Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung

Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine

Band: 95 (1977)

Heft: 17

Artikel: Landwirtschaftliche Dränung: Ursache und Verhinderung der Verockerung, Verschlämmung, Verstopfung und Verdichtung

Autor: Karlen, Rudolf

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-73361

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: 08.02.2026

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

HERAUSGEGEBEN VON DER VERLAGS-AKTIENGESELLSCHAFT DER AKADEMISCHEN TECHNISCHEN VEREINE, 8021 ZÜRICH, POSTFACH 630

Landwirtschaftliche Dränung

Ursache und Verhinderung der Verockerung, Verschlämmung, Verstopfung und Verdichtung

Von **Rudolf Karlen**, Bern

Dränungen dienen der Regelung des Bodenwasser-Haushaltes von landwirtschaftlich genutzten Flächen. Die Mittel dazu sind die *Rohrdränung* (Bild 3), die *Rohrlose Dränung* (Bild 5, 6) und die *Unterbodenmelioration* (Bild 7). Mit ihnen wird im wesentlichen das Bodengefüge verbessert und stabilisiert. Damit sollen die Bodenbearbeitung erleichtert, den Pflanzenwurzeln tiefere Bodenbereiche erschlossen und die Tätigkeit der Bodenlebewesen angeregt werden. Neben der Landwirtschaft stellen die Wassernutzung sowie der Natur- und Landschaftsschutz Nutzungsansprüche an den Boden. Gründliche Vorplanung bei der Anlage von Dränungen ist von grundsätzlicher Bedeutung [4].

Verockern, Verschlämmen, Verstopfen und Verschmutzen der Rohre und Filter, Rohrverschiebungen, aber auch Mängel in der Bauausführung und in der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung beeinträchtigen den Dränerfolg und bilden eine grosse Belastung des Unterhalts. Bereits bei der Planung von Neuanlagen sind daher unter Berücksichtigung der Kosten-Nutzen-Analyse alle Massnahmen zu treffen, welche die Funktion sicherstellen und den Unterhalt entlasten.

Funktionstüchtige Vorfluter

Bei der Erfüllung der Unterhaltspflicht an Vorflutern stellen die offenen Gräben und Kanäle besondere Probleme (Bild 1), demgegenüber ist der Unterhalt von Zementrohrleitungen bedeutend einfacher. Auch liegen die Baukosten von Rohrleitungen in vielen Fällen tiefer als die offener Kanäle [37]. Im Interesse des *Natur- und Landschaftsschutzes* sind aber in der Regel offene Gräben den verrohrten Vorflutern vorzuziehen. Dabei ist deren Verbauung mit naturnahen Mitteln zu gestalten und die Belange der Fischerei sind zu berücksichtigen. Standortgerechte Bepflanzung und möglichst natürliche Linienführung sind weitere wichtige Faktoren bei der Gestaltung [7].

Der Unterhalt umfasst das regelmässige Mähen der Böschungen, Krauten und Räumen der Sohlen, Pflegen der Lebendverbauungen und Instandsetzungen an den Bauwerken. Die Unterhaltsarbeiten werden heute meist maschinell durchgeführt. Die Gerätebedingungen sind daher bereits bei der Planung von Neuanlagen oder bei Rekonstruktionen bestehender zu berücksichtigen [24]. Die zunehmende Eutrophierung der Gewässer fördert deren Verkrautung (Bild 1). Es wird heute vermehrt die Frage gestellt, ob *Herbizide* zur Unkrautbekämpfung eingesetzt werden sollen [28]. Es handelt sich dabei um biologisch hochaktive Stoffe mit gefährlichen Nebenwirkungen. Nach schweizerischem Recht ist deren Anwendung verboten [32, 33]. Bedenkt man die bereits vorhandene Belastung der Gewässer und ihre erhöhte Bedeutung für die Wasserrückhaltung, so ist die *Anwendung von Herbiziden auch in Zukunft abzulehnen.*

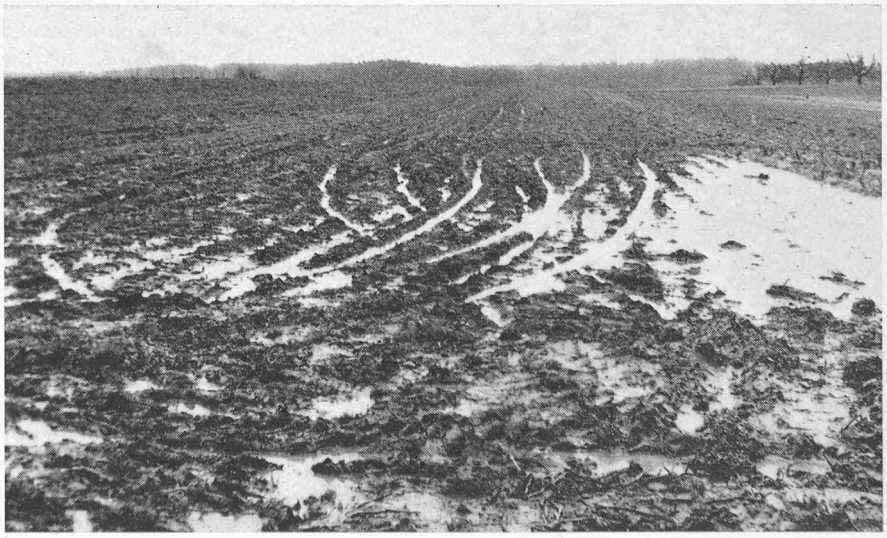
Verockerung

Der Vorgang

Gelangen *Fe(II)-Verbindungen* bzw. ihre Ionen durch das Dränwasser in die Filter- und Rohrzone, kommt es dort durch Berührung mit Sauerstoff zur *Ausfällung von unlöslichen Fe(III)-Verbindungen.* Die Eisen(III)-Fällung ist vor allem

Bild 1 (links). Böschungsabbrüche und Verkrautung als Folge des vernachlässigten Unterhalts von Vorflutern verursachen Abflussstörungen und ziehen Dränungen stark in Mitleidenschaft [24]

