

Die Behlischen Konsumregler haben sich für Kasernbeleuchtungen sehr gut bewährt. Die Konsumregler werden zwischen Brenner und Leitungsrohr gasdicht eingeschraubt.

Von den örtlichen Verhältnissen wird es abhängen, ob Gasdruckregulatoren für die ganze Leitung oder Konsumregler für jeden einzelnen Brenner anzuordnen sind. Hiefür lassen sich allgemein gültige Regeln nicht aufstellen.

Im allgemeinen wären Leitungsregulatoren dort zu installieren, wo ein stets ruhig brennendes Licht notwendig und die Wartung der Regulatoren durch geschulte Organe gewährleistet ist.

Einzelnflammregler werden hauptsächlich für äußere Beleuchtung angewendet.

XII. Die Wasserversorgung.

Allgemeines.

Die Möglichkeit, ein Gebäude mit gesundem Trinkwasser in hinreichender Menge zu versorgen, bildet eine Hauptforderung bei der Wahl einer Baustelle.

Völlig reines Wasser — welches aus Wasserstoff und Sauerstoff besteht — findet sich in der Natur niemals und kann nur durch Destillation gewonnen werden.

Das in der Luft vorhandene Wasser, welches als Tau, Regen, Schnee oder Hagel zur Erde niederfällt (Meteorwasser), ist noch das reinste Wasser, enthält aber doch, namentlich in der Nähe größerer Städte, viele aus der Luft aufgenommene Säuren, Ammoniak u. dgl. und auch Staubteilchen.

Infolge des großen Gehaltes an Ammoniak ist das Regenwasser leicht dem Faulen ausgesetzt.

Am reinsten ist das Meteorwasser nach länger andauerndem Regen, am unreinsten ist das von den Dachflächen abfließende Regenwasser.

Von dem zur Erde niederfallenden Meteorwasser verdunstet ein Teil, ein Teil fließt ab und ein zumeist großer Teil dringt in den Boden ein und sammelt sich an einer undurchlässigen Schichte als Grundwasser. Dieses tritt dann entweder als Quellwasser wieder zutage oder wird aus Brunnenschächten gehoben.

Das in den Boden eindringende Meteorwasser verliert durch das Absorptionsvermögen des Erdreiches einen großen Teil von Sauerstoff und von fremden Bestandteilen, namentlich Ammoniak, und nimmt viele im Boden vorhandene mineralische Stoffe und auch Kohlensäure auf.

Das nicht verunreinigte Quell- oder Brunnenwasser besitzt weniger stickstoffhaltige, organische Stoffe als das Regenwasser, dagegen wesentlich mehr Kohlensäure, Salpeter-, Kalk- und Magnesiasalze u. dgl.

Das Flußwasser enthält im allgemeinen ähnliche Beimengungen wie das Quellwasser, außerdem aber viele erdige und organische Bestandteile; häufig wird es noch durch Abflüßwässer der Städte verunreinigt und enthält dann oft große Mengen gesundheitschädlicher Mikroorganismen.

Das Meerwasser enthält außerdem Lösungen verschiedener Salze und in Verwesung begriffene, organische Substanzen u. dgl.

Für Nutzzwecke kommt besonders der Kalkgehalt des Wassers in Betracht. Reines Wasser nennt man weich. Es gibt mit Seife sofort Schaum; durch Ammoniaksalze wird die Weichheit noch erhöht.

Hat das Wasser einen beträchtlichen Gehalt an Kalk- und Magnesiasalzen und auch an Kohlensäure, so nennt man es hart. Hartes Wasser schmeckt infolge des Kohlensäuregehaltes viel erfrischender, ist aber im allgemeinen weniger gesund als weiches Wasser. Auch zum Waschen ist hartes Wasser weniger geeignet, da es Seife schwer auflöst.

Ist der Boden mit Fäulnisstoffen u. dgl. durchsetzt, so wird das in denselben eindringende Wasser diese Stoffe auflösen und teilweise mit sich führen. Ein solches Wasser ist dann meistens gesundheitsschädlich, besonders dann, wenn in demselben Mikroorganismen, namentlich Spaltpilze in größeren Mengen vorkommen. Ein derart verunreinigtes Wasser muß durch sorgfältiges Filtrieren oder durch Abkochen erst keimfrei und genießbar gemacht werden (siehe Filteranlagen).

Reines, gutes Trinkwasser soll geruch- und geschmacklos, klar und farblos sein, keinen fremden Beigeschmack haben und eine erfrischende, nur wenig schwankende Temperatur besitzen. Das beste Trinkwasser liefern reine, gut verschlossene Quellen oder tiefe Brunnen.

Bevor ein neu hergestellter Brunnen in Benützung genommen wird, soll demselben zu verschiedenen Zeiten Wasser entnommen und von der Sanitätsbehörde chemisch untersucht und dessen Genußfähigkeit festgestellt werden.

Das Wasser erreicht bei $+4^{\circ}$ C seine größte Dichte und wiegt bei dieser Temperatur 1 dm^3 (1 l) 1 kg; das spezifische Gewicht des Wassers ist also 1.

Wasserbedarf.

Zur Ermittlung desselben rechnet man pro Bewohner und Tag 40 l an Trink-, Koch- und Nutzwasser, für eine Abortspülung 6—10 l, für ein Wannenbad 350 l Wasser. — In Militärgebäuden werden für jeden gesunden Mann pro Tag 35—40 l und bei vorhandener Abortspülung 80—100 l gerechnet, worunter zirka 12 l als Trink- und Kochwasser dienen; für jeden kranken Mann pro Tag 160—180 l und falls auch die Wäsche im Spitale gewaschen wird 250 l; für jedes Pferd pro Tag 40—50 l.

Wasserbeschaffung.

Diese kann erfolgen:

Durch Schachtbrunnen, durch Bohrbrunnen (Artesische Brunnen), durch Wasserleitungen und durch Zisternenanlagen.

Zur Reinigung des gewonnenen Wassers sind unter Umständen Filteranlagen auszuführen.

A. Wasserbeschaffung mittels Schachtbrunnen.

Bei dieser Beschaffungsart wird von der Erdoberfläche bis zur wasserführenden Schichte ein Schacht gegraben und das Wasser mit Schöpfheimern oder Pumpen zutage gefördert.

Die Tiefe des Brunnenschachtes richtet sich nach der Tiefenlage der wasserführenden Schichte. Diese sowie die Beschaffenheit des Bodens muß stets zuerst annähernd ermittelt werden, um kostspielige Brunnenarbeiten zu vermeiden. Diesbezüglich werden die in der nächsten Umgebung vorhandenen Brunnen sowie die in dem betreffenden Orte ansässigen Brunnenmacher Aufschluß geben. Man kann auch aus der Gestalt und Lage sowie den sonstigen Anzeichen des Terrains auf vorhandene Schwierigkeiten für den Brunnenbau schließen. Endlich kann auch durch Bohrungen die geeignetste Stelle für die Anlage eines Brunnens ermittelt werden.

Die sicherste Jahreszeit, ergiebige Quellen aufzusuchen und Brunnen zu graben, sind die Monate August, September und Oktober; denn findet man in dieser, zumeist trockenen Zeit genügend Wasser, so kann man auf eine dauernde Ergiebigkeit des Brunnens ziemlich sicher schließen.

Für Wohngebäude wird man den Brunnen auf dem den häuslichen Zwecke am besten entsprechenden Platze anlegen, muß aber die Entfernung und die Lage gegenüber den etwa vorhandenen Senkgruben, Düngergruben u. dgl. so bestimmen, daß eine Verunreinigung des Brunnens unbedingt ausgeschlossen bleibt.

Der Brunnenschacht soll das umgebende Terrain um 40—60 cm überragen und soll womöglich mit einem geeigneten Deckel aus Stein oder Beton geschlossen werden; Holzdeckel sind nicht zu empfehlen.

Das an den Brunnen anschließende Terrain soll gegen den Brunnenschacht mäßig ansteigen und in der nächsten Nähe des Brunnens wasserdicht gepflastert sein, damit das Tagwasser nicht in den Schacht eindringen kann.

Durch Anbringung von Ventilationsöffnungen unmittelbar unter oder in dem Brunnendeckel ist für einen hinreichenden Luftwechsel im Brunnenschacht vorzusorgen. Diese Öffnungen müssen mit engmaschigen Drahtgittern verschlossen sein.

Um die Wasserergiebigkeit eines Brunnens wenigstens annähernd zu messen, läßt man den Brunnen während 24 Stunden unberührt stehen, schöpft ihn dann vollständig aus und beobachtet die Zeit, welche zur Erreichung des früheren Wasserstandes notwendig ist.

Die Herstellung der Schachtbrunnen zerfällt in zwei Teile, nämlich:

1. in das Abteufen und Verkleiden des Schachtes und
2. in die Herstellung der Wasserförderungsanlage.

1. Abteufen und Bekleiden des Brunnenschachtes.

a) Brunnen mit Holzverkleidung.

(Fig. 2, T. 98.)

Bei den mit Brettern verkleideten Schachtbrunnen erhalten die die Bretterwände stützenden Brunnenkränze ein quadratisches Gevierte von 1·20 bis 1·60 *m* Lichtweite.

Die Brunnenkränze werden je nach der Lichtweite aus $\frac{15}{20}$ oder $\frac{20}{25}$ *cm* starken Kanthölzern hergestellt und an den Ecken bündig überblattet; der oberste Kranz — Flügelkranz — (Fig. 2 A) erhält 0·50—1·20 *m* lange, über die Wandseite desselben vorragende Teile (Flügel) zur sicheren Auflagerung und Befestigung auf dem Erdboden.

Jeder Brunnenkranz hat zwei Schwellen *a* und zwei darüber liegende Kappen *a'* (Fig. 2 A). Die vier Seiten der Kappen und Schwellen heißen, je nachdem sie nach oben, nach unten, gegen die Erdwand oder gegen den Brunnenschacht gerichtet sind, Sicht-, Ort-, Wand- oder Brunnenseite.

Jeder Brunnenkranz hat in der Mitte der Schwellen und Kappen an der Brunnenseite, der Flügelkranz außerdem auch an der Sichtseite einen Sägeschnitt *p* oder einen Bleiriß zum Einrichten der Kränze in die vertikale Lage.

Die einzelnen Kränze werden auf 0·80—1·10 *m* Distanz (Verzugstiefe) untereinander angeordnet und die Schwellen der unteren Kränze an die Kappen der oberen Kränze mit $\frac{4}{5}$ *cm* starken Hängelatten *e* (Fig. 2 B) hängend festgenagelt.

Die an die Erdwand anschließenden Verzugbretter werden an die Brunnenkränze mit Keilen festgekeilt, sie reichen von der Sichtseite eines Kranzes bis 10 *cm* über die Ortseite des nächsten Kranzes hinaus und werden an der Ortseite auf 5 *cm* Länge abgeschrägt. Die Wandbretter des ersten Verzuges überragen den Flügelkranz um etwa 5 *cm*, um mit einer anschließenden, kleinen Anschüttung dem Eindringen des Regenwassers vorzubeugen.

In unhaltbarem Boden wird zwischen die Verzugbretter zweier aufeinanderfolgender Verzüge je ein 2·5 *cm* dickes, 15 *cm* breites Pfändebrett *g* (Fig. 2 B) angeordnet.

Die Eckbretter des ersten Verzuges werden wegen des Ausschnittes für die Flügel 37 *cm*, alle anderen aber 15—20 *cm* breit gemacht. Die Dicke der Verzugbretter wird bei 1·20 *m* Schachtweite mit 4 *cm*, bei größerer Schachtweite und in unhaltbarem Boden aber mit 4·5 *cm* angeordnet.

Abteufen des Schachtes in haltbarem Erdreich (Fig. 2 C).

Zuerst wird der Boden geebnet, dann der Flügelkranz *a* horizontal gelegt und jeder Flügel mit drei Hakenpflocken (Haftpflocke) *d* befestigt.

Die Verzugbretter werden wandweise zugeschnitten, indem man zwei Kranzstücke in gleicher Distanz, wie sie im Brunnen voneinander entfernt sind, auf den Boden legt, darüber die Bretter auflegt und diese darnach in der erforderlichen Größe vorreißt. Mit Rücksicht auf die Lage und Übergreifung der in den Ecken befindlichen Verzugbretter ist das eine Eckbrett oben um $1\frac{1}{2}$ und unten um $2\frac{1}{2}$ Brettstücken breiter zu schneiden. Außerdem sind bei den Eckbrettern des obersten Verzuges die Ausnehmungen für den Flügelkranz auszuschneiden.

Nachdem die Erde bis 20 cm unter die Verzugtiefe ausgehoben wurde, werden die Schwellen eines gewöhnlichen Kranzes auf Verzugtiefe an die Kappen des Flügelkranzes durch je zwei aufgenagelte Hänglatten befestigt, sodann die Kappen aufgelegt und die Sägeschnitte des oberen und unteren Kranzes ins Lot gebracht, worauf der untere Kranz mit Keilen *k* gegen die Erdwand provisorisch verspreizt (abgekeilt) wird.

Sodann erfolgt das Einziehen der Verzugbretter *f*, und zwar immer von den Ecken aus. Beim Eintreiben der Bretter wird auf die Köpfe derselben ein hartes Brettstück gelegt, um diese durch die Hammerschläge nicht zu zertrümmern. Die Eckbretter übergreifen sich wechselweise. Ihre schiefe Führung erhalten die Wandbretter durch Führungskeile *k*₁, die zwischen die Wandbretter des folgenden und des vorhergehenden Verzuges eingesteckt werden.

Um Platz für die Bretter des nächsten Verzuges zu gewinnen, werden zwischen die Bretter des ersten Verzuges und den Wandseiten des gewöhnlichen Kranzes $1\frac{1}{2}$ Brett starke Keile *k*₂ eingetrieben.

Die etwa zwischen den Erdwänden und den Verzugbrettern entstehenden Hohlräume werden beim Einziehen der Verzugbretter mit Erde, Rasen, Gras usw. voll ausgefüllt.

Die folgenden Verzüge sind in gleicher Weise herzustellen wie der erste. Vor dem Einziehen eines Verzugbrettes wird der betreffende Keil herausgeschlagen, vorher aber der zunächst liegende Keil etwas angezogen. Nach dem Einziehen des Brettes wird dasselbe oben mit einem $\frac{1}{2}$ Brett starken und unten mit einem $1\frac{1}{2}$ Brett starken Keile gegen den Brunnenkranz abgekeilt.

Abteufen des Schachtes in unhaltbarem Erdreich.

Beim Bau eines Schachtbrunnens in unhaltbarem Boden legt man die Flügel der Schwellen des Flügelkranzes auf 4—5 m lange Pfosten.

Das Zuschneiden der Verzugbretter geschieht wie beim Baue in haltbarem Boden, nur ist für das einzulegende Pfändebrett *g* (Fig. 2 B) außer der $1\frac{1}{2}$, bezw. $2\frac{1}{2}$ fachen Dicke der Verzugbretter noch der Raum für die Dicke des Pfändebrettes zu berücksichtigen.

Nachdem etwas mehr als die halbe Verzugtiefe (in sehr unhaltbarem Boden entsprechend weniger) ausgegraben ist, wird ein Hilfskranz gelegt. Das ist ein gewöhnlicher Kranz, an dessen Wandseite Latten *h* (Fig. 2 B) von der Dicke der Verzugbretter angenagelt sind. Das Legen des Hilfskranzes erfolgt so wie das eines gewöhnlichen Kranzes, nur werden die Hänglatten, damit selbe später nicht hindern, 20 cm seitwärts der Überblattungen angenagelt. Das Einziehen der Verzugbretter wird wieder in zwei diagonal gegenüberliegenden Ecken begonnen und wie früher erklärt fortgesetzt.

Unter Führung des Hilfskranzes werden nun die Verzugbretter von einer Ecke beginnend einzeln nach und nach weiter eingetrieben, vor dem Eintreiben aber die Keile der anschließenden Bretter mäßig angezogen. Gleichzeitig wird die Ausgrabung fortgesetzt, bis man auf zirka 0·20 m unter die Verzugtiefe gelangt ist, worauf der erste gewöhnliche Kranz, wie früher beschrieben, gelegt und mit Hänglatten an den Flügelkranz befestigt wird. An die Verzugbretter werden die Pfändebretter gelegt und zwischen diese und dem Kranze $1\frac{1}{2}$ Brett dicke Keile eingetrieben. Nun kann der Hilfskranz entfernt und der nächste Verzug in gleicher Weise fortgesetzt werden.

Setzen des Wasserkastens.

Kommt man auf Wasser, so muß der Bau ohne Unterbrechung (mit Ablösung der Arbeiter) fortgesetzt und das eindringende Wasser beständig ausgeschöpft werden.

Sobald aus der Sohle des Brunnens Wasser emporquillt, wird der Brunnenkranz für den letzten Verzug gelegt, welcher keine Hängelatten braucht, und der letzte Verzug vollendet.

Bei sehr tiefen Brunnen, ferner bei unhaltbarem Erdreich werden in den Ecken der Kränze noch Stützen *St* (Fig. 4) aufgestellt. Hierauf kann der Wasserkasten *B* (Fig. 4) eingesetzt werden.

Der Wasserkasten ist ein aus 5 *cm* dicken Pfosten gefertigter, 1·00—1·25 *m* hoher Kasten, ohne Boden und ohne Deckel, dessen äußere Breite kleiner ist als die lichte Weite des Brunnens. In den Ecken werden die Pfosten des Kastens verschränkt und in der Mitte durch quer darüber genagelte, schmale Pfosten verbunden. Die Wände des Kastens werden mit entsprechend großen Bohrlöchern versehen, durch welche das Wasser eindringt.

Der Kasten wird unter sukzessivem Ausgraben der Erde so weit versenkt, daß seine Oberkante die Sichtseite des letzten Kranzes um 2—3 *cm* überragt. Das während der Arbeit eindringende Wasser muß fortwährend ausgeschöpft werden.

Ist der Boden nicht sandig, so wird die Sohle innerhalb des Wasserkastens 15—30 *cm* hoch mit kleinen Kiessteinen und rein gewaschenem Sande bedeckt.

Anwendung einer Brunnenbüchse.

Ist der Wasserzulauf so bedeutend, daß er nicht mehr durch Ausschöpfen bewältigt werden kann, muß aber die Brunnensohle dennoch tiefer gelegt werden, so geschieht dies mit Hilfe einer Brunnenbüchse (Fig. 3). Diese besteht aus einem hohlen Zylinder aus Kienföhrenbohlen (Dauben), welcher seinem äußeren Durchmesser nach etwas kleiner ist als die lichte Weite des Brunnens und je nach der erforderlichen Tiefe bis 5 *m* lang sein kann. Die Dauben sind an der unteren Seite zugeschärft und mit starken Eisenreifen zusammengehalten.

Diese Brunnenbüchse wird auf die geebnete Brunnensohle gestellt und mit einem Gerüste beschwert. Die Dauben werden dann nacheinander in den Boden eingetrieben. Gleichzeitig wird die Erde mit dem Brunnenstöß (Fig. 11) gelockert und mit der Baggerschaufel oder dem Sackbohrer (Fig. 10) herausgehoben.

