

2792/III



TECHNISCHE SELBST- UNTERRICHTS-BRIEFE

Städtische Wasserversorgung

von

Dipl.-Ing. Arne Jansen

Herausgegeben vom
Rustinschen Lehrinstitut.

Mitarbeiter des Systems Karnack-Hachfeld

- Becher, Architekt / Becker, Dr. / Behr, Ing. / Bessert, Obering. / Biegler, Ing. /
 Bishoff, Dr. / Björneberg, Dipl.-Ing. / Blankenstein, Dr. / Bouché, Dipl.-Ing. /
 Brusch, Dipl.-Ing. / Buncz, Dipl.-Ing. / Büffelberg, Dr. / Cremer, Ing. / Dalber,
 Dr.-Ing. / Erkens, Dipl.-Ing. / Falk, Dipl.-Ing. / Fichtbauer, Dipl.-Ing. / Finger,
 Dipl.-Ing. / Freund, Regierungsbaumeister / Gebauer, Ing. / Glagel, Dr. / Göpper,
 Dipl.-Ing. / Hacker, Geh. Baurat / Hänchen, Dipl.-Ing. / Happach, Obering. / Heinrich,
 Ing. / Hoch, Prof. / Holm, Dr.-Ing. / Jansen, Dipl.-Ing. / Jöllenbeck, Ing. / Karraf,
 Dr.-Ing. / Kaschny, Ing. / Klatte, Architekt und Studienrat / Kniehahn, Dr.-Ing. /
 Köpfe, Gewerbeschuldirektor / Kirchner, Dr. / Kooß, Regierungsbaumeister / Loewer,
 Prof. / Mangels, Ing. / Mirow, Dipl.-Ing. / Moeller, Dr.-Ing. / Mühlbrett, Dr.-
 Ing. / Neddersen, Regierungsbaumeister / Ohlhans, Ing. / Over, Bergassessor / Pahl,
 Dipl.-Ing. / Pfeiffer, Dipl.-Ing. / Pohl, Ing. / Preßich, Dipl.-Ing. / Probst, Ing. /
 Prölk, Oberlehrer / Rahm, Prokurist / Ramißch, Prof. / Reinglaß, Ing. / Reinhardt,
 Dipl.-Ing. / Röder, Ing. / Rohr, Architekt / Roll, Dr.-Ing. / Rothmeister, Dipl.-
 Ing. / Seibt, Fachlehrer / Schmidt, Ing. / Schmidtke, Ing. / Schönrock, Dipl.-Ing. /
 Schulz-Schwieder, Dipl.-Handelslehrer / Schuppert, Dipl.-Ing. / Schutte, Regierungs-
 baumeister / Schwarz, Architekt / Springer, Dipl.-Ing. / Steger, Dipl.-Ing. / Straube,
 Dr.-Ing. / Warnatjch, Architekt / Warschko, Obering. / Wiechert, Dekorations- und
 Kunstmaler / Willecke, Ing.

Lieferung 5



Alle Rechte vorbehalten

Verlag von Bonneß & Hachfeld / Potsdam und Leipzig



141 832

0591114

Städtische Wasserversorgung

Brief 5

Bierzehnte Stunde

A. Vortrag

b) Höhenlage des Hochbehälters

169. Der Hochbehälter soll durch seine Höhenlage einen gewissen Druck für das Versorgungsgebiet hervorrufen. Die Größe dieses Druckes richtet sich nach dem Verbrauchszweck des Wassers. Bei der städtischen Wasserversorgung sind in erster Linie besonders der häusliche Bedarf und die Feuerbekämpfung zu berücksichtigen.

170. Für die Zwecke der häuslichen Versorgung genügt ein Druck, der imstande ist, das Wasser in dem höchsten Stockwerk mit einer genügenden Geschwindigkeit dem Zapfhahn entströmen zu lassen. Dieser Druck wird nach Thiem „bürgerlicher Versorgungsdruck“ genannt und über Straßenhöhe gemessen. Man wählt den bürgerlichen Versorgungsdruck erfahrungsgemäß etwa 6 m höher als die höchstgelegene Zapfstelle des Versorgungsgebietes. In einem Haus mit drei Hauptgeschossen zu je 3,5 m = $3 \cdot 3,5 = 10,5$ m, in dem das Untergeschoß 2 m über Straßenhöhe und die Zapfstelle im Dachgeschoß 1,2 m über dem Fußboden liegen, bekommt man für die höchstgelegene Zapfstelle $2,0 + 10,5 + 1,2 = 13,7$ m über Straßenhöhe. Fügt man 6 m hinzu, so ergibt sich etwa 20 m Höhe. Je nach der in den Städten üblichen Bauweise wird somit der bürgerliche Versorgungsdruck mit 20 bis 25 m ausreichend bemessen sein. In Großstädten mit hohen Häusern wird man ihn vielleicht auf etwa 30 m erhöhen müssen. Falsch ist es aber, den Versorgungsdruck mit Rücksicht auf das Vorhandensein einzelner Hochhäuser zu erhöhen. Solche Häuser werden zweckmäßig mit besonderen Anlagen zur Erhöhung des Druckes versehen.

171. Die zur Feuerbekämpfung erforderliche Druckhöhe richtet sich nach der Art und Weise, wie das Wasser der städtischen Leitung für diesen Zweck verwendet wird bzw. nach den Ansprüchen, welche die Feuerwehr der betreffenden Stadt in dieser Richtung stellt. Man kann das Wasser aus den Hydranten unmittelbar mit Schlauchleitung und Strahlrohr zur Bekämpfung des Feuers entnehmen. In diesem Fall ergibt sich die erforderliche Druckhöhe aus folgendem Beispiel:

Die gegenseitige Entfernung der Hydranten kann man im Durchschnitt zu etwa 100 m annehmen. Wir nehmen an, daß das Strahlrohr 6 Liter Wasser in der Sekunde geben kann, die Höhe des Hauptgesimses über Straßenhöhe 15 m beträgt. Liegt das Haus in der Mitte zwischen zwei Hydranten, so ist eine Schlauchlänge von $50 + 15 = 65$ m erforderlich, um bis zum Gesims zu gelangen. Der Druckverlust in dem Schlauch zur Förderung von 6 Sekundenlitern beträgt etwa 0,1 m je laufenden Meter, für die ganze Schlauchlänge also 6,5 m. Verlangt man nun einen 10 m hohen Strahl aus dem Strahlrohr, so ist hierzu eine Druckhöhe von 11 m erforderlich. Hieraus ergibt sich insgesamt wie folgt:

Haushöhe bis zum Hauptgesims	15,0 m
Druckverlust im Schlauch	6,5 "
Druckhöhe zur Erzeugung eines 10 m hohen Strahls	11,0 "
Erforderliche Druckhöhe	<u>32,5 m</u>

In Großstädten muß man mit erheblich höheren Häusern rechnen und somit mit einer größeren Druckhöhe. Wird nun das Wasser dem Versorgungsgebiet mit natürlichem Gefälle zugeführt, so daß die Erhöhung des Druckes keine großen Mehrkosten erfordert, so wird man das Wasser vielfach unter diesem größeren Druck zur Verteilung bringen. Wird aber das Wasser künstlich gehoben, so erfordert jede Druckerhöhung eine wesentliche Erhöhung der Betriebskosten.

172. Da die zur Feuerbekämpfung einschließlich der Übungszwecke der Feuerwehr verbrauchte Wassermenge gegenüber dem Gesamtverbrauch äußerst gering ist, so wäre es unwirtschaftlich, nur mit Rücksicht auf die Feuerbekämpfung den Betriebsdruck zu erhöhen. In den meisten Städten wird das Wasser der städtischen Leitung deshalb nur dazu benutzt, die Feuerspritzen zu speisen; diese geben dann dem Wasser den erforderlichen Druck. Schließlich ist auch darauf hinzuweisen, daß selbst beim Vorhandensein eines größeren Druckes ein Hydrant niemals in der Lage ist, eine Feuerspritze zu ersetzen. Die Feuerspritze ist nicht ortsgebunden und kann an jeder beliebigen Stelle wirksam sein, während bei den Hydranten die Leistung mit der Entfernung der Brandstätte von den Hydranten schnell abnimmt. Die Feuerwehr kann deshalb selbst bei großem Druck in der Leitung die Feuerspritze nie entbehren. Zur Speisung der Feuerspritzen reicht der bürgerliche Versorgungsdruck völlig aus.

173. Unter der letzten Voraussetzung muß der Hochbehälter so hoch über dem Versorgungsgebiet liegen, daß das Wasser selbst in den höchsten Punkten des Versorgungsgebietes bei dem größten

Verbrauch eine Druckhöhe mindestens gleich dem bürgerlichen Versorgungsdruck besitzt. In einem Versorgungsgebiet, das große Höhenunterschiede aufweist, wird der Leitungsdruck sehr verschieden sein. Mit Rücksicht auf die Betriebssicherheit (Dichtigkeit der Rohrmuffen usw.) ist aber nur eine Druckhöhe von höchstens 50 bis 60 m zulässig. Wenn das Versorgungsgebiet größere Höhenunterschiede aufweist, wird eine Teilung in zwei oder mehrere Druckzonen mit getrennter Wasserzuführung nötig.

B. Zusammenfassung

Der erforderliche Versorgungsdruck richtet sich bei der städtischen Wasserversorgung hauptsächlich nach dem häuslichen Bedarf und der Feuerbekämpfung. Den erforderlichen Druck für die häusliche Versorgung nennt man bürgerlicher Versorgungsdruck. Er wird etwa 6 m höher gewählt als die höchstgelegene Zapfstelle des Versorgungsgebietes und beträgt bei mittleren Städten etwa 20 bis 25 m. Der zur Feuerbekämpfung erforderliche Druck richtet sich danach, wie das Wasser der städtischen Leitung für diesen Zweck benutzt wird. Soll die Feuerbekämpfung unmittelbar mit dem Druck des Leitungsnetzes erfolgen, so muß dieser dem bürgerlichen Versorgungsdruck erheblich übersteigen. In der Regel bedient sich die Feuerwehr besonderer Feuerspritzen, die dem Wasser den erforderlichen Druck geben, während die städtische Wasserleitung nur zur Speisung der Feuerspritzen dient. In diesem Fall reicht der bürgerliche Versorgungsdruck auch für Brandfälle völlig aus. Der Hochbehälter muß infolgedessen so hoch über dem Versorgungsgebiet liegen, daß das Wasser selbst in den höchstliegenden Punkten des Versorgungsgebietes bei dem größten Verbrauch einen Druck mindestens gleich dem bürgerlichen Versorgungsdruck besitzt.