Bild 2 (rechts). Wiedervernässtes Ackerland. Nur mit grosser Mühe gelang es im nassen Herbst 1974 die Kartoffelernte einzubringen. Durch Traktor- und Maschineneinsatz sind Gefügezerstörungen entstanden



bakteriologisch und auch chemisch bedingt. Neueste Untersuchungen zeigen, dass der Vorgang dieser Fällung, kurz Verockerung genannt, vielschichtiger ist, als bisher angenommen wurde [9]. Neben dem Eisengehalt von Wasser und Boden schaffen auch bestimmte pH-Werte des Wassers die Voraussetzungen für die Verockerung. Sie setzt unmittelbar nach dem Bau der Dränung ein; findet kein Zufluss von eisenhaltigem Grundwasser aus Fremdgebieten statt, so hat sie in der Regel nach 3 bis 5 Jahren das Maximum überschritten und klingt ab, andernfalls dauert sie an und wird zu einer ständigen Belastung des Unterhalts. Die Verockerung tritt innerhalb eines Drängebietes meist *wechselhaft* auf. Der *Ockerschlamm* lagert sich in den Filterporen, den Eintrittsöffnungen und im Rohrinnern ab; Abflussstörungen sind die Folge.

Eigenschaften des Ocker

Ockerschlamm enthält neben dreiwertigen Eisenverbindungen grössere Mengen eingeschlämmter *Tonkolloide, organische Stoffe, Kalk* und *Schluffteilchen*. Das Verhältnis von Eisen und Eingeschlämmtem variiert stark. Die Ablagerung ist in den Tonrohren meist wulstartig in der Nähe der Rohrstösse, in den Kunststoffrohren auf der ganzen Innenwandung verteilt zu finden, und tritt oft unregelmässig verteilt auf der ganzen Rohrlänge auf. Durch Alterung (Dehydration) verwandelt sich der anfänglich voluminöse, rot-gelbe Ockerschlamm zusammen mit Eingeschlämmtem in *harte Krusten* (seltener in schleimige Ablagerungen), von dunkelbrauner bis fast schwarzer Färbung. Die Haftung des Ockers am Rohrmaterial ist gross, sie nimmt mit seiner Alterung zu.

Bisherige Bemühungen zur Verhinderung

In älteren Fachbüchern wird empfohlen, verockerungsgefährdete *Sauger unter Wasser* ausmünden zu lassen. Mit dieser Massnahme wollte man die Sauerstoffzufuhr im Sauger unterbinden, sie hat sich inzwischen als *wirkungslos* erwiesen. Neuere Untersuchungen haben ergeben, dass die *biologische Verockerung* bedeutend stärker ins Gewicht fällt und mit sehr wenig Sauerstoff auskommt. Zudem fördert der Rückstau, bedingt durch die Ausmündungen unter Wasser, die Verschlämmung im Sauger beträchtlich [3, 17]. Ausserdem genügt die Selbstreinigungskraft des Wassers nicht, um Ockerablagerungen auszuspülen. Erst bei Gefällen grösser als 5 Prozent darf erwartet werden, dass die Schleppspannung des Wassers gleich oder grösser der Haftspannung des Ockers ist [18, 21]. Auch die Annahme, glatte Kunststoffrohre würden wegen den kleineren Rauhigkeitsbeiwerten gegenüber Tonrohren weniger verockern, hat sich als falsch erwiesen. Es ist daher auch vorgeschlagen worden, nach materialspezifischen Veränderungsmöglichkeiten zu suchen, um die hohe Grenzflächenspannung des Kunststoffes gegen das Wasser zu verkleinern [10, 18, 19]. Zu erwähnen sind noch die Versuche, die Verockerung mit Kalk oder Kupferschlacke zu beeinflussen, sie führten nur zu Teilverhinderungen [16, 26].

Bild 3. Grabenfräse «Hoes-Gigant» beim automatischen Verlegen von Tonrohren

Neuere Massnahmen zur Verhinderung und Beseitigung

Neuerdings werden Mittel und Wege gesucht, mit denen gleichzeitig die chemisch *und* biologisch bedingte Verockerung gehemmt oder verhindert werden kann. In den Berichten über die jüngsten Forschungsergebnisse [9, 22, 23, 29] zeichnen sich folgende Zusammenhänge ab:

Besonders gerbstoffreiche, abbaufähige, organische Filterstoffe wie Eichenspäne, Mimosaspäne (Akazienart), Trillo (Schuppen der Fruchtbecher von Eichenarten) und Roggenstroh, liefern, durch Wasser freigesetzt, unterschiedliche Mengen *Tannine, Phenole* und *oxidierbare Verbindungen,* die verockerungshemmend wirken. Passieren die im Bodenwasser gelösten Eisenverbindungen solche Filterstoffe, so werden Eisen(III)-Ionen reduziert und gleichzeitig wird die Oxidation von Eisen(II)-Ionen in Gegenwart von Sauerstoff verhindert. Der Vorgang ist noch nicht völlig geklärt. Die ockerhemmende Wirkung beruht auf der *Bildung von stabilen Eisenkomplexen des gelösten Eisens* im Dränwasser mit den aus den Filtern stammenden Substanzen. Diese Komplexe haben auf die Lebensgemeinschaft der Pflanzen und Tiere (Biozönose) im Vorfluter eine schädigende Wirkung. Die Grenzen solcher Belastungen der Vorfluter müssen noch geklärt werden. Auch ist abzuklären, mit welcher Geschwindigkeit der Abbauprozess der Filterstoffe vor sich geht, damit bessere Angaben über deren Wirkungsdauer gemacht werden können. Derzeit können folgende Massnahmen, zum Teil kombiniert, angeordnet werden:

