

jedoch in geschlossenen Gefäßen aufbewahrt werden, weil Formaldehyd flüchtig ist. Verwendet wird es zirka 1<sup>o</sup>/<sub>o</sub>ig, ist daher mit Wasser zu verdünnen.

Es ist ein sehr gutes Konservierungs-, Desinfizierungs- und Desodorisierungsmittel und ist in bezug auf Keimtötung dem stärksten Antiseptikum, dem Sublimat, ebenbürtig, dabei aber in verdünnten Lösungen ungiftig.

9. Das beste und sicherste Desinfektionsmittel für alle Fälle ist die **H i t z e**. Für metallene Gegenstände eignet sich daher am besten das Ausglühen, und zwar bis zirka 150° C, da bei dieser Temperatur schon alle bekannten Bakterien getötet werden. Für Stoffe, Seide, Betten usw. verwendet man Dampf von 100° C Temperatur als vollkommen verlässliches Desinfektionsmittel. Für Pelz- und Ledersachen gibt es noch kein verlässlicheres Verfahren. Die beste Anwendung der Hitze als Desinfektionsmittel erfolgt in der Form von strömenden Dämpfen, wodurch in 5 bis 10 Minuten selbst die widerstandsfähigsten Keime getötet werden.

Wichtig ist die Desinfektion der Aborte bei Auftreten von epidemischen Krankheiten. Zu diesem Zwecke begießt man Senkgruben, Aborte u. dgl. mit Kalkmilch oder mit starken Karbol- oder Sublimatlösungen.

**T r i n k w a s s e r** wird durch Abkochen desinfiziert.

Unter den den üblen Geruch beseitigenden, **d e s o d o r i s i e r e n d e n** **M i t t e l n** ist bei Latrinen der trockenen Erde der Vorzug einzuräumen (auf 1 Teil Exkremete 5 bis 10 Teile Erde). Ferners finden Anwendung: Torfmull, Karbolkalk, rohe Karbolsäure, Formaldehyd und Eisenvitriol, letzteres besonders zur Beseitigung fauligen Geruches, wobei es in Lösungen von 1 Teil Eisenvitriol und 20 Teilen Wasser zur Anwendung kommt, und zwar per 1 m<sup>3</sup> Exkremete 20 l dieser Lösung.

## VII. Bodenentwässerung.

(T. 74.)

Jene Teile des Erdbodens, in denen die wasserundurchlässige Schichte so hoch liegt, daß das Grund- und Regenwasser bis zur Humusschichte emporsteigt, sind ungesund und unfruchtbar, daher weder als Bauplätze noch für Kulturanlagen geeignet. (Siehe Grundwasserverhältnisse im Kapitel Fundierungen.)

Durch die Anlage eines geeigneten Systems offener Gräben oder unterirdischer Kanäle (Drainage) kann das überflüssige Wasser solcher Terraintteile nach tiefer gelegenen Stellen geleitet werden, wo es entweder versickert oder von natürlichen Wasserläufen aufgenommen und abgeleitet wird.

### 1. Entwässerung durch offene Gräben (Tagleitungen).

Die einfachste Entwässerung besteht darin, daß man auf der zu entwässernden Fläche ein System von offenen Gräben anlegt, welche an den höchsten Stellen schmal und seicht sind, in den tieferen Lagen aber an Breite und Tiefe immer mehr zunehmen und in denen das überschüssige Wasser auf kürzestem Wege in entsprechend große Sammelgräben geleitet und von diesen in fließende Gewässer abgeführt wird.

Die Gräben müssen ein gleichmäßiges Gefälle haben und zweckmäßig über die ganze zu entwässernde Fläche verteilt sein. Die Wände derselben müssen je nach der Haltbarkeit des Bodens entsprechend flach geböschet sein, um nicht einzustürzen und die Gräben nicht zu verschütten.

Diese Art der Entwässerung kann nur in besonderen Fällen, namentlich bei geringen Wassertiefen, Anwendung finden, weil sie zu viel kulturfähigen Boden beansprucht und viel Instandhaltungskosten erfordert.