C. Besprechung des Lehrstoffs

Frage: Wie nennt man den für die häusliche Wasserversorgung erforderlichen Druck? **Antwort:** Bürgerlicher Versorgungsdruck. **F.:** Wie groß wählt man den bürgerlichen Versorgungsdruck? **A.:** Etwa 6 m höher als die höchstliegende Zapfstelle des Versorgungsgebietes. **F.:** Wonach richtet sich der zur Feuerbekämpfung erforderliche Versorgungsdruck? **A.:** Danach, ob das Wasser unmittelbar mit dem Versorgungsdruck oder mit Hilfe von Feuerspritzen für die Feuerbekämpfung benutzt wird. **F.:** Wie hoch über dem Versorgungsgebiet muß der Hochbehälter im allgemeinen liegen? **A.:** So hoch, daß das Wasser selbst in den höchstliegenden Punkten des Versorgungsgebietes bei dem größten Verbrauch einen Druck mindestens gleich dem bürgerlichen Versorgungsdruck besitzt.

A. Vortrag

c) Örtliche Lage des Hochbehälters

174. Je näher der Hochbehälter an dem Versorgungsgebiet liegt, um so besser kann er seinen Zweck, das aufgespeicherte Wasser in den Stunden des größten Verbrauchs abzugeben, erfüllen. Mit Rücksicht hierauf ist die günstigste Lage, die der Behälter erhalten kann, der Schwerpunkt des Versorgungsgebietes in bezug auf die Wasserabgabe. In diesem Fall wird auch das Rohrnetz des Ver-

versorgungsbereiches am billigsten. Diese Anordnung kommt aber nur dann in Frage, wenn das Versorgungsgebiet und seine nächste Umgebung vollständig flach sind, so daß man gezwungen ist, den Hochbehälter als Turmbehälter auszuführen. Mit Rücksicht auf geringe Baukosten wird man aber den Hochbehälter möglichst auf natürliche Anhöhen verlegen, die nur in Ausnahmefällen in der Nähe des Schwerpunktes des Versorgungsgebietes, in der Regel aber an dessen Umfange liegen. Es wird dann in jedem einzelnen Fall zu entscheiden sein, welche Stelle dieser Anhöhen die geeignetste ist, wobei auch die Grunderwerbskosten zu berücksichtigen sind. Jedenfalls wird man aber immer versuchen, den Behälter so nahe wie möglich an das Versorgungsgebiet heranzurücken.

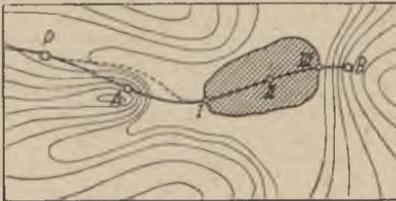


Abb. 63. Auswahl der Lage des Hochbehälters — Lageplan

versorgungsbereich. Die Punkte I, II und III stellen Anfang, Schwerpunkt und Ende des Versorgungsgebietes dar. Früher hat man den Hochbehälter gewöhnlich zwischen der Wasserbezugsstelle und dem Versorgungsgebiet gelegt. Dieser Fall, Behälter vor dem Versorgungsgebiet oder Durchlaufbehälter, entspricht der Lage A der Abb. 63. Neuerdings kommt vielfach die Lage B, Behälter hinter dem Versorgungsgebiet oder Endbehälter, vor.

Die Zuleitung ist für diesen Fall gestrichelt dargestellt. Ist sowohl vor wie auch hinter dem Versorgungsgebiet ein Hochbehälter vorhanden (Lage A und B), so nennt man den letzten Gegenbehälter.

176. Abb. 64 a stellt den Fall des Hochbehälters vor dem Versorgungsgebiet im Längsschnitt schematisch dar. Die Falleitung AI muß in diesem Fall nach dem größten Stundenbedarf bemessen werden; die Druckleitung vom Pumpwerk bis zum Hochbehälter hat nur den mittleren Stundenbedarf zu fördern. Die Wasserbewegung

175. Hinsichtlich der gegenseitigen Lage von Wasserbezugsstelle, Hochbehälter und Versorgungsgebiet ergeben sich verschiedene Lösungen, die in Abb. 63 im Lageplan dargestellt sind. Hierin bedeuten P das Pumpwerk und die schraffierte Fläche das Versorgungsgebiet.

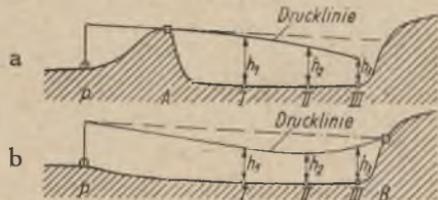


Abb. 64. Versorgungsdruck bei

- a) Durchlaufbehälter und
- b) Gegenbehälter — Längsschnitte nach Abb. 63

erfolgt nur nach einer Richtung. Der Versorgungsdruck nimmt in der Richtung A nach III stark ab. Die Drucklinie wird etwa so verlaufen, wie in der Abbildung angedeutet ist. In dem vom Hochbehälter entferntestliegenden Punkt des Versorgungsgebietes III muß der Druck h_3 bei dem größten Stundenverbrauch mindestens gleich dem bürgerlichen Versorgungsdruck sein (nach Abf. 174). Tritt nun eine Rohrunterbrechung auf der Strecke A I ein, so wird die ganze Versorgung stillgelegt.

177. In Abb. 64 b liegt der Hochbehälter hinter dem Versorgungsgebiet. Bei dem größten Stundenverbrauch würde die Drucklinie etwa so verlaufen, wie in der Abbildung angedeutet ist. Man sieht, daß dann die Speisung eines Teils des Versorgungsgebietes (etwa I bis II) von der Hauptzuleitung erfolgt, während der andere Teil (II bis III) vom Hochbehälter versorgt wird. Bei dem größten Stundenverbrauch würde also die von P ausgehende Leitung nur einen Teil — etwa die Hälfte — der Wassermenge zu führen haben, die im ersten Fall (a) die Falleitung A I führen muß. Die Druckhöhe bei dem größten Stundenverbrauch erreicht jetzt etwa in der Mitte der Stadt ihr Minimum und steigt von da aus nach beiden Richtungen an. Da der Wasserzufluß von zwei Seiten erfolgen kann, so wird ein Rohrbruch auf der Strecke P nach I oder B nach III noch keine Stilllegung der Versorgung bedeuten. Die Betriebssicherheit ist also größer als im Falle a. Die Strömungsrichtung des Wassers wechselt oft, je nachdem ob der Behälter gefüllt oder entleert wird. Dadurch wird eine Stagnation (Abstehen) des Wassers in den Leitungen verhütet.

178. Würde man neben dem Hochbehälter bei B noch den Hochbehälter bei A bestehen lassen, so würde sich die Verteilung des Versorgungsdruckes günstiger gestalten, weil die Drucklinie vor dem Versorgungsgebiet hoch gehalten wäre. Fügt man einen dritten Behälter dazu, so erreicht man eine noch bessere Verteilung des Druckes usw. Bei größeren Anlagen ist es deshalb im allgemeinen vorteilhaft, statt eines einzigen großen Hochbehälters mehrere kleinere von gleichem Gesamtinhalt anzulegen.

Bezüglich der baulichen Ausführung unterscheidet man im Boden eingebaute Behälter oder Erdbehälter und Behälter auf Unterbau oder Turmbehälter.

B. Zusammenfassung

Die wissenschaftlich günstigste Lage des Hochbehälters ist der Schwerpunkt des Versorgungsgebietes bezüglich der Wasserabgabe. Mit Rücksicht auf geringe Baukosten wird man aber den Hochbehälter möglichst auf natürlichen Anhöhen errichten, die in der Regel nur am Umfang des Versorgungsgebietes vorhanden sind. Man unterscheidet dann Behälter vor dem Versorgungsgebiet oder Durchlaufbehälter und Behälter hinter dem Versorgungsgebiet oder Endbehälter. Ist sowohl vor wie auch hinter dem Versorgungsgebiet

ein Hochbehälter vorhanden, so nennt man den letzten Gegenbehälter. Bezüglich der baulichen Ausführung der Hochbehälter unterscheidet man Erdbehälter und Turmbehälter. Bei großen Anlagen werden oft mehrere Hochbehälter angelegt.

C. Besprechung des Lehrstoffs

Frage: Welche Lage des Behälters ist die wissenschaftlich günstigste? **Antwort:** Die im Schwerpunkt des Versorgungsgebietes in bezug auf die Wasserabgabe. **F.:** In welchem Falle nennt man den Hochbehälter Endbehälter? **A.:** Wenn er der einzige der Anlage ist und am Ende des Versorgungsgebietes liegt. **F.:** Welche Folge hat ein Rohrbruch in der Zuleitung, wenn der Hochbehälter vor dem Versorgungsgebiet liegt? **A.:** In diesem Falle wird die ganze Versorgung stillgelegt. **F.:** Wie unterscheidet man die Hochbehälter bezüglich der baulichen Ausführung? **A.:** Man unterscheidet eingebaute Behälter oder Erdbehälter und Behälter auf Unterbau oder Turmbehälter.

D. Zur Wiederholung

108. Wie groß muß der Versorgungsdruck für die häusliche Wasserversorgung sein? 109. Was versteht man unter dem bürgerlichen Versorgungsdruck? 110. Von wo aus wird der bürgerliche Versorgungsdruck gemessen? 111. Bei welchen Versorgungsanlagen übersteigt der Druck unter Umständen den bürgerlichen Versorgungsdruck? 112. Warum wird der Hochbehälter im allgemeinen am Umfang des Versorgungsgebietes und nicht in seiner Mitte errichtet? 113. Wie unterscheidet man die Hochbehälter bezüglich ihrer Lage?