Mit *gewissen Vorbehalten* können *Vollfilterrohre mit Eichen- und Mimosaspänen, mit Trillo und Roggenstroh* gegen die Verockerung eingesetzt werden. Es darf angenommen werden, dass die erwähnten Filterstoffe die ersten 2 bis 5 Jahre wirken. Im Blick auf die erwähnte ungünstige Wirkung auf den Vorfluter sind solche Filter nur anzuwenden, wenn eine genügend grosse Wasserführung im Vorfluter sichergestellt ist. Auch ist mit dem Zuleiten von Dränwasser schrittweise vorzugehen, da eine besonders gefährliche Wirkung unmittelbar nach dem Bau der Dränung in den ersten Tagen vorliegt. In jedem Fall ist vor der Anwendung solcher Filterstoffe mit den zuständigen Behörden (Fischerei, Umweltschutz) Kontakt aufzunehmen. Im weiteren gelten für diese Filterstoffe die allgemeinen Filterbedingungen, wie sie später erwähnt werden. Auch muss deutlich darauf hingewiesen werden, dass andere Filterstoffe als die erwähnten gegen die Verockerung keine Wirkung haben. Vor allem *synthetische Filter* verkleben rasch durch abgelagerten Ocker; es kommt zu irreparablen Abflussbehinderungen durch den Filter selbst. Andererseits ist noch zu erwähnen, dass *Grobschotterfilter* eine Verockerung der Dränrohre verhindern können, da sich der Ocker weitgehend im Grobfilter absetzt ohne den Filter zu verstopfen. Diese Massnahme darf aber nur dann angeordnet werden, wenn lediglich eine *bodenbedingte Verockerung,* die nach wenigen Jahren abklingt, vorliegt [3].

Bei geeigneten Bodenverhältnissen ist die *Rohrdränung* mit einer *Rohrlosen Dränung* zu kombinieren (Bild 4, 5, 6). Die Abstände der Rohrstränge können vergrössert werden; damit tritt eine Entlastung des Unterhaltes grundsätzlich ein, auch wird durch die stärkere Durchlüftung des Bodens, als Folge der Rohrlosen Dränung, ein Teil des Ockers bereits im Boden festgelegt.

Der *Dränspülung* kommt in der Verockerungsbekämpfung grosse Bedeutung zu. Durch die Entwicklung geeigneter Geräte werden heute vermehrt leistungsfähige Hochdruckkolbenpumpen (Bild 8) eingesetzt [14].

Vollständigkeitshalber muss noch auf die chemische Ockerbeseitigung hingewiesen werden. Durch Beschickung der Dränrohre mit gasförmigem SO_2, das im Dränwasser als H_2SO_3 unlösliche Eisenoxide reduziert, wurden gute Reinigungseffekte erzielt. Da die chemisch-biologischen Nebenwirkungen auf Gewässer zu gross sind, muss von dieser Methode abgesehen werden [8].

Versinterung

Neben dem durch die Dränung geförderten Sauerstoffzutritt führt in bestimmten Boden-Wasser-Verhältnissen freiwerdendes CO_2 (Kohlendioxid) zur Ausfällung von Kalk, was eine *Versinterung* der Rohre zur Folge hat. *Kalkablagerungen* treten meist in Schachtnähe in den Rohren auf. Sie führen zu Abflussbehinderungen. Derartige Hindernisse müssen periodisch ausgekratzt oder ausgespült werden.

Verschlämmung

Der Vorgang

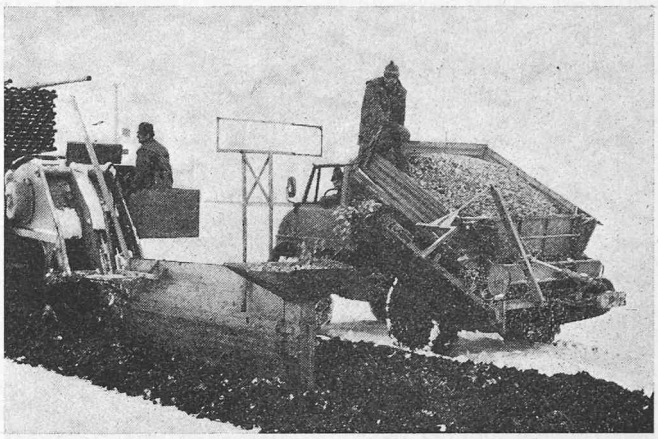
Die Wasseraufnahmefähigkeit von Dränrohren hängt stark vom *Eintrittswiderstand* des Rohres und den *hydraulischen Eigenschaften* in nächster Umgebung des Dränrohres ab. Einerseits beeinflussen Form, Grösse und Verteilung der Eintrittsöffnungen den Eintrittswiderstand, andererseits hat die Durchlässigkeit der Boden- bzw. Filterzone im rohrnahen Bereich sowohl auf den Eintrittswiderstand als auch auf die Wasserzuströmung grossen Einfluss [36]. Durch den Wasserandrang werden in diesem Bereich in *gefügelabilen Böden,* oder solchen mit *Gefügeverlust,* Bodenteile zum Dränrohr hin bewegt. So kann es zur *Verschlämmung* und *Versandung* des Rohrinnern, zur *Dichtschlämmung* der Eintrittsöffnungen und zur Verschlämmung der nahen Rohrumgebung (Boden, Filter) kommen. Stark schwankende Druckhöhen und der verzögerte Wassereintritt infolge Rückstau begünstigen diese Vorgänge. Dabei können zwei Verschlämmungsarten unterschieden werden.

Vorübergehende Primärverschlämmung. Durch einen Gefügeverlust des Bodens, verursacht vor allem durch den Einsatz von Grabenfräsen in zu nassem Boden, geraten Feinteile in Bewegung und werden ins Rohr gespült. Die *Bodeneinschlämmung* klingt ab, sobald der Boden sein eigenes Filtergerüst wieder aufgebaut hat.

Andauernde Sekundärverschlämmung. Gefügelabile Böden (Schluffe, Feinsande, stark zersetzte Moore) neigen zur andauernden Verschlämmung und Versandung, da sie keinen oder einen nur ungenügenden bodeneigenen Filter aufbauen können. Es findet eine *ständige Bodenausschlämmung* statt. Starke Ablagerungen im Rohr und Verstopfungen des rohrnahen Bodenbereichs sind die Folgen.