Wenn eine Brunnenbüchse für die notwendige Brunnentiefe nicht hinreicht, so kann innerhalb der ersten Brunnenbüchse noch eine zweite mit kleinerem Durchmesser in gleicher Weise geschlagen werden.

b) Brunnen mit gemauerten Wänden.

Gemauerte Brunnen erhalten einen kreisrunden Querschnitt, dessen Durchmesser je nach dem Wasserbedarfe 1·00—4·00 *m* angenommen wird.

Bei haltbarem Boden wird der Brunnen stückweise ausgegraben und gleichzeitig ausgemauert, dabei wird im Mauerwerk auf je 1·00—1·50 *m* Tiefe ein Kranz aus hochkantig gestellten Ziegeln hergestellt, welcher teilweise in die Erdwände eingreift und das Herabrutschen der Mauer verhindert (Fig. 9). Die Krönung des Brunnenmauerwerks wird durch einen stärkeren Ring bewirkt.

Bei Herstellung der tieferen Schichten wird zuerst die Ausgrabung im lichten Durchmesser des Mauerwerkes vorgenommen, das fertige Mauerwerk gegen die Brunnensohle mit Ständern *S* (Fig. 9) abgebölzt und erst dann die noch fehlende Aushebung für das Verkleidungsmauerwerk der unteren Schichte bewirkt. Auf die geebnete Sohle wird nun wieder ein in die Erdwand eingreifender Kranz mit hochkantig gestellten Ziegeln gemauert, darüber das übrige Mauerwerk mit liegenden Ziegeln aufgeführt und nach allmählicher Entfernung der Ständer stückweise an den oberen Kranz angeschlossen. Auf diese Art kann auch bei minder haltbarem Boden der Schacht bis zur wasserführenden Schichte hergestellt werden.

Bei haltbarem Boden und bei kleinerem Brunnendurchmesser wird häufig auch ohne Bölzung gearbeitet. Manchmal wird im haltbaren Erdreich sogar der ganze Schacht bis zur Brunnensohle ausgegraben und erst dann mit Mauerwerk verkleidet.

Zum Ausmauern verwendet man in der Regel gut gebrannte Mauerziegel, welche je nach dem Brunnendurchmesser als Läufer oder Binder angeordnet werden können (Fig. 1 B). Die gegen die Erdwand sich erweiternden Stoßfugen können mit Zwickelsteinen ausgefüllt werden. Solider ist die Ausmauerung mit entsprechenden Keilziegeln (Fig. 1 A). Im übrigen sind die allgemeinen Regeln für den Ziegelverband einzuhalten.

Nur bei Mangel an geeignetem Ziegelmateriale kann auch fester, lagerhafter Bruchstein für das Brunnenmauerwerk verwendet werden.

Der obere Teil des Brunnenmauerwerkes soll jedenfalls in Zementkalk- oder Portlandzementmörtel ausgeführt werden, damit Sickerwasser nicht in den Brunnen eindringen kann; im unteren Teile können die Ziegel auch trocken vermauert werden.

c) Brunnen mit Betonwänden.

Die kreisrunden Brunnenschächte, 1,00—4,00 m im Durchmesser, können statt mit Ziegel oder Bruchstein mit Beton verkleidet werden, was in vielen Fällen vorteilhafter, manchmal auch ökonomischer ist.

Der Beton wird mit dem Fortschreiten der Ausgrabung in 50 cm hohen Ringschichten zwischen einen entsprechend aufgestellten und gegen die Erdwand verspreizten, zerlegbaren Blechzylinder und die Erdwand eingestampft. Für den Anschluß an das obere, fertige Betonmauerwerk muß der oberste Teil jeder Betonschichte von seitwärts eingestampft werden. Nach dem Erhärten des eingestampften Betons wird der zerlegbare Blechzylinder abgenommen, die Tiefergrabung um die nächste Schichte fortgesetzt und die Betonierung derselben auf dieselbe Weise wieder vorgenommen.

Bei haltbarem Boden kann man auch 1—2 m tief ausgraben und erst dann in 2—4 Schichten den Beton auf einmal einstampfen. Die Betonierung wird dadurch insofern etwas vereinfacht, als man den sonst nach jeder 50 cm hohen Schichte notwendigen und schwieriger herzustellenden Anschluß an die obere Betonierung einige Male erspart.

Der Beton schließt sich an die raue Erdwand innig an, weshalb ein Abrutschen des fertigen Betonmauerwerkes bei der Untergrabung desselben nicht stattfinden kann und auch keine Bölzung nötig ist.

Betonbrunnen verhindern bei guter Ausführung das Eindringen von Sickerwasser aus höheren, eventuell verunreinigten Schichten; die glatten Wände erschweren die Ansammlung von Ungeziefer und verhindern besser als das Ziegelmauerwerk mit seinen Fugen die Bildung einer schädlichen Pflanzenvegetation im Brunnenschachte.

d) Bekleidung des Brunnenschachtes bei großem Wasserandrang und bei unhaltbarem Erdreich.

Die im vorhergehenden besprochenen Arten der Ausmauerung wird man gewöhnlich auch nach Erreichung des Grundwassers fortsetzen können, da der Wasserzulauf zur Schachtsohle meist nur ein geringer ist und leicht durch Schöpfwerke bewältigt werden kann.

Ist aber der Wasserandrang so bedeutend, daß ein Auspumpen nur schwer möglich ist, und wäre zu fürchten, daß die Brunnenwände beim Untergraben des fertigen Mauerwerkes einstürzen, so muß auch bei den vorgeschriebenen Ausmauerungsarten eine Brunnenbüchse wie früher erklärt, geschlagen werden, wenn man die Tiefergrabung fortsetzen will.

Wenn der Boden sehr unhaltbar ist (z. B. Sandboden), so ist es ratsam, den Schacht zuerst mit Brunnenkränzen und Verzugbrettern auf die früher erwähnte Art zu bekleiden und dann erst von der Sohle aus die Bekleidung mit Mauerwerk zu beginnen.

In diesem Falle wird man mit dem Fortschreiten des Mauerwerkes die Brunnenkränze von unten beginnend nacheinander entfernen und die Verzugbretter erst nach dem Aufmauern eines Verzuges zwischen Mauerwerk und der Erdwand herausziehen. Auf diese Art wird kein Teil der Erdwand unbekleidet bleiben und ein Nachstürzen derselben ausgeschlossen sein.

e) Senkbrunnen.

In weichem, wasserreichem Boden, welcher die direkte Ausgrabung nicht gestattet, kann die Ausführung von Senkbrunnen platzgreifen. Hierbei wird das zylinderförmige Verkleidungsmauerwerk durch Untergrabung allmählich versenkt und nach Maßgabe des Sinkens die Mauerung oben fortgesetzt. Die an die Erdwand anschließende Verkleidung soll möglichst glatt sein, damit keine zu große Reibung auftritt und das Mauerwerk durch das eigene Gewicht, erforderlichenfalls durch das auf der Gerüstung deponierte Material vermehrt, leicht zum Sinken gebracht werden kann.

Das Verkleidungsmauerwerk ruht auf einem aus Holz oder Eisen hergestellten, unten mit einer Schneide versehenen Brunnenkranz (Fig. 7 und 8). Ein ungleichmäßiges Sinken des Mauerwerkes wird dadurch verhindert, indem man den unteren Mauerteil mit mehreren, 1—1.50 *m* voneinander abstehenden, mit Ankerbolzen verbundenen Brunnenkränzen zu einem Ganzen verbindet (Fig. 7) oder indem man den ganzen Mauerkörper mit einem Eisenblechmantel umgibt (Fig. 8). Dieser zylindrische Mantel kann gleichzeitig mit der Aufmauerung nach oben verlängert werden, wodurch auch die Reibung an den Erdwänden reduziert und das seitliche Eindringen des Wassers verhindert wird.

Bei haltbarem Boden wird zu Beginn der Brunnengrabung zuerst ein etwas größerer Schacht *a*, eventuell mit geböschten Erdwänden (Fig. 8 *a*) ausgehoben und von der Sohle dieses Schachtes erst der Senkbrunnen begonnen, nachdem durch eine ringförmige Ziegelrollschale *b* der obere Rand des Schachtes bekleidet wurde.

Mit dem Senkmauerwerk kann man eventuell auch erst auf der Sohle eines provisorisch mit Holz verkleideten Schachtes beginnen, den man bis zum Niveau des Grundwasserspiegels abgeteuft hat. Nach Vollendung des mittels Senkbrunnens weiter ausgeführten, unteren Brunnenteiles kann dann auch die Holzverkleidung des oberen Teiles durch eine Mauer- oder Betonverkleidung ersetzt werden.

Auch bei Senkbrunnen kann die Vertiefung der Brunnensohle bei geringerem Wasserandrang durch Ausgraben und Ausschöpfen des Wassers bewirkt werden. Bei größerem Wasserandrang wird jedoch die Vertiefung bei geringeren Brunnen-tiefen zumeist mit dem Sackbohrer (Fig. 10) und bei größeren Brunnentiefen häufig mit dem Baggerhaspel (Fig. 8) vorgenommen. Der Sackbohrer wird mit einem langen Stiele vom Gerüste aus durch 2 Mann entsprechend gedreht und dann mit einer Leine aufgezogen, entleert und neuerdings hinabgelassen; dabei wird er immer an eine andere Stelle der Sohle angesetzt, so daß die Untergrabung in allen Teilen gleichmäßig fortschreitet. Der Baggerhaspel wird durch 2 oder 4 Mann gedreht, wodurch die an der Brunnensohle angelangten eisernen Körbe den Boden lockern, sich mit Erdmaterial füllen und dann hinaufgezogen werden.

In besonderen Fällen kann es notwendig werden, daß zur Beseitigung von Hindernissen selbst Taucher verwendet werden müssen.

f) Brunnenbau im Felsboden.

Im Felsboden soll man die kostspielige und ganz unverlässliche Ausführung von Schachtbrunnen gänzlich vermeiden. Stoßt man aber beim Baue eines Schachtbrunnens zufällig auf Felsen, so muß man alle Umstände genau erwägen, bevor man sich entschließt, den Brunnenbau im Felsen fortzusetzen. In vielen Fällen wird man gut tun, den Brunnenbau an dieser Stelle ganz aufzugeben. Ist man aber mit der Ausführung des Brunnenschachtes auf eine beträchtliche Tiefe angelangt und sprechen die örtlichen Verhältnisse für den Weiterbau des Schachtbrunnens im Felsen, so muß man die hiezu nötigen Sprengarbeiten mit der größten Vorsicht beginnen und bis zur Erreichung der wasserführenden Schichte fortsetzen. Hiezu können nur seichte Bohrlöcher mit geringen Dynamitladungen in Anwendung kommen. Die Bohrlöcher sind so anzulegen, daß man zuerst in der Brunnensohle durch schräge Anordnung der Bohrlöcher einen Trichter aussprengt, welcher dann allmählich durch vertikal geführte Bohrlöcher zu einem Zylinder erweitert wird. Näheres über Felssprengung ist im Kapitel Steinbrecherarbeiten enthalten. Nach jeder vorgenommenen Sprengung entwickeln sich durch den Sprengstoff schädliche Gase im Brunnenschachte, welche den Arbeitern gefährlich werden können. Man muß daher nach jeder Sprengung zuerst frische Luft in den Schacht einpumpen, bevor die Arbeiter die Abraum- und Sprengarbeiten fortsetzen. Hierbei muß die frische Luft mittels einer Luftpumpe u. dgl. durch ein entsprechend weites Rohr bis zur Sohle des Brunnenschachtes eingetrieben werden, worauf die Stickluft nach oben abziehen wird. Einen raschen Luftwechsel im Brunnenschachte kann man auch dadurch erzielen, daß man angezündeten Brennstoff (Stroh, Hobelspäne) in den Brunnenschacht hinabläßt und rasch wieder aufzieht. Einerseits durch die Erwärmung, andererseits durch die rasche Auf- und Abwärtsbewegung des angezündeten Brennstoffes wird die sonst träge Luft im Brunnenschachte in Bewegung gebracht und dadurch eine ziemliche Lufterneuerung erreicht.

Bei Wasserandrang muß man dieses durch Ausschöpfen oder Auspumpen entfernen, um die Sprengarbeit fortsetzen zu können. Die Dynamitladungen müssen mit der Sprengkapsel wasserdicht adjustiert sein, bevor sie in die Bohrlöcher eingeführt werden.

Ist der Wasserzufluß ein hinreichender, so wird die Bohrarbeit nach entsprechender Abgleichung eingestellt und das Schöpfwerk eingebaut. Die Felswände werden nur in besonderen Fällen (lockerer Felsen) mit Mauerwerk bekleidet. Zeigen sich im Felsen Risse oder Klüfte, durch welche das Wasser abfließen würde, so müssen diese mit rasch bindendem Zement ausgegossen oder ausbetoniert werden.

Stoßt man beim Graben eines Schachtbrunnens auf kleinere Felsmassen (Blöcke), so werden diese in der vorbeschriebenen Weise durchgesprengt, der Bau des Schachtbrunnens wird dann, wenn nötig, in der begonnenen Art und Weise fortgesetzt.

2. Wasserförderungsanlagen.

a) Schöpfwerk mit Schwingbaum.

Dieses besteht nach Fig. 4, T. 99, aus dem Ständer *a*, dem Schwingbaum oder Schwengel *b*, an dessen Wipfelende die Brunnenstange *c* samt dem Wassereimer *e* befestigt ist. Das andere Ende des Schwingbaumes wird derart durch angeschraubte Holzklötze oder dgl. beschwert, daß der mit Wasser halb gefüllte Eimer im Gleichgewicht erhalten wird.

Die Länge der Brunnenstange muß gleich sein der Tiefe des Wasserspiegels unter dem Brunnenrand.

Setzt man die Tiefe von dem oberen Rande des Brunnens bis 0·50 *m* unterhalb des Wasserspiegels = *z*, so muß die Entfernung *m* der Ständermitte von dem Lichtraume des Brunnens ebenfalls = *z*, die Höhe *h* des Drehzapfens des Schwingbaumes über dem horizontalen Boden = $\frac{1}{2}z$, die Länge des Vorderarmes des Schwingbaumes *a* = 1·2 *z* und die Länge des anderen Armes *b* = 0·9 *z* betragen.

Bei hinreichendem Wasserzufluß kann 1 Mann pro Stunde $\frac{125}{z}$ hl Wasser schöpfen, wobei z die Hubhöhe in Metern bedeutet.

b) Schöpfwerk mittels Haspel.

Gewöhnlich wird, wie in Fig. 9, T. 98, dargestellt, an jedes Ende einer über die Welle gewundenen Kette ein Eimer angehängt, so daß beim Drehen der Welle der eine Eimer aufgezogen und der andere gleichzeitig hinabgelassen wird. Statt der Kette kann auch ein Seil verwendet werden, welches so oft um die Welle geschlungen wird, daß es bei der einseitigen Mehrbelastung nicht gleiten kann.

Die Leistungsfähigkeit pro Stunde bei einer erforderlichen Hubhöhe des Wassers gleich z in Metern ist $\frac{320}{z}$ hl.

c) Pumpen (Tafel 99).

Man unterscheidet zwei Hauptgattungen von Pumpen: die Saug- und die Druckpumpen. Andere Pumpen haben im wesentlichen eine gleiche Wirkung.

Die Saugpumpe.

Eine solche (Fig. 9) besteht aus dem Saugrohre s , welches in das Wasser hineinreicht, dem Pumpenrohre oder Stiefel p , dem in letzterem beweglichen Kolben k mit dem Kolbenventile v und dem Saug (Boden-)ventile a .

Beim Kolbenhube wird unter dem Kolben die Luft im Stiefel verdünnt; infolge des Druckes der äußeren Luft auf den Spiegel des Brunnenwassers öffnet sich das Bodenventil und das Wasser steigt im Saugrohre. Beim Kolbenniedergang schließt sich das Bodenventil, die im Stiefel befindliche Luft öffnet das Saugventil und entweicht. Bei fortgesetztem Pumpen steigt das Wasser allmählich in dem Stiefel bis zum Kolbenventil v und es tritt dann Wasser über den Kolben, welches bei den folgenden Kolbenhüben so weit gehoben wird, daß es beim Auslaufrohre d abfließt.

Der Luftdruck sollte das Wasser in dem Saugrohr bis auf 10'00 m heben, wegen der Reibungswiderstände jedoch, dann wegen Undichtheiten bei den Ventilen kann man nur mit einer Saughöhe von 7'50 m rechnen. Der höchste Kolbenstand darf daher nicht mehr als 7'50 m über dem Wasserspiegel liegen.

Die Druckpumpe (Fig. 10).

Diese unterscheidet sich von der Saugpumpe dadurch, daß am Kolben kein Ventil, sondern an der Seite des Stiefels ein Steigrohr r und darin ein Steigventil b angebracht ist. Auch diese Pumpe hat ein Saugrohr, weshalb sie eigentlich als Saug- und Druckpumpe wirkt.

Das durch die Kolbenhübe in den Stiefel eingedrungene Wasser wird durch die Kolbenniedergänge, bei denen sich das Saugventil schließt, hingegen das Steigventil öffnet, in dem Steigrohr in die Höhe getrieben.

Das Wasser kann mittels der Druckpumpe bis zu jeder beliebigen Höhe gepreßt werden, wenn man nur den nötigen Druck auf den Kolben zu äußern imstande ist und wenn die Konstruktionsteile der Pumpe den Druck der Wassersäule im Steigrohr aushalten.

Um die Stöße beim Pumpen zu mildern und insbesondere die Ventile zu schonen, ist bei Pumpen mit großer Druckhöhe im Steigrohr zumeist ein Windkessel (Fig. 11) eingeschaltet. Sollte die Luft während des Gebrauches der Pumpe allmählich entwichen sein, so kann durch Öffnen des Hahnes h der Windkessel wieder mit Luft gefüllt werden.

Die Saug- und Druckpumpe (Fig. 12).

Ist die Brunntiefe eine so große, daß man mit einer Saugpumpe nicht ausreicht, so wird der Pumpenstiefel bis auf die zulässige Tiefe (höchster Kolbenstand max. 7·50 *m* über dem Wasserspiegel) in den Brunnschacht versetzt und das Wasser von dort mittels Steigrohr emporgedrückt; die Kolbenstange erhält in diesem Falle im Brunnschachte eine besondere Führung, damit sie sich bei den Niedergängen nicht ausbiege.

Die doppelt wirkende Pumpe (Fig. 13).

Bei den bisher besprochenen Pumpen tritt in der Bewegung des Wassers beim Auf- und Niedergang des Kolbens in einem Teile der Leitung ein Stillstand ein. Um dies zu vermeiden, verwendet man die doppelt wirkenden Pumpen (Fig. 13).