E. Aufgaben

31. Welche Druckhöhe ist für Feuerlöschzwecke erforderlich, wenn die Haushöhe bis zum Hauptgesims 18 m, der Druckerlust im Schlauch 7 m beträgt und ein 12 m hoher Strahl erzeugt werden soll?
32. Warum ist eine Druckhöhe bis zu 50 und 60 m nur zulässig?

Fünfte Stunde

A. Vortrag

d) Erdbehälter

179. Es ist zweckmäßig, den Hochbehälter in zwei getrennte Kammern zu zerlegen, so daß man ohne Betriebsunterbrechung die beiden Kammern abwechselnd entleeren und reinigen bzw. ausbessern kann. Eine solche Teilung des Behälters kann bei Erdbehältern meist ohne große Mehrkosten erreicht werden, da die Trennungswand fast immer auch als Tragwand für die Abdeckung des Behälters dienen kann. Jede Behälterkammer ist mit einem *U b e r l a u f* zu versehen, um zu verhindern, daß der Wasserstand eine gewisse vorgeschriebene Höhe überschreitet. Ebenso erhält jede Behälterkammer einen *V e e r l a u f*, der zur Entleerung und zur Abführung des unreinen Wassers bei der Reinigung des Behälters dient. Jeder Behälter und jede Behälterkammer müssen durch Treppen, Steigeisen oder Leitern gut zugänglich, aber für Unbe-

lugte vollkommen unbetretbar sein. Die Öffnungen müssen so groß sein, daß Rohre, Schieber usw. hindurchgebracht werden können. Den Behälterinhalt auf mehr als zwei Kammern zu verteilen, ist nicht zu empfehlen. Bei kleinen Anlagen kann man sich auch mit einer Kammer begnügen, wenn zwischen dem Zulauf und Ablauf eine sog. Umgangsleitung vorgesehen oder beim Pumpenbetrieb ein Standrohr mit Überlauf in einer Vorkammer eingerichtet wird, so daß bei etwaiger Entleerung des Behälters die Wasserversorgung mit unverändertem Druck aufrechterhalten werden kann.

180. Die Erdbehälter werden entweder mit rechteckiger oder kreisrunder Grundfläche ausgeführt. Die wissenschaftlich günstigste Form, d. h. die Form, die unter sonst gleichen Umständen die geringsten Kosten verursacht, erhält man bei einem zweikammerigen Behälter von rechteckiger Grundfläche, wenn die Breite b einer Kammer das 0,75fache der Länge l der Kammer beträgt, wobei die Trennungswand zwischen beiden Kammern die Länge l besitzt (vgl. Abb. 65). In der Regel hat es aber keinen praktischen Wert, solche günstigen Formen abzuleiten, weil die Kosten auch von den örtlichen Verhältnissen des Bauplatzes abhängig sind. Nur selten ist deshalb die wissenschaftlich günstigste Form auch die praktisch günstigste.

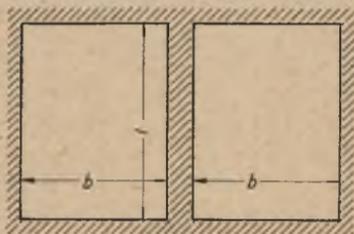


Abb. 65. Grundrißausbildung von rechteckigen Zweikammer-Erdbehältern

181. Bezüglich der Wassertiefe im Behälter ist zu bemerken, daß eine größere Tiefe eine geringere Grundfläche, aber tragfähigere Umfassungswände fordert (infolge des erhöhten Wasserdruckes). Allgemeine Formeln zur Berechnung der günstigsten Wassertiefe können nicht gegeben werden. Sie richtet sich in der Hauptsache nach der Form der Umfassungswände und ist in jedem einzelnen Fall durch Vergleichsrechnungen zu ermitteln. Die Wassertiefe schwankt bei kleineren und mittleren Erdbehältern zwischen 2,5 und 4 m, bei größeren zwischen 3 und 5 m.

182. Um das Wasser vor Verunreinigungen von außen und vor Temperatureinflüssen zu schützen, werden die Behälter zum Zwecke der städtischen Wasserversorgung stets abgedeckt. Die Abdeckung erfolgt bei Erdbehältern entweder durch ebene Betondecken zwischen eisernen I-Trägern, ebene Decken aus Eisenbeton oder Gewölbe aus Mauerwerk, Beton oder Eisenbeton. Die Erdbehälter werden zum Schutz gegen Temperatureinflüsse noch mit einer 1,0 bis 1,5 m dicken Erdschüttung geschützt. In der Decke werden Lüftungsrohre angeordnet; diese sind so anzulegen,

daß das Wasser nicht von außen zufällig oder böswillig verunreinigt werden kann.

183. Die Seitenwände des Erdbehälters können entweder als Stützmauern oder als Fortsetzung der Gewölbe ausgeführt werden. Als Baumaterial kommt Mauerwerk, Beton oder Eisenbeton zur Anwendung. Die Wandflächen werden durch einen 2 cm dicken Zementverputz wasserdicht hergestellt.

184. Die Sohle des Erdbehälters wird im allgemeinen aus Beton, seltener aus Mauerwerk hergestellt. Durch einen 2 cm dicken Zementverputz wird die Sohle wasserdicht gemacht. Auf festem Felsboden empfiehlt es sich in der Regel, die ganze Behältersohle in einem Stück herzustellen und darauf erst die Stützen und Wände aufzusetzen. Bei ungleichmäßigem Boden wird man jedoch sowohl die Umfassungswände wie auch die Zwischenwände und Stützen für sich gründen und die Sohle nachher einbringen, wenn die Wände, der verschiedenen Belastung und Baugrund entsprechend, sich gesetzt haben. Würde man in diesem Falle die Sohle als durchgehende Platte zunächst ausführen und die Wände darauffsetzen, so würde das ungleichmäßige Setzen des Bauwerks leicht Risse in der Platte hervorrufen, wenn diese dann nicht aus Eisenbeton ausgeführt wird.

185. Die statische Berechnung des Erdbehälters muß mehrere Fälle vorsehen, denjenigen des gefüllten und des leeren Behälters, sowie denjenigen Fall, bei dem eine Kammer gefüllt, die andere leer ist. Die Seitenwände müssen dem einseitigen Erddruck bei leerem und den zusammengesetzten Erd- und Wasserdruck bei gefülltem Behälter widerstehen können. Unter Umständen müssen sie auch für den Fall berechnet werden, daß der Behälter gefüllt ist und die Erdhinterfüllung fehlt. Die Mauer zwischen den Kammern muß einseitigem Wasserdruck widerstehen können, weil er eintritt, wenn eine Kammer zur Reinigung entleert und die andere gefüllt ist.

186. Bei dem Eintreten des Wassers von der Zuleitung in den Hochbehälter wird seine Geschwindigkeit wegen der bedeutenden Vergrößerung des Durchflußquerschnittes erheblich herabgesetzt. Um zu verhindern, daß sich zwischen Einlauf und Auslauf ein unmittelbarer Wasserweg bildet, während die übrigen Wassermassen allzulange im Behälter bleiben und an Frische einbüßen, hat man im Behälter Leitwände eingebaut (vgl. Abb. 66). Diese zwingen das Wasser, von dem Einlauf den ganzen Behälter durchzulaufen, um in die Entnahmeleitung zu gelangen. Die Leitwände können gleichzeitig die Decken tragen und müssen dann entsprechend bemessen sein. Vielfach verwendet man zur Unterstützung der Decke Pfeiler. Man kann dann zwischen diesen die Leitwände als ganz dünne Eisenbetonwände ausbilden und ver-

meidet dadurch eine unnötige Verkleinerung des nutzbaren Behälterinhalts.

187. Zu- und Ablaufleitungen sowie die Leerlaufleitungen sind mit Schiebern zu versehen. In der Regel pflegt man sämtliche Schieber in einem besonderen Raum, der sog. *Vorkammer* oder *Schieberkammer*, unterzubringen. Die Bestimmung jedes einzelnen Schiebers ist in deutlicher Weise erkenntlich zu machen, so daß Fehlgriffe verhindert werden. Abb. 66 stellt die Anordnung der Schieberkammer und Rohrleitungen für einen Behälter mit zwei Kammern dar. Es bezeichnen *a* die Zulaufleitung,

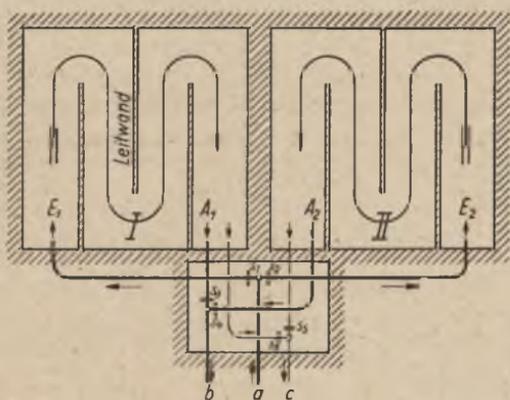


Abb. 66. Wasserumlauf in einem Erdbehälter mit Schieberkammer

b die Ablaufleitung, *c* die Leerlaufleitung, *s*₁ bis *s*₆ Schieber. Bei gewöhnlichem Betrieb sind die Schieber *s*₁, *s*₂, *s*₃ und *s*₄ geöffnet, die Schieber *s*₅ und *s*₆ geschlossen. Das durch die Zulaufleitung *a* zugeführte Wasser tritt bei *E*₁ und *E*₂ in die Behälterkammer, durchströmt diese in der Richtung der eingezeichneten Pfeile und tritt bei *A*₁ und *A*₂ in die Ablaufleitung. Soll nun z. B. die Kammer II ausgeschaltet und entleert werden, so sind die Schieber *s*₂ und *s*₄ zu schließen, der Schieber *s*₅ zu öffnen, wodurch der Betrieb mit der Kammer I ungestört aufrechterhalten werden kann. In der Abbildung ist vorausgesetzt, daß Zu- und Ablaufleitung getrennt sind. Sehr häufig ist das Zulauf- oder Steigrohr auch gleichzeitig Ablauf- oder Fallrohr, so daß sich die Ein- und Austrittsleitungen unmittelbar vor dem Behälter in der Schieberkammer vereinigen. In einem solchen Falle sind beide Leitungen mit Rückschlagklappen zu versehen, die so angeordnet sind, daß das Wasser an einem Ende der Behälterkammer nur eintreten, am anderen Ende nur austreten kann. Das Einlaufrohr soll (bei *E*₁ bzw. *E*₂) nicht tiefer als 15 cm über der Sohle des Behälters einmünden, damit etwa abgelagerter Sand und

