

eine Uferbefestigung in Beton auf Holzpfählen bei kleiner Entfernung zwischen Mittelwasser und Terrain dar. Wegen der großen Verkehrslasten auf und unmittelbar neben der Mauer ist hier eine Verankerung notwendig. Eine Schwerkraftmauer auf Holzpfählen ohne Verankerung zeigt die bei den Pfahlgründungen gebrachte Abb. 43. Eine verankerte stählerne Spundwand mit oberem Eisenbetonholm ist aus Abb. 265 ersichtlich. Die Konstruktionen sind für große Verkehrslasten berechnet. Aus Abb. 266 geht die Gründung der Fahrbahn eines über der Böschung eines Hafens angeordneten Drehkranes hervor. Auf ein Treidelgleis oder einen Treidelweg brauchte keine Rücksicht genommen zu werden. Durch diese Anordnung ist die volle Ausnutzung des Grundstückes gegeben, ohne die Nutzbarkeit des Hafens zu beeinträchtigen. Da die Pfahlköpfe nicht im Wasser liegen, sind Eisenbeton-Rammpfähle verwendet worden. Mit Rücksicht auf die durch Temperaturunterschiede bedingte Formänderung sind in den Eisenbetonlängsbalken Dehnungsfugen vorgesehen.

Die angeführten Beispiele werden für viele binnenländische Verhältnisse zu gebrauchen sein, erschöpfen aber keineswegs dieses Teilgebiet des Wasserbaues. Jeder

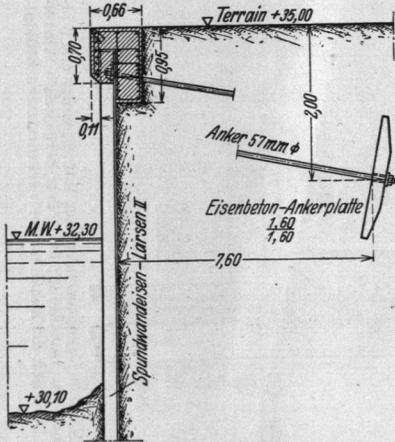


Abb. 265. Uferbefestigung aus verankerten stählernen Spundbohlen.

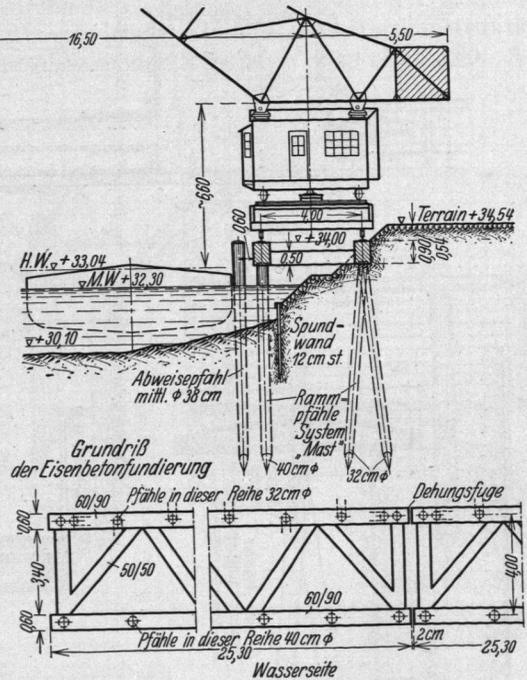


Abb. 266. Gründung der Fahrbahn eines über der Böschung eines Hafens angeordneten Drehkranes.

Fall wird entsprechend den verschiedenen örtlichen, verkehrstechnischen und sonstigen Verhältnissen anders geartet sein, so daß wohl nie auf eine besondere Durcharbeitung verzichtet werden kann. Weitere Anhaltspunkte für die Ausbildung von Uferbefestigungen unter den verschiedensten Verhältnissen bietet die einschlägige Spezialliteratur¹.

In der neueren Zeit sind für Liegestellen, an denen die Löschung von Tankschiffen erfolgt, seitens der Aufsichtsbehörden sogenannte schwimmende Wälle gefordert worden. Hierdurch soll vermieden werden, daß etwa auslaufende brennbare Flüssigkeiten, die infolge ihres spezifischen Gewichtes auf dem Wasser schwimmen, sich über den übrigen Teil des Gewässers verteilen.

12. Wasserversorgung und Abwasserableitung.

Beschaffung, Förderung und Reinigung von Frischwasser. — Verteilung des Wassers. — Warmwasserversorgung. — Abwasserableitung, Sammel- und Förderanlagen. — Klär- und Neutralisationsanlagen. — Versickerungsanlagen.

Hinter den Begriffen, die im Titel dieses Abschnittes zum Ausdruck kommen, verbergen sich für den Fabrikbau zahlreiche Aufgaben, die sonst nur der Städtebauer zu lösen hat. Gewiß werden sich in mancher Fabrikanlage die Einrichtungen der Be- und Entwässerungsnetze kaum von den aus dem Wohnhaus- und Siedlungsbau bekannten Formen unterscheiden. Auf der an-

¹ z. B. Brennecke-Lohmeyer: Der Grundbau Bd. 2, 4. Aufl. Berlin: Ernst & Sohn.

deren Seite aber findet man — besonders in Industrien, bei denen das Wasser als Rohstoff, als Kühlmittel oder als Arbeitsmittel dient — in Fabrikbetrieben derart umfangreiche Anlagen für Wasserversorgung und Abwasserableitung, daß sich manche Mittel- oder Großstadt dieser Betriebe sowohl hinsichtlich Leistung als auch technischer Ausgestaltung nicht zu schämen brauchte.

Betrachtet man die einschlägigen Aufgaben im Sinne der Flußrichtung, so muß man sich zuerst mit der Beschaffung, Förderung und Reinigung von Frischwasser befassen. Jede Lösung dieser Fragen setzt voraus, daß der Wasserverbrauch des Fabrikbetriebes in seiner Gesamtheit, sowohl bezogen auf den auftretenden Höchstwert als auch auf den durchschnittlichen täglichen Wert, bekannt ist. Der Wasserverbrauch einer Fabrikanlage setzt sich aus folgenden Einzelwerten zusammen:

1. Verbrauch für persönliche Zwecke der Belegschaft (Trinkwasser, Klosettpülung, Wasch- und Badezwecke). Der Verbrauch ist abhängig von der Stärke der Belegschaft. Je Kopf und Tag sind etwa 30 bis 40 l zu rechnen.

2. Verbrauch für Feuerlöschzwecke. Dieser Verbrauch kommt naturgemäß meist nur in Frage, wenn der Verbrauch für persönliche Zwecke ruht. In größeren Anlagen wird für Feuerlöschzwecke immer genügend Wasser zur Verfügung stehen. In kleineren Anlagen ist zu beachten, daß der Wasserverbrauch einer Feuerlöschpritze

mit A-Schlauch (110 mm l. W.)	ca. 1200 l/min
mit B-Schlauch (75 mm l. W.)	ca. 600 l/min
mit C-Schlauch (45 mm l. W.)	ca. 200 l/min

beträgt. Es ist festzustellen, aus wieviel Hydranten gleichzeitig eine Entnahme für Löschzwecke in Frage kommen kann und ob die anderweitig ermittelte Verbrauchszahl der Gesamtentnahme für Löschzwecke entspricht. Man kann etwa annehmen, daß zur Löschung eines Brandes 2 Hydranten mit 4 C-Schlauchanschlüssen erforderlich sind; mithin müssen die Rohrleitungen mindestens für einen Wasserverbrauch von 800 l/min oder rund 50 m³/h bemessen sein.