Sind die Terrain- und Grundwasserverhältnisse derartige, daß durch die Anlage von offenen, entsprechend tiefen Gräben in den hochgelegenen Terraintteilen das Grundwasser oder eine Quelle vollständig **a b g e f a n g e n** und **a b g e**

leitet werden kann, wodurch die tieferen Terraintteile entsprechend entwässert werden, so ist die Anwendung offener Auffanggräben sehr vorteilhaft.

## 2. Entwässerung durch Drains.

Diese Art Bodenentwässerung besteht darin, daß man unterirdische Leitungen herstellt, in welche das überflüssige Grundwasser eindringt und nach tiefer liegenden Stellen abfließt.

Diese Leitungen müssen durchlässig sein und so tief liegen, daß das an der undurchlässigen Erdschichte sich sammelnde Grundwasser noch in die Leitung einsickern kann. Die Richtung solcher Leitungen hängt von der Bodenformation ab, sie soll im allgemeinen die Entwässerung sämtlicher Terraintteile auf möglichst kurzem Wege und mit gutem Gefälle gestatten.

### a) Verschiedene Arten von Drains.

Die Herstellung von Röhrendrains erfolgt zumeist mit 0·3 bis 0·5 m langen Tonröhren von verschiedenem Durchmesser, welche stumpf aneinanderschließend auf die Sohle des ausgehobenen Grabens gelegt werden (Fig. 14). Das Wasser dringt bei den Stoßfugen in den Röhrenstrang ein und findet dort ungehindert Abfluß.

Die früher gebräuchlich gewesenen Schotterdrains (Fig. 11) werden jetzt seltener angewendet, weil sie nur einen trägen Wasserabfluß gestatten und leicht verschlammen. Um letzteres zu verhindern, kann auf die Schotterschichte eine Rasendecke aufgebracht werden.

Besser als Schotterdrains sind die Steindrains (Fig. 12) mit röhrenartigen Hohlräumen, da sie nicht so leicht verschlammen. Zu diesen sind aber plattenförmige Bruchsteine erforderlich, die wieder die Ausführung verteuern.

Torfdrains (Fig. 13) können nur in Gegenden in Betracht kommen, wo geeignetes Torfmaterial vorhanden ist. Die hierzu notwendigen Torfziegel werden zumeist in Form eines Halbzylinders mit entsprechend geformten Schaufeln aus den Torflagern gestochen, mehrere Wochen getrocknet und dann nach Fig. 13 in die Entwässerungsgräben verlegt.

Auch aus gut gebrannten Ziegeln können kanalartige Hohlräume (Ziegeldrains) hergestellt werden, die aber gewöhnlich teurer zu stehen kommen als Röhrendrains.

### b) Anlage von Drainagen.

Bei Anlage einer Drainage hat man zu unterscheiden:

- α) die Saugdrains, welche das Grundwasser direkt vom Boden aufnehmen und
- β) die Sammeldrains, in welche die Saugdrains einmünden.

#### α) Die Saugdrains.

Die Richtung der Saugdrains legt man gewöhnlich in das größte Gefälle, also ungefähr senkrecht auf die Schichtenlinien. Bei geraden und parallelen Schichtenlinien sind dann auch die Saugdrains parallel zueinander (Fig. 15 b), geringe Abweichungen von den geraden kommen dabei nicht in Betracht.

Bei gekrümmten Schichtenlinien (Fig. 15 a) gibt man der Richtung der Saugdrains eine mäßige Krümmung und trachtet, sie möglichst parallel zueinander anzulegen.

Bei steilen Abhängen legt man die Saugdrains nicht in die Richtung des größten Gefälles, wodurch der Vorteil erreicht wird, daß die Saugdrains die Richtung des abfließenden Grundwassers durchschneiden, daher auch das Grundwasser rascher aufnehmen und ableiten.

Die Tiefe der Saugdrains ist einerseits von der Beschaffenheit des Bodens und von der Art der Bodenversumpfung, andererseits von dem Zwecke abhängig, den man durch die Entwässerung erreichen will.