Schlamm nicht aufgerührt wird. Auch das Auslaufrohr soll (bei A_1 bzw. A_2) mindestens 15 cm über der Sohle angelegt werden, damit das Abziehen von Schlamm oder trübem Wasser vermieden wird. Will man den nutzbaren Inhalt des Behälters noch weiter verwerten, also eine geringere als die angegebene Höhe über der Sohle für den Auslauf einführen, so muß das Auslaufrohr über einen sog. Sumpf, d. h. eine Vertiefung gesetzt werden (vgl. Abb. 67). Der Leerlauf muß von der tiefsten Stelle des Behälters ausgehen, um eine Abführung des unreinen Wassers zu ermöglichen.

188. Abb. 67 stellt den Erdbehälter für das Wasserwerk der Stadt Leipzig in Längenschnitt und Querschnitt dar. Der Be-

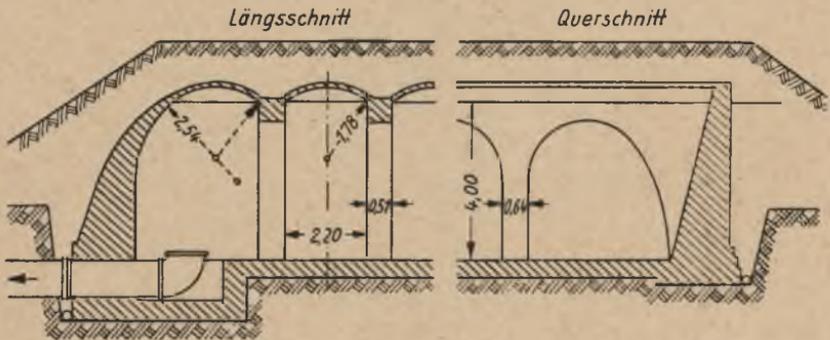


Abb. 67. Erdbehälter aus Beton — Wasserwerk Leipzig

hälter ist in Beton ausgeführt. Die den Kappen parallelen Umfassungswände sind als Verlängerung des Gewölbes, die Umfassungswände senkrecht dazu als Stützmauern ausgebildet.

189. Abb. 68 zeigt einen Erdbehälter aus Eisenbeton von 3200 m³ Nutzinhalt, der im Jahre 1907 von der Firma Robert Grasdorf, Hannover, auf dem Schölerberge bei Dsnabrück erbaut wurde. Das Bauwerk besteht aus zwei nebeneinanderliegenden kreisrunden Kammern von je 1600 m³ Nutzinhalt und einer dazwischenliegenden Schieberkammer zur Aufnahme der Schieber und Rohrverbindungen. Die größte Wassertiefe beträgt 4,5 m. Zum Schutz gegen Temperatureinflüsse von außen sind alle Teile des Behälters mit einer mindestens 1,2 m dicken Erdschüttung bedeckt. Die Abdeckung der beiden Behälterkammern besteht aus einer kuppelartig gewölbten Eisenbetondecke, die durch eine kreisförmig angeordnete Säulenreihe aus Eisenbeton eine Zwischenstützung erhält. Der Eisenbetonboden sowie sämtliche anderen vom Wasser bespülten Innenflächen erhielten einen 2 cm dicken wasserdichten Zementverputz. Die Außenflächen der Abdeckung wurden ebenfalls mit

Zementverputz und einem zweimaligen Leer-Goudron-Anstrich versehen.

Die Eisenbetonbauweise eignet sich vor allem für die Herstellung von großen Behältern. Bei kleineren Behältern sind die Eisen-

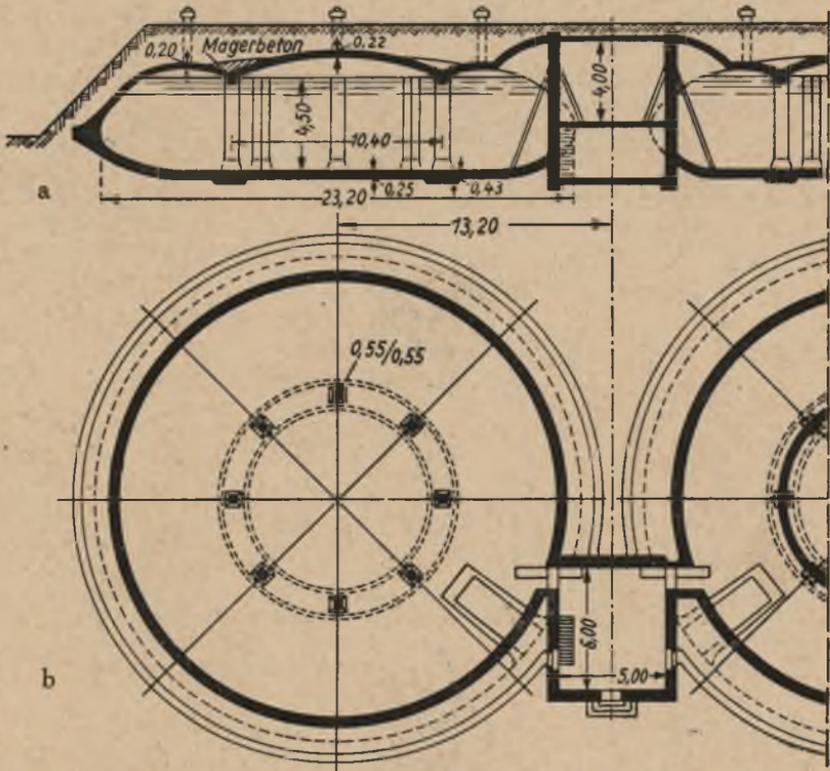


Abb. 68. Eisenbehälter aus Eisenbeton — Wasserwerk Schölerberg, Osnabrück
a) Längsschnitt, b) Grundriß

betonbehälter aber nicht immer billiger als solche aus Mauerwerk oder Beton. In vielen Fällen besitzen sie jedoch große Vorzüge, so z. B. bei schlechtem Baugrund, unregelmäßiger Form des Geländes, bei teuren Kies-, Sand- und sonstigen Baustoffpreisen und bei schlechten Zufahrtswegen, mit denen beim Behälterbau häufig zu rechnen ist.

B. Zusammenfassung

Es ist zweckmäßig, den Hochbehälter in zwei Kammern zu zerlegen, so daß bei Reinigung und Ausbesserung eine Kammer immer in Betrieb gehalten werden kann. Jede Behälterkammer erhält außer Ein- und Auslauf noch Überlauf, Leerlauf und Entlüftungsvorrichtungen und muß durch Treppen, Steigeisen oder Leitern zugänglich sein. Die Erdbehälter werden

mit rechteckiger oder kreisrunder Grundfläche ausgeführt. Die Wassertiefe schwankt bei kleinen Behältern zwischen 2,5 und 4 m, bei großen zwischen 3 und 5 m. Zum Schutz gegen Temperatureinflüsse und Verunreinigung von außen wird der Behälter durch ebene oder gewölbte Decken abgedeckt, die eine 1,0 bis 1,5 m dicke Erdschüttung tragen. Decke, Seitenwände und Sohle werden aus Mauerwerk, Beton oder Eisenbeton hergestellt. Die Eisenbetonbauweise eignet sich besonders für die Herstellung von großen Behältern. Die vom Wasser gespülten Flächen des Behälters werden mit einem etwa 2 cm dicken wasserdichten Zementverputz versehen. Bei der statischen Berechnung der Behälter sind mehrere Fälle zu untersuchen, und zwar derjenige des gefüllten und des leeren Behälters, sowie der Fall, bei dem eine Kammer gefüllt, die andere leer ist. Zu- und Abfluss des Wassers sollen so angeordnet sein, daß das eintretende Wasser den ganzen Behälter durchlaufen muß, um in die Ablaufleitung zu gelangen, wodurch ein Abfließen des Wassers verhindert wird. Um dies zu erreichen, wird der Behälter durch Leitwände geteilt, die unter Umständen auch die Decke tragen. Zu- und Ablaufleitungen sowie die Leerlaufleitungen sind mit Schiebern zu versehen, die zweckmäßig alle in eine Schieberkammer untergebracht werden.

C. Besprechung des Lehrstoffs

Frage: Welches sind die wichtigsten Einrichtungen, die ein Behälter erhalten muß? **Antwort:** Zu- und Abfluss, Überlauf, Leerlauf, Entlüftungs- und Einsteigvorrichtungen. **F.:** Warum muß jeder Behälter einen Leerlauf besitzen? **A.:** Um den Behälter im Falle einer Reinigung oder Ausbesserung vollständig entleeren zu können. **F.:** Wie wird der Behälterinhalt gegen Temperatureinflüsse und Verunreinigung von außen geschützt? **A.:** Durch Abdeckung und Erdschüttung. **F.:** Wie werden die vom Wasser gespülten Flächen des Behälters wasserdicht gemacht? **A.:** Durch einen etwa 2 cm dicken wasserdichten Zementverputz. **F.:** Warum werden im Behälter Leitwände eingebaut? **A.:** Um zu bewirken, daß das eintretende Wasser sich gleichmäßig durch den ganzen Behälter bewegt und an keiner Stelle sich längere Zeit aufhält. **F.:** An welcher Stelle wird der Leerlauf des Behälters angeordnet? **A.:** An der tiefsten Stelle des Behälters.