3. Verbrauch für Fabrikationszwecke. Hierbei ist zu unterscheiden, ob das Wasser nach der Benutzung für die Fabrikation für andere Zwecke noch brauchbar ist (z. B. abfließendes Kühlwasser evtl. für Klosettpülung, Wasch- oder Badezwecke, als Kesselspeisewasser oder dgl.), ob es sich im Kreislauf nach Wiederherstellung seiner ursprünglichen Eigenschaften (durch Reinigung oder Rückkühlung) wieder für die Fabrikation verwenden läßt, oder ob eine ständige Erneuerung notwendig ist. Zahlenmäßige Angaben lassen sich bei dem Umfang des in Betracht kommenden Gebietes kaum machen. Einen rohen Anhalt bieten bei der Projektierung die Rohrweiten der anzuschließenden Einrichtungen (Maschinen und Apparate). Selbstverständlich sind die hiernach ermittelten Werte vorsichtig anzuwenden, da mitunter die Konstrukteure der fraglichen Einrichtungen sich nicht viel Kopfzerbrechen über die richtige Bemessung der Anschlußweiten für Kühl- und Füllleitungen machen. Wenn möglich, sollte daher in jedem Falle eine Nachprüfung durch Ermittlung der mit dem Kühlwasser abzuführenden Wärme oder bei chemischen Prozessen aus den stöchiometrisch errechneten Werten mit einem reichlichen Zuschlag erfolgen. Nur soweit auf diesen Wegen oder durch Befragung der Betriebsingenieure keine ausreichend begründeten Werte zu erhalten sind, kann nach Zahlentafel 36 der Verbrauch nach der Anschlußweite überschläglich bestimmt werden.

Zahlentafel 36. Anhaltswerte für den Wasserverbrauch von Maschinen und Apparaten (nach der lichten Anschlußrohrweite).

Anschlußrohrdurchmesser mm .	13	20	25	32	40	50
Wasserverbrauch l/min	8	19	30	45	75	124

Nach Feststellung des gesamten voraussichtlichen Wasserbedarfs ist zu prüfen, ob für gewisse Zwecke besondere Eigenschaften des Wassers (chemische oder technische Reinheit, Temperatur, Mangel an aggressiven Beimischungen) gewährleistet sein müssen. An Trinkwasser sind die schärfsten Anforderungen bezüglich Reinheit zu stellen; es soll klar, farb- und geruchlos sein, weder fade noch nach einem bestimmten Stoff vorherrschend schmecken.

Besonders wichtig ist die Feststellung, ob im Wasser organische Stoffe und Stickstoffverbindungen enthalten sind. Ist dies in größeren Mengen der Fall, so ist zu befürchten, daß das Wasser aus Erdschichten stammt, die durch menschliche oder tierische Abfallstoffe verunreinigt sind. Finden sich eiweißartige Verbindungen (z. B. Albuminoid-Ammoniak), so ist das Wasser von der Verwendung auszuschließen. Chlor im Wasser ist in kleineren Mengen unschädlich, wenn es mineralischen Ursprungs ist. Für gewerbliche Zwecke kann Wasser dagegen in manchen Fällen durch Chlorgehalt unbrauchbar werden. Sind neben dem Chlor Nitrate, Sulfate und or-

ganische Stoffe enthalten, so ist das Wasser durch Abfallstoffe verunreinigt und als bedenklich zu bezeichnen.

Schwefelwasserstoff darf im Trinkwasser nicht enthalten sein. Dagegen sind Kieselsäure, Tonerde, Eisen und Mangan in hygienischer Beziehung nicht zu beanstanden. Für technische Zwecke sind evtl. schon geringe Mengen von Eisen und Mangan unerwünscht. Dies gilt auch für das Vorkommen von Schwefelsäure im Wasser, sowie von solchen Stoffen, die die Härte eines Wassers bestimmen. Hierzu gehören Kalk und Magnesia. Diese Elemente kommen im Wasser in Verbindungen als Sulfate, Karbonate und Chloride vor. Die durch die Sulfate bedingte Härte heißt „bleibende Härte“, die durch die Karbonate bedingte „vorübergehende Härte“. Die Gesamthärte entspricht dem Gehalt an Sulfaten und Karbonaten. Als Maß der Härte gilt:

1 deutscher Härtegrad (d. H.)	10 mg CaO/l,
	oder 7,15 mg MgO/l,
1 französischer Härtegrad (fr. H.)	10 mg CaCO ₃ /l,
1 englischer Härtegrad (engl. H.)	14,3 mg CaCO ₃ /l,
(1° d. H. = 1,79° fr. H. = 1,25° engl. H.)	

Wasser von 0 bis 8° d. H. gilt als weich, solches von 8 bis 16° d. H. als mittelhart und solches von mehr als 16° d. H. als hart.

Die Härte ist für Trinkzwecke ohne Bedeutung, selbst Wasser mit 30 bis 50° d. H. ist für den Genuß brauchbar. Für technische Zwecke ist hartes Wasser dagegen vielfach unerwünscht, besonders für die Speisung von Dampfkesseln. Die Härtebildner scheiden sich beim Kochen im Dampfkessel als feste Ablagerungen, die unter dem Namen Kesselstein bekannt sind, ab. Der Kesselstein beeinträchtigt nicht nur den Wärmedurchgang der Kesselheizfläche, sondern gefährdet auch je nach der Kesselbeanspruchung den Kessel durch Wärmestauungen im Werkstoff, die zu Ausbeulungen und Explosionen führen können. Meistens ist daher eine Reinigung des Kesselspeisewassers vor der Speisung unerläßlich (s. hierüber in diesem Abschnitt S. 165).

Kohlensäure ist für Trinkwasser unschädlich, wenn nicht wegen des frischen Geschmackes, den freie Kohlensäure dem Wasser verleiht, sogar erwünscht. Da freie Kohlensäure aber das Material der Rohrleitungen, Kesselwandungen usw. angreift, ist hierbei Vorsicht am Platze.

Phosphorsäure, Kali und Natron im Wasser rühren meist von menschlichen oder tierischen Abgängen her. Derart verunreinigtes Wasser ist also vorsichtig zu behandeln.

Nach Haselhoff¹ sind an gewerbliche Gebrauchswässer außerdem folgende besondere Anforderungen zu stellen:

- Für Brauereien und Brennereien muß das Wasser frei von zersetzungsfähigen organischen Stoffen sein. Auch hartes Wasser ist zu vermeiden.
- Molkereien verlangen gleichfalls ein von zersetzungsfähigen Stoffen freies Wasser.
- Für Stärkefabriken soll das Wasser frei von ungelösten Stoffen, frei von fäulnisfähigen organischen Stoffen, von Gärungserregern, von Eisen, Mangan, Ammoniak und salpetriger Säure sein.
- Zuckerfabriken stellen noch weitergehende Anforderungen; das Wasser muß nicht nur dem für Stärkefabriken entsprechen, sondern darf weiter auch keine größeren Mengen von Nitraten, Sulfaten und Alkalikarbonaten enthalten.
- Für Papierfabriken soll das Wasser weich und frei von Eisen, Mangan und fauligen Stoffen sein.
- Leder- und Textilfabriken, Wäschereien verlangen Wasser, welches nicht zu hart ist und keine zersetzungsfähigen Stoffe enthält. Es muß frei von Eisen sein und darf nur wenig Chloride enthalten. In Wäschereien sind manganhaltige Wässer zu beanstanden.

Nach Erledigung der Vorarbeiten ergibt sich die Frage, wie das Wasser am besten und billigsten zu beschaffen ist. Die einfachste, wenn auch nicht immer die beste, Lösung besteht, wenn durchführbar, im Anschluß an ein vorhandenes Wasserleitungsnetz. In die Anschlußleitung wird ein vom Wasserwerk zu stellender Wassermesser mit Absperrschiebern eingebaut. Sofern der Wassermesser nicht im Keller des angeschlossenen Gebäudes angeordnet werden kann, muß eine besondere Wassermessergrube in der Nähe der Grundstücksgrenze (hinter der Straßenflucht) gebaut werden. Für die Ausführung sind evtl. vorhandene besondere Vorschriften des Wasserwerks zu beachten.

Sind mehrere Wasseranschlüsse vorhanden, die gemeinsam das Fabriknetz speisen, oder arbeitet eine fabriks eigene Wasserwerksanlage gleichzeitig oder wechselweise mit einem fremden Wasserwerk in das Netz, so müssen die einzelnen Anschlüsse zwischen Wassermesser und Netz durch Rückschlagventile gesichert werden.

¹ Haselhoff, Prof. Dr. Emil: Wasser und Abwässer. Sammlung Göschel Bd. 473, 2. Aufl.