Bei diesen wird das Wasser sowohl beim Auf- als auch beim Abwärtsgehen des Kolbens angesaugt und gleichzeitig hinaufgedrückt. Der Stiefel ist oben und unten geschlossen, in demselben bewegt sich ein Kolben ohne Ventil. Der Stiefel ist mit einem Saug- und einem Steigrohre *s* und *st* in Verbindung und besitzt vier Ventile, welche sich alle in der Richtung vom Saug- zum Druckrohr öffnen.

Hebt sich der Kolben, so öffnen sich die Ventile v_1 und v_2 , während sich die beiden anderen durch den Druck des Wassers schließen. Beim Niedergang des Kolbens geschieht das entgegengesetzte Öffnen und Schließen der Ventile.

Das Wasser ist also auf diese Weise, sowohl im Saug- als auch im Steigrohr beständig in Bewegung; dies ist ein großer Vorteil dieser Pumpen, weil hiedurch heftige Stöße vermieden werden; auch ist die Leistungsfähigkeit gegenüber den einfach wirkenden Pumpen eine höhere.

Die Konstruktion von derlei Pumpen ist aber komplizierter, der Kolben und die Ventile sind schwerer in stand zu halten, als bei den einfachen Pumpen.

Die Flügelpumpe (Fig. 16).

In einem zylindrischen Gehäuse sind auf einen Zapfen, der seine Lager in den beiden Zylinderdeckeln hat, zwei Flügel f_1 und f_2 fest aufgekeilt. Diese Flügel schließen an die zylindrischen Flächen gut an und sind mit den Ventilen v_2 und v_3 versehen. Die Flügel können durch einen an dem Zapfen befestigten Hebel *H* hin und her bewegt werden. Der untere Teil des Gehäuses ist durch drei Stege, von denen zwei die Ventile v_1 und v_4 besitzen und der dritte hermetisch an den Zapfen anschließt, unterteilt.

Wird der Hebel *H*, wie der Pfeil andeutet, gehoben, so schließen sich die Ventile v_2 und v_4 , während sich v_1 und v_3 öffnen und ein Teil des in der Kammer befindlichen Wassers beim Druckrohr *D* abgeht. Beim Hebelniedergang tauschen die Ventilpaare ihre Wirkungsweise.

Der Nortonsche oder Ramm-Brunnen (Fig. 8).

Wenn die wasserführende Schichte nicht tiefer als 8·00 *m* liegt und es die Bodenbeschaffenheit ermöglicht, kann bei Vermeidung der Schachtaushebung das Saugrohr einer Pumpe direkt mittels eines Schlagwerkes bis zur wasserführenden Schichte in den Boden eingetrieben und das Wasser mit einer oben aufgeschraubten Saugpumpe gehoben werden.

Das Saugrohr (Rohrgestänge) ist aus mehreren 50 *mm* weiten, schmiedeeisernen Röhren zusammengesetzt, die durch Muffenverschraubung miteinander verbunden werden. Das unterste Rohr (Spitzrohr) ist seitlich mit kleinen Löchern versehen und unten mit einer massiven Spitze abgeschlossen.

Behufs Einrammens des Rohrgestänges wird das 1·9 *m* lange Spitzrohr auf den Boden gestellt (Fig. 8 *B*), daran in passender Höhe eine Klemme *K* festgeschraubt und darüber ein eiserner Dreifuß mit dem Schlagwerk aufgestellt. Sodann wird mit einer kleinen Zugramme das Spitzrohr so lange eingerammt, bis die Klemme, auf welche der Hojer *H* wirkt, nahe dem Boden ist. Hierauf wird die Klemme entsprechend höher geschraubt und das Einrammen so lange fortgesetzt, bis das Spitzrohr nahezu ganz im Boden steckt. Als Führung für den Hojer dient

anfangs das vertikal gestellte Spitzrohr und später eine darauf gesetzte, dem äußeren Rohrdurchmesser gleiche Führungsstange. Es wird nun das zweite Stück des Rohrstanges an das Spitzrohr geschraubt und auf die gleiche Weise eingerammt und ebenso jedes weitere Rohr.

Zur Untersuchung, ob man schon auf Wasser gestoßen ist, läßt man einen Senkel in das eingerammte Rohr hinab. Ist das Wasser im Rohre zirka 50 cm hoch, so kann das Rammen eingestellt und die Pumpe aufgeschraubt werden. Das Ende des letzten Rohres soll nicht mehr als 1.00 m über den Boden ragen, was durch rechtzeitige Verwendung der der Brunnengarnitur beigegebenen Halbrohre erreicht werden kann.

Zur Vollendung des Brunnens kann ein gemauerter oder betonierter Sockel hergestellt und eine entsprechende Brunnenmuschel samt Abflußrigol angeordnet werden.

Die Baupumpe.

Für Bauzwecke benötigt man einfache aber kräftige Pumpen, um z. B. aus Fundamentgruben oder Brunnenschächten das eingedrungene Wasser zu entfernen. Für diese Zwecke gibt es sogenannte Baupumpen (Fig. 15). Diese bestehen aus zwei einfachen, festen Saugpumpen, deren Kolbenstangen an einem horizontalen Hebel befestigt sind; sie sind also doppelt wirkend. Diese Pumpen sind außerordentlich wirksam, so daß bei 30 Doppelhüben in der Minute 370 l und pro Stunde 22.000 l Wasser gefördert werden können.

Das Saugrohr wird hierbei durch einen Saugschlauch ersetzt.

Zur Förderung sehr großer Wassermassen hat man auch ähnlich konstruierte Hydrophors mit Hand- oder Motorentrieb.

Details bei verschiedenen Pumpen.

Die gebräuchlichsten Ventilkonstruktionen sind folgende:

Das Klappenventil (Fig. 5). Dieses besteht aus einer Metallscheibe, welche um ein Scharnier drehbar ist, so daß es sich genau über den Rand einer Öffnung legen kann. Die Klappe ist gewöhnlich mit Leder belegt, um einen ganz dichten Anschluß zu erzielen. Oft hat das Klappenventil kein Scharnier, sondern nur ein Stück Leder, dessen eines Ende an der Seite der zu schließenden Öffnung befestigt ist.

Das Kegelveil (Fig. 7). Es besteht aus einem abgestumpften Metallkegel, welcher genau in eine kegelförmige Öffnung paßt. In der Mitte trägt es einen Führungsstift, welcher mit einem Bügel die Bewegung des Ventils begrenzt.

Das Kugelveil (Fig. 6). Bei diesem wird eine kreisförmige Öffnung durch eine Kautschuk- oder Metallkugel geschlossen, indem sie sich an den Rand derselben anlegt. Die Kugel braucht keine Führung, da sie in jeder Lage imstande ist, die Öffnung zu schließen. Die Bewegung der Kugel muß aber durch Verengung des Rohres, durch Anordnung eines Bügels oder sonstwie begrenzt werden, damit sich die Kugel nicht zu weit von der Öffnung entfernen kann.

Andere Konstruktionsteile sind:

Der Kolben. Dieser soll möglichst dicht an die Wände anschließen und doch leicht beweglich sein. Er besteht zumeist aus Lederscheiben, die durch zwei Metallplatten, deren Durchmesser etwas kleiner als der Stiefeldurchmesser ist, zusammengehalten werden. Ist das Leder des Kolbens abgenützt, so werden neue Lederscheiben eingefügt oder die Metallplatten gegeneinander fester angezogen.

Um zu verhüten, daß Verunreinigungen durch das Saugrohr in die Ventilwege gelangen, umgibt man das untere Ende des Saugrohres mit einer siebartigen Umhüllung — dem Saugkorbe — (Fig. 3 und 12). Derselbe soll, damit beim Pumpen nicht Sand aufgewirbelt werde, nie bis an die Brunnensohle reichen, sondern im Wasser frei schweben.

Der Pumpenständer, das ist der äußerlich sichtbare Teil der Pumpe. Er muß so wie das ganze Rohrsystem sicher versetzt sein. Hierzu werden an geeigneten

Stellen des Schachtes Unterlagen versetzt und an diese die Rohre befestigt, bzw. von ihnen unterstützt oder gespreizt (Fig. 2 und 3).

Die Brunnenrohre. Bei einfachen Pumpen kann sowohl der Stiefel als auch das Saugrohr aus Holz hergestellt werden. Die hölzernen Röhren bestehen zumeist aus Föhrenholz von 15—25 cm Durchmesser mit 8 cm weiter Bohrung. Am dauerhaftesten ist Schwarzföhrenholz. Das Holz soll vor der Verwendung gut ausgelaugt werden. Die Verbindung der einzelnen Röhren erfolgt durch sogenannte Stopfbüchsen aus Eisen (Fig. 5 und 14). Die Stoßfugen können außerdem noch mit Werg, Teer u. dgl. gedichtet werden.

Besser als hölzerne, sind schmiedeeiserne Röhren, welche bei größeren Saug- und Druckpumpenanlagen immer zur Anwendung gelangen und zum Schutze gegen Rost auch verzinkt sein sollen. Die Verbindung der Eisenrohre erfolgt entweder durch Muffen oder durch Flanschen.

Die Brunnenvase oder Muschel (Fig. 3). Diese leitet das Überwasser direkt in den Kanal, verhindert daher die Durchnässung der Umgebung des Brunnens. Zwischen der Muschel und dem Brunnenauslaufrohr muß die Aufstellung der größten zur Füllung bestimmten Gefäße möglich sein.

Im Brunnenschachte sollen womöglich Steigeisen in das Verkleidungsmauerwerk versetzt werden, damit man ohne Leiter einsteigen und zu den Ventilen gelangen kann.

Vor Untersuchung alter Brunnenschächte soll man durch langsames Hinablassen einer brennenden Kerze sich überzeugen, ob in denselben der zum Atmen nötige Sauerstoff vorhanden ist. Verlöscht das Kerzenlicht, so ist dies nicht der Fall und es muß früher so lange reine, sauerstoffreiche Luft eingepumpt werden bis die Kerze brennt; erst dann kann man hinabsteigen, soll sich aber dennoch anseilen lassen.

Die Lufterneuerung im Brunnenschachte kann dadurch kräftig unterstützt werden, daß man brennende Strohbinden in den Schacht hinabläßt, wodurch die erwärmte Luft im Schachte rascher nach der Mündung emporsteigt und schädliche Gase mitnimmt.

Auch durch Hinablassen von in frischgelöschtem Kalke eingetauchten Strohbindeln kann die Luft im Schachte verbessert werden, indem die in demselben vorhandene Kohlensäure zur Umwandlung des gelöschten Kalkes in kohlensauren Kalk verbraucht wird.

In den Fig. 2, 3 und 12 sind einige Beispiele von Brunnen- und Pumpenanlagen gezeichnet.

Bei Bestellung eines Pumpwerkes müssen der betreffenden Firma folgende Daten bekanntgegeben werden:

1. Die Brunnentiefe von der Deckeloberkante bis zur Brunnensohle mit dem bekannten höchsten und niedersten Wasserstand.
2. Der lichte Durchmesser und das Verkleidungsmaterial des Schachtes.
3. Die Lage und Höhe des Brunnenauslaufes.
4. Bei gewünschter Zuleitung des Wassers an einen bestimmten Ort eine Skizze über Länge und Höhenunterschied der Leitung.
5. Das pro Stunde zu liefernde Wasserquantum.
6. Die Betriebsart der Pumpe (Hand-, elektrischer oder Dampfbetrieb); bei Handbetrieb ist anzugeben, ob ein vertikal beweglicher Schwengel oder ein horizontal beweglicher Hebel oder ein Radbetrieb gewünscht wird.

Bei Pumpen, die in einem geschlossenen Raume aufgestellt werden, ist auch die Größe und Höhe des Raumes anzugeben, damit durch Wahl von kürzeren Rohrlängen der ungehinderte Einbau, bzw. Rückbau des Pumpwerkes jederzeit ermöglicht werde.

B. Artesische Brunnen.

Oft ist die Lagerung der Erdschichten eine solche, daß eine wasserdurchlässige Schichte *a* (Fig. 12, T. 98) zwischen zwei undurchlässige (*b* und *c*) zu liegen kommt. Gelangt nun Niederschlagswasser auf irgend eine Weise in diese Schichte *a*, so sammelt es sich allmählich in dieser an und das an der tiefsten Stelle — bei *d* — befindliche Wasser steht dann unter einem Drucke, welcher dem Höhenunterschied *h* zwischen der höchsten und tiefsten Stelle der wasserführenden Schichte entspricht, insoweit selbe zwischen den zwei undurchlässigen Schichten gelegen ist.

Bohrt man von der Oberfläche aus die Schichte *a* bei *d* an, so wird das Wasser infolge des hydrostatischen Druckes im Bohrloche bis zur Erdoberfläche emporsteigen und eventuell im Strahle sich über dieselbe erheben. So entstehende Brunnen nennt man artesische.

Die Bohrungen müssen oft auf bedeutende Tiefe durchgeführt werden, bevor das Wasser zur Erdoberfläche emporsteigt. Die geeignete Stelle für die Anlage eines Bohrbrunnens kann nicht leicht bestimmt werden. Im allgemeinen gelten weite Talmulden als günstige Stellen hierfür; es können sich aber auch in der Ebene gute Verhältnisse für den Bohrbrunnen vorfinden, weil die wasserführende Schichte oft in großen Ausdehnungen höher gelegene Terraintteile durchzieht und dadurch die Bedingungen für den nötigen Druck gegeben wären.

Der artesische Brunnen in Budapest, vom Ingenieur *Zsigmondy* im Jahre 1879 erbohrt, hat eine Tiefe von 970 *m* und liefert täglich 1·8 Millionen Liter Wasser. Das aus so bedeutenden Tiefen kommende Wasser hat zumeist eine höhere Temperatur; die des erwähnten Budapester artesischen Brunnens beträgt 74° C.

Die Herstellung solcher Brunnen, die zumeist mit großen Schwierigkeiten verbunden ist, erfolgt durch Bohrung entweder von der Erdoberfläche oder von der Sohle eines Brunnenschachtes aus.

Das Bohren geschieht mit einem der betreffenden Bodengattung entsprechenden Erd- oder Steinbohrer (T. 19), auf die im Kapitel „Fundierungen“ bei Untersuchung des Baugrundes besprochene Art.

Mit der Tiefe des Bohrloches muß natürlich auch die Länge des Bohrgestänges und dessen Gewicht zunehmen. Die Verlängerung des Gestänges erfolgt häufig mit der Gabelverbindung und Verbolzung und das Heben und Drehen des ganzen Bohrgestänges durch eine Zugvorrichtung (Rolle), welche meistens an einem über dem Bohrloch aufgestellten Dreifuß befestigt ist (Fig. 13, T. 98).

Bei weichem Boden muß das Bohrloch mit eisernen Futterröhren (Mannesmannröhren) verkleidet werden. Das erste Futterrohr mit einer Lichtweite von 30—50 *cm* wird gleichzeitig mit dem Bohren in das fertige Bohrloch versenkt. Hierzu wird am oberen Ende des Rohres eine Klemme festgeschraubt, welche mit Eisenarmen zur Aufnahme eines Bretterbelages versehen ist. Auf diesem Bretterbelag (Gerüste) stehen die Arbeiter, welche den Bohrer handhaben. Durch die Last des Gerüstes und die der Arbeiter, eventuell noch durch aufgelegte Steine u. dgl. wird mit dem Fortschreiten des Bohrloches auch das Futterrohr sinken, bis es nur mehr wenig über den Boden vorsteht. Dann muß ein zweites Rohr angeschraubt und auf dieselbe Art versenkt werden.

Die Schraubengewinde zum Verlängern der Futterrohre müssen so eingeschnitten sein, daß an dieser Stelle weder nach außen noch nach innen eine Verstärkung des Rohrteiles eintritt, welche außen die Reibung an der Erdwand vergrößern würde, und innen der Bohrarbeit hinderlich wäre.

Auf diese Art kann das Futterrohr so oft verlängert werden, bis infolge zu großer Reibung ein weiteres Versenken in den Boden nicht mehr möglich ist. Es wird dann in das erste Rohr ein zweites, entsprechend engeres Rohr eingeschoben und auf dieselbe Art, während des Bohrens so lange in den Boden versenkt, bis auch dieses nicht mehr weiter in den Boden eindringt.

In dieser Weise werden immer engere Futterrohre während der Bohrarbeit versenkt, bis die wasserführende Schichte erreicht und damit auch das Bohren beendet ist.

Für eine entsprechende Ableitung des manchmal in großen Mengen und mit bedeutendem Drucke aus dem Bohrloch strömenden Wassers und für einen entsprechenden Verschuß der oberen Bohrlochmündung muß schon früher vorgesorgt werden.

C. Wasserleitungsanlagen.

(Tafel 100.)

Die Speisung einer Wasserleitung für den häuslichen Gebrauch erfolgt in der Regel durch ergiebige Quellen, die zumeist an höher gelegenen Orten entspringen. Manchmal müssen auch tiefer liegende Quellen oder Schachtbrunnen zu diesem Zwecke herangezogen werden, in welchen Fällen das Wasser durch entsprechende Pumpwerke in ein Reservoir getrieben werden muß, welches höher liegt als die Wasserausläufe der zu versorgenden Objekte. Vom Reservoir aus erfolgt dann durch entsprechend angelegte Verteilungsrohre die Zuleitung zu den in den einzelnen Geschossen anzubringenden Wasserausläufen (Zapfstellen).

Im folgenden sollen nur kleinere, einzelnen Objekten dienende Wasserleitungsanlagen besprochen werden, welche entweder direkt von einer höher gelegenen Quelle gespeist werden oder an die Rohrleitung einer bestehenden größeren Anlage anschließen.

1. Wasserleitungsanlage von einer Quelle.

Befindet sich in der Nähe des Bauobjektes eine höher gelegene Quelle mit hinreichender Menge gesunden Trinkwassers, so kann das Wasser dieser Quelle aufgefangen (gefaßt) und in das Objekt geleitet werden.

Die Quelle kann entweder aus den Spalten der zutage tretenden Gesteinschichten oder aus der aus Steintrümmern und Humus gebildeten Erdoberfläche direkt hervorsprudeln oder sie kann durch verschiedene Anzeichen — Feuchtigkeit des Bodens, Vegetation verschiedener Wasserpflanzen usw. — ihr Vorhandensein bemerkbar machen. Die zur Fassung der Quelle notwendigen Arbeiten sind dann jeweilig verschieden durchzuführen.

a) Fassung der Quellen in Gesteinschichten.

Für die Fassung einer aus einer Felswand hervortretenden Quelle wird die Ursprungsstelle und deren nächste Umgebung von allen erdigen Stoffen und Verwitterungsstoffen befreit, so daß bloß das nackte Gestein zutage tritt. Die Quelle wird sodann auf die Zeit der Arbeiten provisorisch abgeleitet. Unmittelbar vor der Ausflußstelle wird nach entsprechend durchgeführten Spreng- und Brecharbeiten ein gemauerter oder betonierter Behälter (etwa nach Fig. 1 oder 2) angelegt, in welchem das Quellwasser gesammelt und von hier aus durch eine Rohrleitung in das zu versorgende Gebäude geleitet wird.