A. Vortrag

e) Turmbehälter

190. Ist in dem Versorgungsgebiet oder in seiner nächsten Umgebung kein genügend hochgelegenes Gelände zum Bau eines Erdbehälters vorhanden, so muß der Hochbehälter auf einen Unterbau gesetzt werden. Solche Behälter nennt man Turmbehälter. Der Unterbau wird aus Mauerwerk, Beton, Eisenbeton oder als Eisenkonstruktion hergestellt. Bei der Berechnung des Unterbaues sind nicht nur die senkrecht wirkenden Lasten, sondern auch die schräg wirkenden Kräfte, wie der Winddruck, auf Behälter und Unterbau zu berücksichtigen. Als Baustoff für den Behälter selbst kam ursprünglich in erster Linie Gußeisen in Betracht, das den Angriffen der Feuchtigkeit am besten widersteht. Tatsächlich ist auch eine große Anzahl gußeiserner Behälter gebaut worden. Sie erfordern aber eine viel größere Wanddicke als Behälter aus Stahl. Da man auch durch

geeigneten Anstrich die schmiedeeisernen Behälter sehr lange Zeit gegen das Rosten schützen kann, so werden stählerne Turmbehälter heute nicht mehr aus Gußeisen, sondern ausschließlich aus **Stahl** hergestellt. Daneben wird auch häufig **Eisenbeton** verwendet.

191. Stahlbehälter können mit rechteckiger Grundfläche und ebenem Boden, der auf Trägern aufliegt, ausgeführt werden. Diese Form erfordert aber ein großes Gewicht und kommt nur für kleinere Behälter in Frage. Sehr bald ist man deshalb zu zylindrischen Behältern mit kreisrundem Querschnitt und durchhängendem Boden übergegangen. Die heute gebräuchlichsten Arten von stählernen Behältern haben fast alle den kreisrunden Querschnitt gemeinsam und unterscheiden sich nur durch die Form des Bodens, sowie die Art der Auflagerung, die entweder am Rande oder innerhalb des Bodens erfolgt. Die älteste Form solcher Behälter zeigt Abb. 69. Die Auflagerung erfolgt an dem Zusammenschluß des zylindrischen Mantels mit dem als Kugelabschnitt ausgeformten Boden. Diese Form hat den Nachteil, daß der Auflagering außer der Vertikallast noch große Horizontalkräfte H aufzunehmen hat und deshalb einen bedeutenden Querschnitt erhalten muß. Da diese Horizontalkräfte mit der Wassertiefe im Behälter zu- und abnehmen, sind aber trotz stark ausgeführter



Abb. 69. Älteste Form der Stahl-Behälter

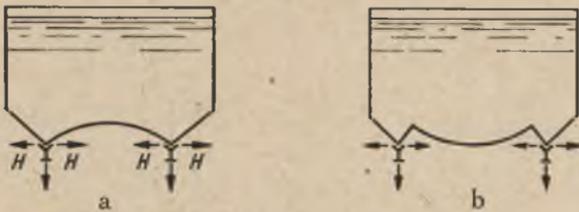


Abb. 70. Inge-Behälter — Auflagering spannungslos
a) Ältere Form, b) häufig ausgeführte Form

Auflageringe Lockerungen des Auflagermauerwerks nicht zu vermeiden.

192. Inge hat deshalb die Auflagerung am Rande verlassen und sie statt dessen innerhalb des Bodens angeordnet. Den Boden setzte er aus einem Regel- und einem Kugelabschnitt derartig zusammen (Abb. 70 a), daß die von dem Regel- und Kugelboden herrührenden einander entgegengesetzten horizontalen Kräfte gleich groß werden und sich gegenseitig aufheben. Dadurch hat er einen spannungslosen Auflagering erhalten, der sich nicht bewegt. Durch den geringeren Durchmesser des Auflageringes wird außerdem der Unterbau des Behälters erheblich

billiger. Die Ingebehälter sind in vielen verschiedenen Ausführungsformen vorhanden. Abb. 70 b stellt die Form dar, die am häufigsten zur Ausführung gelangt. Abb. 71 zeigt einen solchen Behälter auf einem Unterbau aus Mauerwerk. Die äußere Form des Bauwerkes ist nach dem jeweiligen architektonischen Geschmack gewandelt worden.

193. Da die Ausführung der Ingebehälter wegen der unregelmäßigen Bodenform schwierig und teuer ist, hat Barkhausen

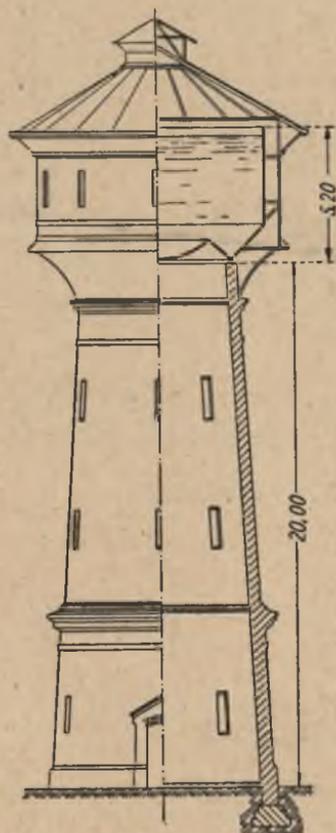


Abb. 71. Turmbehälter nach Inge

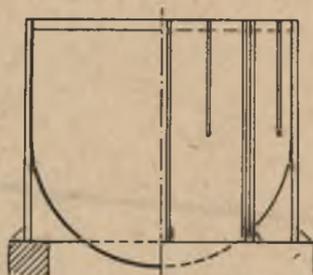


Abb. 72. Behälter nach Barkhausen

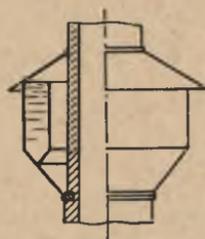


Abb. 73
Schornsteinbehälter

eine Form gewählt, wie sie Abb. 72 darstellt, bei der der Halbkugelhoden unmittelbar an die Zylinderwand (ohne Knick) angeschlossen ist. Die senkrechte Zylinderwand benutzt Barkhausen als Auflagerung und hängt den Behälter an einzelnen am Zylindermantel befestigten Stützen auf. In einem Aufsatz der Zeitschrift d. Ver. d. Ing. 1900 sagt Barkhausen: „Es liegt auf der Hand, daß man der lotrechten Zylinderwand auch nach oben einen dem Boden

ähnlichen Abschluß geben kann, der zugleich das Dach bildet und den Dachraum für den Inhalt nutzbar macht.“ Hieraus haben sich die Kugelbehälter oder Klobenbehälter entwickelt, die eine vollständig geschlossene Kugel als Behälterform haben.

194. Kleinere stählerne Behälter können unter Umständen auch an Fabrikschornsteinen angebracht werden. Ein solcher Schornsteinbehälter nach dem System Inge ist in der Abb. 73 dargestellt.

195. In der neueren Zeit wird zur Herstellung von Turmbehältern und ihrem Unterbau vielfach Eisenbeton verwendet. Die Vorteile der Eisenbetonbauweise sind Dichtigkeit und Anpassungsfähigkeit des Baustoffes bezüglich der Formgebung, schnelle Herstellung und geringe Unterhaltungskosten. Der Wasserturm auf dem Güterbahnhof zu Dsnabrück, der von der Firma Karl Brandt, Düsseldorf, im Jahre 1913 erbaut wurde, enthält einen 1000 m³ fassenden Behälter, der 10 m lichten Durchmesser und 13,5 m Höhe besitzt. Mit dieser oedeutenden Wassertiefe gehört das Bauwerk zu den bedeutendsten seiner Art. In der Abb. 74 ist seine Bauart dargestellt. Acht Eisenbetonpfeiler am Umfang und eine hohle Eisenbetonsäule in der Mitte bilden die Tragkonstruktion. Alle Zwischendecken enthalten acht radial liegende Unterzüge, die von der Mittelsäule nach den acht Umfassungspfeilern laufen. Der Behälter ist mit dem Aufbau starr verbunden; sein Boden ist 35 cm dick, die Ringwand unten 25, oben 10 cm. Den oberen Abschluß des Bauwerks bildet eine Eisenbetonkuppel mit 8 cm Scheiteldicke.

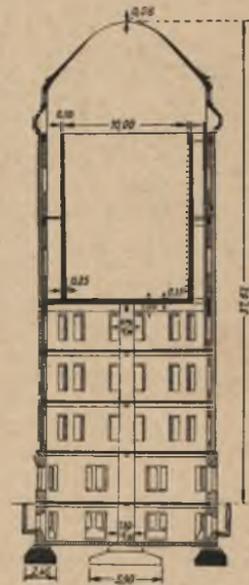


Abb. 74. Wasserturm aus Eisenbeton — Güterbahnhof Dsnabrück

196. Um die Temperatur des Wassers von den äußeren Witterungseinflüssen einigermaßen unabhängig zu machen, werden die Behälter mit einer Ummantelung versehen (vgl. Abb. 71 und 74), die 0,5 bis 1 m vom Behälter entfernt liegt. In diesen Zwischenraum sind sog. Umgänge eingebaut, die durch Leitern miteinander verbunden sind und dazu dienen, eine leichte Besichtigung und Ausbesserung des Behälters zu ermöglichen. Oben wird der Behälter durch eine Dachkonstruktion abgegrenzt. Unter dem Boden des Behälters wird in der Regel ein Umgang angeordnet, so daß der Boden in allen Punkten zugänglich ist. Der Unterbau kann unter Umständen in Stockwerke geteilt und z. B. als Lager-

räume oder Wohnräume für den Wärter verwendet werden. Die Zu- und Ablaufleitungen sowie die Überlauf- und Leerlaufleitungen werden innerhalb des meist allseitig geschlossenen Unterbaues hochgeführt.