Wenn die Versumpfung von dem auf der undurchlässigen Erdschichte stagnierenden Grundwasser herrührt, so wird eine gründliche Entwässerung nur dadurch erreicht, daß man die Saugdrains bis in die Tiefe der wasserführenden Schichte legt, falls diese 2 m nicht übersteigt. Ist aber bloß Oberwasser die Ursache der Versumpfung, so wird in den meisten Fällen eine Tiefe der Saugdrains von 1.25 m genügen, welche Tiefe in allen Fällen gegeben werden muß, damit Frost und die Wurzeln der Bäume die Drains nicht erreichen können.

Zur Erzielung einer möglichst gleichmäßigen Entwässerung des Bodens werden die Saugdrains auch in unebenem Terrain überall gleich tief gelegt, soweit dies der ungehinderte Wasserabfluß zuläßt.

Im allgemeinen wächst die Wirksamkeit der Saugdrains bei durchlässigem Boden mit ihrer Tiefe und mit ihrem Gefälle, doch erhöhen sich hierbei die Kosten.

Die Entfernung der Saugdrains voneinander ist von der Durchlässigkeit des Bodens und von der Tiefenlage der Drains abhängig.

Für die normale Tiefe von 1.25 m hat man durch Versuche die Entfernung der Saugdrains in festem Tonboden mit 10 m, in Lehmboden mit 15 m und in lockerem Boden mit 35 m ermittelt.

Nach praktischen Erfahrungen werden für unsere Bodenarten die Entfernung der Saugdrains mit 12, 16 oder 20 m angenommen.

Der Querschnitt der Saugdrainröhren wird je nach der abzuführenden Wassermenge zumeist mit 3, 4 und 5 cm gewählt. Bei langen Saugdrains nimmt man an der höchsten Stelle die engsten, gegen die Sammeldrains zu immer weitere Röhren. Dabei ist der Grundsatz einzuhalten, daß die Röhren erst bei der Einmündung in die Sammeldrains voll laufen, damit auch in diesem Teile der Boden entwässert werde.

Die folgende Tabelle enthält die bei verschiedenem Gefälle zulässigen Maximalängen der Saugdrains bei den üblichen Entfernungen von 12, 16 und 20 m und bei Röhrendurchmessern von 3, 4 und 5 cm.

Röhren- durchmesser in cm	Entfer- nung der Drains in m	Maximallängen der Saugdrains bei einem Gefälle von							
		10%	8%	6%	4%	2%	1%	0.5%	0.2%
in Metern									
3	12	550	500	400	300	250	170	120	80
	16	400	350	300	250	180	130	90	50
	20	300	270	250	200	130	100	70	40
4	12	1200	1100	1000	800	600	400	300	200
	16	900	800	700	500	400	300	200	150
	20	700	600	500	400	300	200	150	100
5	12	2800	2600	2200	1800	1300	900	600	400
	16	2200	1900	1700	1400	1000	700	500	300
	20	1700	1600	1300	1100	800	600	400	200

Wie die Tabelle zeigt, steigt die maximale Rohrlänge mit dem Abnehmen der Entfernung der Saugdrains und mit dem Zunehmen ihres Gefälles. Bei der Wahl der Röhren ist daher nicht allein die Wassermenge, sondern auch das Gefälle in Betracht zu ziehen. Auch ist zu berücksichtigen, daß in Röhren von größerem Durchmesser bei gleichem Gefälle das Wasser wegen der geringeren Reibung rascher fließt als in engeren Röhren.

### β) Die Sammeldrains.

Diese nehmen das Wasser von den Saugdrains auf und führen es direkt oder durch Vermittlung offener Gräben in fließende Gewässer.

Der Rohrquerschnitt für Sammeldrains ist daher bedeutend größer als der der Saugdrains und muß im allgemeinen der Summe der Querschnitte aller einmündenden Saugdrains entsprechen. Bei geringerem Gefälle der Sammeldrains wird dieser Querschnitt noch entsprechend erhöht.

Gebräuchlich sind Tonröhren von 8 bis 15 cm Lichtweite und 15 bis 20 mm Wandstärke; in Ausnahmefällen werden selbst bis 20 cm weite Rohre gebraucht.