Wie die Figuren zeigen, ist der Behälter — **Quellenstube** oder **Quellenkammer** genannt — an die Felswand angeschlossen und an allen Seiten frostsicher umgeben. Durch eine seitlich angelegte, kleine Doppeltür *b* (Fig. 2) oder eine Einsteigöffnung mit Deckelverschluß *b* (Fig. 1) wird der Zugang in das Innere der Kammer ermöglicht. In der Decke soll behufs Lüftung ein Luftschlot *c* angebracht sein, welcher gegen das Eindringen von Ungeziefer mit einem engmaschigen Drahtnetz zu verschließen ist.

Das Ableitungsrohr *e* soll mindestens 50 cm über dem Boden der Kammer ausmünden, um die Ablagerung von dem Quellwasser eventuell mitgeführter Sinkstoffe zu ermöglichen, ferner soll es mit einem Siebe versehen sein, damit keine schwebenden Stoffe in die Leitung gelangen können.

Durch Anordnung eines Entleerungsrohres *g* am Boden der Kammer muß behufs zeitweiser Reinigung der Kammer das Ablassen des Wassers ermöglicht werden. Die Ausmündung dieses Rohres ist mit einer Klappe wasserdicht abzuschließen. Ferner ist in entsprechender Höhe ein Überlauf *f* anzuordnen, welcher in das Entleerungsrohr einmünden kann.

Dieser Überlauf darf aber nicht so hoch angeordnet werden, daß der Wasserspiegel in der Kammer über den Quelleneinlauf steigt, weil dadurch eine künstliche Aufstauung des Grundwasserspiegels und eine Ableitung der Quelle in etwa vorhandene, verdeckt liegende Klüfte stattfinden könnte. Der Wasserzulauf in die Kammer würde dann während der Anstauung abnehmen oder ganz aufhören.

Eine Tiefersenkung des Grundwasserspiegels soll beim Fassen der Quelle ebenfalls vermieden werden, weil infolge eventueller Verminderung des Grundwasserbehälters bei trockener Jahreszeit auch eine geringere Ergiebigkeit der Quelle eintreten könnte.

Bei manchen Quellen sind die Verhältnisse derart, daß das Wasser auf mehreren Stellen nur spärlich in kleineren Wasserfäden aus dem Gestein hervortritt. In diesem Falle können die im Innern der Felsmassen verzweigten Wasseradern durch Anbruch eines Stollens gesammelt und in die Quellenkammer geleitet werden (Fig. 2).

Der Stollen ist dann so anzulegen, daß er möglichst senkrecht die Steinschichten durchschneidet und daß durch die Höhenlage der Sohle desselben der Grundwasserstand möglichst wenig verändert werde.

Der Querschnitt des Stollens muß so groß sein, daß das Begehen desselben auf einem über dem Gerinne angeordneten Pfostenboden möglich sei.

Für das Mauerwerk der Quellenkammer darf nur wetterbeständiges Stein- oder gut gebranntes Ziegelmaterial und Portlandzementmörtel verwendet werden, am besten eignet sich hierfür Portlandzementbeton. Die Verschlüßtüren sollen aus Eisen hergestellt und deren Konstruktion so angeordnet werden, daß der Frost die Quelle nicht erreichen kann. Für die Rohrleitungen eignen sich am besten Gußeisenrohre, welche auf den jeweiligen Wasserdruck geprüft sein müssen, doch werden auch manchmal hölzerne Brunnenrohre oder Zementrohre verwendet. Für größere Leitungsanlagen werden oft gemauerte oder betonierete Kanäle hergestellt.

b) Fassung einer aus dem Erdboden entspringenden Quelle.

Bei sanften Bergabhängen ist das Muttergestein meistens von verschiedenen Verwitterungsprodukten (Steintrümmern, Sand, Lehm, Humus u. dgl.) überlagert. Das Grundwasser sammelt sich an der Oberfläche des undurchlässigen Muttergesteines und tritt an geeigneten Stellen so weit an die oberste Erdschichte (Humusschichte), daß es entweder als Quelle frei zutage tritt oder durch eine nur im wasserreichen Boden gedeihende Pflanzenvegetation sein Vorhandensein erkennen läßt.

Im ersteren Falle wird die Quelle, falls sie ergiebig genug ist, durch eine in den Boden zu versenkende Kammer, ähnlich wie früher beschrieben, gefaßt; in letzterem Falle oder wenn die Quelle kein hinreichendes Wasserquantum liefert, muß durch Anlage eines Rohrsystems das auf eine größere Bodenfläche verteilte auftretende Wasser gesammelt und in die zumeist im Zentrum des Röhrensystems anzulegende Quellenkammer geleitet werden.

Die Decke der Quellenkammer und die nächste Umgebung derselben muß mit einem Tonschlag u. dgl. versehen werden, damit kein Regenwasser eindringen und das Quellenwasser verunreinigen kann.

Das Röhrensystem besteht aus durchlochtem, 5—10 cm weiten Drainagerohren und 15—20 cm weiten Sammelrohren aus Ton oder Zement. Für die Legung der Drainagerohre werden Gräben bis zur wasserführenden Schichte in solcher Richtung ausgehoben, daß sie die Wasseradern möglichst senkrecht durchschneiden und gegen die Sammelrohre ein mäßiges Gefälle erhalten. In diese Gräben werden die Drainagerohre stumpf aneinander stoßend am Boden gelegt und dann in Kies- sand eingebettet. Das Sammelrohr nimmt mittels Zweigstücken sämtliche Drainage- rohre auf und führt mit mäßigem Gefälle bis zur Quellenkammer. Die Rohrweite wird gegen die Quellenkammer zu immer stärker gehalten, so daß mit dem Zunehmen der Wassermenge auch die Rohrweite zunimmt.

c) Sammelgalerien zur Fassung einzelner, kleiner Quellen.

An den freiliegenden Stellen des Muttergesteines oder bei Überlagerung desselben mit einer geringen Schichte Sandstein u. dgl. zeigen sich an der Oberfläche oft viele, kleine Quellen und Wasserfäden. Diese können entweder einzeln gefaßt oder wo sie in Reihen auftreten, in Sammelrohre geleitet und dann der Quellenkammer (Brunnenstube) zugeführt werden. Jene Stellen, an welchen die Quellen oder Wasseradern in kurzen Distanzen in das Sammelrohr münden, können zweckmäßig mit einer schließbar gemauerten Galerie überbaut werden (Fig. 3), damit man jederzeit zu den Einläufen gelangen kann. Zwischen diesen Galerien liegt das Sammelrohr bloß in der Erde. Nachdem das Sammelrohr bei den Einlaufstellen überall an die undurchlässige Steinschichte anschließen muß, so entstehen je nach der Beschaffenheit des Bodens im Längenprofile der Sammelleitung Gefällsbrüche, zwischen welchen die Lichtweiten der Sammelrohre wechseln; an allen Gefällsbrüchen sind Einsteigkammern mit kleineren Zwischenbehältern und Entlüftungsröhren anzulegen. Jede Einsteigkammer ist mit einem Leer- und einem Überlaufe versehen; in letzterem fließen auch die an der Sohle der Galerie ablaufenden Tropfwässer.

An jenen Stellen, an denen stärkere Quellen austreten, ist die Galeriewand ober dem Sammelrohre durchbrochen und in das Sammelrohr ein Einlauf hergestellt (Fig. 3). Kleinere Wasserfäden können durch Drainagerohre gesammelt und in solche Einläufe geleitet werden.

Von der tiefsten Stelle der Sammelgalerie führt ein Sammelrohr zur Brunnenstube und von dieser ein Leitungsrohr zu den Verbrauchsstellen.

Die Brunnenstube erhält eine ähnliche Einrichtung wie die Quellenkammer (Fig. 1 oder 2); die Galerie ist bloß an der Sohle wasserdicht zu mauern, im oberen Teile kann sie auch aus Trockenmauerwerk hergestellt sein.

d) Sammelbehälter (Wasserspeicher).

Nachdem der Wasserzufluß einer Quelle zu verschiedenen Jahreszeiten oft stark wechselt und auch der Verbrauch ein sehr ungleicher ist (z. B. bei Tag und zur Sommerszeit ist der Wasserbedarf immer größer), so muß an geeigneter Stelle ein Sammelbehälter mit Zu-, Ableitungs-, Entleerungs- und Überlaufrohr angelegt werden, in welchem eine diesen Wechsel ausgleichende Wassermenge angesammelt werden kann. Dieser Sammelbehälter muß so hoch liegen, daß das Wasser aus demselben mit natürlichem Drucke bis zur höchst gelegenen Verbrauchsstelle geleitet werden kann; er muß selbstverständlich frostsicher angelegt sein und auch im Sommer das Wasser kühl halten.

Für kleinere Anlagen kann ein gemauerter Behälter auch in der Nähe der Quellenkammer oder ein eisernes Reservoir am Dachboden des mit Wasser zu versorgenden Gebäudes angeordnet werden. Für größere Anlagen sind an erhöhten Orten meistens aus Ziegeln oder aus Beton hergestellte Behälter (Fig. 4) mit an-

geschlossener Ventilkammer oder mit Ventilschacht gebräuchlich; wo aber solche Höhen nicht vorhanden sind, werden eiserne Behälter in entsprechend hohen Turmbauten aufgestellt (Wassertürme).

Zum Sammelbehälter führen entsprechend weite Zuleitungsrohre, welche bei gleichmäßigem Gefälle aus Ton- oder Zementrohren bestehen können; bei ungleichmäßigem oder Gegengefälle sind eiserne, für den jeweiligen Druck berechnete Rohre zweckmäßiger, in welchem Falle auch die Verbindungsstellen wasserdicht und drucksicher herzustellen sind.

Vom Sammelbehälter führen eiserne Verteilungsrohre zu den Ausläufen der einzelnen Objekte, welche dem Wasserbedarf und dem jeweiligen Drucke entsprechend dimensioniert sein müssen.

Alle Rohrleitungen sind so tief in den Boden zu legen, daß sie vom Froste nicht erreicht werden können. An den Kreuzungsstellen und Brechungspunkten sind Untersuchungsschächte anzulegen, in welchen auch Absperrventile in die Leitung eingeschaltet werden.

Manchmal sind die Verhältnisse derart, daß der Sammelbehälter hinter der Verbrauchsstelle angelegt werden muß. In diesem Falle kann die Zuleitung zum Sammelbehälter gleichzeitig auch als Verteilungsleitung dienen, muß aber diesen Verhältnissen entsprechend drucksicher dimensioniert werden und an der tiefsten Stelle in den Behälter einmünden; sonst mündet die Zuleitung gewöhnlich über dem Überlaufrohre in den Behälter.

2. Die Hauswasserleitungen.

Diese können entweder direkt von einer Quellenleitung gespeist werden oder an eine größere, für einen ganzen Ort bestimmte Wasserleitungsanlage anschließen. In letzterem Falle wird behufs Vergütung die pro Gebäude verbrauchte Wassermenge festzustellen sein. Dies kann erfolgen:

Durch die beschränkte Wasserzuführung, bei welcher nur ein gewisses Wasserquantum entweder ununterbrochen oder in unterbrochenen Zeiträumen — z. B. bloß bei Tage — geliefert wird oder durch unbeschränkten Wasserbezug, wobei die Wasserentnahme zu jeder Zeit erfolgen kann und der Verbrauch entweder nach Schätzung vereinbart oder durch einen Wassermesser angezeigt wird. Die letztere Art wird am häufigsten angewendet.

a) Wassermesser.

Die gebräuchlichen Wassermesser sind zwar keine ganz verlässlichen Meßapparate, sondern sind nur mehr oder weniger richtig gehende Geschwindigkeitsmesser; immerhin gestatten sie aber eine annähernde Feststellung des Wasserverbrauches.

Von den verschiedenen, bestehenden Systemen von Wassermessern sei hier nur der von Dreyer, Rosenkranz und Droop in Fig. 5 dargestellte Wassermesser beschrieben. Er besteht aus einem zylinderförmigen Gehäuse, in dessen Unterteil, an einer vertikalen Welle drehbar, das aus Hartgummi erzeugte Meßrad (Flügelrad r) sich befindet, während im oberen Teile des Gehäuses ein aus verschiedenen Zahnrädern bestehendes Übersetzungswerk \ddot{u} und ganz oben ein Zifferblatt z eingesetzt ist. Sobald der Leitung Wasser entnommen wird, strömt das Wasser in der Richtung der Pfeile (Fig. 5 c) durch den Unterteil des Wassermessers und setzt dabei das Meßrad in drehende Bewegung; diese Bewegung wird durch die vertikalstehende Welle auf die verschiedenen Zahnräder übertragen, welche wieder die Zeiger an dem Zifferblatt (Fig. 5 a) in Bewegung bringen. Die Übersetzung der Zahnräder ist derart eingerichtet, daß das Zifferblatt den Durchgang der Wassermenge am großen Kreisumfang durch den großen Zeiger in Litern (von 1—100) anzeigt, während an den innerhalb des großen Kreises gruppierten, fünf kleineren

Zifferblättern von I—V der Reihenfolge nach immer das Zehnfache des vorhergehenden Zifferblattes abzulesen ist. Die Ablesung des in der Figur gezeichneten Standes der Zeiger ergibt z. B. einen Wasserdurchfluß von 306 m^3 und 950 l . Die Ablesung beginnt man beim Zifferblatt V für $0 - 1 = 1000 \text{ m}^3$.

Diese Flügelradwassermesser sind mit einer Durchgangswerte von 10, 15, 20, 25, 30, 40 usw. bis 100 mm zu beziehen; die kleineren zeigen im allgemeinen genauer den Wasserverbrauch an als die großen, weswegen es vorteilhaft ist, für den normalen Wasserverbrauch kleinere Wassermesser anzuwenden, von denen auch 2—4 (Fig. 6) nebeneinander in die Leitung eingefügt werden können.

Für einen abnormalen Gebrauch (z. B. bei einer Feuersbrunst) kann neben dem kleinen ein großer Wassermesser angebracht werden, welcher auch automatisch eingerichtet sein kann. Eine solche automatisch wirkende Vorrichtung ist in Fig. 7 schematisch angedeutet. In der Zuleitung ist der große Wassermesser a mit 100 mm Durchgangswerte und in der Umgangsleitung der kleine b mit 25 mm Durchgangswerte für den gewöhnlichen Gebrauch eingeschaltet. Hinter dem großen Wassermesser befindet sich noch bei c ein Rückschlagfederventil (Fig. 12), das sich erst dann öffnet, wenn infolge erhöhten Wasserverbrauches, dem der kleine Wassermesser nicht entsprechen kann, sich in der Zuleitung ein Überdruck ergibt, der die Federkraft des Ventils überwindet. Es öffnet sich dann das Rückstauventil und das Wasser nimmt seinen Weg auch durch den großen Wassermesser, während im kleinen Wassermesser die Geschwindigkeit abnimmt, so daß die demselben entsprechende Höchstgeschwindigkeit nicht überschritten wird.

Diese Art Wassermesser werden auch als **Hochdruckwassermesser** bezeichnet, weil das Wasser nach Verlassen des Messers noch immer mit dem vorhandenen Drucke weiter geleitet werden kann.

Die früher gebräuchlich gewesenen **Niederdruckmesser** bestanden bloß aus Meßgefäßen (Kippschalen oder drehbare Trommeln), welche am Ende der Leitung angebracht waren und nach erfolgter Füllung sich selbsttätig entleerten. Ein entsprechend anschließendes Zählwerk zeigte die Zahl der erfolgten Entleerungen an. Für gewisse Zwecke, z. B. zur regelmäßigen Durchspülung von Kanälen u. dgl. finden solche Apparate noch heute Anwendung.

Der Hochdruckmesser wird am Beginn der Zuleitung gewöhnlich in einem geeigneten Kellerraum in die Leitung eingeschaltet. Wo keine Kellerräume vorhanden sind, muß hiefür ein leicht zugänglicher, frostsicher abgeschlossener Schacht angelegt werden, welcher stets rein und trocken zu halten ist.

b) Anschluß der Hausleitung an eine Hauptleitung.

Wenn beim Legen der Hauptleitung (Straßenrohr) nicht durch Anordnung eines entsprechenden Zweigstückes für den Anschluß der Hausleitung vorgesorgt wurde, so muß zu diesem Zwecke die zumeist aus Gußeisenrohren bestehende Hauptleitung angebohrt und das Zweigstück erst befestigt werden.

Kann man die Hauptleitung während der Zeit des Anbohrens **absperrn** und entleeren, so erfolgt der Anschluß nach Fig. 9 *a*, indem man die Hauptleitung an geeigneter Stelle anbohrt, in das Bohrloch das für das Anschlußrohr passende Gewinde schneidet und einen kurzen **Rohrstutzen S** (Sauger) einschraubt, an welchen dann die Hausleitung mit der Muffenschraubung anschließt. Das kurze Gewinde bietet aber, namentlich bei schwachwandigen Rohren, keinen sicheren Anschluß, weswegen die Anwendung einer Anschlußschelle nach Fig. 9 *b* mehr zu empfehlen ist. Die **Rohrschelle** schließt mit einer Kautschukdichtung an die Hauptleitung an und wird an diese festgeschraubt; die Hausleitung wird in die gußeiserne Muffe eingesetzt.

Kann die Hauptleitung während der Anbohrung nicht **abgesperrt** werden, so muß die Bohrung unter Druck erfolgen. Hiebei wird nach Fig. 10 eine Anschlußschelle, wie vorbeschrieben, angeschraubt, auf diese eine

Bohrvorrichtung mit Absperrhahn und Stopfbüchse aufgesetzt und mit Ketten festgehalten. Der Bohrer wird durch Absperrhahn und Stopfbüchse durchgesteckt, mit der Schraubenspindel an das Hauptrohr angepreßt und mittels einer Bohrratsche durch Drehen des Bohrers das Loch gebohrt. Nach Vollendung des Bohrloches wird der Bohrer herausgezogen, statt desselben ein Ventilkegel eingeführt (Fig. 8), der die Öffnung verschließt, sodann die Bohrvorrichtung abgenommen und der Ventilverschluß festgeschraubt. An die seitliche Abzweigung der Rohrschelle wird noch vor der Bohrung die Hausleitung angeschlossen (siehe Fig. 8).

Behufs fallweiser Absperrung der Hausleitung kann das Kegelventil mittels Stange nach aufwärts verlängert und oben mit einer „Straßenkappe“ abgedeckt werden (Fig. 8). Nach Öffnen des Deckels der Straßenkappe kann man mit einem an das obere, quadratisch zugefeilte Ende der Ventilstange passenden Steckschlüssel durch entsprechende Drehung die Leitung beliebig absperrern. Wo aber die Hauptleitung unterhalb eines Straßenkörpers liegt und der Kappendeckel im Straßenkörper störend wirkt, muß der Absperrhahn (Haupthahn) an einer anderen, geeigneten Stelle, z. B. vor dem Wassermesser, in die Hausleitung eingesetzt werden. Bei der Anschlußstelle wird dann die Öffnung nach Fig. 11 durch eine Kappe abgeschlossen, wobei das Ventil stets geöffnet bleibt.