Bemerkung: Die Berechnung der Behälter in einer für die Praxis genügenden Weise zu bringen, würde weit über den Rahmen dieses Wertes hinausgehen. Wer aus diesem Gebiet zu arbeiten hat, sei vor allem verwiesen auf Forchheimer: Die Berechnung ebener und gekrümmter Behälterböden und Fölzer: Wassertürme.

B. Zusammenfassung

Turmbehälter werden dann ausgeführt, wenn kein genügend hochliegendes Gelände zum Bau eines Erdbehälters vorhanden ist. Als Material verwendet man für den Unterbau Mauerwerk, Beton, Eisenbeton oder Eisen; für den Behälter selbst Stahl oder Eisenbeton. Die verschiedenen Arten von Stahl-Behältern haben fast alle den kreisrunden Zylindermantel gemeinsam und unterscheiden sich nur durch die Form des Bodens und die Art der Auflagerung. Bei den ältesten Ausführungen besteht der Boden aus einem Kugelabschnitt; die Auflagerung erfolgt am Zusammenschluß der Kugelfläche mit dem Zylindermantel. Der Auflagerung bekommt hierbei große Spannungen und muß deshalb einen bedeutenden Querschnitt erhalten. Bei den Ingebehältern ist der Boden aus Kegel- und Kugelflächen derartig zusammengesetzt, daß sich die horizontalen Kräfte am Auflagerung gegenseitig aufheben. Bei dem Dachhausbehälter schließt sich der Halbkugelboden an den Zylindermantel, wobei der Mantel als Auflagerung wirkt und die Kräfte auf eine Anzahl Stützen überträgt. Bei dem Klönnbehälter besteht der Behälter aus einer geschlossenen Kugel. Kleine Behälter können an Fabrikschornsteinen befestigt werden. In der letzten Zeit werden Turmbehälter und Unterbau häufig aus Eisenbeton hergestellt. Die Turmbehälter erhalten zum Schutz gegen Temperatureinflüsse von außen eine Ummantelung und werden oben durch eine Dachkonstruktion abgegrenzt.

C. Besprechung des Lehrstoffs

Frage: Welches Material kommt für die Herstellung des Unterbaues in Betracht? **Antwort:** Mauerwerk, Beton, Eisenbeton oder Eisen. **F.:** Wie sieht der Boden eines Ingebehälters aus? **A.:** Er ist aus Kegel- und Kugelflächen derartig zusammengesetzt, daß die Horizontalkräfte am Auflagerung gegenseitig aufheben. **F.:** Was versteht man unter einem Schornsteinbehälter? **A.:** Einen Behälter, der an einem Fabrikschornstein angebracht ist. **F.:** Warum sind die Turmbehälter mit einer Ummantelung umgeben und mit einer Dachkonstruktion überdeckt? **A.:** Um den Behälterinhalt gegen Temperatureinflüsse von außen zu schützen.

D. Zur Wiederholung

114. Warum werden Hochbehälter zweckmäßig in zwei getrennte Kammern zerlegt? 115. Warum wird der Hochbehälter mit einem Überlauf versehen? 116. Warum hat die Ermittlung einer theoretisch günstigsten Form des Behälters in der Regel nur geringen Wert? 117. Was ist bei der Anordnung der Entlüftungsröhre besonders zu beachten? 118. Für welchen Belastungsfall muß die Trennungswand zwischen zwei Behälterkammern berechnet werden? 119. Warum wird der Auslauf etwas über der Behältersohle angeordnet? 120. Unter welchen Umständen wird der Hochbehälter als Turmbehälter ausgeführt? 121. Aus welchem Material werden Turmbehälter

hergestellt? 122. Welches sind die Kennzeichen eines Ingebehälters?
123. Welche Behälterform hat der Könebehälter?

E. Aufgaben

33. Wie erhält man die wissenschaftlich günstigste Form eines zweikammerigen Erdbehälters von rechteckiger Grundlage?
34. Welche Fälle sind bei der statischen Berechnung eines Erdbehälters zu untersuchen?
35. Beschreibe einen Barthausenbehälter.

Sechzehnte Stunde

A. Vortrag

f) Druckregelung

197. Wie in Abs. 170 erwähnt, wird der Versorgungsdruck durch die Höhenlage des Hochbehälters vorgeschrieben. Solange der Hochbehälter ganz oder teilweise gefüllt ist, wird bei einer richtig angeordneten Wasserversorgungsanlage das Wasser im Verteilungsnetz immer den erforderlichen Druck besitzen, gleichgültig, ob das Pumpwerk in Betrieb ist oder nicht. Da der Bau von Hochbehältern (insbesondere Turmbehältern) oft verhältnismäßig große Kosten verursacht, so hat man versucht, sie durch andere Anordnungen zu ersetzen. Von solchen Anordnungen sollen hier Standrohre und Druckwindkessel kurz beschrieben werden.

198. Ein Standrohr ist ein senkrechttes Rohr, das in die Zuleitung eingebaut wird und in einer dem erforderlichen Versorgungsdruck entsprechenden Höhe einen Überlauf besitzt (Abb. 75). Der Pumpenbetrieb ist so zu regeln, daß der Wasserspiegel im Standrohr möglichst in der Höhe des Überlaufs gehalten wird. Der Durchmesser solcher Standrohre muß mindestens doppelt so groß sein wie der Durchmesser der Zuleitung. Standrohre werden namentlich in den Vereinigten Staaten Amerikas verwendet und erhalten dort unter Umständen Durchmesser bis zu 10 m. Solche Standrohre sind aber eigentlich als Behälter zu betrachten und werden nur wegen ihrer Form Standrohre — standpipes — genannt.

199. Ein Druckwindkessel ist ein in der Zuleitung eingebauter geschlossener Behälter mit belastetem Wasserspiegel. Er kann z. B.

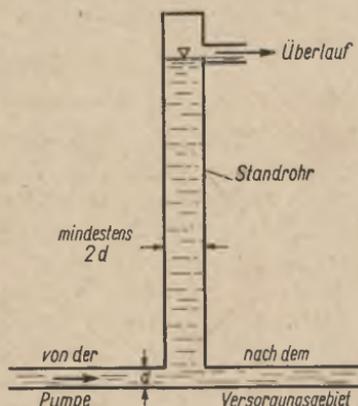


Abb. 75. Schematische Darstellung eines Standrohres



die Form nach Abb. 76 haben. Der Pumpenbetrieb ist so zu regeln, daß die Luft im Windkessel eine dem Versorgungsdruck entsprechende Pressung erhält.

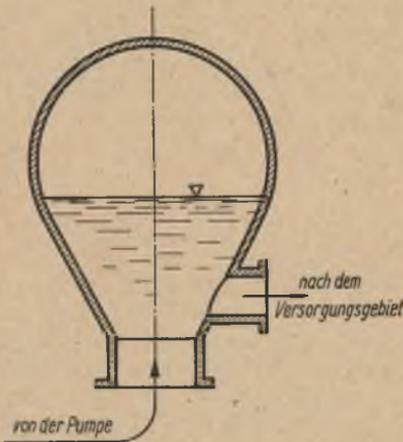


Abb. 76. Schematische Darstellung eines Druckwindkessels

Ein Überschreiten des vorgeschriebenen Druckes wird meistens durch ein am Windkessel angebrachtes Sicherheitsventil verhindert.

200. Einen wirklichen Ersatz für die Hochbehälter können aber weder Standrohre noch Druckwindkessel bieten, weil die Pumpen nie ausgeschaltet werden dürfen, sondern immer betrieben werden müssen. Sie übernehmen nur eine Wirkung des Hochbehälters: die Erhaltung eines vorgeschriebenen Druckes in dem Verteilungsnetz.

V. Hebung des Wassers

a) Allgemeines über Pumpen

201. Reicht die Höhenlage der Wassergewinnungsstelle nicht aus, um das Wasser mit natürlichem Gefälle dem Versorgungsgebiet zuzuführen, so wird eine künstliche Hebung des Wassers nötig. Eine Anlage zur Hebung des Wassers besteht in der Regel aus einer Pumpe und einem ihrem Antrieb dienenden Motor; die ganze Anlage nennt man ein Pumpwerk. Die Wirkung der Pumpe besteht darin, das Wasser von der Gewinnungsstelle zu entnehmen und es dem Versorgungsgebiet zuzuführen. Die Leitung von der Gewinnungsstelle zur Pumpe nennt man Saugleitung, die Leitung von der Pumpe nach dem Versorgungsgebiet Druckleitung. Außer den aus Pumpe und Motor bestehenden Pumpwerken werden auch eine Reihe von Anlagen zur Wasserhebung angewendet, bei denen die Betriebskraft unmittelbar, ohne Vermittlung eines Motors, die Hebung des Wassers bewirkt. Von solchen Anlagen sind zu nennen: hydraulischer Stoßheber oder Widder, Druckluftheber oder Mammutpumpe, Dampfdruckpumpe oder Pulsometer und Wasserstrahlpumpe. Diese Anlagen eignen sich aber nur zur Hebung von kleinen Wassermengen. Für die städtische Wasserversorgung kommen nur Kolbenpumpen und Kreiselpumpen in Betracht.

202. Bei den Kolbenpumpen wird ein Kolben luftdicht in einem Zylinder hin und her bewegt. Durch die Hin- und

Serbewegung wird das Wasser abwechselnd durch die Saugleitung in den Pumpenraum gesaugt und aus dem Pumpenraum in die Druckleitung gedrückt. Dabei erfolgt der Eintritt von der Saugleitung in den Pumpenraum durch ein Saugventil, von dem Pumpenraum in die Druckleitung durch ein Druckventil. Die Saughöhe einer Kolbenpumpe hat ihre Grenze theoretisch beim Atmosphärendruck (etwa 10 m). Infolge Reibungs- und anderer Verluste beträgt aber die praktisch erzielbare Saughöhe höchstens 6 bis 8 m. Bei den Kreiselpumpen wird das Wasser mittels eines in einem feststehenden Gehäuse sich schnell drehenden Wasserrades durch die Saugleitung angefaugt und in die Druckleitung geschleudert. Die Saughöhe sollte für Kreiselpumpen 4 bis 5 m nicht überschreiten¹⁾.