Offene Fragen

Die verschiedenen Verschlämmungsmöglichkeiten in Abhängigkeit der Bodenarten bedürfen noch der weiteren Abklärung. Die Unterteilung in Primär- und Sekundärverschlämmung lässt sich nicht immer klar vornehmen. Es kann auch in einem anfänglich durchlässigen Dränverfüllboden zu späteren Strukturveränderungen infolge Setzung und Verdichtung kommen. Die hydraulischen Eigenschaften werden verändert. Auch grosse Mengen Dünger vermögen die Boden-Filter-Zone zu verändern. Über die Aufgabe und Notwendigkeit von Rohrfiltern gehen die Auffassungen auseinander [2]. Weiter sind die *biologischen Abbauprozesse* der Filtermaterialien noch zu wenig bekannt. Auch stellt sich die Frage, wie lange



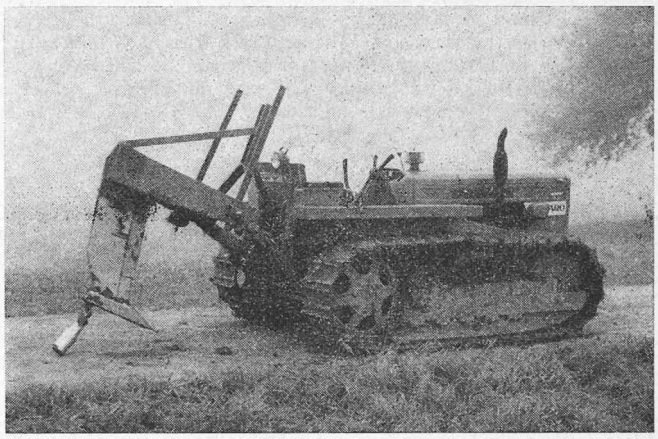
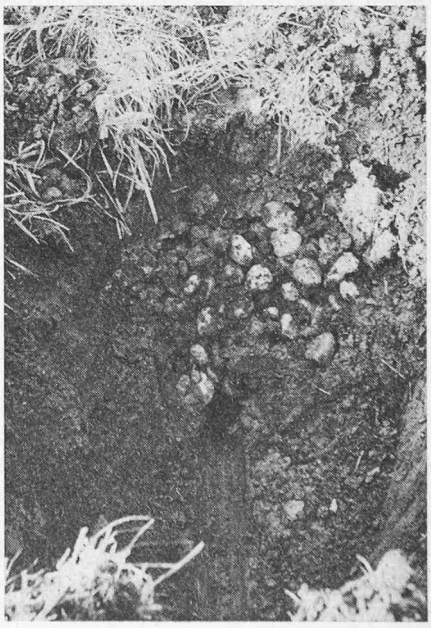


Bild 4 (oben). Grabenfräse «Hoes-Gigant» beim automatischen Verlegen von «Plastac»-Kunststoffrohren aus PVC-hart. Gleichzeitiges Einbringen von Kies als Grabenfilter mit «Unimog 406» und angebautem Förderband [12]

Bild 5 (Mitte). Maulwurf-Dränpflug mit Lockerungsschar und Ziehkegel an Raupentraktor «Carraro 6300». In Abständen von 1 bis 4 m werden möglichst senkrecht zur Rohrdränung die sog. rohrlosen Dräne in Tiefen von 50 bis 80 cm gezogen. Staunasser Boden kann damit zonenweise gelockert, durchlüftet und entwässert werden.

Bild 6 (unten). Aufgegrabener rohrloser Drän bei der Anschlussstelle zum Grabenfilter aus Kies. Gut sichtbar ist der durch den Ziehkegel ausgebildete rohrlose Drän. Durch den Grabenfilter wird der Erddrän hydraulisch an den Rohrdrän angeschlossen.



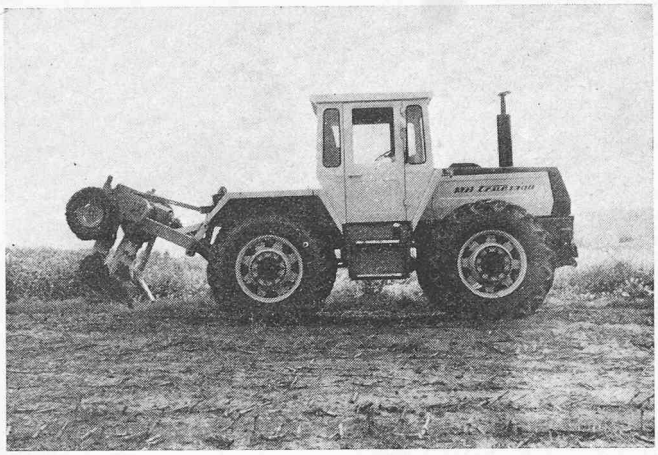


Bild 7. Für die Unterbodenmelioration stehen ein- und mehrarmige Lockerungsgeräte zur Verfügung. Zweiarmiger Wippscharlockerer der Firma «Brenig» montiert an «MB-trac 1300», 125 PS (92 kW). Die beweglichen Lockerungsschare werden über ein Gestänge von der Zapfwelle her angetrieben. Der Boden wird durchgehend auf eine Tiefe von 70 bis 90 cm intensiv aufgelockert [31]

ein Filter funktionstüchtig bleiben kann und soll. Weitere Abklärungen sind notwendig, dazu sind neben den Laborversuchen [5] vor allem *Langzeit-Feldversuche* erforderlich, die oft durch den raschen Wandel im Angebot an Dränmaterialien und durch die allgemeine technische Entwicklung entwertet werden [22]. Die vom KWK-Ausschuss (Kuratorium für Wasser und Kulturbauwesen, früher KfK) «Dränhydraulik und Dräntechnik» begonnene Ausarbeitung eines «Merkblattes über die Verwendung von Dränfiltern» ist noch nicht abgeschlossen [2].

