

Welche Rolle spielen die Kunststoffe in der Meliorationstechnik?

Autor(en): **Knobloch, Hans**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **65 (1967)**

Heft 8

PDF erstellt am: **06.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-221532>

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.

Schweizerische Zeitschrift für Vermessung, Photogrammetrie und Kulturtechnik

Revue technique Suisse des Mensurations, de Photogrammétrie et du Génie rural

Herausgeber: Schweiz. Verein für Vermessungswesen und Kulturtechnik; Schweiz. Gesellschaft für Photogrammetrie; Fachgruppe der Kulturingenieure des SIA

Editeurs: Société suisse des Mensurations et Améliorations foncières; Société suisse de Photogrammétrie; Groupe professionnel des Ingénieurs du Génie rural de la SIA

Nr. 8 · LXV. Jahrgang

Erscheint monatlich

15. August 1967

Welche Rolle spielen die Kunststoffe in der Meliorationstechnik?

Von Dr. Ing. Hans Knobloch

Zusammenfassung

Nach einer allgemeinen Beschreibung der Herstellungsweise und der technologischen Eigenschaften von Polyäthylen und Polyvinylchlorid wird auf die Verwendung dieser Werkstoffe für Drainrohre näher eingegangen. Auf die Wirkungsweise von Filterstoffen wird hingewiesen. Die Anwendungsmöglichkeit von Styromull als Filtermaterial wird beschrieben.

Resumé

Au début on donne une description générale de la fabrication et des propriétés technologiques du PE et du PVC. Puis on traite à fond l'application de ces matières premières à la fabrication de tuyaux de drainage. On discute également l'efficacité des matières filtrantes. Pour terminer, on décrit les possibilités d'application du «Styromull» comme matériau de filtre.

Der Werkstoff *Kunststoff* hat sich in rund 30 Jahren so überraschend entwickelt, daß er heute auch der Menge nach durchaus ebenbürtig neben den «klassischen» Werkstoffen Stahl, Aluminium, Holz, Glas, Gummi usw. steht. In Kubikmetern gemessen, produzierte die westliche Welt im Jahre 1965 bereits 3,5mal so viel Kunststoff wie Aluminium, Kupfer, Zink, Blei, Nickel, Zinn, Magnesium, Kadmium, Quecksilber und Silber zusammengenommen (s. Seite 265, «Produktion westliche Welt»). Und die Produktionskurve geht noch immer steil aufwärts. Sollte der Werkstoff Kunststoff, der uns auf so vielen Gebieten zur Rationalisierung verhalf, nicht auch für die Meliorationstechnik Vorteile bringen?

Obwohl wir mit Gegenständen aus Polyäthylen, aus Polystyrol und PVC (Polyvinylchlorid) täglich in Berührung kommen und ihre Produktion die der Nichteisenmetalle – in Kubikmetern gemessen – weit über-

steigt, ist doch den wenigsten Benutzern bekannt, was beispielsweise Polyäthylen eigentlich ist und woher es kommt. Der Werkstoff Polyäthylen wird nicht in der Natur gefunden wie etwa das Holz, das nur noch zugerichtet zu werden braucht. Ähnlich dem Stahl entsteht das Polyäthylen aus einem Naturstoff erst durch chemische Umwandlung. Beim «Kracken» des Erdöls in den Raffinerien fallen gewisse Mengen des Gases Äthylen an, das zunächst abgetrennt und gereinigt werden muß. Der feste Kunststoff entsteht aus diesem Gas durch «Polymerisation», das heißt durch Aneinanderketten von jeweils mehr als tausend Einzelmolekülen zu einem Riesenmolekül, das man sich – stark vergrößert – als langen, dünnen Faden vorstellen kann. Diese Fadenmoleküle verknäueln und verhaken sich gegenseitig, so daß die gesamte Masse einen gewissen Zusammenhang erlangt und zum festen Werkstoff wird. Die Eigenschaften dieses zu den Polyolefinen rechnenden Kunststoffs, aus dem man heute Schüsseln, Eimer, Kosmetikflaschen usw. herstellt, sind uns gut bekannt: spezifisch etwas leichter als Wasser, sehr biegsam und daher außerordentlich unempfindlich für Stöße, chemisch beständig gegen Säuren, Laugen und Lösungsmittel, von Natur aus trübe (also nur als Folie durchscheinend), in der Masse leicht zu färben. Insgesamt also eine Eigenschaftskombination, die für Gebrauchsgegenstände zum robusten Umgang in Landwirtschaft und Haushalt geradezu ideal ist.