Die Lage der Sammeldrains ist im allgemeinen an der tiefsten Stelle der Saugdrains und je nach der Bodenformation entweder am Fuße eines Hanges oder bei muldenförmigem Terrain in der Muldensohle.

Die Richtung ist teils durch die Lage des Aufnahmsgrabens, teils durch das Bodengefälle gegeben.

Das Gefälle der Sammeldrains richtet sich nach der Bodenformation, es wird im allgemeinen bedeutend geringer sein als jenes der Saugdrains. Obwohl ein gleichmäßiges Gefälle am sichersten eine Verschlämmung verhindert, wird dies mit Rücksicht auf die Bodenformation in den meisten Fällen nicht immer beizubehalten möglich sein. Man soll daher durch wechselnde Tiefenlagen (innerhalb gewisser Grenzen) trachten, in allen Teilen ein genügendes, wenn auch wechselndes Gefälle zu bekommen. Jedenfalls soll bei geringerem Gefälle an der Ausmündung der Sammeldrains auf eine, wenn auch nur kurze Distanz ein etwas größeres Gefälle eingeschaltet werden.

Die Vereinigung der Sammeldrains mit den Saugdrains (Fig. 15) erfolgt unter spitzen Winkeln in der Richtung des Wasserlaufes, um eine Anstauung und eine Verschlämmung möglichst zu verhindern; haben die Saugdrains nur ein geringes Gefälle, so soll dieses bei der Einmündung in die Sammeldrains etwas vergrößert werden. Die Verbindung der Einmündungsstelle kann mit entsprechenden, an den Sammeldrainrohren angesetzten Zweigstücken oder dadurch erfolgen, daß man, wie die Fig. 17 andeutet, die Sammeldrains um den äußeren Rohrdurchmesser tiefer legt als die tiefste Stelle der Saugdrains, auf die Sammeldrains die Saugdrains auflegt, an der Kreuzungsstelle aber früher in beide Rohre ein dem Durchmesser der Saugrohre gleichkommendes Loch ausarbeitet. Das Rohrende des Saugdrains und die Verbindungsstelle wird mit plastischem Lehm oder Ton verstrichen.

Die Ausmündung der Sammeldrains erfolgt entweder direkt in fließende Gewässer oder in offene Gräben, welche das Wasser aufnehmen und ableiten.

Die Fig. 16 zeigt ein Beispiel einer Ausmündung der Sammeldrains. Das Rohr liegt über der Sohle des Grabens, bei fließenden Gewässern über dem höchsten Wasserstand, um bei Hochwasser eine Rückstauung und Verschlämmung der Drainrohre zu verhindern. Damit das Ausmündungsrohr unter der Einwirkung des Frostes nicht Schaden leide, verwendet man ein widerstandsfähiges Rohr (Eisenrohr), welches eine größere Lichtweite erhält. Auch soll die Ausmündung etwas über die Mauer vorspringen und mit einem Drahtnetz verschlossen werden, um das Eindringen kleiner Tiere zu verhindern.

Es können vorteilhaft auch mehrere Sammeldrains in einen Rohrstrang vereinigt werden, wodurch die Zahl der Ausmündungen wohl vermindert, aber wegen des Erfordernisses größerer Rohrdurchmesser manchmal auch die Kosten der Anlage erhöht werden.

### c) Die Ausführung einer Röhrendrainage.

Nachdem man sich über die Beschaffenheit des Bodens und den Stand des Grundwassers durch entsprechende Aufgrabungen vollkommene Klarheit verschafft hat, wird an der Hand eines Schichtenplanes das Drainsystem entworfen. Dabei

ist es der Übersichtlichkeit wegen vorteilhaft, die Saug- und Sammeldrains mit zwei verschiedenen Farben auszuziehen und auch alle auf diese bezughabenden Knoten mit der betreffenden Farbe einzuschreiben.

Die Richtungen der Saug- und Sammeldrains werden nach dem fertigen Plane mit deutlich sichtbaren Stangen im Terrain ausgesteckt und die sich dabei eventuell ergebenden Mängel sowohl im Terrain als auch im Plane berichtigt.

