

# Kunststoffrohre in der Draintechnik

Autor(en): **Grubinger, H.**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **62 (1964)**

Heft 3

PDF erstellt am: **15.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-219200>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

## Kunststoffrohre in der Draintechnik

Von Prof. Dr. H. Grubinger,  
Institut für Kulturtechnik, ETH

### Zusammenfassung

In der Schweiz ist die vollmechanisierte Drainung nicht zweckmäßig. Der Einbau von K-Rohren verspricht jedoch viele Vorteile (lange Einzelrohre oder 100 m lange Rollen mit wenigen Kupplungen, geringes Transportgewicht usw.). Die Nachteile (Sprödigkeit bei Temperaturen unter 0° C, hoher Preis der größeren Kaliber usw.) werden zu beseitigen sein.

Es werden die technologischen und hydraulischen Eigenschaften der verschiedenen Typen von K-Rohren besprochen sowie Hinweise für die Verlegung gegeben (Filterherstellung, Wasseraufnahme, Verschlammung, Arbeitsvereinfachung).

Für die Praxis sollten Richtlinien für die Verwendung von K-Rohren in der Draintechnik und eine Verlegeanleitung zusammengestellt werden.

### Résumé

En Suisse le drainage mécanisé n'est pas opportun. L'utilisation de tuyaux en matière plastique offre cependant de nombreux avantages (longs tuyaux, torches de 100 m avec peu de raccords, poids et transports réduits, etc.). Il convient d'éliminer les inconvénients suivants: rigidité et fragilité pour des températures en dessous de zéro, prix élevés des gros calibres, etc.

L'auteur définit les propriétés technologiques et hydrauliques des différents types de tuyaux en matière plastique et les instructions pour leur mise en place (enveloppe filtrante, pénétration de l'eau, sédimentation, simplification de la pose).

Pour les besoins de la pratique, il convient d'établir des directives pour l'utilisation des tuyaux de plastique dans la technique des drainages, coordonnées avec les instructions pour la pose.

### Vorbemerkung

Nachdem auch in der Schweiz die Kunststoffindustrie Rohre für Drainzwecke auf den Markt brachte, die man zum Teil nach ausländischen Lizenzen erzeugt und für welche nur ausländische Erfahrungen vorgewiesen werden, schien es angebracht, die Verwendungsmöglichkeiten von Kunststoff-Drainrohren (K-Rohren) im schweizerischen Meliorationswesen zu prüfen. Es verdient angemerkt zu werden, daß seit einigen Jahren Schweizer Entwicklungen vorliegen, die zum Teil auf Ziegler (Malans) zurückgehen. Dank einer Initiative von dipl. Ing. agr. K. Herzig konnten bereits am Alpdraineurkurs 1961 mehrere K-Versuchsdrains durch den Verfasser empfohlen werden. Das Thema wurde in der Kommission für kulturtechnisches Versuchswesen beim Eidgenössischen Volkswirtschaftsdepartement erörtert, wozu der Verfasser ein Exposé anfertigte, das im Juli 1963 der Kommission vorlag und dessen wesentliche Grundsätze in Übereinstimmung mit dem Chef des Eidgenössischen Meliorationsamtes in dieser Arbeit veröffentlicht werden.

## Die Mechanisierung der Drainarbeit

Für die Verwendung von Kunststoff in der Draintechnik wurden zwei Entwicklungen, die in Europa 1945 einsetzten, bestimmend.

- Bei Kriegsprovisorien und Überschwemmungskatastrophen lernte man die Vorteile der maschinellen Verlegung von Wasserleitungssträngen aus Kunststoff kennen. In den gleichmäßig feingekörnten Böden von Holland und Norddeutschland konnte man hierbei in einem Arbeitsgang beachtliche Leistungen von 8 bis 15 km je Tag erreichen.
- Bei der Maulwurfdrainung brachte der Wunsch, die Molegänge möglichst lange zu erhalten, Prof. *Juusela* in Finnland und *Janert* in Deutschland dazu, Kunststoff-Folien in die Erddrains beim Einschneiden derselben einzuziehen und, über ein geheiztes Formeisen geformt, die Auskleidung zu erreichen.