Die soeben angedeuteten Grundeigenschaften, durch die sich die Kunststoffe von anderen Werkstoffen sehr deutlich abgrenzen, können zum Teil aus dem Aufbau dieser hochmolekularen Stoffe erklärt werden. Es ist leicht einzusehen, daß ein aus verschlungenen fadenförmigen Bauteilen bestehender Stoff nur recht wenig Baumaterial je Raumeinheit enthält, so wie auch in einem Haufen dürrer Äste sehr viel weniger Holz enthalten ist als in einem Haufen Sägemehl von gleichem Volumen. Die relativ geringe Dichte der Kunststoffe ist damit leicht erklärt.

Doch wo in einen Kubikzentimeter nur wenig Material gepackt ist, kann auch nur mit relativ geringen Druck- und Zugfestigkeiten – verglichen mit dichtgepackten Stoffen wie Stahl – gerechnet werden. Hierzu bietet das schon erwähnte Polyäthylen (PE) ein gutes Beispiel. Man kennt zwei Grundtypen des PE, nämlich das «Linear»-PE und das «verzweigte» PE. Während das Linear-PE aus echten Fadenmolekülen aufgebaut ist, besitzt das Makromolekül des verzweigten PE am Langfaden noch zahlreiche Seitenäste, die es noch sperriger machen. Tatsächlich sind die Werte für Dichte ($0,918 \text{ g/cm}^3$) und E-Modul (ca. 1200 kp/cm^2) des verzweigten PE auch beträchtlich kleiner als die entsprechenden Werte des Linear-PE ($0,960 \text{ g/cm}^3$ beziehungsweise ca. 10000 kp/cm^2).

Auch das Wärmeverhalten der Kunststoffe läßt sich aus der Grundstruktur erklären. Wird einem Metall Wärme zugeführt, so finden wir diese Energie im Molekularbereich wieder als mechanische Energie bei der Schwingung der Atome um die Mittellagen des Kristallgitters. Wird die Wärmezufuhr stark erhöht, so sprengen die anwachsenden Schwingungsamplituden schließlich den Zusammenhalt des Kristalls: Der Stoff schmilzt. – Bei den aus Fadenmolekülen aufgebauten Kunststoffen führt

die Erwärmung zu immer stärkeren Bewegungen der ganzen Fäden, die dann bei äußerer Belastung naturgemäß leichter aus dem Verband aus-
haken können als bei Ruhe. Der erwärmte Kunststoff erweicht also,
zunächst ohne zu schmelzen. Dieses mechanische Lösen der zuvor ver-
knäuelten Molekülfäden tritt bei wesentlich tieferen Temperaturen auf
als das regelrechte Schmelzen der niedermolekularen festen Werkstoffe.
Aus Kunststoff können daher keine Kochtöpfe hergestellt werden. Doch
die leichte Verformbarkeit der thermoplastischen Kunststoffe, über-
wiegend schon bei Temperaturen unter 200 °C, ist ein so großer Vorzug
bei der Herstellung von Massenartikeln, daß hierin – neben der Korro-
sionsfestigkeit – die Hauptursache für die rasche Ausbreitung des Kunst-
stoffs als Werkstoff gesehen werden muß.

Da das technische Verhalten eines Kunststoffs weitgehend vom räum-
lichen Aufbau im Molekülbereich abhängt, ist es verständlich, daß das
Einmischen gewisser Substanzen, die das Gleiten der Molekülfäden
gegenseitig begünstigen, die Biegsamkeit des betreffenden Kunststoffs
erhöht. Von der Beimischung derartiger «Weichmacher» macht man beim
Polyvinylchlorid (PVC) Gebrauch. Es gibt also außer dem Hart-PVC,
dem unvermischten Kunststoff Polyvinylchlorid, auch noch das Weich-
PVC, das 30 bis 40 % Weichmacher enthält und uns täglich als Kunst-
leder, Fußbodenbelag, Weich-PVC-Folie, Gartenschlauch, Treppenhand-
lauf usw. begegnet. Zu beachten ist jedoch, daß der beigegebene Weich-
macher selbst kein (hochmolekularer) Kunststoff ist und daß daher auch
die chemischen Eigenschaften des Weich-PVC denen des reinen Kunst-
stoffs PVC nicht entsprechen.