Die *E r d a r b e i t* ist am besten im Herbst oder Spätsommer, besonders bei trockener Witterung, auszuführen. Regenwetter verteuert die Arbeit. Die Gräben werden aus ökonomischen Gründen an der Sohle nur so breit gemacht, als es der Rohrdurchmesser verlangt. Die Wände werden so steil als möglich geböschet; bei festem Boden genügt eine Böschung unter 1: 1/7.

Außer den üblichen Erdwerkzeugen sind für die Aushebung dieser schmalen Gräben eigene Spaten (Fig. 18 und 19), ferner Kellen (Fig. 20) zum Herausheben der losen Erde und zum Ebnen der Grabensohle notwendig.

Die *E r d a r b e i t* b e g i n n t man am Fuße des Drainagesystems nach vorhergegangener Trassierung, indem ein Arbeiter die oberste Schichte auf zirka  $\frac{1}{4}$  der Grabentiefe aushebt und mit dieser Arbeit längs der Trasse nach rückwärts schreitet; ein zweiter Arbeiter folgt ihm und hebt den Graben bis zur halben Tiefe aus; ein dritter Arbeiter gräbt unter Belassung eines kleinen Absatzes (Berme) an beiden Grabenwänden bis  $\frac{2}{3}$  der Grabentiefe mit dem Spaten (Fig. 18) und ein vierter Arbeiter vollendet den Graben mit dem schmalen Spaten (Fig. 19). Sodann wird mit der Kelle (Fig. 20) die Sohle geebnet und hierauf das Nivellement der Sohle nochmals kontrolliert; letzteres ist bei geringerem Gefälle besonders wichtig. Bei vorhandenem Grundwasser bemerkt man ohnehin an dem Stauwasser die Mängel in der Ausgrabung, welche noch vor dem Legen der Rohre behoben werden müssen.

Das *L e g e n* d e r *R o h r e* beginnt man am höchsten Punkte; es muß mit der größten Sorgfalt geschehen, damit keine Verstopfungen vorkommen, deren Auffinden nach bewirkter Erdarbeit äußerst schwierig und kostspielig wäre.

Auf die geebnete Sohle werden die Röhren stumpf, aber in gerader Linie aneinandergereiht, so daß sie einen durchlaufenden Röhrenstrang bilden; man bedient sich hierzu des Legehakens (Fig. 21), indem man denselben in die Öffnung des Rohres einschiebt und, mit ausgespreizten Füßen über dem Graben stehend, das Rohr an die bereits verlegten anschiebt.

Bei vorhandenem Grundwasser und guter Lagerung der Röhren muß auch der Wasserlauf im Rohre schon während der Arbeit sicher funktionieren.

Mit dem *Z u s c h ü t t e n* e i n e s *S a u g d r a i n s* kann begonnen werden, sobald derselbe bis zur Einmündung in den Sammeldrains gelegt ist und bezüglich der richtigen Lagerung nochmals geprüft wurde; dabei muß die erste Erdschichte sorgfältig eingeworfen werden, damit kein Rohrteil aus seiner Richtung und Lage verschoben wird. Ein Zudecken der Rohre mit Laub, Stroh u. dgl. vor dem Zuschütten wird von manchen Tecknikern empfohlen, ist aber nicht notwendig.

Das *L e g e n* d e s *S a m m e l d r a i n s* erfolgt in der gleichen Weise wie jenes der Saugdrains.

#### *Beispiel einer Entwässerungsanlage.*

Die Fig. 12 zeigt den Entwurf eines Drainagesystems. Hierbei wurde Lehmboden vorausgesetzt. Die Saugdrains sind in parallelen Entfernungen von 15 m angeordnet, liegen durchschnittlich 1.25 m tief und haben ein genügendes, aber infolge der wechselnden Terraininformation ungleichmäßiges Gefälle. Die Sammeldrains sind in den Mulden angeordnet und führt das untere Ende dieser Drains direkt in den Bach.

Die Saugdrains sind bis auf den muldenförmigen Teil A, in welchem sie konvergieren, durchwegs parallel angeordnet.