

## 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*<sup>2</sup> Filteroberfläche in 24 Stunden Maximum 2·4 *m*<sup>3</sup> 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*<sub>1</sub> und des Überwasserkanals *e*<sub>2</sub> (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.