Bei günstigen Wasserverhältnissen und größerem Wasserbedarf oder auch bei hohen Wasserpreisen lohnt sich oft die Errichtung einer eigenen Wasserversorgungsanlage. Das Wasser kann aus Flußläufen, Teichen, Seen (als Oberflächenwasser) oder aus dem Grundwasser durch Brunnen entnommen werden. Die Entnahme von Grundwasser erfordert neuerdings die Verleihung eines Rechtes hierzu durch den zuständigen Regierungspräsidenten. Laufende Kosten entstehen durch die Verleihung des Rechtes nicht. Für die Wasserentnahme aus öffentlichen Wasserstraßen ist die Genehmigung des zuständigen Wasserbauamtes einzuholen. Die jährliche Gebühr für die Entnahme ist gering. Oberflächenwasser muß für Trinkzwecke und mitunter auch für industrielle Zwecke gereinigt werden, worüber im Rahmen dieses Abschnittes noch zu sprechen ist. Für Kühlzwecke ist es fast immer sehr gut zu gebrauchen und hat gegenüber dem Grundwasser den Vorzug der Billigkeit hinsichtlich Anlage- und Betriebskosten. In Sonderfällen ist allerdings zu berücksichtigen, daß die Temperatur des Oberflächenwassers im Sommer bis zu 20° und mehr ansteigt, während Grundwasser eine ziemlich gleichmäßige Temperatur von etwa 8 bis 12° aufweist.

Die Fassung des Grundwassers erfolgt durch Sammelgänge, Sickerdolen, Quelfassungen oder am gebräuchlichsten durch Brunnen. Liegt eine ergiebige Wasserschicht dicht unter der Erdoberfläche, so werden gemauerte, betonierte oder eiserne Schachtbrunnen angewandt. Im anderen Falle müssen Rohrbrunnen oder Tiefbrunnen ausgeführt werden. Abb. 267 zeigt einen Rohrbrunnen. Der wichtigste Bestandteil des Brunnens ist das Filter, welches als Gewebefilter oder — nach einer neueren Ausführung — als gewebeloses Filter mit Kiespackung ausgeführt werden kann. Das gewebelose Filter mit Kiespackung hat eine größere Eintrittsfläche für das Wasser als das Gewebefilter und ergibt somit einen geringeren Wassereintrittswiderstand; hierdurch wird wieder eine geringere Absenkung des Wasserspiegels beim Pumpen bedingt, so daß sich unter sonst gleichen Umständen eine größere Ergiebigkeit und eine beträchtlich höhere Lebensdauer ergibt. Von der Wassereintrittsgeschwindigkeit hängt die Lebensdauer der Filter wesentlich ab, insofern als bei hoher Geschwindigkeit eine stärkere Ablagerung von Sand und Bodenteilchen und eine stärkere Eisenausscheidung stattfindet.

Als Material für die Filterkörper kommt Schmiedeeisen, Gußeisen, verzinktes Schmiedeeisen, unverzinktes Schmiedeeisen mit Asphaltierung oder Inertolanzstrich, bei saurem Wasser auch Kupfer, bei Wasser mit sehr hohem Eisen- und Mangangehalt Steinzeug in Frage. Bei Steinzeugfiltern ist es möglich, die vor dem Filterkörper nach längerem Betrieb mit eisen- und manganhaltigem Wasser abgelagerten Metalloxyde durch Säureausspülung wieder zu lösen.

Die Ausführung eines gewebelosen Filters mit Kiespackung ist aus Abb. 268 ersichtlich. Die Abbildung zeigt gleichzeitig die Anordnung einer Tiefbrunnenpumpe mit über Flur liegendem, vertikalem Antriebsmotor. Eine solche Anordnung muß Anwendung finden, wenn die wasserführende Schicht zu tief unter der Erdoberfläche liegt und sich somit unter Berücksichtigung des Filterwiderstandes eine zu große Saughöhe ergeben würde. Die Förderung kann in Sonderfällen auch durch sogenannte Unterwasserpumpen oder auf pneumatischem Wege erfolgen.

Einfache Rohrbrunnen ohne Tiefbrunnenpumpen erhalten am Kopfe einen kleinen Einsteigeschacht. In diesem wird der Brunnen durch eine hermetisch dichtende Platte abgeschlossen. In den Brunnenkopf mündet auch ein Messingpeilrohr, welches gestattet, die Lage des Wasserspiegels während des Betriebes einmessen zu können. Im übrigen sei auf Abb. 269 verwiesen, die einen Brunnenkopf mit normalem Pumpenanschluß und Notanschluß für Feuerlöschzwecke erkennen läßt.

Die Ergiebigkeit eines Rohrbrunnens ist in erster Linie von der Durchlässigkeit des Urbodens abhängig. Der Filterdurchmesser steht nicht in eindeutiger Beziehung zur Ergiebigkeit, doch wird man für gewebelose Filter mit Kiespackung etwa die aus Zahlentafel 37 ersichtlichen Werte annehmen können.

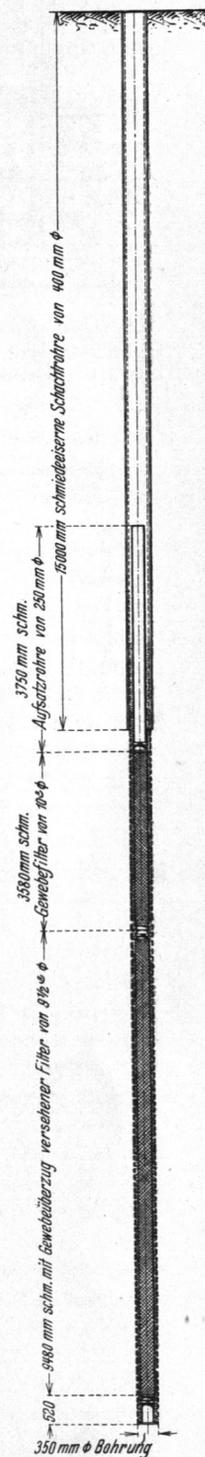


Abb. 267. Rohrbrunnen mit Gewebefilter.

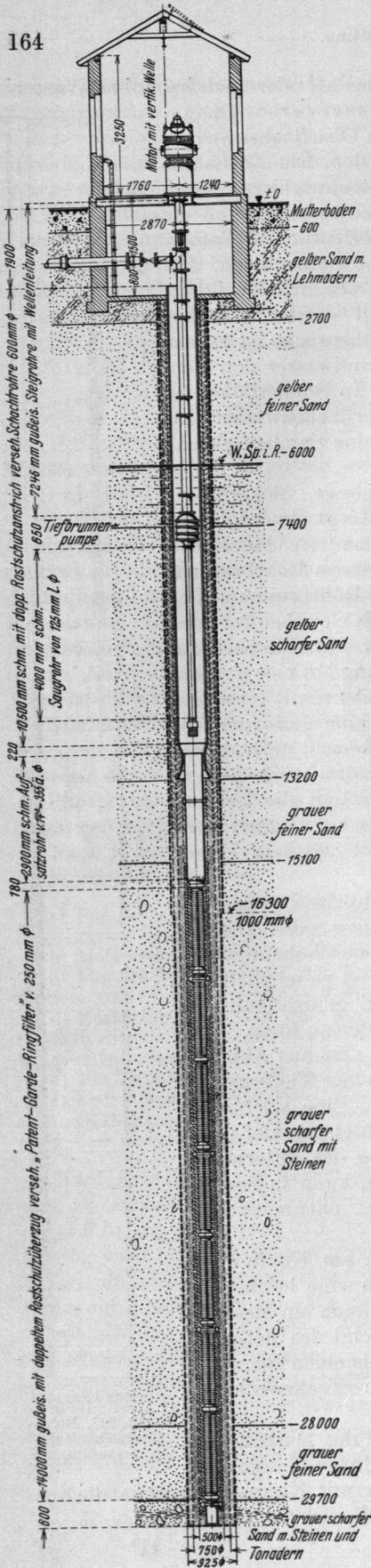


Abb. 268. Tiefbrunnenpumpe in einem Rohrbrunnen mit gewebeosem Filter und Kiespackung.