Der Zwang zur Mechanisierung infolge Arbeitskräftemangels und die besonderen technologischen Eigenschaften der Kunststoffe leiteten daraufhin eine Umwälzung in der Draintechnik ein.

In erster Entwicklung wurden Drainmaschinen für folgende Arbeitsgänge in vielen Typen (Löffel-, Eimerketten- und Fräsradbagger) eingesetzt:

- Öffnen der Gräben und Ablagern des Materials.
- Herstellen der Sohle im vorgeschriebenen Gefälle.
- Zuschieben der Gräben.

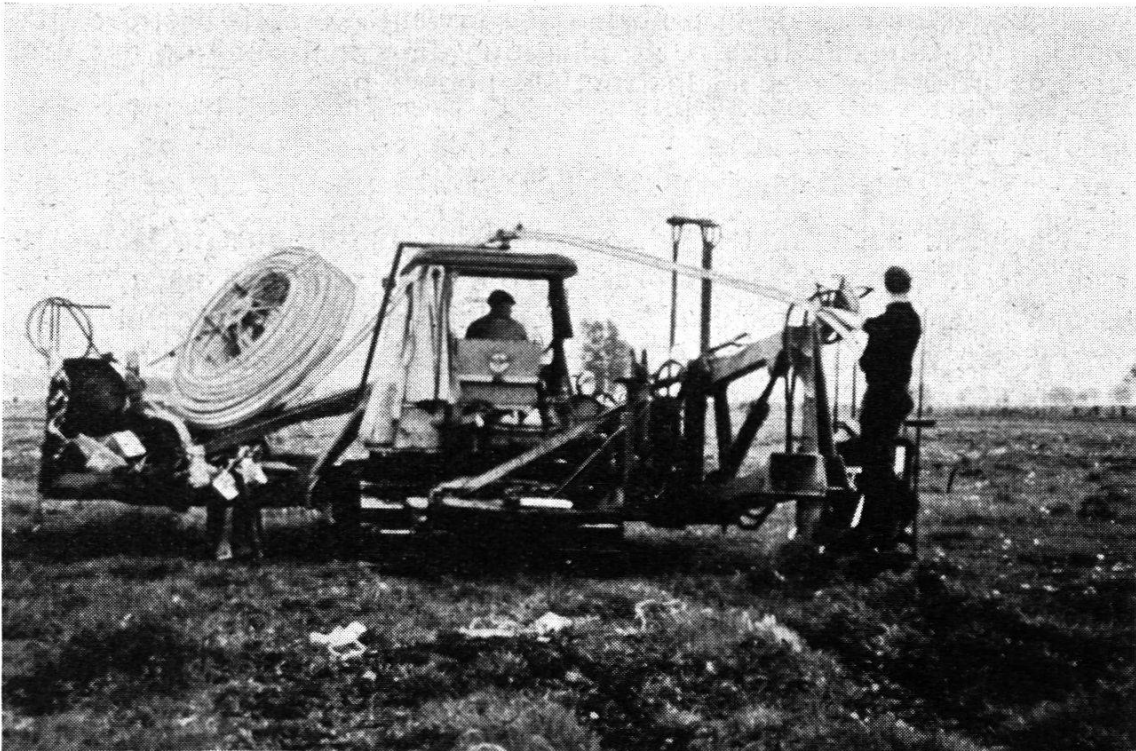


Abb. 1. Drainmaschine verlegt Kunststoffdrains

In weiterer Folge wurden auch die Tonrohre vom kontinuierlich arbeitenden Bagger aus über eine Rutsche verlegt und die Gräben gleich wieder verfüllt. Das war nur bei entsprechend gekrümelten oder sandigen Böden erfolgreich; ansonsten gäbe es Störungen wegen der fehlenden Filterschichte. So versuchte man eine Ummantelung aus Glasfaser, was erfolgreich gelang.

