

D. Filteranlagen.

(Tafel 90.)

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. 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 1 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 gesundheitsschädlich, sondern nur gewisse Arten. Manche Bakterien, die man als gesundheitsschädlich 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 verunreinigende Wasser gezwungen, eine feine Sandschicht 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 Sandschicht 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 Schlammsschicht 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 Schlammsschicht 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 bis 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 filtrierte Wassers dienen die unmittelbar über dem Boden im Sammelraum angeordneten Ablaufhähne h_2 . Um das Aufwühlen der Sandschicht 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 Gebrauch 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, aus starkem Zinkblech hergestellt, stehen auf einem hölzernen Gestell in kühlen, luftigen Räumen.

Die beiden Filtergefäße werden mit ganz rein gewaschenem Material 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 filtrierte Wasser abgelassen wird, eingeleitet werden.

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

Vom Klärbottich soll immer so viel Wasser zufließen, daß dasselbe in den Filtergefäßen stets über das Schutzblech S reicht, da hierdurch am besten und einfachsten das Aufwühlen der Sandschicht verhindert wird und das Wasser auch imstande ist, auf der Oberfläche des Filtermaterials nach und nach eine Schlammschicht 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 jedermaliger 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 verschlammte ist und daher nicht mehr hinreichend Wasser durchläßt. Es muß dann die Schlammschicht und noch zirka 1 cm von der Sandschicht sorgfältig abgehoben werden. Hierzu läßt man vorerst das Wasser, soviel als nötig, durch den Hahn h_2 abfließen und hebt dann die verunreinigte Schicht 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 Sandschicht etwa nur mehr 30 bis 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 88, dargestelltes Beispiel einer Sandfilteranlage wird im Kapitel „Zisternen“ beschrieben. Auch bei diesem Beispiel sind die Grund-

bedingungen 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 Schlamm-schichten bis auf zirka 30 cm Dicke „abgearbeitet“ werden, bevor eine Nachfüllung nötig ist. Hierbei wird der Wasserspiegel im Filter durch Öffnen des Ventils *v* bis unter die Oberfläche der Sandschichte abgelassen.

2. Wormser Sandsteinfilter.

Sandfilter erfordern große Anlagen und liefern kein keimfreies Filtrat. Auch ist die Reinigung des Sandes sehr umständlich.

Die in Fig. 2 dargestellten Wormser Filterplatten sind der Hauptsache nach aus reinem Sande mit einer geringen Menge eines Bindemittels (wahrscheinlich Ton oder Schamotttemehl) in Platten von 100/100/10 cm Größe geformt und in einem Ofen bei einer Temperatur von 1000 bis 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 4 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 b) oder die Röhrchen *r* an das Sammelrohr wasserdicht anmontiert.

Diese Filterelemente bzw. Batterien erhalten ihre Aufstellung in einem Wasserreservoir, in welches sodann so viel zu reinigendes Wasser eingelassen wird, daß dasselbe noch 30 bis 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 Rückspülen, indem filtrierte 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* einzupumpenden Wasser (Fig. 2 d) geschehen. Das Rückspülen wird je nach der Beschaffenheit des Wassers alle 3 bis 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 hierdurch 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 Filterkerze oder auch Filterzylinder genannt wird und dessen Wände von unzähligen, mikroskopisch kleinen Kanälen durchzogen sind.

Das offene Ende des Filterzylinders ist mit einem dicht verkitteten Metallkopfstück versehen.

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 \ddot{o} 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 Schlammsschicht eine solche Dicke erreicht hat, daß nur mehr wenig Wasser abfließt, so kann durch Reinigen der Filteroberfläche die Leitungsfähigkeit 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.

Von den gebräuchlichsten derlei Filtern sind:

a) Tropffilter.

Diese bestehen aus einer oder mehreren Filterkerzen k (Fig. 3 A und B), welche mit ihren Abflußröhrchen \ddot{o} 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 3 Kerzen (Fig. 3 B) liefert 0.75 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 2 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 bis 39) Elemente an eine Einsatzplatte dicht befestigt und in einen gußeisernen, starkwandigen Topf so eingefügt, daß der Topf durch die Einsatzplatte in 2 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; man hat:

a) Delphin-Flaschenfilter.

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

Die Flasche wird 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 filtriert sich auf diesem Wege, sehr langsam. 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 verschlossenem 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 Filter bestehen aus folgenden Hauptteilen: Einer Saug- und Druckpumpe, einer Reinwasserkammer, einem Reinwasser- und einem Rohwasserabfluß und 4 Filterzylindern.

Die Filterzylinder enthalten 4 bis 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 Gang der Pumpe erkennt, so ist der Filter zu reinigen. Hierzu schraubt man die Schraubenmutter m von einem der 4 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 4 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 bis 100 l pro Stunde.

Auf einen Dreifuß montiert, stand dieser Filter auch als Armeefilter in Verwendung.

E. Zisternen.

Zisternen zum Aufspeichern und zugleich Reinigen von Wasser 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.

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.