. Über diesem liegt ein zweiter, sehr dünner Flor aus Acrylfäden. Beide Flore sind durch Nadelung miteinander verbunden.

Die Anwendung dieser vier genannten Filter erfordert relativ wenig Handarbeit. Glasfaservlies wurde zuerst in Holland zu Filterzwecken verwandt. Man erkannte später, daß dieses Material sich unter gewissen Verhältnissen nicht bewährte. In anmoorigen Böden zum Beispiel verlor es durch Zusetzen der Poren einen Teil seiner Wasserdurchlässigkeit.

Van der Beken [5] rät von einer Verwendung zum Beispiel in stark eisenhaltigen Böden ab.

In Deutschland wurde von dem genannten Material vor allem Glaswolle verwandt. Seit der Entwicklung des Filtans gewinnt dieses Material zunehmend an Bedeutung.

Auf die Ergebnisse der Untersuchungen, die von uns durchgeführt wurden, soll der Kürze wegen hier nicht näher eingegangen werden. Die neuen, mattenförmigen Filterstoffe haben gegenüber den in der Dränanweisung genannten Stoffen vor allem arbeitswirtschaftliche Vorteile.

Die Kunststoffindustrie war bestrebt, ihre Rohre mit einem Vollfilter zu versehen. Sie ummantelte zunächst die Rohre mit Glaswolle. Seit neuerer Zeit werden die gewellten Kunststoffdränrohre mit einem Tau aus gekräuselten Perlonfäden umwickelt. Die Eintrittsöffnungen liegen, von außen gesehen, in den Wellentälern. Sie werden daher von dem in den spiralig verlaufenden Wellentälern liegenden Tau überdeckt. Diese beiden Rohre mit Vollfilter brachten weitere arbeitswirtschaftliche Vorteile mit sich. Der Transport von Filtermaterial entfiel, und außerdem konnten die Arbeitskräfte für die Aufbringung des Filtermaterials eingespart werden. Beide Rohre weisen aber auch gewisse Nachteile auf. Ein Kunststoffrohr kann vor allem auf dem Transport bei niedrigen Temperaturen oder zu sprödem PVC brechen. Die Bruchstellen werden

beim Verlegen oft nicht erkannt, da sie von der Glaswolle verdeckt werden. Außerdem ist die Verarbeitung der Glaswolle sehr unangenehm. Diese Nachteile treten bei dem mit einem Perlonfaden umwickelten Rohr nicht auf. Dieses Filter aber verbessert kaum die hydraulischen Verhältnisse außerhalb des Rohres. Es kann lediglich eine Filterwirkung ausüben, aber nicht die Wasserdurchlässigkeit außerhalb des Rohres wesentlich verbessern. Außerdem besteht die Gefahr, daß es im Laufe der Zeit – ähnlich wie bei Glasfaservlies – durch Zusetzen der Poren einen großen Teil seiner Wasserdurchlässigkeit verliert. Von der Arbeitswirtschaft her gesehen, verkörpert dieses Rohr allerdings den zurzeit höchsten Stand.

Die Preise für die obengenannten Filterstoffe sind in Tabelle 7 wiedergegeben.

Tabelle 7

Preise für Filterstoffe

	DM/m¹
Mehrpreis Rillenrippenrohr NW 50 mit Perlonschnur (Hegler)	0,30
Glaswolle	0,28**
Filtan	0,285*
Glasvlies	0,07
Mehrpreis glattes Kunststr. NW 50 mit Glaswolle	0,55–0,79

* Bei Abnahme von 40000 m¹ frachtfrei
** Bei Abnahme von 10000 m¹ frachtfrei

Literatur

[1] *Van Someren:* Die Verwendung von Kunststoff-Dränrohren in den Niederlanden. Z. f. Cultuurtechniek Nr. 1, Mai/Juni 1964.

[2] *Schlünsen:* Untersuchungen mechanischer Eigenschaften von Kunststoffdränrohren als Grundlage zur Entwicklung einer Prüfmethode. Dissertation, Kiel 1966.

[3] *Wesseling:* Mitteilung des Institutes für Kulturtechnik und Wasserhaushalt Wageningen.

[4] *Brink und Jönsson:* Materialtransport in Dränrohren aus Kunststoff. Z. f. Kulturtechnik und Flurbereinigung, 7. Jg., H. 5, 1966, S. 291.

[5] *Van der Beken:* Etude des propriétés du voile de verre employé comme matériau d'enrobage des tuyaux de drainage. Communications de la Station de génie rural de l'Etat, Merelbeke/Gent 1966.