Zwischen der Leistungsfähigkeit moderner Drainmaschinen und der Schwerfälligkeit der Tonrohre, die ja der Handarbeit angepaßt sind, besteht jedoch eine ungünstige Relation. Die Verlegung von relativ starren, 5 bis 6 m langen oder von biegsamen, mehrere hundert Meter langen Kunststoffrohren direkt von der Maschine aus brachte den großen Fortschritt.

Als noch nicht befriedigend gelöst gilt die sichere Tiefensteuerung bei kleinen Gefällen, der Einsatz in steinigen Böden und das die Rohre nicht beeinträchtigende maschinelle Verfüllen der Gräben.

In der Schweiz wurde bisher nur Tonröhren- und in geeigneten Böden Maulwurfdrainung angewendet. Die Mechanisierung beschränkt sich auf das Baggern der Gräben und die Molepflüge. Im Hügel- und Bergland wurde und wird noch vielfach von Hand gedraint. Die großflächigen Entwässerungsgebiete, wie Linth-, Orbe-, Rhoneebene und Rheintal, sind weitgehend entwässert.



Abb. 2. Mechanisierte Tonröhrendrainung. Erfordert einen Verlegefachmann neben dem Maschinisten und Hilfskräfte

## *Die künftigen Entwässerungsaufgaben*

In den großen Ebenen mit einheitlichen, meist feinkörnigen oder moorigen Böden sind nur mehr Restflächen zu drainieren und Anlagen zu ergänzen oder zu erneuern. In der Molasse- und Flyschzone nördlich des Alpenkammes (meist Grünlandnutzung) sind noch zahlreiche Einzelflächen drainbedürftig. Gleiches gilt für glaziale Feinsedimentflächen. Im Berggebiet sind es zahlreiche Hänge und Terrassen in Flysch- und Schiefergebieten, die als produktives Grünland und zum Teil Ackerland entwässerungs-, aber nicht unbedingt drainagebedürftig sind. Schließlich sind noch große vernäßte, aber günstig liegende Alpflächen und ausgedehnte Rutschgebiete im Berg- und Hügelland zu entwässern. Deren Melioration ist schwierig, aber von großer Wichtigkeit für die Wasserwirtschaft, Verkehrsbauten usw.

Man erkennt aus obiger Zusammenstellung, daß in der Schweiz keine großen, ebenen entwässerungsbedürftigen Flächen mit homogenem Boden vorhanden sind, die den Einsatz vollmechanisierter Draingeräte rechtfertigen würden. Bei zahlreichen Entwässerungsflächen auch im Bergland und bei steindurchsetzten Böden wird eine Teilmechanisierung optimal sein, wobei geeignete Bagger den Grabenaushub und kleine Trax das Verfüllen besorgen. Die Drainverlegung erfolgt von Hand. Nur in besonderen Fällen, wo aber nicht wegen der landwirtschaftlichen Bodennutzung, sondern zur Verhinderung von Bodenerosion, Geschiebetransport und Hangbewegungen gedraint werden muß, wird ausschließlich Handarbeit vorkommen.

## *Offene Fragen der Drainung mit Kunststoffrohren*

Mit dem Auftreten der K-Rohre in der Draintechnik und einem sehr vielfältigen Typenangebot in der Schweiz mit teilweise größerem Reklameaufwand stellen sich auch bei uns die Fragen nach der Verwendbarkeit dieser Rohre.

- Welche Rohrmaterialien und Typen sind am Markt?
- Wie sind sie richtig zu verwenden; wo liegen die Grenzen der Beanspruchung?
- Wie liegen die Preise, die Wirtschaftlichkeit?
- Welche Vor- und Nachteile der teilmechanisierten beziehungsweise der Verlegung von Hand sind bekannt?
- Schulung des Verlegepersonals.

Vorweggenommen sei die Feststellung, daß gerade bei unseren Entwässerungsproblemen im Bergland K-Rohre eine große Zukunft haben. Gleichzeitig ist aber zu beachten, daß nicht alle K-Drainrohre den verschiedenen Anforderungen gleich gut entsprechen und daß bei ihrer Verwendung den Werkstoffen entsprechende Richtlinien einzuhalten wären.