Die Rohrbrunnen haben eine Einzelleistung bis zu mehr als 400 m³/h. Ist der Wasserbedarf größer, so müssen mehrere Brunnen parallel betrieben werden, wobei der Abstand zwischen den einzelnen Brunnen nicht weniger als 25 m betragen soll. Bei sehr großem Wasserbedarf ist es zweckmäßiger, eine Brunnengruppe mit einer Heberleitung zu verbinden und das Wasser in einen Sammelschacht hinüberzuheben, aus dem die Pumpen das Wasser saugen.

Für die Ausführung der Wassergewinnungsanlage sind — besonders bei Trinkwasser — die „Technischen Vorschriften für Bau und Betrieb von Wasserversorgungsanlagen für Grundstücke“ Normblatt DIN 1988 zu beachten. § 2 dieser Vorschriften bestimmt folgendes¹:

1. Schachtbrunnen müssen bis zur Tiefe von mindestens 3 m unter Erdoberfläche wasserdichte Wände haben.
2. Rohrbrunnen müssen so hergestellt werden, daß eine Verunreinigung des Wassers von der Erdoberfläche her sicher ausgeschlossen ist. Sie sind in der Regel so tief zu bohren, daß die Oberkante des Filters mindestens 3 m unter Erdoberfläche liegt.
3. Sind Abweichungen infolge besonderer Verhältnisse nicht zu beanstanden, so ist die Umgebung der Brunnen so zu sichern, daß ihr Wasser nicht verunreinigt werden kann.
4. Der massive Schacht ist mindestens 20 cm über Geländeoberfläche zu führen und möglichst bis zu 2 m Tiefe durch eine 0,50 m dicke, ringsumlaufende Ton- oder Lehmschicht gut abzudichten.

Schachtbrunnen sind wasserdicht abzudecken. Bei Abschluß unter der Erdoberfläche sind sie mit einer massiven, nach allen Seiten abfallenden Decke zu versehen.

5. Die Umgebung des Brunnen ist im Umkreise von mindestens 1 m über den äußeren Brunnendurchmesser hinaus mit Gefälle nach außen wasserdicht herzustellen. Zur Ableitung des Überlaufwassers der Pumpenvorrichtungen ist ein

undurchlässiger Ablauf anzulegen. 6. Einsteigeöffnungen sind wasserdicht zu verschließen; Holz ist dabei nicht zu verwenden.

Lüftungsröhre sind wasserdicht durch die Decke oder Wandung zu führen; ihre obere Öffnung ist gegen das Eindringen von Fremdkörpern zu sichern.

7. Die Anlage von offenen Schöpfbrunnen ist unzulässig.

8. Das Heben von Brunnenwasser hat durch Pumpen zu erfolgen. Pumpenteile und Rohrleitungen sind wasserdicht durch Brunnendecken oder -wandungen hindurchzuführen. Im Innern von Brunnenschächten ist die Verwendung von Holz verboten. Eisenteile sind gegen Rosten durch gesundheitlich unschädliche Mittel zu schützen.

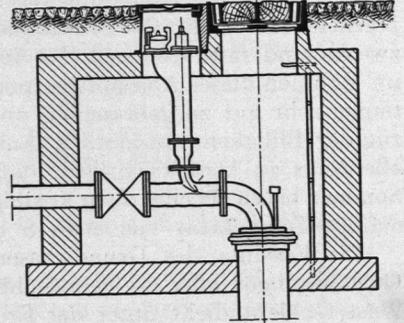


Abb. 269. Vorschacht eines Rohrbrunnens mit Anschluß für die (über Tage liegende) Pumpe und mit Notanschluß für eine Feuerspritze.

Zahlentafel 37. Annäherungswerte für die Leistung von Filterrohrbrunnen.

Filterdurchmesser mm	Förderleistung m ³ /h
100	25—30
125	40—45
150	60—65
175	80—90
200	90—115
250	115—180
300	180—270

¹ Vgl. Fußnote auf S. 176.

9. Rohrbrunnen und Schachtbrunnen sollen möglichst grundwasserstromaufwärts von Dungstellen und Gruben angelegt werden und müssen mit ihrem äußeren Rande mindestens entfernt sein:

10 m von Dungstellen, Abfallgruben oder Schmutzwasser-Sickerleitungen,
5 m von Gruben oder Abflußleitungen, sofern beide wasserdicht und an die Entwässerung angeschlossen sind, und von offenen Gewässern oder Nachbargrenzen.

Diese Entfernungen können ausnahmsweise herabgesetzt werden, wenn die Brunnen durch undurchlässige oder genügend filternde Bodenschichten geführt sind.

Bei hochliegenden Grundwasserständen und stark durchlässigen Bodenschichten sind die angegebenen Mindestentfernungen zu vergrößern.

10. In Gebäuden dürfen nur Rohrbrunnen angelegt werden. Der den Brunnen umgebende Fußboden muß in einem Umkreis von mindestens 3 m undurchlässig hergestellt sein und darf kein Gefälle zum Brunnen hin haben.

11. Besteht ein Rohrbrunnen aus mehreren verschieden weiten Rohren, oder wird in einen Rohrbrunnen ein Saugrohr eingeführt, so sind die Zwischenräume zwischen den einzelnen Rohren oben wasserdicht abzuschließen.

12. Sickerleitungen und Quelfassungen sind dort zulässig, wo eine Verunreinigung des aufzufangenden Wassers nicht zu befürchten ist. Der durchlochte Teil der Sickerrohrleitung muß mindestens 2 m unter Erdoberfläche liegen. Für die bauliche Ausführung der Sammelschächte für Sickerleitungen gilt dasselbe wie für Schachtbrunnen.

Die Ausführung der Brunnen ist eine Spezialarbeit, die nur einer bewährten Firma mit einschlägigen Erfahrungen übertragen werden sollte. Im Betrieb erweist sich auch hier, daß das Billigste nicht immer das Beste ist, da bei mangelhaft ausgeführten Brunnen die Ergiebigkeit nach kurzer Betriebszeit zurückgehen wird.

Der Förderung des Wassers dienen Kolben- oder Kreiselpumpen. Die Pumpenbauarten dürfen als bekannt vorausgesetzt werden. Besonders für Fabrikanlagen, bei denen die Wasserwerke nur einen untergeordneten Teil der Gesamtanlage darstellen, ist die Verwendung von Kreiselpumpen empfehlenswert, da sie am wenigsten Wartung beanspruchen, zur direkten Kuppelung mit Elektromotoren vorzüglich geeignet sind und sich mit einfachen Mitteln selbsttätig ein- und ausschalten lassen. Die Steuerung der Schalter erfolgt entweder durch Schwimmer oder durch Druckmembranen. Bei größeren Anlagen oder bei fehlendem Reserveanschluß muß die Förderleistung auf zwei oder mehr Aggregate verteilt werden. Jede Pumpe ist mit Saug- und Druckschieber und Rückschlagventil in der Druckleitung auszurüsten, damit nicht bei fehlerhafter Bedienung das Wasser durch eine stillstehende Pumpe wieder in deren Saugleitung zurückgedrückt werden kann. Zur Durchspülung des Brunnens muß allerdings eine entsprechende Schaltungsmöglichkeit vorhanden sein. Ist damit zu rechnen, daß mehrere Pumpen gleichzeitig arbeiten, so sollen die Pumpen möglichst getrennte Saugleitungen erhalten, weil sie sich andernfalls oft gegenseitig ungünstig beeinflussen.

Entspricht die Beschaffenheit des geförderten Wassers nicht den oben umrissenen Anforderungen, so ist die Aufstellung einer Reinigungsanlage erforderlich. Die Reinigung kann auf physikalischem oder chemischem Wege oder in einer Hintereinanderschaltung beider Verfahren erfolgen. Die einfachste Art der mechanischen Reinigung besteht in Absitzenlassen in offenen Klärbecken von mindestens 3 m Tiefe. Die Beckengröße soll mindestens gleich dem Tagesbedarf sein. Eine feinere Reinigung ergeben Filter, die als gedeckte Filterbecken oder in Industrieanlagen meistens als Schnellfilter in geschlossenen Kesseln gebaut werden. Schnellfilter arbeiten mit einer Filtergeschwindigkeit von 4 bis 5 m/h. Zur Enteisung wird das Wasser in Rieselanlagen belüftet. Die Entlüftung kann bei entsprechender Ausführung auch zur Entfernung freier Kohlensäure dienen. In Sonderfällen wird außerdem das Wasser mit Hilfe von Ozon oder Wasserstoff-superoxyd sterilisiert.