Für eine zeitweise Absperrung der Hausleitung (z. B. bei vorkommenden Reparaturen) muß ein zweiter Hahn (Privathahn) hinter dem Haupthahn eingefügt werden, bei welchem behufs vollständiger Entleerung der Leitungsrohre auch ein Entleerungshahn anzuordnen ist, der mit einer Wasserableitung (Kanal) in Verbindung zu bringen ist. Bei mehrfach verzweigten Leitungen soll jeder einzelne Leitungsstrang seinen eigenen Absperr- und Entleerungshahn besitzen. Für Leitungsrohre über 50 mm lichter Weite werden statt der Ventilhähne Schieberventile (Fig. 22) angewendet.

Ist die lichte Weite der Hausleitung größer als 25 mm, so wird die Anbohrung der Hauptleitung gewöhnlich kleiner gemacht als der lichte Durchmesser der Hausleitung, damit einerseits das Hauptrohr durch große Bohrlöcher nicht so sehr geschwächt wird und andererseits durch eine übermäßig große Wasserabnahme zu gewissen Zeiten den Nachbarn nicht das Wasser entzogen wird.

c) Hausreservoir.

Hausreservoirs sind nur dann notwendig, wenn die Zuleitung des zur Speisung der Hausleitung notwendigen Wassers in unterbrochenen Zeiträumen erfolgt, z. B. bei Hausbrunnenleitungen oder wenn der Wasserbedarf zeitweise so groß ist, daß die Zuführung solcher Mengen durch die Zuleitung nicht möglich wäre.

Kleine Reservoirs (bis 1 m³ Inhalt) können aus Brettern mit Zinkblechausfütterung, größere aus verzinktem, starkem Eisenblech, eventuell mit Verstärkungsrippen aus L- oder J-Eisen hergestellt werden. Sehr große Reservoirs erhalten außerdem im Innern angebrachte Verankerungen (Zugstangen) der gegenüberliegenden Wände. In neuerer Zeit werden Reservoirs auch in Eisenbeton ausgeführt.

Die Reservoirs werden gewöhnlich im Dachbodenraume aufgestellt und mit einer frostsicheren Umschließung versehen (z. B. doppelte Bretterwände mit einer Ausfüllung von Sägespänen u. dgl.). Das Reservoir steht gewöhnlich auf einer aus Pfosten hergestellten und mit starkem Zinkblech ausgekleideten Tropftasse, welche das an den Außenwänden des Reservoirs sich bildende Kondensationswasser aufnimmt und durch ein kleines Ablaufrohr ins Freie oder in ein Abfallrohr leitet. Durch ein am oberen Rande des Reservoirs dicht eingefügtes Überlaufrohr wird das Überwasser abgeleitet.

Das Ablaufrohr (Fallrohr) wird am Boden des Reservoirs eingedichtet und an geeigneter Stelle mit einem Absperrhahn versehen. Das Zulaufrohr (Steigrohr) mündet über dem Überlaufrohr in das Reservoir, es kann aber auch das Fallrohr gleichzeitig Steigrohr sein.

An gut sichtbarer Stelle ist ein Wasserstandanzeiger oder ein Signalrohr anzubringen. Ein gut passender Deckel soll das Eindringen von Ungeziefer, Staub usw. verhindern. Mündet das Überlaufrohr in einen Kanal, so muß ein sicher wirkender Geruchverschluss (Siphon) eingeschaltet werden.

d) Rohrleitungen.

Als Leitungsrohre dienen entweder schmiedeeiserne oder gußeiserne Rohre oder Bleirohre.

Schmiedeeiserne, verzinkte Rohre mit Muffenverschraubung werden mit 10—50 mm Durchmesser bloß für Hausleitungen verwendet. Die Gewinde müssen so gut passen, daß zur vollkommenen Abdichtung derselben bloß eine einfache Hanfeinlage genügt; die Abdichtung mit Werg und Minium soll man vermeiden.

Gußeiserne Rohre mit Muffen- oder Flanschenverbindung (Fig. 19 und 20) werden für größere Weiten (über 40 mm, in Wien bereits über 25 mm) meistens für Erdleitungen oder in feuchten Kellerräumen verwendet. Die Abdichtung der Muffenverbindung erfolgt durch Ausschlagen des Zwischenraumes zuerst mit Werg und zuletzt durch Ausgießen und Ausschlagen mit Blei (Fig. 19); bei der Flanschenverbindung (Fig. 20) werden zwischen die Flanschen Asbestplatten oder Kautschukplatten u. dgl. eingelegt und die Schrauben fest angezogen.

Bleirohre mit 10—30 mm Durchmesser werden gerne für komplizierte, vielfach gekrümmte Leitungen verwendet, weil wegen ihrer leichten Biegsamkeit die Montierung derselben rasch vor sich geht. Für Trinkwasserleitungen sollen Bleirohre innen verzinkt oder mindestens geschwefelt sein, weil manche Wässer Bleioxyd lösen, welches, in größeren Mengen genossen, gesundheitsschädlich wirkt. Nur für Badeeinrichtungen, Abfalleitungen u. dgl. sind gewöhnliche unverzinkte Bleirohre zulässig. Die Verbindung der Bleirohre erfolgt durch Löten mit reinem Zinn (siehe Spenglerarbeiten), manchmal mittels Flanschenverschraubung.

Da Bleirohre von Ratten durchnagt werden können, so soll man in der Nähe von Kanälen keine Bleirohre verlegen oder sie an solchen Stellen mit gußeisernen Schutzrohren umgeben. Auch durch Einschlagen von Nägeln in die Mauer kann ein in der Mauer liegendes Bleirohr beschädigt werden.

Für Feuerhydranten empfiehlt es sich, eigene Rohre größeren Durchmessers unabhängig von den Hausleitungsrohren gleich hinter dem Wassermesser abzweigen zu lassen.

Die Zuleitungsrohre werden auf möglichst kürzestem Wege zu den Auslaufstellen geführt, in Mauerschlitzen verlegt und mit Rohrhaken — größere Rohre mit Rohrschellen — an die Wände befestigt. An kalten Außenmauern muß die Leitung durch eine frostsichere Umhüllung von Filz oder ähnlichen, schlechten Wärmeleitern gegen Einfrieren geschützt werden. Die Mauerschlitze sollen wenigstens bei den Hauptleitungen durch eiserne Türchen verschlossen werden, damit man jederzeit zum Rohre gelangen kann; sonst werden die Mauerschlitze gewöhnlich voll ausgemauert. Bei dünnen Außenmauern oder auf Dachböden u. dgl. würde auch eine sorgfältige Umhüllung der Rohre der Einwirkung starker Fröste auf die Dauer nicht widerstehen, weswegen es ratsam ist, bei anhaltendem starkem Froste durch Öffnen von in der Leitung eingeschalteten Tropf-ähnen (Frost-ähnen) das Wasser in der Leitung in steter Bewegung zu erhalten oder die Leitung bei Nacht ganz zu entleeren. Hierzu muß die ganze Hausleitung gegen einen eingeschalteten Entleerungshahn ein kleines Gefälle bekommen. Bei größeren Leitungsanlagen schaltet man am unteren Ende eines jeden Steigstranges ein Absperrventil mit Entleerungshahn ein.

Für Richtungsänderungen, Abzweigungen, Rohrerweiterungen u. dgl. sind für gußeiserne und schmiedeeiserne Rohre besondere Formstücke notwendig (siehe Fig. 16 und 17). Man verwendet T- und Kreuzstücke für Abzweigungen,

Knie- und Bogenstücke für Richtungsänderungen, Reduktionsmuffen für Übergänge von weiten in engere Rohre oder umgekehrt, ferner Pfropfen oder Kappen für Rohrabchlüsse, holländische Schrauben (Holländer) zur Verbindung leicht lösbarer Rohrteile.

Um die Verbindung von Röhren wieder lösen und eventuell Abzweigungen nachträglich einschalten zu können, verwendet man sogenannte Langgewinde (Fig. 17 *v*), das sind kurze Rohrteile mit entgegengesetzten Gewinden (Gegenwinden) und bei Gußeisenröhren kurze Rohrteile mit Schiebemuffen (Fig. 21).

Jene Stellen, wo durch Temperaturwechsel oder durch mutmaßliche Setzungen im Terrain Rohrausdehnungen oder Senkungen und in deren Folge auch Rohrbrüche zu befürchten wären, kann man zweckentsprechend mit Kompensationsröhren (Fig. 18) versehen.

e) Durchgangs- und Auslaufhähne (Ventile).

Zum Absperrn der Rohrleitung dienen entweder in die Leitung eingeschaltete Durchgangsventile (Wechsel) oder an den Auslaufstellen angebrachte Auslaufhähne (Zapfventile). Die Konstruktion dieser Ventile ist verschieden. Eine ältere, in Fig. 14 dargestellte Konstruktion (Gummihähne) besteht darin, daß das Öffnen und Schließen der Durchgangsöffnung durch eine zwischen dem Ober- und Unterteil eingespannte Gummiplatte *g* bewirkt wird, welche durch eine mit Handgriff versehene Schraubenspindel auf- und abwärts bewegt wird. In der Zeichnung ist das Ventil geschlossen; wird die Gummiplatte durch Drehen der Spindel gehoben, so entsteht zwischen der Gummiplatte und dem eingeschalteten Steg *s* eine Öffnung, welche das Wasser in der Richtung des Pfeiles durchfließen läßt.

Bei der in Fig. 15 dargestellten, neueren Konstruktion (Ventilhähne) wird die Durchgangsöffnung mit einem belederten Tellerventil *v* verschlossen, welches mit einer Schraubenspindel durch Drehen des Handgriffes gehoben und gesenkt werden kann. Eine am oberen Teile der Spindel angebrachte Stopfbüchse verhindert an dieser Stelle den Ausfluß des Wassers.

Nachdem die Gummiplatte nicht so dauerhaft ist als die Lederdichtung der Ventilhähne, so werden fast ausschließlich Ventilhähne angewendet, obwohl diese wieder durch die unbedingt notwendige Stopfbüchse komplizierter erscheinen als Gummihähne.

Man hat auch verschiedene Ventilhähne im Gebrauche, welche durch den Druck des Wassers oder durch Federdruck oder auch durch die Schwerkraft eines Hebels von selbst schließen, so daß der Wasserauslauf nur so lange erfolgen kann, als man dieser Kraft durch einen fortgesetzten Druck u. dgl. entgegenwirkt, hört aber diese Gegenwirkung auf, so schließt sich das Ventil von selbst. Diese Ventile haben den Vorteil, daß der Wasserauslauf stets geschlossen, daher ein Überfließen der unterhalb des Auslaufhähnes angebrachten Auslaufmuschel sowie auch jede Wasserverschwendung ausgeschlossen ist.

Für Durchgangs- oder wenig benützte Ausflußhähne, z. B. für Haupt- und Privathähne, Entleerungshähne u. dgl. eignen sich mehr die einfachen Konushähne (Fig. 25) schon wegen ihrer Einfachheit und großen Durchgangsweite. Durchgangshähne können auch mit Entleerungshahn *e* versehen sein.

Für Ausläufe zum Zwecke der Bespritzung von Gärten, Straßen u. dgl. oder für Feuerlöschzwecke werden an geeigneten Orten Ventilhähne — Hydranten genannt — in die Leitung eingeschaltet. Fig. 23 zeigt im Durchschnitte einen Straßenhydranten mit Kappe. Für den Gebrauch wird der Kappendeckel abgenommen, der Spritzschlauch bei *a* festgeschraubt, bei *s* der Steckschlüssel angesetzt und durch Drehen desselben das Ventil langsam geöffnet. Kann der Hydrant vom Froste erreicht werden, so muß unmittelbar oberhalb des Ventils eine Entleerungsvorrichtung angeordnet werden, die auch selbsttätig wirkend eingerichtet werden kann.

Sind Auslaufhähne an einer dem Froste ausgesetzten Außenmauer anzubringen, so kann nach Fig. 27 das Ventil *v* an die warme Innenmauer verlegt werden, während das Auslaufrohr *a* und Ventilträdchen *r* durch die Mauer reichen.

Selbsttätige Ventilhähne mit Schwimmer sind häufig bei Klosettanlagen mit Sturzreservoirs gebräuchlich und dort erklärt.

Die Fig. 24 zeigt einen Dreiweghahn, der für Badeeinrichtungen u. dgl. häufig in Verwendung kommt. Er ist bei einer Rohrabzweigung eingebaut und schließt die Zuleitungsstränge *z* und *z*¹ ganz oder teilweise ab. Bei entsprechender Einrichtung für die Vorwärmung des Wassers des einen Rohrstranges kann man nach Belieben kaltes oder warmes Wasser in den dritten Rohrstrang leiten.

Für Badeeinrichtungen kommen auch Doppelhähne verschiedener Konstruktion in Verwendung, welche das Wasser von zwei verschiedenen Rohrsträngen in einen Rohrstrang leiten. Wenn nun der eine Rohrstrang kaltes, der andere aber warmes Wasser enthält, so kann man durch entsprechendes Öffnen der beiden Hähne das Wasser im dritten Rohrstrang auf beliebige Temperaturen mengen (Mischhähne). Ein entsprechend angebrachtes Thermometer zeigt die Temperatur des gemengten warmen und kalten Wassers an.

Für heißes Wasser dürfen aber Hähne mit Kautschuk oder Lederdichtung nicht angewendet werden, hiezu eignen sich nur die Konushähne und ähnliche Konstruktionen.

Die Fig. 13 zeigt im Durchschnitt ein Luftventil mit Schwimmer. Dasselbe dient zur selbsttätigen Ableitung der Luft aus der Rohrleitung, welche sich an den höchsten Punkten der Leitung stets ansammelt. Sobald sich Luft im Rohre befindet, sinkt der Schwimmer *s* und die Luft entweicht durch die entstandene Öffnung *ö*. Der Schwimmer wird dann durch die steigende Wassersäule wieder gehoben und verschließt die Öffnung.

f) Wasserleitungsmuscheln und Ablaufrohre.

Unter jedem Auslaufhahn ist eine Muschel anzubringen, welche gewöhnlich aus Gußeisen hergestellt und innen emailliert ist und das Wasser durch ein Abfallrohr in den Kanal führt. Die Rohrmündung in die Muschel erhält eine doppelte Geruchssperre gegen aufsteigende Kanalgase. Gewöhnlich wird in der Muschel ein Wasserschluß mittels Glocke und unterhalb der Muschel ein Siphonschluß angeordnet (Fig. 26).

Als Abfallrohre werden gewöhnlich 5—10 cm weite Gußeisen- oder Steinzeugrohre verwendet, die mittels Rohrhaken oder Rohrschellen in entsprechenden Mauerschlitzen zu befestigen sind. Die Muffenverbindungen werden mit Hanf, oft auch bloß mit Zement abgedichtet. Diese Rohre werden überall mit Gefälle angelegt, haben daher keinen Druck auszuhalten, nachdem das Wasser beständig abfließt.

D. Filteranlagen.

(Tafel 101.)

Unter Filtrieren versteht man die mechanische Absonderung der in einer Flüssigkeit enthaltenen Verunreinigungen.

Manche Verunreinigungen des Wassers, welche beim Trinken in den menschlichen Organismus gelangen, können Krankheiten verursachen. Untersuchungen haben erwiesen, daß die Epidemien mancher Städte auf das Vorhandensein von unreinem Trinkwasser zurückzuführen sind. Die Verunreinigungen des Wassers können teils chemische, teils mechanische sein.

Von den chemischen Verunreinigungen des Wassers gibt es manche, welche dem Wasser nicht schaden, ja es gibt solche, welche als Zusatz

zum Wasser dasselbe verbessern. So verwendet man Kochsalz zur Verbesserung der Brunnen; Kohlensäure, um dem Wasser eine erfrischendere Wirkung zu geben. Chemische Verbindungen aber, welche dem Organismus schaden könnten, schließen das damit verunreinigte Wasser ganz vom Gebrauche aus, da die Reinigung nur durch kostspielige, chemische Prozesse erfolgen könnte.

Was die mechanische Verunreinigung anbelangt, so kann selbe entweder unorganischer oder organischer Natur sein. Von letzterer sind es besonders die zahlreichen Keime, Bakterien und sonstige Mikroorganismen, welche beim Genusse des Wassers dem Menschen eventuell gefährlich werden können.

Die Flüsse in der Nähe großer Städte enthalten enorme Mengen von Mikroorganismen. Man hat z. B. in einem cm^3 reinen Bachwassers zirka 100, ferner an ein und demselben Tage in 1 cm^3 Spreewasser oberhalb Berlins 6700, in 1 cm^3 Havelwasser bei Spandau 2,510.000 Bakterienkeime gefunden. Weiter abwärts von großen Städten nimmt die Zahl der Bakterien im Wasser wieder ab.

Nicht alle Bakterien sind gesundheitschädlich, sondern nur gewisse Arten. Manche Bakterien, die man als gesundheitschädlich erkannt hat, wirken erst beim Auftreten in größeren Mengen schädlich.

Die Filtration erfolgt im allgemeinen auf die Art, daß man die Flüssigkeit einen porösen Körper durchdringen läßt, welcher alle Verunreinigungen, die ihrer Größe nach die Poren nicht passieren können, zurückhält.

1. Sandfilter.

Bei diesen wird das verunreinigte Wasser gezwungen, eine feine Sandschichte zu passieren, an deren Oberfläche ein großer Teil der Verunreinigungen sich absetzt. Gewöhnlich sind unterhalb des feinen Sandes noch mehrere Schichten, und zwar der Reihe nach feiner Kies, grober Kies und zu unterst nußgroßer Schotter angeordnet.

Ein guter Filtersand muß so feinkörnig sein, daß er ein fast schlammähnliches Aussehen hat. Er muß aber auch so rein sein, daß er in ein Glas reinen Wassers geschüttet und umgerührt sich bald zu Boden setzt und das Wasser gar nicht trübt, so daß es das kristallhelle Aussehen nicht verliert.

Sandfilter liefern kein vollkommen bakterienreines Wasser, sie halten aber doch eine große Zahl von Keimen zurück und verbessern so das Wasser.

Sandfilter wirken um so besser, je langsamer die Filtration erfolgt. Das Wasser soll mit keinem größeren Drucke durch die Sandschichte gepreßt werden als jener ist, der einer Wassersäule von 0,50 m entspricht. Bei einer derartigen Filtration setzen sich an der Sandoberfläche feine Schlamm- und Tonteilchen ab und diese Schlamm- und Tonschicht bildet, wie zahlreiche Versuche gelehrt haben, das eigentliche, filtrierende Element, ist daher für die Wirksamkeit des Filters von großer Bedeutung. Mit der Zunahme der Dicke dieser Schlamm- und Tonschicht nimmt die Leistungsfähigkeit des Filters jedoch wieder ab, weshalb selbe von Zeit zu Zeit entfernt werden muß. Bei Sandfilteranlagen muß die oberste Sandschicht vor jeder Beschädigung bewahrt werden, insbesondere beim Einlassen von unreinem Wasser darf kein Aufwühlen der Sandschicht stattfinden.