Auch wiederholt aufgeschmolzene Kunststoffteile (Regenerat) weichen
in den mechanischen Eigenschaften vom Original-Rohstoff ab, da bei
jedem Aufschmelzen des Materials einige Fadenmoleküle zerreißen und
die dann (im Mittel) etwas verkürzten Molekülketten einen geringeren
Zusammenhalt – vor allem bei Schlagbeanspruchung – geben als bei sehr
großen Kettenlängen. Beispielsweise für flexible Dränrohre aus PVC kann
weder Weichmacher noch Regenerat verwendet werden.

Aus diesen Bemerkungen geht hervor, daß auch die Technik der Um-
formung des körnigen oder pulverförmigen Rohstoffs zum Halbzeug oder
Fertigartikel die Qualität des Erzeugnisses beeinflußt. Man setzt bei der
Verarbeitung Maschinen ein, die den engen Temperaturbereich zwischen
dem Erweichungs- beziehungsweise Schmelzpunkt und der Schädigungs-
grenze (Überhitzung) genau einzuhalten gestatten. Rohre, Platten, Blas-
folien, Hohlkörper usw. werden mittels sogenannter *Strangpressen* (Ex-
truder) hergestellt, bei denen der Rohstoff in dem engen Raum zwischen
der Innenwand eines geheizten Zylinders und einer sich im Zylinder
drehenden Schnecke schonend aufgeschmolzen und dann durch eine
Formungsdüse kontinuierlich herausgepreßt wird. Beispielsweise bei der
Herstellung eines flexiblen Dränrohrs aus PVC wird die zähe Schmelze
des Kunststoffs nach dem Austreten aus einer ringförmigen Düse von
Formungsbacken erfaßt und mit einer Rillenprägung versehen, die beim
Erkalten der zähflüssigen Schmelze erhalten bleibt. Im sogenannten

Spritzgußverfahren dagegen wird immer nur ein bestimmtes Quantum einer (in diesem Falle) leichtflüssigen Kunststoffschmelze in eine Hohlform gespritzt, wo das Material erkaltet und dabei die Gestalt der betreffenden Form annimmt.

Eine grundlegend andere Art der Formung wird bei den Kunststoffschäumen angewandt. Beispielsweise beim Styropor® ist dem Kunststoff Polystyrol – bekannt von den glasklaren Kühlschrankschälern usw. – ein Treibgasmittel beigegeben, das bei der Erwärmung das erweichende Polystyrolteilchen aufbläht und damit die bekannten, extrem leichten weißen Perlen erzeugt, die wir beim *Styromull*® in Form faseriger Flocken (Styromull = zerrissener Polystyrol-Hartschaum mit 4 bis 12 mm Flockengröße) wiederfinden.

Großtechnisch hergestellt werden die Kunststoff-Rohstoffe von großen chemischen Werken (Badische Anilin- & Soda-Fabrik AG, Ciba AG, Lonza-Werke usw.) in Anlagen mit Produktionskapazitäten bis etwa 200 000 Jahrestonnen. Von dort wandert der noch ungeformte Rohstoff zu den zahlreichen Verarbeitern, die daraus Kunststoff-Halbzeug (Folien, Platten, Rohre, Schläuche, Drähte, Profile) und Fertigteile herstellen. Die Kosten eines Kunststoff-Fertigteils setzen sich also hauptsächlich aus den Werkstoffkosten und den Fertigungskosten zusammen, und man muß wissen, daß die Kosten des ungeformten Kunststoffs infolge der Kompliziertheit der Herstellung relativ hoch, die Verarbeitungskosten wegen der leichten Verformbarkeit des Kunststoffs relativ niedrig liegen. Gegenstände aus Kunststoff sind also – große Serien vorausgesetzt – dann besonders preisgünstig, wenn sie wenig Material und eine verfeinerte Form aufweisen (Spielzeug, Haushaltsgeräte usw.), sie sind relativ teuer bei einfacher Form und großem Rohstoffbedarf.