Hartes Wasser wird für Kesselspeisezwecke oder für sonstige gewerbliche Zwecke in besonderen Anlagen weich gemacht. Es gibt hierfür verschiedene Verfahren. Am bekanntesten ist das Kalksodaverfahren, welches hauptsächlich bei Wässern mit freier Kohlensäure und vorwiegender oder beträchtlicher Karbonathärte angewandt wird. Dem hochoerwärmten Rohwasser wird hierbei eine der jeweiligen Karbonathärte entsprechende Menge Ätzkalk zugeführt, welcher die gasförmige, die Karbonathärtebildner in Lösung haltende freie Kohlensäure bindet und der kohlensuren Magnesia die gebundene Kohlensäure entzieht. Die Nichtkarbonathärte wird durch Soda beseitigt. Sämtliche Härtebildner fallen bei richtiger Wahl und Dosierung als Schlamm aus¹. Für Wässer, welche niedrigen Gehalt an freier Kohlensäure und niedrige Karbonathärte

¹ Siehe Kesselbetrieb, herausgegeben von der Vereinigung der Großkesselbesitzer. Berlin: Julius Springer 1931.

haben, dafür aber viel Magnesiumsalze enthalten, eignet sich besser das Ätznatronsodaverfahren, welches in seinem Aufbau dem Kalksodaverfahren ähnlich ist. In Kesselanlagen trifft man auch das Sodaenthärtungsverfahren mit Schlammrückführung, bei welchem eine Reinigung durch überschüssig zugegebene Soda erfolgt. Ein Teil des Kesselwassers wird hierbei ständig in den Reiniger zurückgeführt. Das Verfahren eignet sich besonders für Wasser mit vorwiegender Nichtkarbonathärte bei gleichzeitiger Magnesiaarmut. Weniger empfehlenswert ist es bei hohem Magnesiumgehalt.

Neuerdings wird auch Trinatriumphosphat zur Reinigung von Kesselspeisewasser verwendet. Das Verfahren ist im Betrieb relativ teuer, eignet sich daher hauptsächlich für weiches oder bereits vorenthärtetes Wasser. Der Zusatz von Trinatriumphosphat ist vorteilhaft zur Unschädlichmachung von Resthärtebildnern, die sich durch andere chemische Verfahren schwer entfernen lassen. Durch Trinatriumphosphat erhält man immer steinfreie Kessel. Auch läßt sich vorhandener Kesselstein hierdurch leicht entfernen. Die Normalleistung der Kessel ist in diesem Falle während der Reinigungsperiode auf die Hälfte herabzusetzen, da die Kessel sonst leicht schäumen und spucken. Eine schädigende Einwirkung auf das Kesselblech durch Trinatriumphosphat ist nicht festgestellt worden.

Bei dem Basenaustauschverfahren erfolgt die Enthärtung des Wassers bei niedriger Temperatur dadurch, daß Aluminiumsilikate das in ihnen enthaltene Alkali gegen die Härtebildner austauschen. Die Aluminiumsilikate kommen unter dem Namen „Permutit“ in den Handel, die Anwendung ist patentrechtlich geschützt. Das Permutit erschöpft sich im Filter und muß von Zeit zu Zeit mit einer höchstens 35° warmen Kochsalzlösung regeneriert werden. Das Verfahren ist besonders geeignet für Wasser mit stark schwankender Rohwasserhärte (z. B. Fluß- oder Grubenwasser). Weiter ist es für weiche Wässer und solche mit geringem Kohlensäuregehalt, niedriger Karbonathärte und hoher Sulfathärte geeignet.

Endlich kann das Weichmachen durch Destillieren in Verdampferanlagen erfolgen. Gutes Destillat soll eine Resthärte von nicht mehr als 0,1° d. H. besitzen. Verdampferanlagen finden hauptsächlich in neuzeitlichen Kesselhäusern mit höheren Dampfdrücken Anwendung, wo auf besonders reines Speisewasser Wert gelegt werden muß. Sie lassen sich wärmewirtschaftlich sehr gut in die Speisewasser-Vorwärmanlagen einschalten. Heute werden die Verdampfer meistens mit Abdampf oder Anzapfdampf der Kraftmaschinen betrieben. Für größere Leistungen, und wenn wenig Heizdampf zur Verfügung steht, können mehrere Verdampfer hintereinandergeschaltet werden.

Vielfach wird vor die Verdampferanlage eine chemische Enthärtungsanlage vorgeschaltet, um die Betriebsperioden der Verdampfer zwischen zwei Reinigungsperioden möglichst zu verlängern. An Stelle einer chemischen Vorreinigung kann das Rohwasser zur Beseitigung der Karbonathärte auch mit Salzsäure geimpft werden. Hierbei ist sorgfältige Dosierung besonders wichtig.

An dieser Stelle möge darauf hingewiesen werden, daß eine Wasserreinigungsanlage für Dampfkesselbetriebe keineswegs durch Anwendung von Kesselsteinverhütungsmitteln ersetzt werden kann. Abgesehen davon, daß die Wirkung solcher Mittel zweifelhaft und unsicher ist, ergeben sich auch bei tatsächlich eintretender Wirkung starke Verunreinigungen des Kesselinhaltes, die zu schweren Kesselschäden führen können. Außerdem besteht die Gefahr, daß durch diese Mittel Korrosionen an den Kesselwandungen auftreten. Auch bei dem in neuerer Zeit angebotenen elektrischen Kesselschutzverfahren ist Vorsicht am Platze. Gereinigtes Wasser, besonders durch Destillation weich gemachtes Wasser, greift in Gegenwart von freier Kohlensäure Eisen an. Kohlensäure und Sauerstoff müssen daher aus dem Wasser durch Entgasung auf thermischem, mechanischem oder chemischem Wege ausgetrieben werden. Da sauerstofffreies Wasser den Sauerstoff der Luft gierig aufnimmt, ist dichter Abschluß aller Behälter, Rohrleitungen und Stopfbüchsen notwendig.

Bei der Mannigfaltigkeit der für die Wasserreinigung in Frage kommenden Verfahren und Bauarten ist es in dem zur Verfügung stehenden Rahmen nicht möglich, erschöpfende Ausführungsbeispiele zu geben.

Zum Ausgleich zwischen Wasserförderung und Wasserbedarf und zur Sammlung des Reinwassers sowie zur Speicherung für Reservezwecke werden in die Druckleitungen Hochbehälter oder Druckbehälter eingeschaltet. Für größere Leistungen sind Hochbehälter fast immer vorzuziehen, gleichgültig ob es sich um Flach- oder Hochbauten handelt, da der Betrieb des Druckkesselsystems wegen des notwendigen höheren Betriebsdruckes teurer wird.

und bei Störungen in der Maschinenanlage oder in der Stromzufuhr zu wenig Wasservorrat verfügbar ist. Die Größe der Behälter richtet sich nach den baulichen Verhältnissen, nach dem gewünschten Reservenvorrat oder bei selbsttätig arbeitenden Pumpensätzen nach der zulässigen Zahl der Arbeitsspiele je Stunde. Werden die Behälter zu knapp bemessen, so würden zuviel Arbeitsspiele und damit zu häufiges Ein- und Ausschalten des Pumpensatzes notwendig werden. Die Folge wäre unter Umständen eine unzulässige Erwärmung der Schaltgeräte und Motoren. Mehr als 8 Pumpenspiele je