Fig. 1 zeigt eine kleine Sandfilteranlage. Das Wasser wird zuerst in den Klärbottich K geleitet, in welchem sich ein großer Teil der Verunreinigungen absetzen soll, damit die Sandschicht nicht so bald durch Schlamm verlegt werden kann. Zur besseren Reinigung des Klärbottichs ist der Boden desselben trichterartig geformt und an der tiefsten Stelle mit einem Abflaßhahn h_1 versehen. Das Wasser wird durch die 5—8 cm über dem Boden des Bottichs angebrachten Auslaufhähne h in die beiden zylindrischen Filtergefäße F_1 und F_2 abgelassen. In diesen ist durch eine 2 cm vom Boden abstehende, segmentförmige Wand ein Sammelraum R_1 und R_2 von dem eigentlichen Filter abgetrennt. Zum Ablassen des filtrierten Wassers dienen die unmittelbar über dem Boden im Sammelraum angeordneten Ablauf-

hähne h_2 . Um das Aufwühlen der Sandschichte durch das aus dem Klärbottich einlaufende Wasser hintanzuhalten, wird zirka 8 *cm* unterhalb des oberen Gefäßrandes ein segmentförmiges Blech S_1 und S_2 an das Filtergefäß angelötet. Beim Gebrauche des Filters wird dieses Blech in entsprechender Weise wirken, wenn der Wasserspiegel im Filterraum stets über demselben liegt. Die Auslaufhähne sollen nicht größer als 10 *mm* im Durchmesser sein. Ein abnehmbares, innen vorgelegtes Sieb schützt selbe vor Verstopfung.

Klärbottich und Filtergefäße sind aus 1·5—2·0 *mm* starkem Zinkblech hergestellt, an den oberen Rändern mit eingelegten Rundeisen entsprechend verstärkt und stehen auf einem hölzernen Gestell.

Der Apparat soll nur in kühlen, luftigen Räumen aufgestellt werden, deren Boden ein wasserdichtes, gegen eine Ablaufstelle zu geneigtes Pflaster erhält.

Zur Ingebrauchsetzung werden die beiden Filtergefäße mit ganz rein gewaschenem Material (wie in der Figur angegeben) gefüllt, sodann wird reines Wasser in die Sammelräume gegossen, bis dasselbe von unten aus durch die Kies- und Sandlagen bis einige Zentimeter über die Schutzbleche emporsteigt. Erst nachher kann Wasser aus dem Klärbottich, und zwar in dem Maße, als durch die Auslaufhähne filtriertes Wasser abgelassen wird, eingeleitet werden.

Ist zur Aktivierung des Filters kein reines Wasser verfügbar, so muß man hiezu verunreinigtes nehmen. In diesem Falle wird es längere Zeit dauern, bis der Filter klares Wasser liefert.

Vom Klärbottich soll immer so viel Wasser zufießen, daß dasselbe in den Filtergefäßen stets über das Schutzblech S reicht, da hiedurch am besten und einfachsten das Aufwühlen der Sandschichte verhindert wird und das Wasser auch imstande ist, auf der Oberfläche des Filtermaterials nach und nach eine Schlammschichte abzulagern. Durch entsprechende Verbindung eines Schwimmers mit dem Auslaufhahn des Klärbottichs läßt sich der Zulauf des Wassers aus letzterem selbsttätig regulieren.

Die Füllung des Klärbottichs soll womöglich abends vorgenommen werden, damit sich über Nacht die schwereren Schwebstoffe ablagern können. Vor jedesmaliger Füllung muß der Klärbottich gründlich ausgewaschen und das Schmutzwasser durch den Hahn h_1 abgelassen werden.

Wenn beim Öffnen der Hähne h_2 das Wasser im Sammelraum rasch sinkt, dagegen das Niveau im Filterraum nur unmerklich fällt, so ist das ein Zeichen, daß die Oberfläche der Filtermasse zu sehr verschlammt ist und daher nicht mehr hinreichend Wasser durchläßt. Es muß dann die Schlammschichte und noch zirka 1 *cm* von der Sandschichte sorgfältig abgehoben werden. Hiezu läßt man vorerst das Wasser, soviel als nötig, durch den Hahn h_2 abfließen und hebt dann die verunreinigte Schichte mit einem Löffel behutsam ab. Sodann wird wieder reines Wasser durch den Sammelraum so lange nachgegossen, bis dasselbe über das Schutzblech reicht. Diese Reinigung kann so oft vorgenommen werden, bis die Dicke der Sandschichte etwa nur mehr 30—35 *cm* beträgt.

Nach längerem Gebrauch des Filters, etwa nach einem halben Jahre, muß das ganze Filtermaterial lagenweise herausgenommen und gut ausgekocht (sterilisiert) oder durch neues, reines Material ersetzt werden.

Ein anderes, in Fig. 1, T. 99, dargestelltes Beispiel einer Sandfilteranlage wird im Kapitel „Zisternen“ beschrieben. Auch bei diesem Beispiel sind die Grundbedingungen der Sandfiltration eingehalten. Größte Druckhöhe 0·50 *m*; Verhütung des Aufwühlens der Sandschichte durch horizontale Ausbreitung des einlaufenden Wassers. Auch hier sollte zur Aktivierung der Filteranlage vorerst der Filter vom Schachte Sch aus mit reinem Wasser bis zur Höhe des Einmündungskanals b gefüllt werden. Die 60 *cm* hohe Schichte feinen Sandes kann gelegentlich der vorzunehmenden Beseitigung der sich bildenden Schlammschichten bis auf zirka 30 *cm* Dicke „abgearbeitet“ werden, bevor eine Nachfüllung nötig ist. Hiebei wird

der Wasserspiegel im Filter durch Öffnen des Ventils *v* bis unter die Oberfläche der Sandschichte abgelassen. Erlaubt dies etwa der hohe Wasserstand im Speicher-raum nicht, so kann das Wasser bis auf die nötige Tiefe ausgepumpt werden, wozu man nur eine Abzweigung des Saugrohres der Brunnenpumpe bis in den Schacht *Sch* zu führen braucht (in der Zeichnung nicht ersichtlich gemacht).

2. Wormser Sandsteinfilter.

Sandfilter erfordern große Flächen, daher überhaupt große Anlagen und liefern kein keimfreies Filtrat. Auch ist die Reinigung des Sandes sehr umständlich. Um diese Nachteile zu beheben, versuchte man Sandstein als Filtermaterial zu verwenden.

Die in Fig. 2 dargestellten Wormser Filterplatten sind der Hauptsache nach aus reinem Sande hergestellt; dem Sande ist eine geringe Menge eines Bindemittels (wahrscheinlich Ton oder Schamottmehl) beigegeben. Aus diesem Material werden Platten von 100/100/10 *cm* Größe geformt und in einem Ofen bei einer Temperatur von 1000—1200° C gebrannt.

Aus zwei solchen Filterplatten wird ein Filterelement gebildet, indem man die einander zugekehrten Ränder der Platten mit einer 8 *cm* breiten und 1½ *cm* dicken Portlandzementschichte versieht, die Platten dann zusammenfügt und durch vier Schraubenbolzen an den Ecken aneinanderpreßt. Der zwischen beiden Platten geschaffene, zirka 2 *cm* breite Hohlraum wird mit einem, durch die Zementschichte reichenden Röhrchen *r* (Fig. 2 *a*) wasserdicht verbunden, welches in einen Sammelkanal *S* oder in ein Sammelrohr mündet.

Mehrere solcher Elemente können dann zu einer Filterbatterie vereint werden, indem man sie auf den Sammelkanal wasserdicht aufstellt (Fig. 2 *d*) oder die Röhrchen *r* an das Sammelrohr wasserdicht anmontiert. Bei Raummangel können auch zwei Plattenpaare übereinander gestellt und deren Hohlräume miteinander verbunden werden.

Diese Filterelemente, bzw. Batterien erhalten ihre Aufstellung in einem Wasserreservoir, in welches sodann so viel zu reinigendes Wasser eingelassen wird, daß dasselbe noch 30—60 *cm* über die Elemente reicht. Das zu filtrierende Wasser dringt durch die poröse Sandsteinmasse in das Innere und fließt dann in den Sammelkanal oder durch das Sammelrohr als gereinigtes Wasser (Filtrat) ab.

Ein vollständig reines Filtrat wird man erst dann erhalten, wenn sich an der Außenseite der Platten eine dünne Schlammhaut als eigentlich filtrierendes Element angesetzt hat. Ist diese Schlammhaut so stark geworden, daß das Wasser die Filterelemente nur sehr langsam durchdringt, so muß der Filter gereinigt werden. Dies geschieht durch das R ü c k s p ü l e n, indem filtriertes Wasser in entgegengesetzter Richtung, also von innen nach außen durch die Platten gepreßt wird. Es kann durch den langsam zunehmenden Druck von durch das Rohr *R* einzupumpendem Wasser (Fig. 2 *d*) geschehen. Das Rückspülen wird je nach der Beschaffenheit des Wassers alle 3—5 Wochen notwendig werden. Außerdem müssen die Platten jährlich einmal sterilisiert werden, wozu man bei entleertem Reservoir heißen Dampf durch dasselbe Rohr *R* von innen nach außen so lange durch die Platten durchströmen läßt, bis diese auf 100° C erhitzt sind. Die Elemente leiden hiedurch keinen Schaden, während die etwa in den Poren vorhandenen Bakterien vernichtet werden.

Auch diese Filter liefern kein vollkommen keimfreies Wasser.

3. Die Kieselgur-(Berkefeld-)Filter.

Das Filterelement besteht hier aus einem starkwandigen, an einem Ende geschlossenen Hohlzylinder (Fig. 3 *A*) aus gebrannter Infusorienerde (Kieselgur), welcher F i l t e r k e r z e oder auch F i l t e r z y l i n d e r genannt wird und dessen Wände von unzähligen, mikroskopisch kleinen Kanälen durchzogen sind.

Das offene Ende des Filterzylinders ist mit einem Metallkopfstück versehen, welches gut mit dem Zylinder verkittet wird.

Wird diese so adjustierte Filterkerze etwa nach Fig. 3 A in ein Gefäß *g*, dicht schließend, eingesetzt und in dieses Gefäß unreines Wasser eingeleitet, so wird sich das Wasser durch die Poren der Filtermasse in das Innere der Kerze einen Weg bahnen, dabei aber seine Verunreinigungen an der Oberfläche des Zylinders zurücklassen und gereinigt durch die untere Öffnung *ö* abfließen. Wird das Gefäß auch oben hermetisch geschlossen und das Wasser unter Druck eingeleitet, so wird dasselbe die Wände der Filterkerze rascher durchdringen und es wird die Leistungsfähigkeit um so größer sein, je stärker der Druck ist, mit welchem das Wasser eingeleitet wird.

Wenn die sich an den Zylinder ansetzende Schlammschicht eine solche Dicke erreicht hat, daß nur mehr wenig Wasser abfließt, so kann durch Reinigen der Filteroberfläche die Leistungsfähigkeit des Filters wieder hergestellt werden.

Die Berkefeldfilter liefern für längere Zeit reines, nahezu keimfreies Wasser. Da indessen nach längerem Gebrauch die Bakterien durch das Filtrum durchwachsen können, so müssen die Filterkerzen zeitweise sterilisiert oder durch neue ersetzt werden.

Zur Sterilisierung der Filterkerze, d. h. zur Zerstörung der etwa durch die Poren eingedrungenen Keime, wird dieselbe vom Apparate abgeschraubt, in kaltes Wasser gelegt, und dieses allmählich zum Kochen gebracht. Die Filterkerze muß dann zirka $\frac{3}{4}$ Stunden in dem kochenden Wasser verbleiben. In heißes Wasser gelegt, würden die Kerzen zerspringen.

Eine Hauptbedingung ist bei diesen Filtern die solide, hermetische Verbindung des Metallkopfstückes mit dem Zylinder, da sonst zwischen beiden unreines Wasser in den Innenraum des letzteren gelangen würde.

Die Herstellung der Berkefeldfilter in Österreich hat die Firma Wilhelm Brückner in Wien übernommen.

Von den gebräuchlichsten derlei Filtern sind folgende angeführt:

a) Die Tropffilter.

Diese bestehen aus einer oder mehreren Filterkerzen *k* (Fig. 3 A und B), welche mit ihren Abflußröhrchen *ö* mittels eines Kautschukringes hermetisch in den Boden eines Glas- oder Metallgefäßes *g* eingesetzt sind. Dieses Gefäß wird auf den Sammeltopf *t* gestellt und mit Wasser gefüllt, welches langsam durch die Wand des Filterzylinders dringt und durch das Abflußrohr in den Sammeltopf gelangt.

Ein Apparat mit einer Filterkerze (Fig. 3 A) liefert reichlich das für eine Familie nötige Quantum an Trinkwasser. Ein Apparat mit drei Kerzen (Fig. 3 B) liefert $\frac{1}{4}$ l pro Minute.

b) Hausfilter für Wasserleitungen.

Die mit einem metallenen Kopfstück und einem Auslaufrohr *a* montierte Filterkerze (Fig. 3 C) ist in ein metallenes Gehäuse eingefügt und mit dem Deckel desselben luftdicht verschraubt. Der Deckel des Gehäuses wird mit diesem selbst durch zwei Flügelschrauben *f* verbunden.

Dieser Filter wird mit dem Stutzen *S* an die Wasserleitung angeschraubt. Wird der Hahn *h*₁ der Wasserleitung geöffnet, so dringt das Wasser durch die Wand der Filterkerze und tritt beim Auslaufrohr *a* aus; der am Boden des Gehäuses befindliche Hahn *h* dient zur Entleerung des Gehäuses und zur Entnahme von unfiltriertem Wasser.

Zur Reinigung der Filterkerze wird der Ablaufhahn *h* geöffnet und das Wasser durch den Zulaufhahn *h*₁ rasch eingelassen. Dadurch wird der Filterzylinder vom Wasser kräftig umspült und von dem anhaftenden Schmutze gereinigt. Die Leistung des Apparates beträgt 2 l pro Minute.

c) Filtertöpfe.

Für größeren Wasserbedarf werden mehrere (3—39) Elemente an eine Einsatzplatte dicht befestigt und in einen gußeisernen, starkwandigen Topf so eingefügt, daß der Topf durch die Einsatzplatte in zwei Teile geteilt wird. Der untere, größere Teil nimmt die an der Platte hängenden Filterelemente auf, der obere kleinere Teil steht mit dem Innern der Filterelemente in Verbindung. Der Topf wird mit einem anzuschraubenden, gußeisernen Deckel wasserdicht verschlossen.

In den unteren Teil des Topfes wird Rohwasser eingepumpt, welches die Wände der Filterkerzen passiert und in dem oberen Teile des Topfes als gereinigtes Wasser sich sammelt, von wo es durch ein Abflußrohr abgelassen wird.

Die Leistungsfähigkeit solcher Filtertöpfe beträgt bei einem Drucke von 1 Atmosphäre 50 l pro Stunde und Element; bei sehr verunreinigtem Wasser nimmt die Leistungsfähigkeit jedoch bedeutend ab.

4. Kunststeinfilter „Delphin“ (Fig. 4).

Das Prinzip dieser Filter ist ähnlich dem der Berkefeldfilter.

Die Filtermasse wird aus Syenit (ein Gefüge aus Feldspat und Hornblende) hergestellt. Dieser Stein wird fein gemahlen, das Mehl hierauf ganz wenig mit Wasser angefeuchtet und aus dieser Masse die Filterkörper durch Anwendung eines hohen Druckes hergestellt. Diese Körper werden dann bei einer Temperatur von 1300° C gebrannt; dadurch sintern einige Körnchen zusammen und bilden einen festen Zusammenhang des Filterkörpers, der von sehr feinen Poren durchsetzt ist. Je nach der Fabrikationsweise kann man verschieden dichte Materialien gewinnen. Durch die dichteste Delphinfiltermasse sollen alle Bakterien zurückgehalten werden, so daß Filter dieser Art vollkommen keimfreies Filtrat liefern.

Die Delphinfilter werden in verschiedenen Formen und zu verschiedenen Zwecken erzeugt.

a) Delphin-Flaschenfilter.

Die Flaschenfilter sind flaschenförmig mit zirka $\frac{3}{4}$ l Fassung ausgebildet. Der untere, zylindrische Teil derselben ist aus Kunststein hergestellt, während der Halsteil aus Porzellan besteht.

Zum Zwecke des Filtrierens wird die Flasche einfach in ein mit unreinem Wasser angefülltes Gefäß gestellt, bis sie nahezu bis zu ihrem oberen Rande eintaucht. Das Wasser dringt durch die Wandung der Flasche ins Innere derselben und filtrierte sich auf diesem Wege.

Das Filtrieren geht sehr langsam vor sich, da dasselbe unter geringem Drucke stattfindet. Es müssen daher immer mehrere Flaschen gleichzeitig im Gebrauch sein.

b) Delphin-Tischfilter. (Fig. 4 D.)

Dieser besteht aus einem zylindrischen Glasgefäß *G*, in welches das Filterelement *F* mit Gummiringen abgedichtet eingesetzt ist. Die Abdichtung bildet einen wesentlichen Vorzug dieser Apparate, sie erfolgt durch Einlegen von Gummiringen *r r₁* (Fig. 4 D) und Zusammenschrauben der Verbindungsteile mit einem in der Mitte durchreichenden Bolzen *B*.

Das Wasser wird beim Tischfilter oben eingegossen, durchdringt die Wand des Filterkörpers *F* und sammelt sich bei geschlossenem Hahne *H* im Innern des Filterelementes an. Bei geöffnetem Hahne *H* wirkt der Filter als Tropffilter.

Man kann in das Glasgefäß auch Eisstücke werfen, wenn sehr frisches Wasser gebraucht wird.

c) Delphin-Anschraubfilter für Wasserleitungen.

(Fig. 4 A und B.)

Diese Filter bestehen aus einem vernickelten Unterteile, auf welchem sowohl der Filterkörper *F* als auch eine Glasglocke *G* mit Gummiringen abgedichtet aufruhet. Der untere Teil besitzt einen Ventilstutzen *V*, mittels welchem der Apparat direkt an eine Wasserleitung angeschraubt werden kann.

Der Ablaufhahn *a* dient sowohl zur Entnahme von Rohwasser als auch zum vollständigen Ablassen des Wassers im Falle einer Reinigung. Das gereinigte Wasser wird bei *ö* entnommen.

Leistung pro Stunde 50 l bei 2 Atmosphären Druck.

d) Delphin-Brunnenfilter. (Fig. 4 E.)

Diese zur Filtrierung unreinen Brunnen- oder Zisternenwassers häufig in Verwendung stehenden, sehr entsprechenden Filter bestehen aus folgenden Hauptteilen: Einer Saug- und Druckpumpe, einer Reinwasserkammer, einem Reinwasser- und einem Rohwasserabfluß und vier Filterzylindern.

Die Filterzylinder enthalten 4—6 Filterelemente *F*, die zu einer Röhre aufgebaut sind. Zwischen den einzelnen Elementen sind Gummidichtungen *V* eingelagert.