Hier muß freilich noch ein weiterer Faktor beachtet werden, nämlich der Gebrauchswert des fertigen Kunststoffteils. Beispielsweise das Rohr hat eine sehr einfache Form und erfordert gleichzeitig viel Material; das aus Kunststoff hergestellte Rohr konnte aber trotzdem sehr schnell weite Anwendungsgebiete erobern. Der Grund liegt darin, daß spezielle Eigenschaften des Kunststoffs – leicht, korrosionsfest, biegsam, stoßunempfindlich – die Montage beziehungsweise Anwendung so weit erleichtern, daß man geneigt ist, diesen Rohren in zahlreichen Anwendungsfällen den Vorzug zu geben. Zum Anlegen beispielsweise von Viehtränken wird das Polyäthylenrohr von einem 300 m fassenden Ringbund abgerollt und in den Boden eingepflügt. Mit Messer oder Säge wird das Rohr abgetrennt, die Fittings kann man selbst ansetzen, die Rohre dürfen sogar einfrieren.

So ist es nicht verwunderlich, daß sich auch die Dräntechnik die Vorteile des Kunststoffs nutzbar macht. Hier steht heute das flexible Dränrohr aus PVC im Vordergrund des Interesses. Auch PVC ist ein Werkstoff, der weder faulen noch rosten kann. Er ist jedoch wesentlich härter und steifer als Polyäthylen, so daß man PVC-Rohre für eine bestimmte Druckbelastung mit erheblich geringerer Wandstärke herstellen kann als Rohre aus Polyäthylen. Bei den biegsamen Dränrohren aus PVC wendet man noch den Kunstgriff an, durch eine geeignete Profilierung der Rohr-

wand – durch eine rundum laufende ring- oder schraubenförmige Wellung – die Scheiteldruckfestigkeit und die Biagsamkeit der Rohre gleichzeitig zu erhöhen. Damit lassen sich sehr geringe Wandstärken beziehungsweise Metergewichte erreichen; das flexible PVC-Dränrohr mit 50 mm Durchmesser wiegt nur 0,18 kg je laufenden Meter. Damit wird die Verlegung dieses außerordentlich leichten Dränrohrs so vereinfacht, daß die Gesamtkosten einer Dränung beim Einsatz entsprechender Drängeräte fühlbar gesenkt werden können. In der Bundesrepublik Deutschland wurden daher bereits rund 30 Millionen Meter des flexiblen Dränrohrs hergestellt und verlegt.

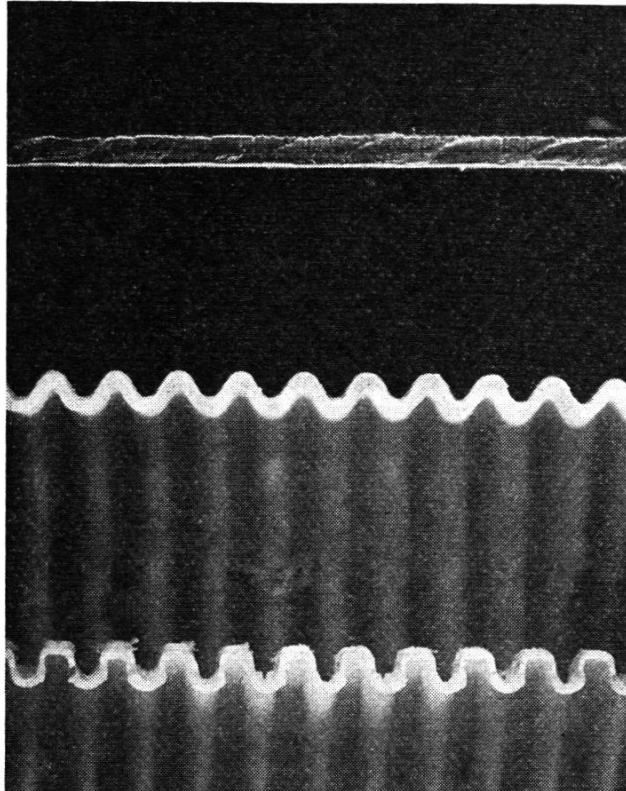


Bild 1: Wandprofile einiger handelsüblicher flexibler Dränrohre mit \varnothing 50 mm (die Innenseiten der Rohre zeigen im Bild nach unten). Oben: Glattes Rohr aus Polyäthylen. Darunter: Gewellte PVC-Rohre mit unterschiedlicher Profilierung