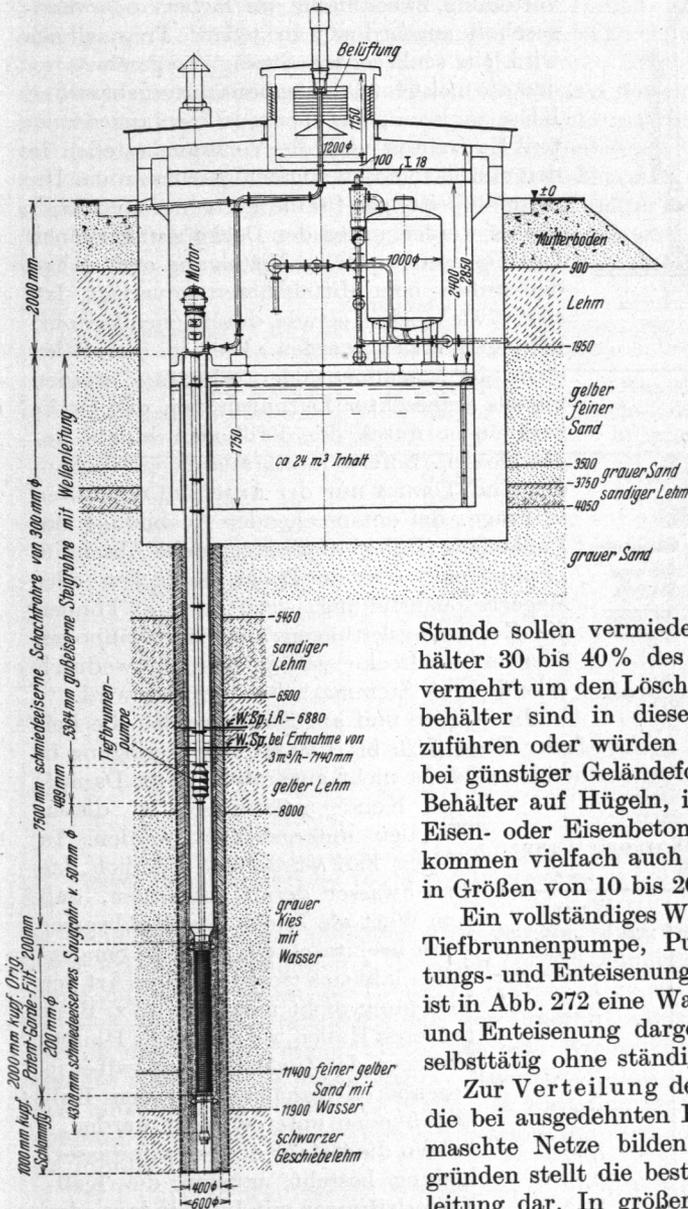


Abb. 270. Fabrikwasserwerk mit Tiefbrunnenpumpe, Belüftung, Enteisung und Absetzbehälter.

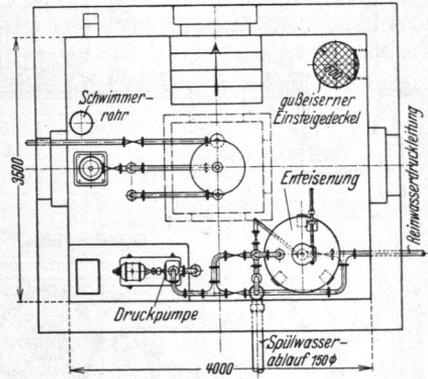


Abb. 271. Grundriß zu Abb. 270.

Stunde sollen vermieden werden. Im allgemeinen soll der Behälter 30 bis 40% des mittleren Tagesverbrauchs, möglichst vermehrt um den Löschbedarf von etwa 300 m³, fassen. Druckbehälter sind in diesen Abmessungen praktisch kaum auszuführen oder würden zu teuer werden. Hochbehälter werden bei günstiger Geländeformation als gemauerte oder betonierte Behälter auf Hügeln, in anderen Fällen als Wassertürme mit Eisen- oder Eisenbetonbottich ausgeführt. Für Fabrikanlagen kommen vielfach auch ringförmige Behälter an Schornsteinen in Größen von 10 bis 200 m³ in Frage.

Ein vollständiges Wasserwerk, bestehend aus Rohrbrunnen, Tiefbrunnenpumpe, Pumpenhaus mit Absetzbehälter, Belüftungs- und Enteisungsanlage zeigen Abb. 270 und 271. Ferner ist in Abb. 272 eine Wasserversorgungsanlage mit Druckkessel und Enteisung dargestellt. Die Anlage arbeitet vollständig selbsttätig ohne ständige Bedienung.

Zur Verteilung des Frischwassers dienen Rohrleitungen, die bei ausgedehnten Fabrikanlagen stark verästelte und vermaschte Netze bilden. Aus Betriebs- und Feuersicherheitsgründen stellt die beste Form der Hauptverteilung die Ringleitung dar. In größeren Anlagen werden die Hauptäste der Ringleitungen an passenden Stellen wieder untereinander verbunden, so daß sich praktisch mehrere aneinander gekettete Ringe ergeben. Jeder Strang der Ringleitungen und evtl. jede

Ringhälfte muß durch leicht zugängliche Schieber absperrbar sein. Die Hauptleitungen sind entsprechend den Durchflußmengen zu bemessen, wobei darauf zu achten ist, daß der Druckverlust in den Leitungen in zulässigen Grenzen bleibt. Mindestens müssen die Hauptleitungen zur genügenden Versorgung der angeschlossenen Hydranten ausreichen. Zahlentafel 38 gibt für verschiedene Durchflußmengen die erforderlichen Rohrweiten und den Druckverlust auf 1 m Rohrlänge bei normalen Verhältnissen an. Die Abzweig- und Anschlußleitungen zu den einzelnen Zapfstellen können nach Zahlentafel 39 bemessen werden.

Die Verlegung der Rohrleitungen erfolgt in Hallenbauten mit Kranbahnen am besten an den Kranbahnträgern, gegebenenfalls natürlich auch an den Wänden; in Flachbauten werden die Leitungen oft in der Dachkonstruktion verlegt. In Geschöfbbauten wird eine Hauptverteilung zweckmäßig im Keller- oder Erdgeschoß angeordnet; in jedem Treppenhaus wird ein senkrechter Strang vorgesehen, an den die meist im Treppenhaus untergebrachten Klosettanlagen, die ebenfalls hier angeordneten Hydranten und die Verbrauchsstellen in den einzelnen Sälen angeschlossen werden. Die Anschlußleitungen für die letztgenannten Zapfstellen werden unter der Decke der einzelnen Geschosse entweder im Mittelgang oder neben den Außen- oder Mittelstützen so verlegt, daß soweit wie möglich gerade, durchgehende Rohrleitungen erzielt werden. Frei in den Sälen stehende Maschinen oder Apparate werden mittels senkrechter Leitungen von der Decke herab oder durch den Fußboden hinauf angeschlossen. Sofern Laufkrananlagen vorhanden sind, kommt nur der Anschluß von unten in Frage. Bei entsprechender Ausbildung des Fußbodens (Holzklotzpfaster, siehe Abschnitt „Fußböden“, oder der Decke (Schlacken- oder Magerbetonauffüllung, siehe ebenda) können die Zuführungsleitungen auch im Fußboden oder in der Decke verlegt werden, wodurch erheblich an Stemmarbeiten gespart wird.

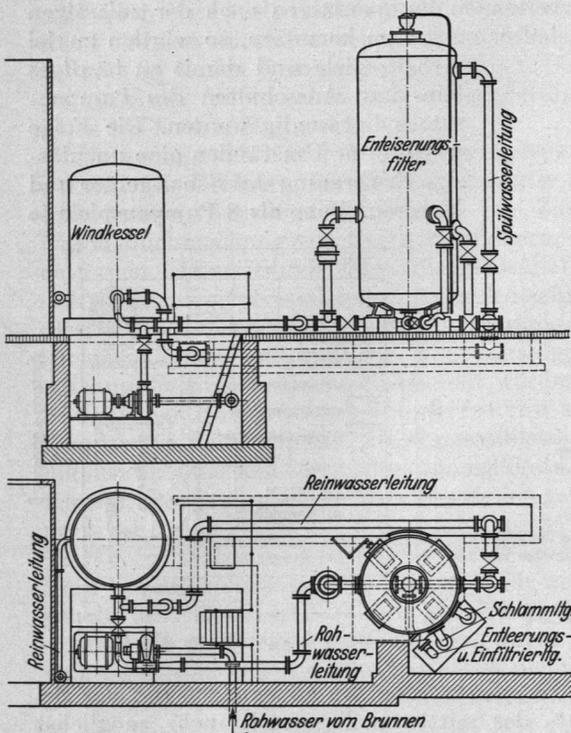


Abb. 272. Fabrikwasserwerk mit Enteisung und Druckkessel.