Aufgabe und Anforderungen an Rohrfilter

Durch das *Herabsetzen des Eintrittswiderstandes* an Dränrohren kann die Dränwirkung beträchtlich verbessert werden. Dies wird bei Kunststoffrohren durch das Vergrössern der Eintrittsöffnungen erreicht. Damit steigt aber die Gefahr von starken Einschlämmungen in die Rohre und Verstopfung der Eintrittsöffnungen. Ihr kann mit einer *Rohrumfilterung* begegnet werden. Dabei fällt dem Rohrfilter auch die wichtige Aufgabe zu, die *hydraulische Leistung* im engen Raum um das Rohr zu verbesseren und den *Aufbau eines bodeneigenen Filters* zu fördern [5, 36]. Eine ähnliche Wirkung wird bei Tonrohren durch Rillen in der Aussenwand in Kombination mit Filtermaterial erzielt [15].

Damit die Dränwirkung tatsächlich erhöht wird, muss der Rohrfilter eine *hohe Wasserdurchlässigkeit* aufweisen. Voluminöse Filter sind hydraulisch günstiger als dünne. Der Filter muss dem *Bodendruck genügend Widerstand* leisten, andernfalls wird er zusammengedrückt und in seiner Wirkung beeinträchtigt. *Grobporige Bodenteile* sind durch den Filter *zurückzuhalten, Feinteile* hingegen müssen den Filter *passieren* können. Werden grössere Mengen Feinteile im Verlaufe der Zeit im Filter zurückbehalten, kommt es zu dessen Verstopfung. Als Filtermaterial kommen als teilabbaufähig Kokosfaser, als abbaufähig Holzspäne und Roggenstroh in Frage.

Massnahmen zur Verhinderung und Beseitigung

Mit allen Mitteln sind *Rückstaue* im Drän zu *verhindern*. Durch leichte Überbemessung ist eine Überlastung der Sammler zu vermeiden. Die freie Ausmündung muss für die Sammler und Sauger bei Mittelwasser der Vorfluter sichergestellt sein. Hochwasser muss durch die Vorfluter rasch abgeleitet werden. Ausmündungen oberhalb Brücken, Durchlassen und andern Verengungen sind zu vermeiden.

Um die *Selbstreinigung* der Leitungen zu *fördern*, sind die vorgeschriebenen Minimalgefälle nicht zu unterschreiten. Die in DIN-1185 [6] angegebenen Minimalgefälle von 0,45 Prozent, für Sammler und 0,3 Prozent für Sauger genügen aber nicht, um stärkere Verschlämmungen oder gar Versandungen zu verhindern. Zusammen mit dem Gefälle beeinflussen Höhe und Dauer der maximalen Abflussmenge die Selbstreinigungskraft. Bei zu hoher Wassergeschwindigkeit besteht aber die Gefahr der *Erosion*. DIN-1185 schreibt daher in Mineralböden eine maximale Wassergeschwindigkeit von 1,5 m/s und in Moorböden 1,0 m/s vor.

Entscheidet man sich für die Verwendung von *Vollfilterrohren*, muss zuvor bekannt sein, ob eine Verockerungsgefahr besteht. Trifft dies zu, haben die Filter den zuvor gestellten Bedingungen zu genügen. Erst nach einer *sicheren Bodenbeurteilung* kann entschieden werden, ob Filter eingesetzt werden sollen.

Besteht die Gefahr der Rohrsetzung in Schlemmsand und Moorböden, sind die Dräne mit *Unterlagen* (Holzbretter, Holzroste, Schotter) zu schützen.

Der *Dränspülung* (Bild 8) kommt in der Verockerungsbekämpfung vermehrt grosse Bedeutung zu [14].

Verstopfung und Verschmutzung

Der Vorgang

Der vermehrte Anfall von *tierischen Abgängen*, die verbreitete Verwendung von *Handelsdünger*, Silosäfte und die intensive Anwendung von *Schädlingsbekämpfungsmitteln* (Pestizide) verursachen eine *zunehmende Verunreinigung der ober- und unterirdischen Gewässer wie auch des Bodens. Bodenerosionen* und unsachgemässes Ausbringen von *Klärschlamm* und *Dünger* verschlimmern ausserdem die Lage. Die Folgen sind verheerend. *Fischvergiftungen* und starke *Verkrautung* lassen die Gewässer verarmen. Die natürliche Anreicherung von *Grundwasser*, die sich fast ausnahmslos durch Versickerung von Meteorwasser und Infiltration aus Oberflächengewässern vollzieht, ist in Frage gestellt. Es kommt zu *nicht wieder gutzumachenden Schäden* der *Schottergrundwasserleiter*. Im Boden selbst wird die *Lebensgemeinschaft von Pflanzen und Bodenlebewesen* (Edaphon) *geschädigt oder zerstört*, damit bleibt die für die natürliche Bodenfruchtbarkeit wesentliche Humusbildung aus.

Offene Fragen

Wieweit Dünger und Gifte Funktion und Abbauprozesse der Dränfilter beeinflussen, bedarf der weiteren Abklärung. Gelangen *Silosäfte* ins Dränwasser, breiten sich *Algen, Pilze* und *Eisenorganismen* im Rohr aus [25], Abflussstörungen sind die Folgen. Solche werden auch durch *eingewachsene Wurzelzöpfe*, insbesondere von Weiden, Pappeln und Erlen, und durch Kleintiere, die vom Vorfluter her in die Dräne gelangen, verursacht. Einwachsungen beim Anbau von Tiefwurzlern (Luzerne, Raps, Rüben), insbesondere in Verbindung mit Rohrloser Dränung und Unterbodenmelioration, sind bis anhin nicht beobachtet worden [30, 35].

Dränungen können die *Düngerauswaschung* beschleunigen [11, 20]. Ungeklärt ist die Frage, wie stark der natürlicherweise vorhandene Bodenfilter durch die Neuanlage von *Rohrlosen Dränungen* und *Unterbodenmeliorationen* (Bild 4, 5, 7) geschwächt wird. Erhöhte *Vorsicht* bei der Ausbringung von *hofeigenen Düngern* unmittelbar nach der Anlage derartiger Meliorationen ist angezeigt. Die genauen Sachverhalte sind noch zu untersuchen.