Dieser große Umsatz und die Konkurrenz mehrerer Hersteller machten es erforderlich, für die Gütesicherung dieser Rohre entsprechende Prüfverfahren auszuarbeiten und Qualitätsforderungen aufzustellen. Dies ist in der Bundesrepublik Deutschland inzwischen geschehen, wobei das «Kuratorium für Kulturbauwesen» und der «Qualitätsverband Kunststoffherzeugnisse e.V.» eingeschaltet sind. Heute stehen dem Verwender Kunststoff-Dränrohre zur Verfügung, deren Beschaffenheit hinsichtlich Dimensionierung, Scheiteldruckfestigkeit, Biagsamkeit, Schlagfestigkeit und Gestaltung der Wassereintrittsöffnungen garantiert wird. Die Verbindungsmuffen, T-Stücke, Endstopfen und Ausmündungen wurden – wie bei Kunststoffteilen üblich – so durchentwickelt, daß sie ohne Fach-

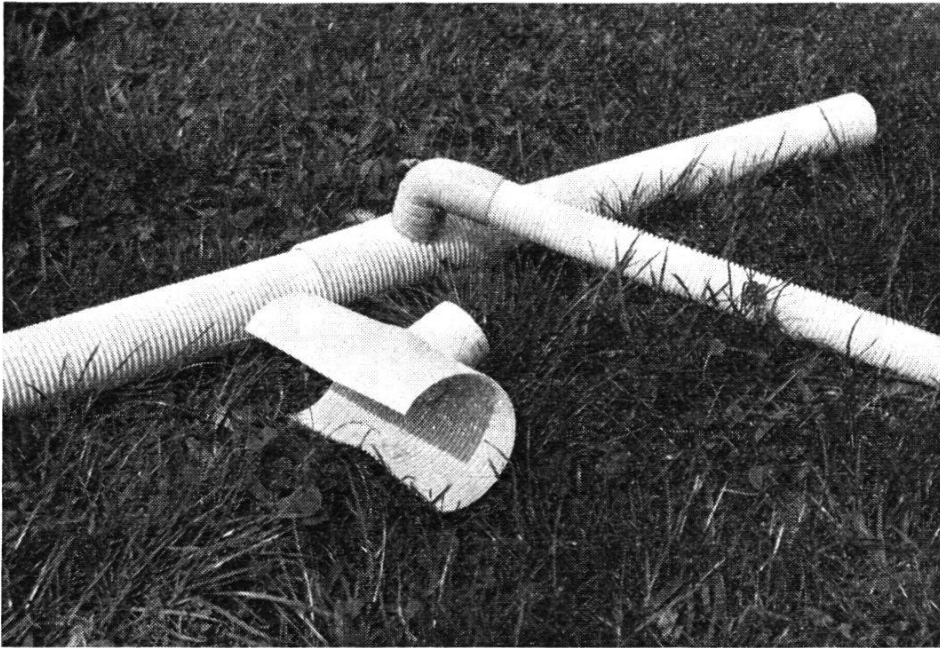


Bild 2: Für Rohrverbindungen usw. gibt es sehr einfache und funktionssichere Zusatzteile