## *Zur Technologie der Kunststoffe*

Bei der Herstellung von Rohren aus Kunststoff haben sich vor allen die Materialien Polyvinylchlorid (PVC) und Polyäthylen (PE) in diversen Variationen gut eingeführt. Als Thermoplaste lassen sie sich sehr gut auf einem Extruder (geheizte Rohrstrangpresse) in allen gewünschten Längen, Kalibern und Wandstärken herstellen. Die Grenzen bei den Kalibern sind durch Festigkeit und den Preis gegeben. Durch Veränderung in den Herstellungsbedingungen der Rohstoffe, entsprechende Nachbehandlung und Beimengungen können heute die technologischen Eigenschaften bereits in weiten Grenzen variiert werden. Rohre aus PVC und PE sind als Wasserleitungs- und Milchleitungsrohre in der Praxis bekannt und eingeführt.

### *Polyäthylen*

Je größer die erzielbare Dichte, 0,91 bis 0,965, desto höher der Erweichungspunkt und die Zugfestigkeit sowie die Spannungsrißbeständigkeit. Das PE stellt sich mit zunehmender Dichte ohne Zusatz von Weichmachern von weich gegen hart ein. Bei Weich-PE ist eine Kerbschlagzähigkeit nicht meßbar, da zu elastisch. Die Licht- (Ultraviolett-) Empfindlichkeit des weiß-opaken, sich wachsartig anfühlenden PE wird durch Farbbeigabe beseitigt. Auch die PE-hart-Rohre sind flexibel und daher in großen Längen aufgerollt lieferbar. Da für die Rohrherstellung größere Wandstärken als bei PVC vonnöten sind, erweisen sich PE-Rohre mit  $\varnothing > 60$  mm als nicht ökonomisch. Hervorzuheben ist die leichte Bearbeitbarkeit und Korrosionsfestigkeit gegen die Bodensäure; glatte Rohrwände, hoher Benetzungswiderstand.

### *Polyvinylchlorid*

PVC wird in verschiedenen Polymerisationsgraden (*K*-Werte für Rohre 60 bis 70) hergestellt. Veredeln durch Einmischen hochelastischer Komponenten, dadurch verbesserte Kerb- und Schlagzähigkeit auch bei tieferen Temperaturen. Bei zu viel Weichmachern wird andererseits die Schlagfestigkeit vermindert. Für die Herstellung von Rohren wünscht man Erzeugnisse hoher Festigkeit (Schlag-, Zug-, Biegezug-, Kerbfestigkeit) und geringe Wärmedehnung sowie Korrosionsbeständigkeit. Glatte Wände, hoher Benetzungswiderstand.

### *Andere Materialien*

Bisher wurden fast ausschließlich PE- und PVC-Rohre verwendet. Dies schließt nicht aus, daß für besondere Zwecke geeignete andere Werkstoffe in Frage kommen können.

### *Technische Richtlinien*

Im DIN-Normen-Werk bestehen zahlreiche Richtlinien über Maße, Toleranzen und technische Lieferbedingungen für PE- und PVC-Rohre, die hier nicht gesondert angeführt werden. Erst bei Entwurf technischer

Lieferbedingungen für Drainrohre und den Beratungen hiezu ist darauf näher einzugehen.

### *Das Typenangebot, technische Eigenschaften*

Das zum Teil schon vielfältige Angebot läßt sich auf einige Grundformen zurückführen. Über die Eignung der einzelnen Typen laufen im Augenblick schon längere Versuchsreihen. Diese müssen für die Verhältnisse im Bergland allenfalls ergänzt werden. Wegen der Gefahr der *Deformation* wurden verschiedene Querschnittsformen versucht. Die Wandstärken liegen zwischen 0,5 und 8,0 mm.