Massnahmen

Bei der Planung hat man sich bereits Klarheit über die landwirtschaftlichen Abwässer und die Bewirtschaftungsmethode im Drängebiet zu verschaffen. Verbotene *Abwasser-*

abläufe in bestehende Vorfluter sind ausfindig zu machen. Dort wo Dränungen gewässerbelastend wirken könnten, ist mit den zuständigen Gewässerschutzstellen Kontakt aufzunehmen.

Auf allen gedränten Flächen sind die *Düngevorschriften* [1] besonders genau einzuhalten.

Für grossflächige Meliorationsmassnahmen empfiehlt sich die Ausarbeitung einer *Karte der Belastbarkeit für Flüssigdünger* [27].

Grabenfilter und *Sickerschlitze* (Bild 6) sind nicht bis an die Oberfläche zu ziehen, sondern mit einer genügend starken *Bodenschicht* abzudecken. Auch sind *offene Einlaufschächte* im Kulturland zu vermeiden.

Münden Rohrdräne in offene Gräben, so sind die Rohrenden mit *Froschklappen* zu versehen.

Bei starker Rohrverschmutzung sind die Dräne zu spülen (Bild 8). Die Anwendung der Hochdruckspülung hat weiter den Vorteil, *Verstopfungen* rasch und sicher zu lokalisieren [13].

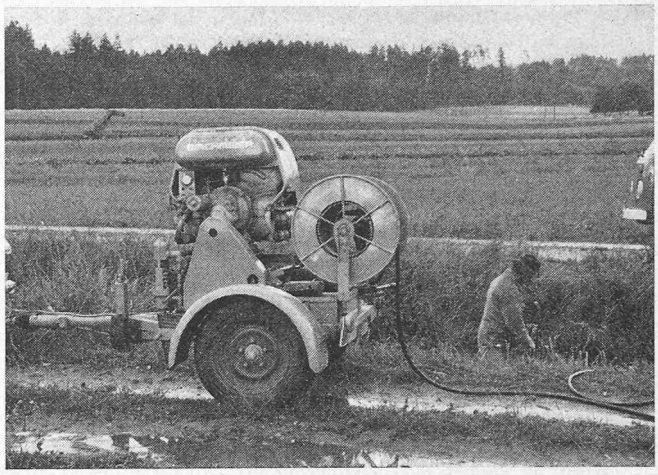


Bild 8. Spülung eines Dränsaugers von der Grabenausmündung her mit «Hydromat-Hochdruckreinigungsgerät Birchmeier Titan-BH-III». Wasserentnahme (rd. 70 l min) aus dem Vorfluter oder Zufuhr mit Druckfässern [13], [14]

Bodenverdichtung

Der Vorgang

Viele unserer Ackerböden haben unter der Bearbeitungsgrenze im Krumenbereich eine Verdichtungszone, die sog. *Pflugsohle*. Hauptverursacher sind neben dem Druck und der verschmierenden Wirkung des *Pflugschars* das in der Furche laufende *Traktorrad*. Die Schädigung vergrössert sich bei Anwendung von *mechanisierten Ernteverfahren in zu nassem Boden*. Im tieferen Bereich unter der Krume finden wir auch in verschiedenen Böden die durch die Bodenbildung bedingten *allgemeinen Verdichtungen*. In verdichteten Böden ist der Wasserhaushalt gestört (Staunässe) und die Durchlüftung ungenügend. Den Pflanzenwurzeln bleibt nur der enge Raum in der Krume. Mindererträge, Ertragsausfälle, Erschwerung von Bewirtschaftung und Ernte sind die Folgen (Bild 2).

Verdichtungen im Krumenbereich bis in eine Tiefe von 35 cm können durch die Landwirte mittels Einsatz von *Tiefgrubber* und *Spatenrollegge* behoben werden. Tiefer liegende Verdichtungen werden durch die Mittel der Dränung beseitigt. Es sind dies die *Rohrlose Dränung, die Tieflockerung* (Unterbodenmelioration) und *Kombination* der beiden Verfahren [6, 31, 34]. Mit ihrer Anwendung wird infolge mechanischer Bodenauflockerung *(Primärauflockerung)* der überkapillare Porenanteil wesentlich vergrössert. Damit verbessert sich der Luft-Wasserhaushalt des Bodens, der Wurzelraum für die Pflanzen wird vergrössert, auch werden ihnen neue Nährstoffe aufgeschlossen.

Massnahmen

Die Zusammenarbeit zwischen Projektverfasser, Landwirt, Betriebsberater wie Bodenkundler ist notwendig. Nur wenn Gewähr besteht, dass die *Bewirtschaftungsverfahren die Dränmassnahmen unterstützen,* ist es sinnvoll, Rohrlose Dränungen oder Unterbodenmeliorationen anzuordnen. Da die Dränungen in *sehr trockenem Boden* angelegt werden müssen, kommt für die Durchführung meist nur der Herbst in Frage. Eine *erste Bearbeitung und Bepflanzung* des gelockerten Bodens hat *sofort* daran anzuschliessen, also vor den Niederschlägen des Winters. Über Jahre ist dieser *Boden anfällig auf Wiederverdichtungen*. Er darf daher nur in *trockenem Zustand mit schonenden Mitteln* bearbeitet werden.

Wesentlich ist weiter, durch den Anbau von wurzelintensiven Pflanzen, *Zwischenfrüchten und Gründüngung,* die Lockerzone zu durchwurzeln und die Tätigkeit der Bodenlebewesen zu fördern. Die durch die Dränung herbeigeführte Lockerung wird durch die Durchwurzelung gefestigt, die Tätigkeit der Bodenlebewesen hat eine weitere Auflockerung zur Folge *(Sekundärauflockerung)*. Eine *geeignete Fruchtfolge* ist einzuhalten.