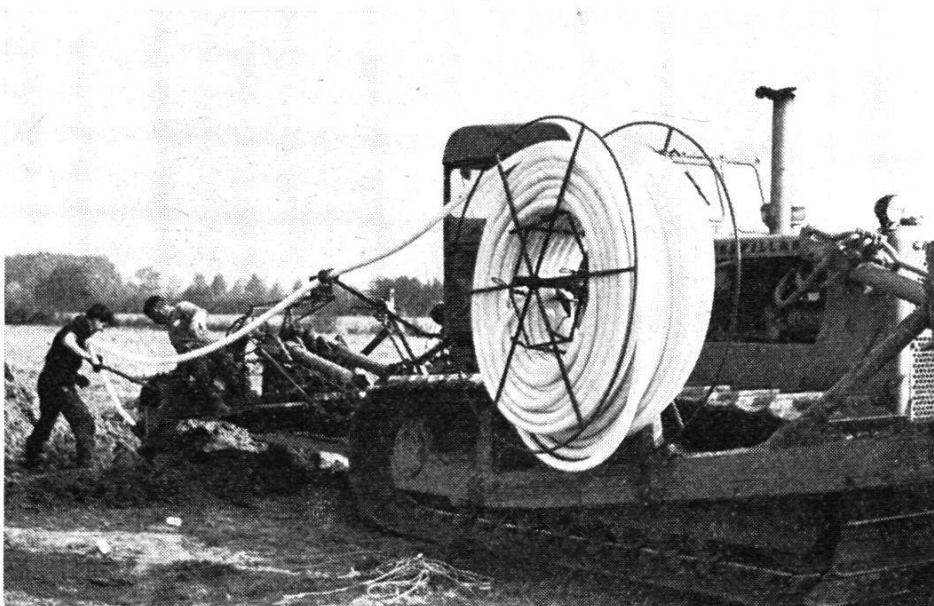


Bild 3: Flexibles Dränrohr aus PVC am grabenlos verlegenden Willner-Dränpflug

kenntnisse montiert werden können und jede Funktionsunsicherheit ausschalten.

Bekanntlich führt nicht immer das Dränrohr allein zum Erfolg. Bei schweren Böden mit schwacher Wasserdurchlässigkeit oder auf Böden, die durch Befahren mit Maschinen nachträglich verdichtet wurden, kann das Überschußwasser den beschwerlichen Weg zum Dränrohr nicht schnell genug überwinden. Hier muß der Boden aufgelockert werden; doch diese Lockerung muß auch von Dauer sein. Dies kann dadurch erreicht werden, daß man in den schwach durchlässigen Boden mit etwa

2 m Seitenabstand tiefe Bodenschlitze zieht und diese Schlitze mit einer etwa 5 cm breiten und bis nahe unter Flur reichenden Styromull-Füllung abstützt. Diese Styromull-Dränschlitze müssen hangabwärts geführt und etwa 2 m vor dem Vorflutgraben enden und dort mit einem Dränrohr mit weiten Öffnungen vereinigt werden, um ein Ausfließen der Styromull-Flocken zu verhindern. Mit diesem Dränsystem, zu dessen Anlage nur sehr einfache Vorrichtungen (Bodenschlitzgerät mit Styromull-Fülltrichter) erforderlich sind, reduziert man vor allem die überlangen Wege in einem schwerdurchlässigen Boden. Das Verfahren der «Styromull-Schlitzdränung» hat sich in Versuchen auch dort bewährt, wo ein altes, aber intaktes Dränrohrsystem nicht mehr zog, da sich über den Rohren den Wasserfluß behindernde Sperrzonen gebildet hatten. Die Styromull-Schlitze durchbrechen die wassersperrenden Bodenschichten und führen das Überschußwasser von oben an die Saugerrohre heran.

Letzten Endes handelt es sich dabei um nichts anderes als um die altbekannten Steindräne oder dergleichen. Neu daran ist lediglich, daß die heute angebotenen Hilfsmittel – 1 m³ Styromull wiegt ebenso wie 100 m flexibles PVC-Dränrohr \varnothing 50 mm nur etwa 18 kg – ein leichtes und rationelles Arbeiten ermöglichen.



Bild 4: Das mit dem Beauchamp-Dränpflug ohne Grabenaushub eingezogene PVC-Dränrohr ist rundum mit Styromull abgefiltert



Bild 5: Bodenschlitzgerät mit Styromull-Fülltrichter



Bild 6: Zur Sicherung eines extrem hohen Wasserabflusses wurden die PVC-Dränrohre eines Abwasser-Rieselfeldes mit einer besonders dicken Styromull-Filterschicht bepackt