Die einfachste Form sind glatte PVC-Hartrohre mit *Kreisquerschnitt* von 40 bis 100 mm und 5 m Länge. Als besonders leicht und widerstandsfähig erweisen sich Rohre mit gewellter Wand, die für den gleichen Kaliberbereich in 5-m-Stücken und 100-m-Rollen geliefert werden. Schweizerische Entwicklungen haben besondere Querschnitte von 75 bis 250 mm (siehe Abbildung). PE-Drainschläuche werden wenig hergestellt, sind jedoch in besonderen Fällen sehr geeignet.

Die *Rohrverbindung* erfolgt mittels geklebter oder gesteckter Überschub- oder aufgeweiteter Rohrmuffe. Für den Anschluß der Sauger gibt es einfache Formstücke (Kappen, 90°-Boden, Reduktionen, Mündungsstücke und in Steilhängen Ankerplatten). Für die Sonderquerschnitte sind die entsprechenden Formstücke anzuwenden, die relativ teuer sind.

Zahlreich sind die Variationen, bei guter *Wasseraufnahme* der Verschlammung zu begegnen. Die Kreisrohre haben mehrere Reihen von Längsschlitzern am ganzen Umfang (Breite 0,3 bis 0,6 mm, Länge 23 bis 30 mm, beim Wellrohr 3 bis 5 mm). Die Sonderformen haben zwei Reihen seitlicher Öffnungen von 3 bis 5 mal 35 mm.

Die *Festigkeit* auch der dünnwandigen Rohre ist ausreichend, wie durch Versuche dargetan; allerdings sind gewisse Transport- und Verlegeanweisungen zu beachten. Die Festigkeitsuntersuchungen bezogen sich vor allem auf die Beanspruchung bei der Rohrverlegung und das Verfüllen der Gräben bei tieferen Temperaturen (+° bis -2°C). Die Versuche mit dem Fallhammer wurden darauf abgestellt, daß höchstens zwei große harte Bodenbrocken auf einen bestimmten Rohrabschnitt stürzen (Versuche mit 400 g Gewicht aus 75 cm Fallhöhe). Die PVC-Rohre sind in den Schlitzreihen am empfindlichsten. Die Versuche sind noch nicht abgeschlossen.

### *Einige draintechnische Hinweise*

#### *Eintrittsquerschnitte und Eintrittsmengen*

Tonrohre vergleichbarer Kaliber, zum Beispiel 50 mm, haben an den Stoßfugen eine Wassereintrittsfläche von 3 bis 7 cm<sup>2</sup>/lfm. Kunststoffrohre haben infolge der Schlitzung oder Perforation bis zu 30 cm<sup>2</sup>/lfm, somit also einen gegenüber dem Tonrohr bedeutend vergrößerten

Eintritt. Die üblichen Abflußspenden betragen 1 bis 2 l/s ha und die Höchstspenden (im Bergland) 8 bis 10 l/s ha. Nimmt man je Hektare Fläche 1000 m Drainstrang, also 10 m Drainabstand an, können obige Spenden nur durch Ablauf von 1 bis 10 cm<sup>3</sup>/sec lfm abgeleitet werden. Aus Modellversuchen weiß man, daß je nach Überdruck im Boden bei den K-Rohren bis zu 17 cm<sup>3</sup>/sec lfm aufgenommen werden.

Da das Wasser zum großen Teil seitlich und von unten Zutritt, ist dies bei der Anordnung der Eintrittsöffnungen zu berücksichtigen.

### *Oberflächenspannung*

PE und PVC fühlen sich nicht nur wachsig an, sie zeigen auch gegenüber Wasser einen hohen Benetzungswiderstand, der bei zu feinen Eintrittsöffnungen störend wirken könnte. Bei den Abflußstörungen (siehe die folgenden Punkte) mögen diese Kräfte gewisse Wirkungen haben, wozu auch elektrostatische Erscheinungen kommen könnten.