Das Rohwasser wird mittels der Pumpe angesaugt und durch die Wandungen der Filterelemente in das Innere der Zylinder gepreßt. Von hier fließt das Reinwasser in die Reinwasserkammer *k* und gelangt durch ein Ablaufrohr *a* zum Abfluß.

Benötigt man nur Rohwasser, so schraubt man das Ablaufrohr an den Rohwasserabfluß *b*, verschließt dagegen den Reinwasserabfluß.

Wenn der Filter infolge Verlegung der Filterelemente nicht mehr ergiebig genug arbeitet, was man außer an der verminderten Leistung auch an dem schwerer werdenden Gange der Pumpe erkennt, so ist der Filter zu reinigen. Hierzu schraubt man die Schraubenmutter *m* von einem der vier Zylinder ab, entfernt den Deckel *d* und hebt die Mantelröhre *r* ab; die nun bloßgelegte Steinröhre (Filterzylinder, Filterrohr) wird mit einer eigenen Bürste abgebürstet. Dieses Abbürsten kann leichter und gründlicher ausgeführt werden, wenn das Filterrohr herausgeschraubt und in einen Kübel verkehrt eingetaucht wird. Nach dem Abbürsten schraubt man das Filterrohr nach Unterlegung des Dichtungsringes *I* mit der Hand fest ein, setzt die Mantelröhre auf den Gummiring *II* der Reinwasserkammer, gibt den Deckel *d* mit dem Gummiring *III* darauf und verschließt den Zylinder wieder mit der Mutter *m*, nachdem vorher die Lederdichtung *IV* aufgelegt wurde.

In gleicher Weise wird die Reinigung der übrigen Zylinder vorgenommen.

Bei ständiger Benützung ist der Filter überdies zirka jeden vierten Tag, zu Epidemiezeiten täglich, zu sterilisieren. Hierzu werden die abgenommenen und abgebürsteten vier Steinröhren samt dem Abflußrohr in einem Gefäß mit reinem Wasser eine Stunde lang ausgekocht. Hat man kein genügend großes Gefäß, so zerlegt man die Röhren durch Lösen der Mutter *e* und kocht die einzelnen Elemente gut aus.

Hat man Reservefilterröhren, so braucht der Betrieb des Filters während der Reinigung und Sterilisierung nicht unterbrochen zu werden.

Die Leistungsfähigkeit des Filters beträgt pro Stunde bei 16 Elementen 300 l, bei 20 Elementen 400 l und bei 24 Elementen 500 l.

e) Delphin-Pumpenfilter. (Fig. 4 C.)

Diese nur aus einem Filterzylinder bestehenden Filter sind in gleicher Weise wie die vorhergehenden Brunnenfilter konstruiert und mit einer Flügelpumpe in Verbindung. Je nach der Größe leistet er 30—100 l pro Stunde.

Auf einem Dreifuß montiert, steht dieser Filter auch als Armeefilter in Verwendung.

5. Asbestfilter.

Asbest läßt sich in so kleine Fasern und Stäbchen teilen, daß dieselben kaum mit dem Mikroskop unterschieden werden können. Durch eine zweckentsprechende Herstellung einer Schichte aus diesem feinen Asbeststoff gelangt man zu einem Filtermittel, welches bei entsprechender Ausbildung selbst vollkommen keimfreies Filtrat liefert.

Der Asbestfilter ist im Prinzip ähnlich konstruiert wie die Berkefeld- und Delphinfilter. Das unreine Wasser tritt in ein Gefäß, in welches der Filter eingehängt ist, passiert die Wände des Filters und tritt als reines Wasser aus einem Rohre aus, welches mit den Innenräumen der Filterelemente in Verbindung steht.

a) Das Filterelement von Ingenieur Breyer. (Fig. 5 a und b.)

Das in Fig. 5 a und b abgebildete Filterelement besteht aus einer mit eingepreßter Rinne versehenen Blechplatte m , welche mit einer durchlocherten Blechumhüllung b versehen ist. Der so eingeschlossene Hohlraum (Fig. 5 b) ist unten mit einem Abflußröhrchen R (Fig. 5 a) und oben mit einem Luftröhrchen r versehen. Über diesen Hohlkörper wird noch ein Schafwollgewebe n aufgespannt.

Die auf diese Weise gewonnenen, flachen, prismatischen Filterelemente werden in geringerer oder größerer Anzahl nebeneinander gruppiert, und zwar in der Art, daß sowohl die Abflußrohre R als auch die Luftröhrchen r sich zu je einem Gesamtrohre vereinigen.

Der eigentliche Filterstoff ist ein Asbestmehl, welches auf das Schafwollgewebe aufgeschwemmt wird.

b) Asbestfilter für Kleinbetrieb. (Fig. 5 c.)

Ein solcher Filter besteht aus sechs Elementen e , die in ein Gefäß g dicht eingesetzt sind. Jedes Element hat auf jeder Seite eine Filterfläche von 5 dm^2 (zusammen somit 60 dm^2). Die Hohlräume der einzelnen Filterelemente vereinigen sich oben in dem Luftröhr L und unten zu dem gemeinschaftlichen Ableitungsrohr A .

Die Flügelpumpe Q drückt das Wasser in den Hohlraum R . Wenn in das zugeleitete Wasser Asbest eingerührt wird, so besorgt die Pumpe auch den Belag der Filterflächen mit Asbest. Im Anfange entströmt beim Einpressen von Wasser die Luft aus dem Gefäß G bei dem Ventil l , sobald aber das Wasser entsprechend hoch gestiegen ist, wird der Schwimmer k gehoben und das Ventil l geschlossen. Das Wasser gelangt durch den Druck der Pumpe in den Innenraum der Filterelemente, verdrängt durch das Ventil v die eingeschlossene Luft und gelangt dann als reines Filtrat bei A zum Abfluß.

Wenn bei größerer Wasserentnahme der Wasserspiegel in R und mit diesem auch der Schwimmer k sinkt, so kann durch erneuertes, kräftiges Einpumpen von Rohwasser auf die beschriebene Weise wieder das Steigen des Wasserspiegels und damit auch die volle Leistungsfähigkeit des Filters bewerkstelligt werden.

Die Leistungsfähigkeit beträgt bei 4·5—5 Atmosphären Druck 1200 l ziemlich keimfreien Wassers pro Stunde.

Außer dem erwähnten Filter für Kleinbetrieb hat Ingenieur Breyer auch noch andere Filtergattungen konstruiert, die im Prinzip alle einander ähnlich sind und sich nur durch größere oder geringere Anzahl von Filterelementen voneinander unterscheiden.

c) Asbestfilter von Sonnenschein.

Das Filterelement von Sonnenschein besteht aus einem rechteckigen, zirka 10×15 cm großen Rahmen aus verzinntem Flacheisen, welcher mit einem engmaschigen Drahtgeflecht und über diesem mit einem Filztuche überspannt ist. Der so geschlossene Hohlraum im Metallrahmen ist mit einem Röhrchen verbunden, an welches ein Saugschlauch mit einem Absperrhahn befestigt wird.

Dieses Element gibt man in ein mit Wasser gefülltes Gefäß, z. B. in eine Kochmaschine und führt den mit Wasser gefüllten Schlauch außen herunter, so daß er heberartig wirken kann.

Eine in das Gefäß hineingeschüttete Asbestmasse wird durch das Saugen des Schlauches sich an die äußere Fläche des Filztuches ziemlich gleichmäßig anlegen und dadurch die filtrierende Schichte bilden, so daß dann nur mehr reines Wasser durch den Saugschlauch abfließt.

Um das Wasser beim Eingießen in das Gefäß nicht aufzurühren und dadurch die Asbestschichte nicht abzuschwemmen, wird oben in das Gefäß eine Schutzplatte eingehängt, welche das eingeschüttete Wasser seitwärts nur langsam in das Gefäß leitet. Die pendelnde Bewegung des Elementes hindert eine am unteren Ende desselben angebrachte, entsprechend große Metallplatte.

Das Filtrat ist anfangs keimfrei. Der Apparat bedarf jedoch häufiger einer gründlichen Reinigung und Sterilisierung.

5. Kastenfilter mit Asbestgewebe (Fig. 6).

Dieser gleicht im Prinzip dem Asbestfilter von Sonnenschein. Das Element (Fig. 6 e) besteht aus einem mit Asbestgewebe umhüllten Metallrahmen, dessen innerer Raum oben mit einem Luftrohr l und unten mit einem Abflußrohr h versehen ist. Zwei bis drei solcher Elemente werden in einen mit Zinkblech ausge schlagenen Holzkasten, wie in Fig. 6 ersichtlich, eingefügt.

Der Kasten wird mit Rohwasser gefüllt, dieses dringt durch die Wände der Filter in das Innere derselben und wird als gereinigtes Filtrat beim Filtrathahn c abgelassen. Die gepreßte Luft entweicht durch die Luftröhrchen l^1 bis l^3 . Der Abflußhahn b dient zur Entleerung und Reinigung des Apparates.

Der Kasten muß stets mit Rohwasser vollgefüllt sein, damit der nötige Druck zur Filtration vorhanden sei. Das Nachgießen muß vorsichtig erfolgen, damit die am Asbestgewebe angeschwemmte, filtrierende Schlammschichte erhalten bleibt.

7. Sterilisierung des Wassers.

Im Notfall kann das Wasser durch Abkochen in emaillierten Gefäßen genußfähig gemacht werden. Hiedurch werden die Krankheitserreger vernichtet, das Wasser verliert jedoch die erfrischende Eigenschaft, da durch das Abkochen der Luftgehalt des Wassers verloren geht. Solches Wasser muß daher vor dem Genusse kräftig durcheinander geschüttelt und entsprechend abgekühlt werden. Ein Zusatz von Zitronensäure oder Fruchtsaft u. dgl. macht das gekochte Wasser wohl schmeckender.

Durch einen sehr geringen Zusatz von unterchlorigsaurem Kalke (Chlorkalk, Bleichkalk) kann Wasser auch genußfähig gemacht werden. Es genügt ein halbes Gramm pro Hektoliter, das dem menschlichen Organismus nicht schadet und den Geschmack des Wassers auch nicht verändert. Der Chlorkalk wird mit wenig Wasser fein verrieben und dieses Gemisch dem Wasser zugeschüttet. Der nach halbstündigem Ruhen im Wasser noch vorhandene, ungelöschte Chlorkalk, welcher eine Trübung des Wassers veranlaßt, muß durch Absetzen oder durch Filtrieren mit Filtrierpapier, entfetteter Baumwolle u. dgl. entfernt werden.

E. Zisternen.

(Tafel 102.)

Zisternen dienen zum Aufspeichern und zugleich Reinigen von Wasser und finden nur dann Anwendung, wenn eine andere Art der Wasserversorgung entweder gar nicht oder in nicht hinreichender Menge möglich ist.

Die Speisung der Zisterne erfolgt am häufigsten durch Auffangen und Einleiten von Meteorwasser, vielfach aber auch durch Zuleitung von Quellen- oder Brunnenwasser, ausnahmsweise auch von Flußwasser.

Je nachdem die Zisterne im unteren Geschoße eines Gebäudes (Keller) oder alleinstehend angelegt wird, nennt man sie überbaute oder isolierte Zisterne.

Die Hauptbestandteile einer Zisterne sind:

1. Die Auffangflächen (nur bei Speisung mit Meteorwasser).
2. Die Zuleitung.
3. Der Vorfilter oder die Kläre zur teilweisen Klärung des Wassers.
4. Der Filter zur vollständigen Reinigung des Wassers.
5. Der Speicherraum (Sammelraum, Reservoir) und
6. die Schöpfvorrichtung.

Mit diesen Hauptbestandteilen sind viele Nebenbestandteile verbunden als: Schlammkästen, Überlauf- und Lüftungskanäle, Wasserstandmesser u. dgl.

Der Zusammenhang vorgenannter Bestandteile ist aus den in Fig. 1 und 2 dargestellten Schemas von Zisternenanlagen zu ersehen.

1. Die Auffangflächen.

Als Auffangflächen können entweder Dachflächen oder abgegrenzte Hofflächen, welche leicht rein zu halten sind, dienen.

Dachflächen sollen mit hartem Eindeckungsmaterial (Blech, Schiefer, Flachziegel, Zementplatten u. dgl.) eingedeckt sein; Falzziegel- und Hohlziegeldächer sind nicht leicht rein zu halten; Holz-, Kupferblech-, Dachpappe- und Holzzementdächer scheiden unreine oder gesundheitschädliche Stoffe (Grünspan usw.) ab und machen das Wasser ungenießbar.

Hofflächen erhalten eine undurchlässige, leicht rein zu haltende, glatte Pflasterung (Klinker- oder Steinplatten auf Beton) und eine Einfriedung, welche das Betreten und die damit verbundene Verunreinigung verhindern soll.

In der Nähe der Auffangflächen befindliche Rauchfänge sollen zur Verhinderung von Rußausscheidung wirksame Sauger u. dgl. bekommen.

Die Größe der Auffangflächen ergibt sich aus dem Wasserbedarf und der jährlichen Regenmenge. Man rechnet pro Mann 8—16 l, pro Pferd 16—20 l, pro Großvieh 20—30 und pro Kleinvieh 3—5 l täglichen Wasserbedarf, ferner als Minimalbedarf an Trinkwasser allein 1·5 l, an Trink- und Kochwasser 5 l pro Mann und Tag. Von der Regenhöhe darf mit Rücksicht auf Versickerung und Verdunstung nur zirka 70% in Rechnung gestellt werden.

Hätte z. B. eine Zisterne 100 Mann durch 6 Monate (180 Tage) mit Wasser zu versorgen, so ergibt sich die erforderliche Wassermenge mit $100 \times 8 \times 180 = 144.000 \text{ l} = 144 \text{ m}^3$. Soll diese Wassermenge in einem Jahre gesammelt werden und beträgt die jährliche Regenhöhe $600 \text{ mm} = 0·6 \text{ m}$, wovon nur $70\% = 0·4 \text{ m}$ gerechnet werden darf, so ergibt sich die Größe der Auffangfläche mit $144 : 0·4 = 360 \text{ m}^2$ Horizontalprojektion.

3. Die Zuleitungen.

a) Bei der Speisung der Zisterne mit Meteorwasser erfolgt die Zuleitung von den Dachflächen mit Dachrinnen und Abfallrohren und in der Fortsetzung, ferner auch bei gepflasterten Auffangflächen durch unterirdisch verlegte Gußeisen-, Zement- oder Steinzeugröhren oder durch gemauerte oder betonierte, zumeist mit Stein- oder Zementplatten abgedeckte Leitungskanäle.

Zur Abhaltung gröberer Verunreinigungen sollen bei der Einmündung der Abfallrohre in die Dachrinne verzinkte Eisendrahtsiebe, ferner am Beginn der unterirdischen Leitung Schlammkästen mit Deckelverschluß und bei gepflasterten Auffangflächen Schlammkästen mit durchbrochenem Deckel und darüber aufgebrachtem Steinwurf angebracht werden (Fig. 3).

Knapp vor Einmündung in den Filter oder Vorfilter ist in die Zuleitung ebenfalls ein Schlammkasten mit Überlaufrohr und Deckelverschluß (S_1 und S_2 , Fig. 7 und 9) einzuschalten. Es empfiehlt sich sodann, die Zuleitung zum Filter oder Vorfilter mit einem Absperrventil (Schieber) zu versehen, damit bei einer zumeist nach längerer Trockenheit erfolgten, größeren Verunreinigung der Auffangflächen durch Absperrern der Zuleitung das unreine Wasser durch das Überlaufrohr so lange abgeleitet werden kann, bis die Auffangflächen genügend abgespült sind.

Die Schlammkästen sollen vor jeder Regenperiode und nach jeder vorgenommenen Reinigung der Auffangflächen ausgeputzt werden.

b) Erfolgt die Speisung der Zisterne durch eine Wasserleitung, so gelten für die Zuleitung die allgemeinen Regeln wie für Wasserleitungsanlagen.

Durch Einschaltung eines Dreiweghahnes soll es ermöglicht werden, bei eventuellen Reparaturen in der Zisternenanlage den Zulauf des Wassers in dieselbe abzusperren und das Wasser direkt der Zuleitung zu entnehmen. In der Regel muß das Wasser immer den normalen Weg durch die Zisterne nehmen, damit es in dieser immer wechselt und nicht stagnieren kann.

3. Der Vorfilter.

Der Vorfilter (VF , Fig. 4) ist ein gemauerter und überwölbter oder mit Steinplatten überdeckter, entsprechend großer Raum mit einer Einsteigöffnung, welcher an den eigentlichen Filter anschließt und mit diesem durch mehrere, über der Filteroberfläche angeordnete Öffnungen e_2 und e_3 von $15/15$ — $25/25$ cm Querschnitt verbunden ist. Letztere sind mit Siebgittern abgeschlossen.

Die Sohle des Vorfilters erhält gegen die Ausflußöffnung ein kleines Gefälle und an der tiefsten Stelle einen Sumpf, S d. i. eine kleine Vertiefung.

Das Einlaufrohr e_1 wird im Niveau des höchsten Wasserstandes angeordnet und mit einer von oben zu betätigenden Absperrvorrichtung versehen.

Der Vorfilter ist bloß bei sehr unreinem Wasser (Meteorwasser) nötig, sonst aber entbehrlich. In demselben setzt das Wasser die gröbereren Verunreinigungen ab und gelangt von hier aus nur langsam durch die früher genannten Öffnungen in den Filterraum, ohne den Sand der Filteroberfläche aufzuwühlen; auch gestattet derselbe bei entsprechender Größe die Ansammlung größerer Wassermengen, z. B. bei stärkerem Regen, vermindert also die Wasserverluste.

4. Der Filter.

Dieser besteht wie der Vorfilter aus einem gemauerten und überwölbten oder mit Steinplatten überdeckten Raume (F_1 und F_2 , Fig. 4, 6, 7 und 9), mit Einsteigöffnung usw., in welchen lagenweise das Filtermaterial (Sand, Schotter usw.) eingebracht wird.

Auf die Sohle des Filterraumes kommt zuerst 30—35 *cm* hoch grober, dann 30—35 *cm* feiner Schotter, darüber 60—80 *cm* hoch feiner Sand (Fig. 1 und 2) und manchmal noch eine ganz dünne Schichte Asbest oder Kieselgur.

Sand und Schotter müssen vollkommen rein sein, eventuell vorher gewaschen werden. Rescher Grubensand ist zumeist besser als Flußsand, welcher oft durch Fabriks- und Unratkanalwässer verunreinigt ist. Meersand ist als Filtermaterial nicht geeignet. Schlägelschotter ist besser als Flußschotter. Der feine Schotter soll einen Ring von 2—3 *cm* und der grobe Schotter einen von 4—5 *cm* Durchmesser passieren können.

Die Lage und Höhe des Filterraumes soll so sein, daß zwischen der Oberfläche des Filtermaterials und dem Gewölbschlusse oder der Deckenunterkante noch ein freier Raum von 1·40—1·75 *m* bleibt.

Die Einlauföffnungen in den Filterraum sollen möglichst nahe der Filteroberfläche liegen, damit durch das einfließende Wasser das Filtermaterial nicht aufgewühlt werde; sie dürfen höchstens in das Niveau des höchsten Wasserstandes gelegt werden.