Gelockerter Boden ist sehr wasseraufnahmefähig. Um Wiederverdichtungen zu vermeiden, ist *überschüssiges Wasser* durch eine *weitmaschige Rohrdränung* abzuleiten. Die Rohrlose Dränung wie auch die Unterbodenmelioration sind dabei hydraulisch mittels *Grabenfilter* an die Rohrdräne anzuschliessen (Bild 6).

Schlussbemerkungen

Die *weltweit bedenkliche Ernährungslage* und die *Überlastung der Umwelt* verpflichten uns zur *Erhaltung der natürlichen Bodenfruchtbarkeit*. Als Folge der Weiterentwicklung der *landwirtschaftlichen Maschinen* werden an die Tragfähigkeit des Bodens zukünftig noch höhere Anforderungen gestellt. Es stellt sich daher die Forderung nach einer *standortsgerechten Bodennutzung* immer deutlicher. Dränungen richtig eingesetzt leisten einen wichtigen Beitrag zur *Erhaltung* und *Verbesserung* von *landwirtschaftlichen Produktionsflächen*.

Dränungen stehen in enger Verflechtung zur Umwelt. Sie sind in Zusammenarbeit der Fachdisziplinen Kulturtechnik, Bodenkunde und Landwirtschaft zu planen und durchzuführen. Dränmaterialien und Maschinenverwendung sind auf die Bodenverhältnisse abzustimmen. Unterhaltsfragen sind bereits in der Projektphase mit einzubeziehen. Nach dem Bau ist der *Unterhalt regelmässig,* gezielt und wirtschaftlich durchzuführen. Das bedingt eine *fachliche Beratung* der Unterhaltsgenossenschaften.

Abschliessend danke ich Prof. Dr. *Regamey,* Direktor des Instituts für Kulturtechnik an der Eidg. Techn. Hochschule Lausanne für die kritische Durchsicht des Manuskripts und Dr. Schweizer, Chef der Abteilung Naturwissenschaften und Fischerei am Eidg. Amt für Umweltschutz für seine wertvollen Hinweise.

Literaturverzeichnis

[1] *Anonym* (1974): Wegleitung zu einer umweltgerechten Anwendung von Düngemittel. Mitteilungen für die Schweizerische Landwirtschaft, 23, S. 89–111.

[2] *K. Bellin* (1972): Über Dränfilter und Dränhydraulik. Wasser und Boden, 24, S. 381–384.

[3] *F. Blümel* (1974): 2. Teilbericht über die Versuche zur Klärung des Problems der Ver- und Entockerung von Rohren. Bundesversuchsinstitut für Kulturtechnik und technische Bodenkunde, Petzenkirchen.

[4] *M. Boller* (1972): Wasserwirtschaftliche Vorplanung bei Hydromeliorationen. Zeitschrift für Vermessungs-Photogrammetrie-Kulturtechnik, 60, S. 104–106.

[5] *H. Bruns* (1971): Prüfung eines PVC-Dräns mit und ohne Kokosfilter im Dränkasten. Wasser und Boden, 23, 350–353.

[6] DIN 1185 (1973): Dränung.

[7] Eidg. Amt für Strassen- und Flussbau (1973): Lebendverbauung an fliessenden Gewässern. Eidg. Drucksachen- und Materialzentrale, 3000 Bern.

[8] Eidg. Departement des Innern (1966): Richtlinien über die Beschaffenheit abzuleitender Abwässer vom 1. September 1966.

[9] *H. Hanert* (1974): In situ-Untersuchungen zur Analyse und Intensität der Eisen(III)-Fällung in Dränen. Zeitschrift für Kulturtechnik und Flurbereinigung, 15, S. 80–90.

[10] *K. Hartge* und *C. Heinemann* (1970): Zur Verockerung von Dränrohren aus Kunststoff – eine Hypothese. Zeitschrift für Kulturtechnik und Flurbereinigung, 11, S. 162–165.

[11] *V. Janik* und *E. Klaghofer* (1975): Auswirkung der Mineraldüngung auf Oberflächen- und Dränwasser. Landw. chemische Versuchsanstalt Linz, Band 10, S. 147–180.

[12] *R. Karlen* (1974): Drainagemaschinen mit Sohlensteuerung. Zeitschrift für Vermessung – Photogeometrie – Kulturtechnik, 62, S. 64 bis 68 und 88 bis 92.

[13] *R. Karlen* (1975): Die Durchführung des Dränunterhaltes – Ein Arbeitsblatt für die Praxis. Vermessung – Mensuration, 47, S. 185 bis 190.

[14] *R. Karlen* (1976): Die Dränspülung. Zeitschrift für Kulturtechnik und Flurbereinigung, 17, S. 95–105.

[15] *R. Kowald* (1970): Die Strömungsverhältnisse an Tondränrohren und ihre Beeinflussung durch Rohrart, Stossfugenweite und Filter. Zeitschrift für Kulturtechnik und Flurbereinigung, 11, S. 151 bis 161.

[16] *H. Kuntze* (1967): Zur Kalkung verockerungsgefährdeter Böden. Wasser und Boden, 19, S. 146–150.

[17] *H. Kuntze* (1968): Schutzmassnahmen gegen Verockerung: Sauger unter Wasser? Wasser und Boden, 20, S. 280–283.

[18] *H. Kuntze* (1968): Die Haftung von Eisenocker. Zeitschrift für Kulturtechnik und Flurbereinigung, 9, S. 165–174.

[19] *H. Kuntze* (1972): Die Möglichkeit der Beeinflussung materialspezifischer Verockerung. Zeitschrift für Kulturtechnik und Flurbereinigung, 13, S. 321–327.

[20] *H. Kuntze* (1975): Meliorationen – Gewässer ent- oder belastend? Zeitschrift für Kulturtechnik und Flurbereinigung, 16, S. 212–220.

[21] *H.Kuntze und R. Eggelsmann* (1973): Vergleich von Ockeradhäsion und Schleppspannung des Wassers im Dränrohr. Zeitschrift für Kulturtechnik und Flurbereinigung, 14, S. 285–292.