### *Verschlämmung*

Die Verschlämmung hängt wesentlich von der Schlitzweite ab. Es dürfte nach Auskunft der Hersteller technisch kaum möglich sein, engere Schlitzweiten als 0,4 mm zu erstellen. Es gibt in den drainbedürftigen Standorten jedoch häufig Bodenarten, deren gröbste Bestandteile nicht größer als 0,1 bis 0,2 mm sind. Außerdem ist weniger die Bodenart, als die Strukturstabilität des zu drainenden Bodens von Einfluß auf die Verschlammungsgefahr. Vernäßte Böden sind allzu häufig auch wenig strukturstabil. Andererseits wird oft die Beobachtung mitgeteilt, daß Sandteilchen in sogenannten Fließsanden und Talsanden und auch Moorb Bestandteile schnell die Sägeschlitze blockieren. Dennoch ist das Ausmaß der Versandung bei nicht exakt verlegten und nicht in Torfstreu oder ähnlich ummantelten Tonrohren bei gelegentlichen Stoßbreiten über 1 bis 2 mm um ein Vielfaches höher<sup>1</sup>.

Die Einschlämmung wird infolge der glatten Wände als weniger bedenklich empfunden, weil auch das Ausspülen leichter wird. Bei den gewellten Rohren dürften Turbulenzen entstehen, welche Ablagerungen immer wieder beseitigen; das ist aber auch noch nicht untersucht.

Man wird aus dem zuvor Gesagten die anfangs von den Niederländern mitgeteilte Ansicht, bei Kunststoffrohren entfalle ein Überdecken oder Ummanteln mit Filterstoffen, wie zum Beispiel Torf, nicht teilen können. Die wichtige doppelte Funktion der Filterstoffe: Vergrößerung des hydraulischen Radius plus Schutz vor Einschlämmung, wird bei den genannten Benetzungsschwierigkeiten der Kunststoffe durch ihre dritte Aufgabe, solche Oberflächenspannungen zu überbrücken, unterstrichen.

---

<sup>1</sup> Einige Mißerfolge in der Schweiz dürften auf unsachgemäße Verlegung und Filterung beziehungsweise hierfür ungeeignete Böden zurückzuführen sein.



### *Filterstoffe*

Glaswollvlies, Steinwolle und Styroporflocken beginnen die bislang üblichen, mit hohem Transportvolumen und -gewicht behafteten natürlichen Filterstoffe (Torf, Kies, Schlacke, Häcksel) zu ersetzen. Als erheblicher Vorzug ist bei Glasfaservlies der technische Vorteil zu buchen, daß das Filtermaterial auch von unten an das Tonrohr oder Kunststoffrohr gebracht werden kann. Die Verlegung wird vereinfacht, wenn das Filtervlies schon vorher um die Rohre gewickelt wird. *In stark zersetzten Torfen ist die Wirkung von Glasfaservlies nicht von langer Dauer gewesen.* Humusbestandteile setzen die Poren dicht. Ähnliches muß nach Laborversuchen auch bei Verlegen der Rohre in schlammigen, bindigen Mineralböden erwartet werden.

### *Verockerung*

Bei Verockerungsgefahr der Drains haben sich ebenfalls die anfänglichen optimistischen Prognosen im Hinblick auf die Verwendung von K-Rohren nicht bestätigt. Ansatzpunkte für die Ockerschlamnteilchen sind die nicht immer sauberen Sägeschlitze. Auch scheint ein gewisser Mindestquerschnitt zum Vermeiden von Ockeransammlungen notwendig zu sein. Die 40-mm-K-Rohre waren in Feldversuchen in einzelnen Fällen schon in sehr kurzer Zeit total verockert. Die Haftung des kolloidalen Ockerschlammes an den doch recht glatten Innenwänden der Rohre ist unter Umständen mit elektrokinetischen Phänomenen zu erklären. Bei den verschiedenen K-Rohren sind innen die Grate an den Schlitzen als Ansatzpunkte für Verockerung deutlich zu sehen.

### *Fixierung der Stränge*

Für die zusammengesteckten und endlosen K-Rohre besteht keine Gefahr der gegenseitigen Verschiebung der Rohrenden. Allerdings schwimmen diese Rohre bei starkem Wasserandrang infolge ihrer geringen Dichte auf und müssen an der Sohle fixiert werden. Bei Moorböden ohne starkem Druckwasser erspart die erwähnte Sicherheit gegen Verschieben und das geringe Gewicht vielfach die Lattenroste.