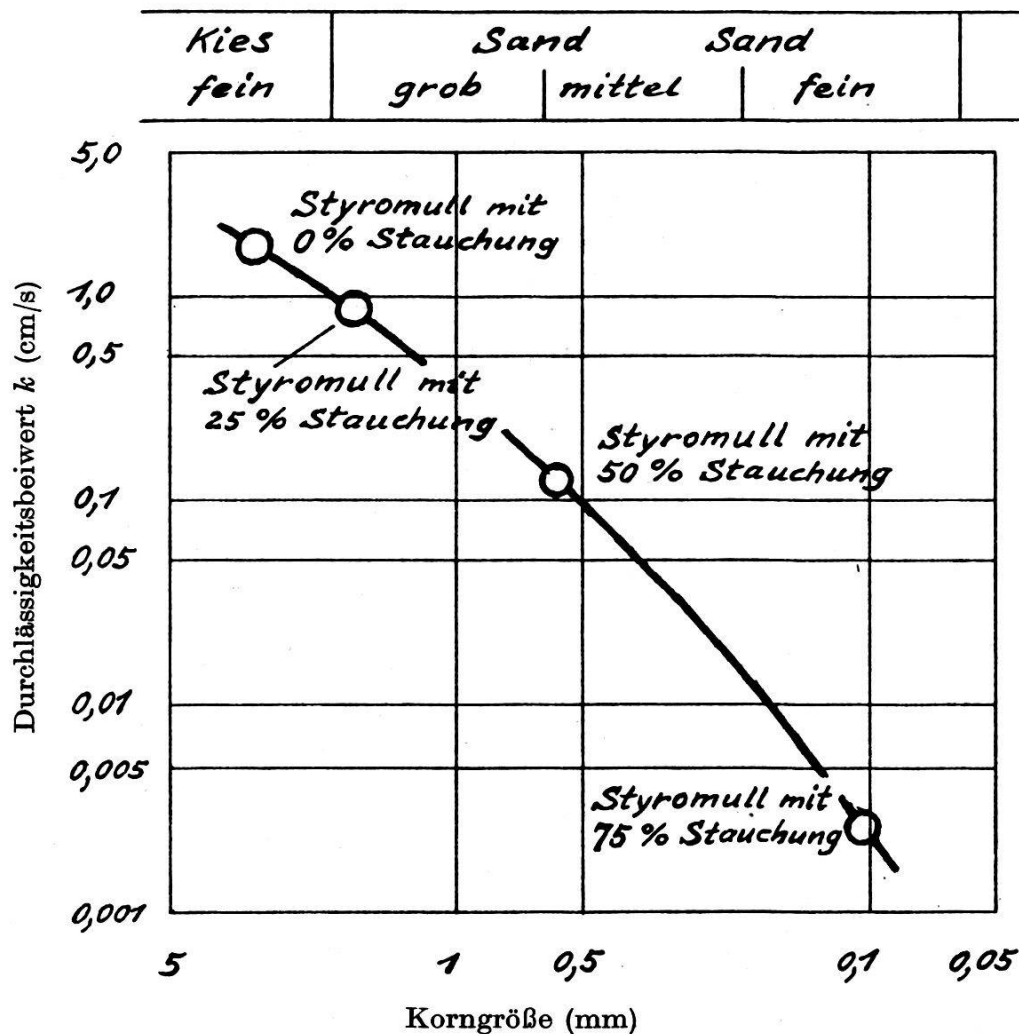


Bild 7: Kurve der Durchlässigkeitswerte k nach *Darcy* für reine Mineralböden ohne Tongehalt. In die Kurve sind die bei Zimmertemperatur ermittelten k -Werte für handelsübliches Styromull eingetragen. Danach entspricht Styromull unter Bodenlast hinsichtlich der Wasserdurchlässigkeit einem groben Sand

Produktion westliche Welt

Produktion 1965 in Millionen Kubikmetern

Aluminium	1,96		
Kupfer	0,47		
Zink	0,44		
Blei	0,21		
Sonstige	0,08		
Nichteisenmetalle		3,16	
Polyolefine	3,42		
PVC	1,98		
Styrolpolymerisate	1,54		
Sonstige	1,26		
Thermoplaste		8,20	
Duroplaste		2,92	
Kunststoffe ohne Synthesefasern			11,12
Verhältnis Kunststoffe : Nichteisenmetalle		3,5 ¹ : 1	

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.