In Straßen und auf Höfen werden die Leitungen im Erdreich verlegt, und zwar in frostfreier Tiefe (1,20 bis 1,50 m). Die Verlegung in Rohrkanälen, die für andere Leitungen etwa vorhanden sind, ist nicht anzuraten, wenn Dampf- und Kondensatleitungen in diesen Kanälen untergebracht werden. In diesem Fall würde sich nämlich das Frischwasser derart erwärmen, daß sein Wert als Trink- und Kühlwasser stark beeinträchtigt wäre. In Sonderfällen läßt sich trotzdem diese Art der Verlegung nicht umgehen, so z. B. in größeren Hallen, wo sämtliche Hauptleitungen der Zugänglichkeit halber in begehbaren Kanälen unter dem Hallenfußboden untergebracht werden.

Zahlentafel 38.

Zweckmäßige Rohrdurchmesser für Wasserleitungen. (Hauptleitungen im Terrain.)

lichter Rohrdurchmesser mm	Wassermenge l/min	Druckverlust in m WS für 1 m Rohrleitungslänge	Wassergeschwindigkeit in m/sek
40	66	0,10	0,90
50	90	0,05	0,77
60	138	0,04	0,81
70	180	0,0286	0,77
80	228	0,0222	0,76
90	300	0,0200	0,80
100	372	0,0166	0,79
125	570	0,0111	0,77
150	804	0,008	0,76
175	1122	0,00667	0,78
200	1404	0,005	0,75
225	1836	0,00444	0,77
250	2220	0,00364	0,75
275	2652	0,00301	0,75
300	3240	0,00286	0,77

Bemerkung: Die vorstehenden Werte sind unter Annahme eines Rauheitsgrades von $m = 0,25$ errechnet.

nicht mehr ausreicht (siehe Abb. 273). Für Feuerlöschzwecke ist hier in jedem Treppenhaus ein sogenannter trockner (also normalerweise toter) Strang mit Hydrantenanschlüssen und Schlauchkupplung am unteren Ende vorzusehen.

Wo die Gefahr der Schwitzwasserbildung besteht, müssen die Kaltwasserleitungen mit Jutebandage oder Korkstrick isoliert werden. Bei Hochhäusern ist der Wasserversorgung besondere Aufmerksamkeit zu schenken, weil normaler Wasserleitungsdruck zur Versorgung der oberen Geschosse und zur Bekämpfung von Bränden in denselben hier

Der Wasserdruck in der Verteilungsleitung ergibt sich bei Hochhäusern allein aus der Höhe des Gebäudes, wobei zu beachten ist, daß in den oberen Geschossen noch genügend Auslaufdruck an den Zapfstellen und besonders an den Hydranten vorhanden sein muß. Bei normalen Geschoßbauten richtet sich der Druck entweder auch nach der Höhe des Gebäudes oder nach dem Druck in der Anschlußleitung des Wasserwerkes. Bei Hallen- und Flachbauten wäre es möglich, mit niedrigerem Leitungsdruck auszukommen, doch ist zu bemerken, daß sich Ersparnisse an Anlagekosten nur für die Pumpstation und für Hoch- oder Druckbehälter ergeben. Stärker wirken sich die Ersparnisse im Betrieb aus, da der Kraftbedarf der Pumpen dem Druck direkt proportional ist. Mit Rücksicht auf eine später mögliche Errichtung von Geschoßbauten sollte man aber auch bei Fabrikanlagen, für die nur Flach- und Hallenbauten vorgesehen sind, mit dem Druck nicht zu weit heruntergehen. Um trotzdem an Betriebskosten zu sparen, kann man Kreiselpumpen zunächst mit niedrigerer Drehzahl betreiben und später evtl. die Drehzahl durch Auswechslung des Antriebsmotors heraufsetzen. Nach Möglichkeit sind in diesem Fall die späteren Betriebsverhältnisse schon bei der Projektierung des ersten Ausbaues nachzuprüfen, damit die Pumpe

Zahlentafel 39.
Zweckmäßige Rohrdurchmesser für Wasserleitungen.
(Anschlußleitungen im Gebäude.)

lichter Rohrdurchmesser mm	Wassermenge l/min	Druckverlust in m WS für 1 m Rohrleitungslänge	Wassergeschwindigkeit in m/sek
13	8	0,522	0,99
20	19	0,200	1,01
25	28	0,130	0,96
30	42	0,100	1,00
35	52	0,0666	0,94
40	76	0,0666	1,04
45	93	0,0500	0,98
50	124	0,0500	1,06
55	146	0,0400	1,02
60	171	0,0333	1,00
65	207	0,0333	1,04
70	243	0,0285	1,04
75	257	0,0222	0,97
80	289	0,0166	0,96
90	367	0,0166	0,97
100	459	0,0145	0,96

Bemerkung: Die vorstehenden Werte sind unter Annahme eines Rauigkeitsgrades von $m = 0,15$ errechnet.

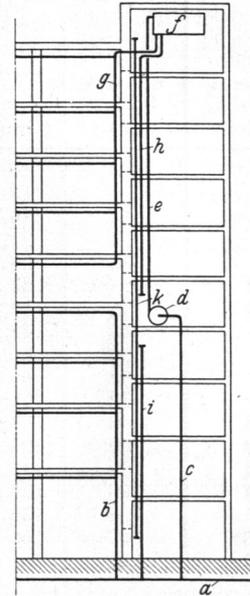


Abb. 273. Wasserversorgung eines Hochhauses.

a Frischwasser-Hauptleitung, b Steigstrang bis zum dritten Obergeschoß, c Anschlußleitung für die Pumpe „d“, d Pumpe zur Druckerhöhung, e Pumpendruckleitung, f Hochbehälter, g Fallstrang zur Versorgung der Geschosse IV bis VIII, h Fallstrang für die Feuerlöschhydranten in den oberen Geschossen, i Steigstrang für den Feuerlöschhydranten in den unteren Geschossen, k Trockener Löschrang zum Anschluß einer Motorspritze.

in jedem Fall in einem günstigen Abschnitt der Wirkungsgradkurve arbeitet. Bekanntlich ändert sich bei Kreiselpumpen der Druck mit dem Quadrat der Drehzahl. Hierbei ist zu erwähnen, daß sich auch der Kraftbedarf mit der Drehzahl ändert, und zwar in der dritten Potenz. Daher hat jede Kreiselpumpe bestimmte Kennlinien (Charakteristik). Einer bestimmten Druckhöhe entspricht also auch eine bestimmte Fördermenge, ein bestimmter Kraftbedarf und auch ein bestimmter Wirkungsgrad der Pumpe.

Der Pumpendruck oder die Förderhöhe H_p in m WS muß der Summe aller einzelnen Druckhöhen gleich sein, also

$$H_p = H_g + H_w + H_r + H_a + \Delta_H.$$

Hierin bedeuten:

H_g = die geodätische Förderhöhe in m WS, das ist der Höhenunterschied zwischen dem niedrigsten Wasserspiegel der Sauggrube (Einlaufbauwerk, Brunnen im Betriebszustand) und höchster Stelle der Rohrleitung oder des Hochbehälters.

H_w = die Widerstandshöhe in m WS, das ist der errechnete gesamte Rohrleitungswiderstand.

H_r = die Widerstandshöhe der Reinigungsanlage in m WS (wenn keine solche vorhanden ist, $H_r = 0$).

H_a = die Auslaufhöhe in m WS, im allgemeinen genügend mit 5 m, bei Hydranten mit 10 m.

Δ_H = die Druckdifferenz bei Druckkesselanlagen mit selbsttätiger Pumpenschaltung.