### *Gewichte und Preise*

Das Laufmetergewicht der Kunststoffrohre ist gegenüber der Ton- und Zementware außerordentlich gering. Es verhält sich gegen Tonrohre beim

dünnwandigen PVC-Rohr wie 1 : 15  
dickwandigen PVC-Rohr wie 1 : 9  
PE-Rohr wie 1 : 19

Ein Preisvergleich zeigt, daß PVC und PE derzeit nur bei den dünnwandigen Typen und den kleineren Kalibern mit der anderen Ware konkurrieren kann.

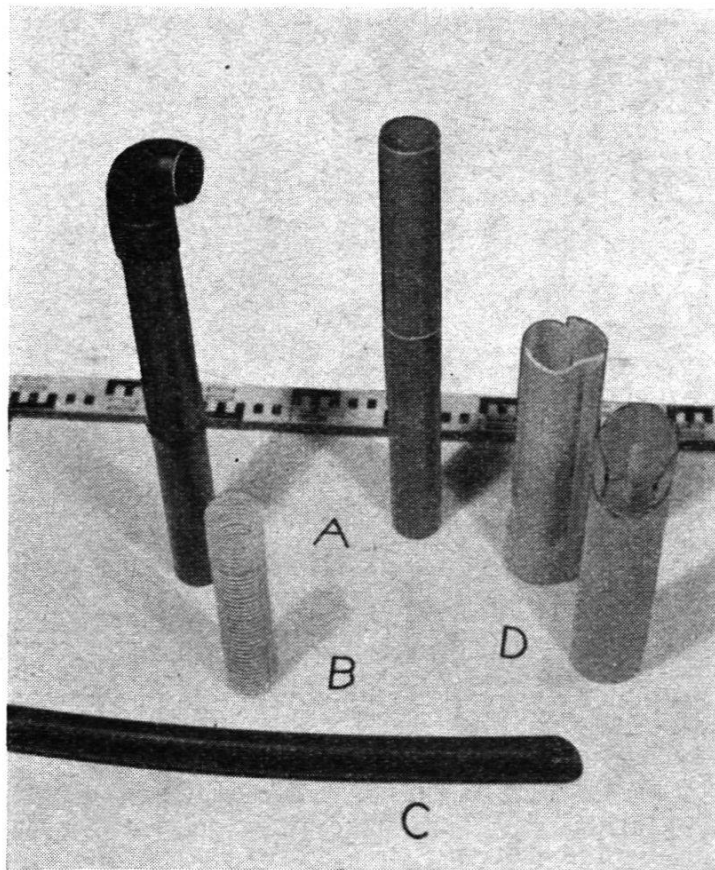


Abb. 3. Typen von Kunststoff-Drainrohren. Die Buchstaben beziehen sich auf die Tabellen im Text

		Ø 40		Ø 65		Ø 80		Ø 100	
		kg/lfm	Fr./lfm	kg/lfm	Fr./lfm	kg/lfm	Fr./lfm	kg/lfm	Fr./lfm
A.	Kreisrohr PVC	0,15	0,90	0,35	1,60	0,53	2,05	0,70	3,29
B.	Kreisrohr PVC	0,13	0,73	0,24	1,15	0,32	1,76	—	—
C.	Kreisrohr PE	0,24	0,64	(0,36)	(0,84) <sup>1</sup>	—	—	—	—
D.	Sonderform PVC	—	—	0,93	6,70	—	—	1,60	11,50
	Tonrohr	—	—	(6,60)	(0,90) <sup>2</sup>	8,30	1,16	11,00	1,62

<sup>1</sup> Gilt für Ø 50/45.

<sup>2</sup> Tonrohr wird nur für Ø ≥ 60 hergestellt.

### Folgerungen

Die Drainung mit Kunststoffrohren hat auch in unserem Lande viele Möglichkeiten. Man muß aber nicht übersehen, daß sich neben Vorteilen auch noch gewisse Probleme stellen.