[22] *H. Kuntze* und *H. Neuhaus* (1974): Einfluss von Rohrtyp und Filterung auf die Verockerung. Wasser und Boden, 26, S. 105–109.

[23] *H. Kuntze* und *B. Scheffer* (1974/75): Organische Dränfilter gegen Verockerung. Zeitschrift für Kulturtechnik und Flurbereinigung, 15/16, S. 70–79 und 97–109.

[24] Kuratorium für Kulturbauwesen (1968–1973): Gewässerunterhalt, Teile I–V. Verlag Paul Parey, Berlin.

[25] *B. Meyer* und *H. Hippe* (1966): Gärfuttermieten als Ursache saprophytogener Verstopfungen und Verockerungen von Dränen. Zeitschrift für Kulturtechnik und Flurbereinigung, 7, S. 300–303.

[26] *H. Neuhaus* (1974): Der Einfluss von Kupferschlackengranulat auf die Ockerausflockung in Moormarschen. Mitteilung der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft, 18, S. 135–141.

[27] *K. Peyer* (1976): Belastbarkeit des Bodens für Flüssigdünger. teilungen für die Schweizerische Landwirtschaft, 24, S. 105–120.

[28] *H. Radermacher* (1975): Chemische oder mechanische Gewässerunterhaltung? Zeitschrift für Kulturtechnik und Flurbereinigung, 16, S. 268–278.

[29] *B. Scheffer* (1974): Der Einfluss organischer Dränfilter auf Verlagerung und Ausfällung von Eisen im Boden und Drän. Mitteilung der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft, 18, 126–134.

[30] *G. Schmid* (1974): Persönliche Mitteilung. Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau.

[31] *H. Schulte-Karring* (1970): Die meliorative Bodenbewirtschaftung. Landes-Lehr- und Versuchsanstalt Ahrweiler.

[32] Schweiz. Bundesversammlung (1971): Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer gegen Verunreinigung (Gewässerschutzgesetz), Stand am 1. Juli 1973. 814.20.

[33] Schweiz. Bundesrat (1972): Verordnung zum Schutze der Gewässer gegen Verunreinigung durch wassergefährdende Flüssigkeiten, Stand 1. Januar 1974. 814.226.21.

[34] *B. Szekrényi* (1969): Die Bodenwasserhaushaltsregulierung durch Tiefenbearbeitung in West-Ungarn. Symposium über Tiefenbearbeitung des Bodens, Giessen 1969.

[35] *B. Szekrényi* (1975): Persönliche Mitteilung. Forschungsanstalt für Wasserwirtschaft, Budapest.

[36] *P. Widmoser* (1968): Der Einfluss von Zonen geänderter Durchlässigkeit im Bereich von Drain- und Brunnenfilterrohren. Schweiz. Bauzeitung, 86, S. 135–144.

[37] *K. Zanker* (1972): Rohrleitungen als Vorfluter – Ein Wirtschaftlichkeitsvergleich. Beton Verlag, Düsseldorf, ISBN 3-7640-0086-4.

Adresse des Verfassers: *R. Karlen*, Bauleiter im Ingenieurbüro U. Henauer, Rosengasse 35, 3250 Lyss.

Sockelgelagerte Rohrleitungen «ETERNIT»

Von **Franz-Xaver Kuster**, Uznach

Im Rahmen der *Abwassersanierung des Kantons Glarus* haben sich die glarnerischen Gemeinden von *Bilten bis Ennenda* zum *Abwasserverband Glarner Mittel- und Unterland* zusammengeschlossen. Die zentrale Abwasserreinigungsanlage befindet sich westlich von Bilten. Mit einem 17 km langen Verbandskanal werden die Abwässer in natürlichem Gefälle ohne Zwischenpumpwerk der ARA zugeführt. Jede Gemeinde wird an 1–3 Einleitungsstellen unter Zwischenschaltung von Regenklärbecken und Mengenmesseinrichtung an den Transportkanal angeschlossen. Der erforderliche Rohrdurchmesser beträgt im unteren Abschnitt 160 cm bei 1,4 ‰ Sohlengefälle.

Baugrund und Fundation

Als Folge des kleinen Längsgefälles ist eine genaue Abklärung der Untergrundverhältnisse eine unbedingte Notwendigkeit. Es wurden eingehende Untersuchungen bestehend aus *Rammsondierungen, Baggerschlitzen, Kernbohrungen* und *Probepfahlbelastungen* ausgeführt. Die bodenmechanischen Untersuchungen der Autobahn N 3 konnten mitberücksichtigt werden.

Grob generalisierend können wir in der *Deckschicht* zwei Zonen unterscheiden, nämlich die *feinkörnigen Überschwemmungssedimente* und die *grobkörnigen Ablagerungen*. Die Überschwemmungssedimente bestehen im Untersuchungsgebiet vor allem aus einer bis zu 8 m starken, sehr setzungsempfindlichen *Torfschicht*. Die Notwendigkeit einer *Pfahlfundation* steht in dieser Zone ausser Diskussion. Die grobkörnigen Ablagerungen von bis zu rund 10 m Mächtigkeit sind die *Ablagerungen der mäandrierenden Linth*, bzw. ihrer Nebenflüsse. In diesen Zonen kann je nach Kiesschichtstärke eine *Flachbettung* verantwortet werden. Unter dieser Deckschicht finden wir feinkörnige Schichten, Wechsellagen von Sand/Silt, Seebodenlehm und Seeton. Lokal sind kleinere Kiesnester anzutreffen, ebenfalls sind teilweise bis rd. 2 m starke Torfzonen vorhanden.

Ausschreibung

Für die Abschnitte mit *Pfahlfundation* wurden aus wirtschaftlichen Gründen *Holzpfähle* gewählt, wobei sich die Pfahllänge aus einem Pfahlversuch an drei Pfählen verschiedener Länge ergab. Je nach Rohrtyp bzw. Leitungseigengewicht