Die Sohle erhält ein Gefälle gegen die Auslauföffnungen und eventuell an der tiefsten Stelle einen Sumpf.

Die Auslauföffnungen mit $\frac{15}{15} - \frac{25}{25}$ *cm* Querschnitt werden zunächst der Sohle des Filterraumes gegen den anschließenden Speicherraum oder Filterschacht ausgespart und mit vorgelegten, größeren Steinen vor Verstopfung gesichert. Ein daselbst eventuell angebrachtes Absperrventil ermöglicht auch die Reinigung des Filters bei gefülltem Reservoir. Wenn zwei getrennte Reservoirs vorhanden sind, so werden diese einzeln durch Rohrleitungen (mit Absperrventilen) mit dem Filter verbunden, um sie unabhängig voneinander füllen zu können.

Der Filter soll im Vereine mit dem eventuell vorhandenen Vorfilter das in einer Stunde auf die Auffangfläche fallende, maximale Wasserquantum, das sogenannte „Stundenmaximum“ aufnehmen können. Dieses soll den Filter binnen 24 Stunden mit einer erfahrungsgemäßen Maximalgeschwindigkeit von 10 *cm* pro Stunde passieren, d. h. es soll also pro *m*² Filteroberfläche in 24 Stunden Maximum 2·4 *m*³ Wasser filtriert werden. Aus dieser Forderung läßt sich die Größe der Filteroberfläche berechnen.

Um vorgeannte Filtriergeschwindigkeit zu erreichen, bezw. nicht zu überschreiten, soll erfahrungsgemäß der höchste Wasserstand über der Filteroberfläche nicht mehr als 0·50—0·75 *m* und die Dicke des Sandbettes nicht mehr als 0·60—0·80 *m* betragen.

Um einen höheren Wasserdruck auf den Filter zu vermeiden, wird die Filteroberfläche 0·50—0·75 *m* unterhalb eines Überlaufkanals angeordnet, der einen Bestandteil jeder Zisterne bildet und das Überwasser abzuführen hat. Ist kein Vorfilter oder kein genügend großer Filterraum vorhanden, so würde bei einem Gewitter zu viel Wasser unverwertet abfließen. Um dem zu begegnen, kann man ausnahmsweise im Filterraum einen größeren Wasserstand bis maximum 1·50 *m* annehmen; damit aber dann das Wasser infolge des größeren Druckes den Filter nicht zu rasch passiere, muß ein Gegendruck hervorgerufen werden, indem im Filterraum oder im Reservoir ein schmaler Schacht — Filterschacht — (*Fs*, Fig. 9) eingeschaltet wird, in welchem das Wasser bis zur Höhe der Filteroberfläche ansteigt, bevor es in das Reservoir abfließt.

5. Der Speicherraum (Reservoir).

Der Speicherraum ist ein wasserdicht gemauerter oder betonierter, zumeist überwölbter Behälter, in welchem das gereinigte Wasser angesammelt wird. Die Größe desselben muß dem jeweiligen Wasserbedarf entsprechen.

Größere Zisternenanlagen erhalten meist zwei oder mehrere, voneinander getrennte Kammern, die unabhängig voneinander aus dem Filterraum gefüllt und auch entleert werden können (Z_{1-3} , Fig. 4).

Jede Kammer erhält eine verschließbare Einsteigöffnung (Schacht), eine gegen die Entleerungsstelle zu fallende Sohle mit einem Sumpfe und nach Tunlichkeit eine Entleerungsvorrichtung, ferner nahe der Decke einen Überlaufkanal und auch entsprechende Lüftungskanäle.

Der Speicherraum kann an den Filterraum entweder direkt anschließen oder er kann getrennt vom Filterraum angelegt und mit diesem durch eine Rohrleitung verbunden sein. In beiden Fällen ist die Leitung mit einem Absperrventil zu versehen, um behufs Reinigungs- oder zu sonstigen Zwecken jeden Teil für sich entleeren zu können. Der Höchstwasserstand des Reservoirs wird meist in gleicher Höhe mit jenem im Filterraum angenommen (siehe Fig. 1 und 2).

Wo es die Verhältnisse gestatten, soll es vorteilhafter sein, das Niveau des höchsten Wasserstandes im Speicherraum gleich hoch oder niedriger als die Filtersohle anzuordnen, damit das Wasser vom Filterraum abfließen und ein Faulen desselben im Filter bei längeren Trockenperioden nicht eintreten kann. Diese Anordnung dürfte aber den Nachteil haben, daß durch das Einstromen des Wassers in den entleerten Filterraum ein Aufwühlen der obersten Sandschichte, bezw. der über derselben sich bildenden und für eine vollständige Filtration notwendigen Schlamm-schichte eintritt, wodurch eine zu rasche und unvollständige Filtration resultieren könnte.

6. Die Schöpfvorrichtung.

Das Wasser wird in der Regel durch eine einfache, aber solide Pumpenanlage gehoben, deren Saugkorb nicht zu tief in den Sumpf des Reservoirs hinabreichen darf, damit nicht die unten sich sammelnden Schmutzablagerungen in das Saugrohr eindringen. Schöpfwerke mit Eimer dürfen nur ausnahmsweise zur Anwendung kommen, weil das Wasser durch den offenen Schacht und durch die Eimer verunreinigt werden kann.

7. Nebenbestandteile.

Die mit den Hauptbestandteilen zusammenhängenden Nebenbestandteile wurden bereits besprochen; es bleibt nur noch hervorzuheben, daß behufs Lüftung jeder einzelne Raum eine hinreichende Anzahl von Ventilationskanälen und Ventilations-schloten erhalten muß, deren äußere Mündungen mit einem engmaschigen, verzinkten Eisendrahtnetz zu verschließen sind, damit Ungeziefer nicht eindringen kann.

Zur raschen Kontrolle der jeweilig im Speicherraum vorhandenen Wassermenge soll oberhalb jeder Zisterne ein leicht zugänglicher Wasserstand-anzeiger angebracht werden. Eine hiezu geeignete Vorrichtung ist in Fig. 12 skizziert. Sie besteht der Hauptsache nach aus einer drehbaren Welle w mit einem daran konzentrisch befestigten, kleinen Rade r und einem im Durchmesser fünf- oder zehnmal größeren Rade R . Am kleinen Rade r ist ein Gewicht g mit einem Zeiger und am größeren ein Schwimmer S an einer Schnur befestigt. Der Schwimmer reicht bis zur Wasseroberfläche des Speicherraumes hinab und wird durch das Steigen und Fallen der Wasseroberfläche gehoben oder gesenkt. Das Gewicht g sinkt beim Steigen des Schwimmers, dem Durchmesserverhältnisse der beiden Räder entsprechend, um den fünften oder zehnten Teil der Steigung des Schwimmers herab und zeigt an einer daneben vertikal angebrachten Skala die Menge des im Speicherraum noch vorhandenen Wassers in Hektolitern an. Beim Sinken des Schwimmers erfolgt wieder in entgegengesetzter Richtung ein Steigen des Gegengewichtes. Die ganze Vorrichtung ist in einen vorne verglasten Holzkasten eingefügt.

8. Ausführung der Zisternenanlagen.

Seitenwände und Sohlen der Zisternenräume sowie Kanäle und Schlammkästen müssen vollkommen wasserdicht gemauert und verputzt werden. Hiezu eignet sich am besten Portlandzementbeton mit geglättetem Portlandzementverputz. In Ermanglung geeigneter Betonmaterialien können diese Zisternenteile auch mit gut gebrannten Ziegeln oder mit geeignetem Bruchstein in Portlandzementmörtel ausgeführt werden. Über Mischungsverhältnisse für Beton und Mörtel siehe Maurerarbeiten.

Die Sohle wird bei kleineren Zisternen 15—30 cm und bei größeren bis 50 cm stark gemacht. Seiten und Zwischenwände, sowie Gewölbe sind nach den Regeln der Baumechanik zu dimensionieren.

Das Mauerwerk überbauter Zisternen muß von den übrigen Gebäudemauern gut isoliert sein, weiters muß Vorsorge getroffen werden, daß an keiner Stelle von außen Wasser oder Unreinigkeit in die Zisternenräume eindringen und daß weder Frost noch Hitze die Anlage erreichen kann.

9. Beispiele von Zisternenanlagen.

Die Tafel 102 enthält in den Fig. 1—9 zwei Beispiele von Zisternenanlagen, welche nach den vorstehenden Angaben entworfen sind.

Das in Fig. 1 schematisch dargestellte Beispiel (Alternative A) zeigt eine Zisternenanlage mit Vorfilter, Filter und zwei getrennten Speicherräumen. Das in Fig. 2 schematisch dargestellte Beispiel (Alternative B) zeigt wieder eine solche Anlage, jedoch ohne Vorfilter, mit bloß einem, aber größerem Speicherraum und mit größerer Wasserhöhe über der Filterfläche. Die Detailanordnung und Einrichtung ist aus den Grundrissen und Schnitten und die Benennung der einzelnen Teile aus der der Tafel beigelegten Beschreibung zu ersehen. Die Fig. 10 und 11 dienen zur Erläuterung der Stellung der Hähne bei der Rohrleitung vom Filter in die beiden voneinander getrennten Speicherkammern und in den Schöpfschacht des Beispiels nach Alternative A.

Ein anderes Beispiel einer in Pola ausgeführten und erprobten Zisternenanlage zeigt die Fig. 1 auf Tafel 99, deren Größe für 100 Mann auf 3 Monate berechnet ist.

Das aufgefangene Wasser gelangt durch den Einlaufkanal *a* in den Sammelraum und von da in den anschließenden Filter. Das Wasser passiert die Filterschichten nach abwärts, steigt dann in dem Filterschacht *Sch* in die Höhe und gelangt durch den Kanal *b* in den Speicherraum. Die Anordnung ist so getroffen, daß der Filter höchstens unter 50 cm Druckhöhe steht, d. i. die Niveaudifferenz zwischen der Sohle des Ablaufkanals *e*₁ und des Überwasserkanals *e*₂ (siehe Schnitt I—II).

Das Wasser kann unter normalen Verhältnissen nie tiefer sinken als bis zur Sohle des in den Speicher mündenden Kanals *b*. Wenn der Rand *r* des Sammelraumes (Schnitt III—IV) im gleichen Niveau wie die Sohle des in den Speicher mündenden Kanals *b* gelegt wird, so kann das nach einem Regen dem Filter zufließende Wasser sich auch im Anfang nur in horizontaler Richtung ausbreiten, wodurch ein Aufwühlen der obersten Filterschichte, die aus feinem Sande besteht, hintangehalten wird.

Von der Sohle des Filterschachtes *Sch* zum Speicherraum ist ein Einlauf mit Ventilverschluß angebracht, um nach Öffnen des Ventils das Filterwasser in den ausgepumpten Speicherraum ablassen zu können.

Schöpfwerk, Überwasser- und Luftkanäle, Einsteigöffnungen usw. sind auch in den Figuren dieses Beispiels ersichtlich. Wenn nötig kann auch ein Vorfilter zwischen Sammelraum und Einlaufschacht eingeschaltet werden. Der Speicherraum kann nach Bedarf auch aus mehreren Kammern bestehen und mit Schöpfschacht, Leitungsrohren usw. wie im früheren Beispiele eingerichtet sein.

Die Anordnung eines Schlammkastens vor Einmündung des Einlaufkanals in den Sammelraum ist auch hier empfehlenswert.

F. Wasserenteisung und Reinigung.

(Tafel 103.)

Mit Eisenoxyd stark verunreinigtes, gesundheitschädliches Wasser kann man durch geeignete Vorrichtungen enteisenen, somit genußfähig machen. Hierzu wird das Rohwasser mit der atmosphärischen Luft in reichliche Verbindung gebracht, wodurch das im Wasser vorhandene Eisenoxyd in Eisenoxydhydrat verwandelt wird, welches sich dann als gelbbrauner, schlammartiger Niederschlag vom Wasser absondert.

Mehrere von der k. u. k. Militärbauabteilung in Przemysl durch die Firma *Delphin* in Wien ausgeführte Enteisenungsanlagen entsprechen diesem Zwecke vollkommen. Eine kleinere davon ist in der Fig. 1, T. 103, im Schnitt schematisch dargestellt. Sie besteht im wesentlichen aus einem mit nußgroßen Koksstücken gefüllten zylindrischen Behälter (Koksriesler) *K* und dem darunter befindlichen, mit reinem Quarzsande teilweise gefüllten Behälter (Sandfilter) *F*. In den Koksriesler mündet oben das von einer Pumpe kommende Zuleitungsrohr *z* mit einer feinen Brause *b*, die das Rohwasser sprühregenartig über die ganze Oberfläche der Koksfüllung ergießt, worauf das Wasser seinen natürlichen Weg durch die Koksfüllung nimmt, welche es tropfenweise oder in fein verteilten Strahlen passiert.

Im weiteren Verlaufe passiert das Wasser den fein durchlöchernten Boden des Koksrieslers und gelangt in den Sandfilter, wo es sich bis zur Höhe des eingesetzten Überlaufrohres *ü* ansammelt.

Auf dem Wege von der Brause durch die Koksfüllung in den Filter wird das Rohwasser in feinen Strahlen oder Tropfen durch die atmosphärische Luft geleitet. Durch den Sauerstoff der Luft wird das im Wasser vorhandene Eisenoxyd in Eisenoxydhydrat verwandelt, welches sich vom Wasser ausscheidet und zum größten Teile auf den Koksstücken, teilweise aber auch an der Oberfläche des Sandfilters ablagert. Beim Passieren der Sandschichte werden aber auch noch alle etwa im Wasser vorhandenen mechanischen Stoffe im Filterraum zurückbehalten, so daß durch das Ablaufrohr *a* beim Ventilhahn *v* jederzeit vollkommen gereinigtes, keimfreies Filtrat abgelassen werden kann.

Durch das Zuleitungsrohr wird nur so lange das Wasser eingepumpt, bis es durch das Überlaufrohr *ü* vom Filter abfließt, was von der Pumpe aus wahrzunehmen ist. Nach Bedarf kann durch einen im Zuleitungsrohre eingeschalteten Auslaufhahn auch Rohwasser direkt entnommen werden, wodurch der Enteisenungsapparat weniger in Anspruch genommen, daher auch weniger verunreinigt wird.

Wöchentlich ein- bis zweimal soll der Filter durch Rückspülung von angesammeltem Schlamm gereinigt werden. Hierzu werden die Dreiweghähne *i* und *y* durch Herabziehen des Hebels *h* so umgestellt, daß das eingepumpte Wasser den Weg durch den Sandfilter in umgekehrter Richtung, also von unten nach oben nimmt, dabei die Sandkörner abspült und den Schlamm beim Trichter *t* durch das Überlaufrohr abführt. Die Rückspülung muß so lange fortgesetzt werden, bis beim Überlaufrohre nur mehr klares Wasser abfließt, worauf durch Umstellung der Dreiweghähne in die frühere Stellung der Apparat wieder betriebsfähig gemacht wird.

Jährlich mindestens einmal soll der Filtersand vollständig gereinigt werden. Die Reinigung oder Erneuerung der Koksfüllung genügt nach Ablauf von ein bis zwei Jahren.

Diese Anlage liefert in der Stunde 600 *l* Wasser.

In Fig. 2, T. 103, ist eine größere Anlage dargestellt. Dieselbe besteht aus zwei übereinander angeordneten Koksbehältern *K*, welche unten einen rostartig durchbrochenen Boden *d* und *d*¹ und unter diesen je eine ringförmige Mulde *m* und *m*¹ besitzen. Der mittlere, offene Teil des Bodens ist mit einem nach oben überwölbten Deckel überdacht.

Das von der Brause *b* kommende und durch die Koksschichte herabrieselnde Wasser sammelt sich in der Mulde *m*, lagert dort den mitgeführten Schlamm ab und fließt sodann über den Rand der Mulde auf die durchlochte Verteilungsscheibe *v* und durch diese in fein verteilten Strahlen auf die Koksschichte des unteren Behälters, wo es die Koksfüllung und die Mulde *m*¹ wie im oberen Behälter passiert und dann über den Rand der Mulde in einen unterhalb angeordneten Sandfilter *F* gelangt.

Zum bequemen Aus- und Einbringen der Koksfüllung behufs Reinigung derselben sind in den Behältern unten und oben wasserdicht verschließbare Öffnungen angebracht.

Um den in den Mulden angesammelten Schlamm zu entfernen, werden die beim Entleerungsrohre *e* eingesetzten Hähne *e*¹ und *e*² geöffnet, außerdem kann durch die Ausspritzvorrichtung *a* ein kräftiges Nachspülen bewirkt werden; diese ist durch einen Gummischlauch mit der Druckleitung verbunden und wird durch Öffnen des Dreiweghahnes *a*¹ in Tätigkeit gesetzt.

An den Filter *F* schließt ein entsprechend großer Sammelbehälter *S* an, der es ermöglicht, den Wasserstand im Filter beständig über der Sandfüllung zu erhalten.

In den Fig. 2 *b*, *c* und *d* ist auch die Konstruktion und Einrichtung der mit dieser Enteisungsanlage zusammenhängenden Klär- und Aufspeicherungsanlage im Grundrisse und im Schnitte dargestellt, welche im allgemeinen dem Principe der vorher besprochenen Zisternenanlage entspricht, daher hier nicht mehr weiter erörtert wird.

Die beiden Anlagen müssen selbstverständlich vor der schädlichen Einwirkung des Frostes sorgfältigst geschützt sein. Alle Eisenrohre und sonstigen Metall- und Eisenteile müssen zum Schutze gegen Rost- oder Grünspanbildung verzinkt oder verzinkt sein.

XIII. Signalapparate und Fernsprecher.

Als Signalapparate in Gebäuden dienen Glockenzüge, elektrische Läutewerke, ferner pneumatische oder Luftdrucktelegraphen und als Fernsprecher Sprechrohre und Telephone.

Glockenzüge werden heute vorteilhaft nur mehr durch elektrische Läutewerke (Haustelegraphen) ersetzt. Das Wesen und die Einrichtung der Haustelegraphen und der Telephone fällt in das Gebiet der Elektrotechnik und bestehen hierüber eine Unzahl guter Bücher.

Es werden daher in diesem Werke bloß die Sprechrohre (auch Sprachrohre genannt) und die pneumatischen oder Luftdrucktelegraphen besprochen.

1. Sprechrohre.

Sprechrohre können als Fernsprecher auf kürzere Entfernungen, z. B. zwischen den einzelnen Geschossen eines Gebäudes, wegen ihres einfachen und kostenlosen Betriebes als ganz zweckentsprechend und ökonomisch bezeichnet werden, bei guter Anlage kann man selbst auf Entfernungen bis 150 *m* sich gut verständigen.

Eine Sprechrohranlage besteht aus der 25—35 *mm* weiten Rohrleitung, welche an beiden Enden mit einem Mundstück (Sprechmuschel) samt Pfeife (Fig. 2, T. 103) abschließt.