B. Zusammenfassung

Bei den meisten Wasserversorgungsanlagen wird der Versorgungsdruck durch die Höhenlage des Hochbehälters vorgeschrieben. Bei einer Versorgung ohne Hochbehälter müssen zur Erzeugung und Regulierung des Druckes besondere Vorkehrungen getroffen werden, indem entweder ein Standrohr oder ein großer Druckwindkessel in die Zuleitung eingebaut werden. Ein Standrohr ist ein senkrechttes Rohr, das in einer dem erforderlichen Versorgungsdruck entsprechenden Höhe einen Überlauf besitzt. Der Pumpenbetrieb ist so zu regeln, daß der Wasserspiegel im Standrohr möglichst in der Höhe des Überlaufs gehalten wird. Bei dem Druckwindkessel wird der Versorgungsdruck durch die Pressung der über dem Wasserspiegel befindlichen, eingeschlossenen Luft bedingt.

Ein Pumpwerk besteht in der Regel aus Pumpe und Motor. Das Wasser wird durch die Saugleitung von der Gewinnungsstelle entnommen und durch die Druckleitung dem Versorgungsgebiet zugeführt. Für die städtische Wasserversorgung werden Kolbenpumpen und Kreiselpumpen verwendet. Kolbenpumpen haben eine hin- und hergehende, Kreiselpumpen eine drehende Bewegung.

C. Besprechung des Lehrstoffs

Frage: Wodurch wird der Versorgungsdruck bei den meisten Wasserversorgungsanlagen vorgeschrieben? **Antwort:** Durch die Höhenlage des Hochbehälters. **F.:** Was versteht man unter einem Standrohr? **A.:** Ein in der Zuleitung eingebautes senkrechttes Rohr, das zur Regelung des Versorgungsdruckes dient. **F.:** Können Standrohre und Druckwindkessel die Hochbehälter ersetzen? **A.:** Nein, weder Standrohre noch Druckwindkessel können zur Aufspeicherung von Wasser dienen; sie können nur die eine Wirkung des Hochbehälters übernehmen: die Erhaltung eines vorgeschriebenen Versorgungsdruckes. **F.:** Welche Pumpenarten werden für die städtische Wasserversorgung verwendet? **A.:** Kolbenpumpen und Kreiselpumpen.

F. Gesamtwiederholung aus dem fünften Brief

Der Hauptzweck des Hochbehälters besteht darin, in den Stunden des schwachen Verbrauchs die dem Versorgungsgebiet überschüssig zugeführte Wassermenge aufzuspeichern und sie in den Stunden des starken Verbrauchs

¹⁾ Näheres über Pumpen s. Lehrbrief „Einführung in den Pumpenbau“.

wieder abzugeben. Daneben soll er auch eine gewisse Wassermenge als Reserve, z. B. für Feuerbekämpfung, aufnehmen können. Der Hochbehälter muß so hoch über dem Versorgungsgebiet liegen, daß das Wasser selbst in den höchstliegenden Punkten des Verteilungsnetzes bei dem größten Verbrauch einen Druck mindestens gleich dem bürgerlichen Versorgungsdruck besitzt. Unter dem bürgerlichen Versorgungsdruck versteht man den für die häusliche Versorgung erforderlichen Druck; er beträgt bei mittleren Städten 20 bis 25 m über Straßenhöhe. Man sucht den Hochbehälter möglichst auf natürliche Anhöhen in dem Versorgungsgebiet oder in seiner nächsten Umgebung als Erdbehälter auszuführen, weil die Herstellungskosten solcher Behälter verhältnismäßig gering sind. Die Erdbehälter werden mit rechteckiger oder kreisrunder Grundfläche ausgeführt und meistens in zwei Kammern geteilt. Als Material verwendet man Mauerwerk, Beton, Eisenbeton. Die Wasserundurchlässigkeit wird durch Aufbringen von Zementverputz erreicht. Ist kein genügend hochgelegenes Gelände zum Bau eines Erdbehälters vorhanden, so wird der Hochbehälter als Turmbehälter ausgeführt. Als Material verwendet man für den Unterbau Mauerwerk, Beton, Eisenbeton oder Eisen, für den Behälter selbst Stahl oder Eisenbeton. Die verschiedenen Arten der Stahl-Behälter haben fast alle den kreisrunden Zylindermantel gemeinsam und unterscheiden sich nur durch die Form des Bodens und die Art der Auflagerung. Jeder Hochbehälter erhält außer Zu- und Ablauf noch Überlauf, Leerlauf, Einsteige- und Entlüftungsvorrichtungen. Sie müssen zum Schutz gegen Verunreinigung und Temperatureinflüsse von außen abgedeckt werden.

Inhaltsverzeichnis

	Breite	Seite
c) Die langsame Sandfiltration	4	75
1. Allgemeines		75
2. Bauliche Anordnung des Sandfilters		76
3. Filterbetrieb		78
4. Filterregler		80
d) Schnellfilteranlagen		81
1. Allgemeines		81
2. Anordnung und Betrieb		82
e) Entkeimung des Wassers		85
1. Chlorung		85
2. Ozonierung		89
3. Ultraviolette Strahlen		91
4. Zusatz von Kalk		91
f) Enteisung des Wassers		92
1. Offene Enteisungsanlagen		93
2. Geschlossene Enteisungsanlage		97
g) Entmanganung des Wassers		98
h) Enthärtung des Wassers		100
i) Entsäuerung des Wassers		103
IV. Aufspeicherung des Wassers		104
a) Zweck und Größe des Hochbehälters		104
b) Höhenlage des Hochbehälters	5	107
c) Örtliche Lage des Hochbehälters		109
d) Erdbehälter		112
e) Turmbehälter		118
f) Druckregelung		123
V. Hebung des Wassers		124
a) Allgemeines über Pumpen		124

G. Antworten auf Wiederholungen (D)

Brief 4:

71. Die Umstellung hat zunächst ihren Grund in den erhöhten Anforderungen, die heute an das Versorgungswasser gestellt werden; außerdem aber auch darin, daß zur Deckung des ständig ansteigenden Wasserbedarfes vielfach solches Wasser herangezogen werden muß, das von Natur aus weniger geeignet ist.
72. Ausscheidung der ungelösten Sinkstoffe, Entkeimung, Entfärbung, Enteisenung, Entmanganung, Entsäuerung und Enthärtung.
73. Bei der intermittierenden Klärung füllt man das Klärbecken mit Rohwasser und läßt es eine bestimmte Zeit ruhig stehen.
74. Etwa 2 bis 5 m.
75. Durch Zusatz verschiedener Fällmittel, z. B. schwefelsaurer Tonerde.
76. In dem oberen Teil des Filtersandes.
77. Die Filtergeschwindigkeit ist die Ergiebigkeit des Filters in der Zeiteinheit dividiert durch die Filterfläche.
78. Der Filterdruck ist der Höhenunterschied zwischen dem Wasserspiegel des Rohwassers über dem Filter und dem Wasserspiegel des Filtrates.
79. Es soll aus feinem Sand von möglichst gleichmäßiger Korngröße, etwa 0,5 bis 1 mm, bestehen.
80. Wenn der Filterdruck den höchst zulässigen Wert erreicht hat.
81. Die Trommelwäsche erfolgt auf einer konischen, im Innern mit Winkelleisen versehenen Trommel, die um die waagrecht liegende Achse in langsame Drehbewegung versetzt wird. Der schmutzige Sand wird an dem weiteren Ende der Trommel eingeworfen und bewegt sich mit Hilfe der Winkelleisen langsam nach dem schmaleren Ende, während gleichzeitig das Spülwasser dem Sande entgegenläuft und die Schmutzstoffe mit sich nach dem weiteren Ende führt.
82. Weil dadurch ein einwandfreies Filtrat und ein günstiger Wirkungsgrad des Filters erreicht wird.
83. Ein Teleskoprohr wird durch einen Schwimmer, in solcher Lage zum Wasserspiegel des Filtrates gehalten, daß die Abflußmenge durch das Innere des Teleskoprohres immer die gleiche bleibt.
84. Offene und geschlossene Schnellfilter.
85. Nicht größer als 6 mm².
86. Aus Kies und grobem Sand.
87. In der Regel keins, bei größeren Anlagen höchstens eins.
88. Nur selten, in der Regel nur in den einzelnen Haushaltungen.
89. Als Chlorkalk, Natriumhypochlorit oder Chlorgas.
90. Durch die Beschaffenheit des Rohwassers, den Grad der Keimtötung, den man erreichen will und dadurch, ob das Wasser noch nach anderen Verfahren behandelt wird.
91. Durch Zusatz eines Antichlormittels, z. B. Natriumthiosulfat, Natriumsulfid oder Kalziumpermanganat.
92. Auf Stahlflaschen in flüssiger Form.
93. Es wird zunächst zu einer kleinen Menge Wasser das Chlor gegeben und dieses konzentrierte Chlorwasser dem Rohwasser beigemischt.
94. Wenn das Rohwasser in feiner Verteilung mit einem Ozonluftstrom in Berührung gebracht wird, so werden die organischen Bestandteile des Wassers oxydiert und gleichzeitig die im Wasser enthaltenen Keime abgetötet.
95. Weil das eisenhaltige Wasser für das Rohrnetz der städtischen Wasserwerke, sowie für Haushaltszwecke und verschiedene gewerbliche Zwecke schädlich ist.