Als *Vorteil* wäre zu nennen:

- Das geringe Transportgewicht, welches im Berggebiet besondere Bedeutung hat (zum Beispiel 700 m Ø 65 ergeben in PVC ein Transportgewicht von 250 kg!!).

- Die langen Einzelrohre beziehungsweise Rollen ergeben wenig Verbindungen.
- Bei größerem Gefälle  $> 2\%$  ist die Grabensohle nicht so sorgfältig vorzubereiten.
- Die Filterung ist einfacher zu gewährleisten.
- Geringe Gefahr bei Verschiebungen durch das Verfüllen.

Als *Nachteile* und noch ungeklärte Fragen drängen sich auf:

- Sprödigkeit (Schlagfestigkeit) bei Temperaturen unter  $0^{\circ}\text{C}$ . Wirkt sich bei Transportmanipulationen und Nachfall von Boden und Steinen aus.
- Größere Kaliber sind noch teuer.
- Der Nachweis der Alterungsbeständigkeit ist noch offen.
- Die Eintrittsschlitze haben noch Grate und Rauigkeiten, welche das Verockern begünstigen können.
- Das technisch richtige und – sicher mögliche – arbeitssparende Verlegen muß noch erarbeitet werden.
- Die Frage der für die Einzelfälle zweckmäßigsten Filter ist noch weiter abzuklären.

Da die Entwicklung noch in vollem Flusse ist, sollen die Meliorationsfachleute rasch mit den neuen Werkstoffen und ihrer Anwendung vertraut gemacht, aber vor Fehlern bewahrt werden. Es erscheint daher notwendig, die bisherigen wesentlich ausländischen Erfahrungen auf die schweizerischen Bedürfnisse hin auszuwerten und den Interessenten zugänglich zu machen. Gemeinsam mit den Rohrproduzenten und allenfalls der EMPA wären «Technische Minimalforderungen» aufzustellen, weiters «Anwendungsrichtlinien<sup>1</sup>» und schließlich «Verlegeanleitungen<sup>1</sup>» herauszugeben. Alle Erfahrungen sollten mitgeteilt und ausgewertet werden.

#### *Versuchs- und Normungswesen*

Aus Versuchen wären Richtlinien für besondere Anwendungsbereiche sowie für die richtige Kaliberwahl zu entwickeln. Besonders aber sollte die richtige Anwendung im Berggebiet bei Rutschhängen studiert werden. Darüber wird in einem weiteren Beitrag zu berichten sein. Für eine Normung erscheint die Entwicklung noch nicht reif; vor allem sollte neuen Entwicklungen die Bahn frei bleiben. Auch ist erst über den Umfang und die gewünschte Spezialisierung einer Normung Klarheit zu schaffen. Vorerst wären «Richtlinien für die Verwendung von Kunststoffrohren bei der Bodenentwässerung» geeigneter, weil elastischer. Die Kosten für der-

<sup>1</sup> Entwürfe hierfür und als Diskussionsgrundlage wurden vom Verfasser bereits ausgearbeitet.



Abb. 4. Einbau von K-Drainrohren beim Alpdraineurkurs 1961  
auf Tannenboden/Flums

artige Untersuchungen dürften gegenüber möglichen Einsparungen äußerst gering sein.

Die noch drainbedürftigen Flächen, 100 bis 500 km<sup>2</sup> in der Schweiz und insbesondere in den Berggebieten, werden in den nächsten Jahrzehnten bedeutende Geldmittel erfordern. Bleibt man bei nur 200 km<sup>2</sup>, so erfordert das schätzungsweise 120 bis 150 Millionen Franken. Die Erneuerung bestehender Anlagen ist hierbei nicht berücksichtigt. Hier zweckmäßigen und verbilligten Drainmethoden Platz zu geben und Verfahren zu suchen, die Arbeitskräfte einsparen, ist daher unabdingbar.

Diese kurze Zusammenstellung bezweckt eine erste Information der Fachkreise und soll Anstoß für einen intensiven Gedankenaustausch geben.