96. Größere Mengen von freier Kohlensäure und gelöster organischer Bestandteile.
97. Das Rohwasser wird in einem Rieseler durch eine etwa 3 m hohe, auf einem Eisenrost ruhende Koks-schicht geführt.
98. Nein, in der Regel gelangt das Wasser zunächst in die Absehböden, in dem der größte Teil der in der Belüftungsanlage ausgeschiedenen Eisenflocken abgefangen wird.
99. Er entweicht zum größten Teil am oberen Ende des Enteisungs-kessels durch ein selbsttätig wirkendes Entlüftungsventil ins Freie.
100. Möglichkeit des Einbaues in jede Druckleitung, geringer Raumbedarf, geringe Betriebskosten, einfache Bedienung und Schutz gegen Verseuchung.
101. Aus kohlensauren Kalk- und Magnesiumverbindungen.
102. Die bleibende Härte umfaßt außer der Nichtkarbonathärte auch einen geringen, beim Kochen nicht ausgeschiedenen Teil der Karbonathärte.
103. Weil dadurch schon ein Teil der Karbonathärte ausgeschieden wird, wobei Kohlensäure und andere im Wasser gelösten Gase entweichen. Außerdem vollzieht sich die Ausfällung durch den Kalk-Soda-Zusatz im warmen Wasser schneller als im kalten.
104. Unter aggressiver Kohlensäure versteht man den Überschuß an freier Kohlensäure über die für die Erhaltung der im Wasser gelösten Karbonate erforderliche Menge.
105. Er soll in den Stunden des schwachen Verbrauchs die dem Versorgungsgebiet überschüssig zugeführte Wassermenge aufspeichern und sie in den Stunden des starken Verbrauchs wieder abgeben.
106. Man unterscheidet im Boden eingebaute oder Erdbehälter und Behälter auf Unterbau oder Turmbehälter.
107. Etwa zu 25% des mittleren Tagesverbrauchs.

Brief 5:

108. So groß, daß er imstande ist, das Wasser in dem höchsten Stockwerk mit der nötigen Geschwindigkeit dem Zapfhahn entströmen zu lassen.
109. Den für die häusliche Wasserversorgung erforderlichen Druck.
110. Von Straßenhöhe aus.
111. Nur bei solchen Anlagen, bei denen der erhöhte Druck keine Mehrkosten erfordert.
112. Weil am Umfang des Versorgungsgebietes vielfach natürliche Anhöhen vorhanden sind, auf denen ein großer Erdbehälter mit verhältnismäßig geringen Baukosten errichtet werden kann.
113. In Behälter vor dem Versorgungsgebiet oder Durchlaufbehälter und Behälter hinter dem Versorgungsgebiet oder Endbehälter.
114. Damit bei Reinigung und Ausbesserung eine Kammer immer in Betrieb gehalten werden kann.
115. Um zu verhindern, daß der Wasserstand im Behälter eine gewisse vorgeschriebene Höhe überschreitet.
116. Weil die Form des Behälters immer von den örtlichen Verhältnissen des Bauplatzes abhängig ist.
117. Sie müssen so angelegt werden, daß das Wasser nicht von außen zufällig oder böswillig verunreinigt werden kann.
118. Für den Fall, daß die eine Kammer gefüllt, die andere leer ist.
119. Um das Abziehen von Schlamm und trübem Wasser zu verhindern.
120. Wenn kein genügend hochgelegenes Gelände zum Bau eines Erdbehälters vorhanden ist.
121. Aus Stahl oder Eisenbeton.
122. Die Auslagerung innerhalb des Bodens und die eigenartige Form des Bodens.
123. Eine vollständig geschlossene Kugel.

H. Lösungen der Aufgaben (E)

Brief 4:

18. So groß, daß die Geschwindigkeit des Wassers im Klärbecken 1 bis 2 mm in der Stunde nicht übersteigt und daß sich das Wasser mindestens 4 bis 5 Tage im Becken aufhalten muß.
19. Für kleinere Anlagen 700 bis 1200 m², für mittlere Anlagen 1200 bis 2000, für große Anlagen 2000 bis 3500 m²
20. Zunächst wird der Zufluß des Rohwassers gesperrt, dann das Wasser bis zur Sandseite in den Reinwasserbehälter, der Rest des Wassers durch den Rohwasserabfluß abgelassen. Die Filterhaut und die darunterliegende 2 bis 5 cm dicke Sandschicht werden mit Schaufeln abgeschält und in Karren zur Sandwäsche gefahren. Nachdem die Oberseite des gereinigten Filters durch Abharken geebnet ist, kann das Filter wieder in Betrieb genommen werden.
21. Die Merkmale der Schnellfiltration sind große Filtergeschwindigkeit, Bildung der Filterhaut in kurzer Zeit durch Zusatz von Fällmitteln und Reinigung des Filters in kurzer Zeit durch Rückspülung.
22. Durch Rückspülung, indem das Spülwasser den Filtersand von unten nach oben durchströmt und dabei den den Sand anhaftenden Schlamm mit sich reißt und über einen Überfall abführt. Durch die Anwendung von Rührwerken und Druckluft kann die Wirkung erhöht werden.
23. Der Chlorkalk ist in der Hauptsache ein Doppelsalz von Kalziumhypochlorit und Chlorkalzium.
24. Der Chlorkalk wird zunächst in einer kleinen Menge Wasser gelöst, diese Chlorkalklösung wird dann dem Rohwasser in gewünschter Menge an geeigneter Stelle zugefetzt.
25. Der Ozonerzeuger von Siemens und Halske besteht aus einer Anzahl von Ozonröhren, die in einem gußeisernen Kasten zusammengestellt sind. Jede Ozonröhre besteht aus einem Aluminiumzylinder und einem denselben umgebenden, durch Wasser gekühlten Glaszylinder. Die zu ozonierende Luft steigt von unten zwischen den beiden Zylindern auf, wird der sog. stillen elektrischen Entladung zwischen den beiden Zylindern ausgesetzt und dabei in Ozonluft verwandelt.
26. Es darf auch bei längerer Aufbewahrung keine weiteren Auscheidungen von Eisen aufweisen.
27. Die Wirkung beruht auf heftigem Aufeinanderprallen zweier im rechten Winkel sich treffender Wasserstrahlen, was feinste Zerstäubung und kräftige Stoßwirkung zur Folge hat.
28. Das Rohwasser wird mit einer gewissen Menge Luft in einem Mischkessel vermischt und gelangt in den Enteisungskessel, wo es durch einen Belüftungskörper von unten nach oben aufsteigt. Oben entweicht die überschüssige Luft durch ein selbsttätig wirkendes Ventil ins Freie, während das Wasser durch ein zentrales Rohr in den unteren Teil des Kessels fällt, wo es ein Feinkiesfilter passiert, bevor es in die Reinwasserleitung gelangt.
29. Die Karbonathärte umfaßt sämtliche im Wasser gelösten kohlensauen Kalk- und Magnesiumverbindungen. Der größte Teil dieser Härte wird beim Kochen ausgefällt und bildet die vorübergehende Härte.
30. Von dem Kalksättiger gelangt das gesättigte Kalkwasser in das Mischrohr des Reaktionsbehälters, in das auch die Sodaaflösung und das Rohwasser eingeführt werden. Das Gemisch der drei Zuflüsse geht im Mischrohr nach unten und gelangt in den Reaktionsbehälter. Ein großer Teil des ausgeschiedenen Schlammes setzt sich in dem unteren Teil des Reaktionsbehälters ab, während das Wasser selbst oben durch ein Überfallrohr in ein Riesfilter gelangt, um darauf den Apparat völlig klar zu verlassen.

Brief 5:

31. Die erforderliche Druchhöhe beträgt 37 m
32. Mit Rücksicht auf die Betriebsicherheit (Dichtigkeit der Muffen).
33. Wenn die Breite b einer Kammer das 0,75fache der Länge l der Kammer beträgt, wobei die Trennungswand zwischen beiden Kammern die Länge l besitzt.
34. Derjenige des gefüllten und des leeren Behälters, sowie der Fall, bei dem eine Kammer gefüllt, die andere leer ist.
35. Bei dem Barkhausenbehälter schließt sich der Halbkugelboden an den Zylindermantel, wobei der letzte als Auflagerring dient und die Kräfte auf eine Anzahl Stützen überträgt.



Im technischen Beruf

werden tüchtige Fachleute mit den neuesten technischen Fachkenntnissen gebraucht. Ihnen bietet sich eine bessere Existenzmöglichkeit durch Ausbildung nach den technischen Lehrbriefen des Systems Karnat-Hachfeld. Die Unterrichtsbriefe ersetzen dem im praktischen Beruf Tätigen den Besuch von Fachschulen und vermitteln ihm das notwendige Wissen neben dem Beruf.

Elektrotechnik Elektromonteur / Elektroinstallateur / Elektromeister / Elektrotechniker / Elektroingenieur / Technisch gebildete Kaufmann der Elektrizitätsbranche / Radioinstallateur / Radioingenieur

Maschinenbau Maschinenschlosser / Maschinenmeister / Meister im Werkzeugmaschinenbau / Maschinenzeichner / Maschinentechniker / Maschineningenieur / Betriebsingenieur / Technisch gebildete Kaufmann der Maschinenbaubranche / Kaufmännisch gebildete Ingenieur im Maschinenbau / Ingenieur für Verbrennungsmotorenbau

Hoch- und Tiefbau Maurer in der Praxis / Polier / Maurermeister / Zimmermeister / Bautechniker / Eisenkonstrukteur / Innenarchitekt / Architekt / Schachtmeister / Tiefbautechniker / Bauingenieur / Straßenbautechniker / Straßenbauingenieur / Kultur- und Wiesenbautechniker / Vermessungstechniker / Technisch gebildete Kaufmann der Baubranche

Installation Heizungsmonteur / Installationstechniker / Installationsingenieur / Installateur im Fernmeldewesen

Kunstgewerbe und Handwerk Bautischler bezw. Schreiner / Kunst- und Möbeltischler / Tischlermeister bezw. Schreinermeister / Holzbildhauer / Schule des Malers / Steinmetzmeister / Schlossermeister

Kraftfahrwesen Kraftwagenführer / Monteur in der Automobilindustrie / Meister in der Automobilindustrie / Automobiltechniker / Automobilingenieur / Technisch gebildete Kaufmann im Automobilwesen

Textilwesen Webereitechniker

Chemieschule Laborant / Chemotechniker / Ingenieur in der chemischen Industrie

Spezial-Prospekte und Zeitschrift „Austins-Nachrichten“ kostenlos

Austinsches Lehrinstitut / Potsdam