Der Druck in den öffentlichen Wassernetzen beträgt meistens 2,5 bis 3,5 at, also 25 bis 35 m WS. Für diesen Druck sind zweckmäßig auch die eigenen Anlagen (gemessen hinter der Reini-

gungsanlage oder hinter dem Druckbehälter) auszulegen, d. h. also

$$H_g + H_w + H_a = 25 \text{ bis } 35 \text{ m WS.}$$

Für die Ermittlung des Pumpendruckes sind dann noch Δ_H und H_r zu berücksichtigen. Bei Hochbehälteranlagen $\Delta_H = 0$, bei Druckkesselanlagen ist $\Delta_H = 15$ bis 20 m WS zu setzen.

Es bleibt nun noch übrig, einige Worte über die Ausführung der Frischwasserleitungen zu sagen. Die Hauptleitungen werden, sofern sie in der Erde verlegt werden, aus asphaltiertem und umjütetem Flußstahlrohr hergestellt; im Innern der Gebäude wird für größere Abmessungen das gleiche Material, für Leitungen unter 65 mm Durchmesser feuerverzinktes Stahlrohr verwendet. Die verzinkten Rohre werden verschraubt. Schweißen kommt hierfür nicht in Frage. Bögen und Abzweige werden bei Verlegung von Stahlmuffenrohr aus Formstücken, bei verzinkten Stahlrohren aus verzinkten Fittings gebildet. Starke Leitungen im Innern von Gebäuden werden auch mit Flanschen verbunden.

Zahlentafel 40. Flußstahlrohre, Gasrohre.

Handelsübliche Nennweite Zoll	Zugehörige Nennweite der Armaturen und Formstücke	Außendurchmesser mm	Wanddicke mm	Errechnetes Gewicht des glatten Rohres kg/m
1/8	6	10	2	0,39
1/4	8	13,25	2,25	0,61
3/8	10	16,75	2,25	0,80
1/2	13	21,25	2,75	1,25
3/4	20	26,75	2,75	1,63
1	25	33,5	3,25	2,42
1 1/4	32	42,25	3,25	3,13
1 1/2	40	48,25	3,5	3,86
2	50	60	3,75	5,20
2 1/4	60	66	3,75	5,76
2 1/2	70	75,5	3,75	6,64
3	80	88,25	4	8,31
3 1/2	90	101	4,25	10,14
4	100	113,5	4,25	11,45
4 1/2	110	126,5	4,25	12,81
5	125	139	4,5	14,93
5 1/2	140	152	4,5	16,37
6	150	164,5	4,5	17,76

Wenn keine Korrosionsgefahr besteht, und wenn geringe Rostbeimengungen im Wasser nicht störend wirken, können die Leitungen auch aus unverzinktem, nahtlosem Stahlrohr hergestellt und an den Stößen verschweißt werden. Für Trinkwasserleitungen ist diese Ausführung nicht statthaft. Bleileitungen sollen im Fabrikbau, auch für schwache Anschlußleitungen, vermieden werden. Für Warmwasserleitungen kommen verzinkte Stahlrohre oder besser Kupferrohre in Frage, sofern die für die Ausführung verfügbaren Mittel die Verwendung dieses teureren, aber dafür fast unbegrenzt haltbaren Materials zulassen. Für Kupferleitungen kann man mit Rücksicht auf die hohe Korrosionsfestigkeit des Werkstoffes schwächere Rohrdurchmesser und geringere Wandstärken verwenden.

Zahlentafel 40 gibt die Abmessungen und Wandstärken der handelsüblichen Rohre für Wasserleitungen an. Weitere Angaben hierüber und über Formstücke, Absperrorgane usw. enthalten die DIN-Normen.

Aus den schon oben angeführten „Technischen Vorschriften für Bau und Betrieb von Wasserversorgungsanlagen für Grundstücke“ DIN 1988 sei nachstehender Auszug¹ für die Ausführung von Wasserleitungen wiedergegeben:

§ 4a. 3. Alle Rohrleitungen in Gebäuden und Grundstücken müssen möglichst mit Steigung bis zu den einzelnen Verbrauchsstellen angelegt werden; Luftsäcke sind zu vermeiden. Die Steigleitungen sind übersichtlich anzuordnen, in der Regel einzeln absperr- und entleerbar zu machen und an der Absperrstelle durch Schilder zu bezeichnen. Die Steigleitungen müssen in einer Zapfstelle endigen. Ebenso müssen alle Zweigleitungen, die nur zeitweise benutzt werden und der Frostgefahr ausgesetzt sind, z. B. Leitungen zu Waschküchen, Gärten, Höfen, Springbrunnen, besonders absperr- und entleerbar gemacht werden. Das Entleerungswasser muß unschädlich abgeführt oder aufgefangen werden können.

a) 4. Leitungen im Innern der Gebäude müssen gegen mechanische und chemische Angriffe geschützt werden. Keinesfalls dürfen Bleiteile mit Zement- oder Kalkmörtel in Berührung kommen.

a) 5. Die Durchführung von Leitungen durch Abort- oder Dunggruben, Abflußkanäle und Schornsteine ist verboten.

b) 2. Für Feuerlöschleitungen sind die örtlichen Verhältnisse und Vorschriften zu berücksichtigen (Druck in der Rohrleitung, Höhenlage, verwendbare Schlauchweite und -kuppelung, Gebäudelage). Scharfe Krümmungen sind zu vermeiden. Bei Vorhandensein von Wassermessern sind Umgehungsleitungen empfehlenswert, deren Abschluß plombiert werden kann.

e) 1. Die Reinwasserleitung ist so einzurichten, daß ein Rücksaugen oder Zurücktreten von unreinen Flüssigkeiten oder anderen Stoffen in die Reinwasserleitung unter keinen Umständen eintreten kann.

e) 8. Eine unmittelbare Verbindung der allgemeinen Wasserleitung mit Dampfkesseln für höheren Druck als 1 kg/cm² und mit Einzelversorger-Wasserleitungen, sowie von Anlagen, deren Wasser gesundheitlich einwandfrei ist, mit solchen, die dieser Anforderung nicht entsprechen, ist verboten; der Anschluß von Dampfstrahlpumpen bedarf der besonderen Genehmigung.

¹ Siehe die Fußnote auf S. 176.

f) Müssen in besonderen Fällen Rohrleitungen durch Kennfarben unterschieden werden, so sind die Kennfarben nach DIN 2403 zu wählen.

§ 5. 1. Wasserbehälter dürfen nur aus Baustoffen hergestellt werden, die auf das Wasser keinen schädlichen Einfluß ausüben.

2. Sobald durch das Überlaufen von Wasserbehältern Übelstände eintreten können, ist das Überlaufwasser durch ein hinreichend weites und gegen Eindringen von Fremdkörpern geschütztes Überlaufrohr unschädlich abzuleiten. Eine unmittelbare Verbindung mit der Abflußleitung ist verboten.

3. Behälter für Wasser müssen so untergebracht sein, daß das Wasser gegen Einfrieren gesichert ist. Sie sind so abzudecken, daß eine Verunreinigung des Wassers ausgeschlossen ist. . . .

4. Die Schwimmerventile für Behälter von mehr als 1 m³ Inhalt sind in einem besonderen Gefäß unterzubringen.

Im Wohnungsbau sind seit kurzer Zeit Bestrebungen im Gange, die Ausführung der Wasserleitungs-Installationen auf wissenschaftlicher Grundlage derart umzugestalten, daß der Betrieb der Leitungen vollständig geräuschlos erfolgt. Vorläufig haben diese Bestrebungen noch zu keinem greifbaren Ergebnis geführt. Sie sind außerdem für den Fabrikbau im allgemeinen von geringerem Interesse, doch können sie in Sonderfällen, so für Laboratorien und Büros, gleichfalls Bedeutung besitzen. Handelsübliche Ausführungsformen, die den Anforderungen der Geräuschlosigkeit Genüge leisten, existieren noch nicht. Allerdings hat auch schon die Befestigung der Leitungen einen Einfluß auf die Verbreitung der Geräusche, wie Reiher, Sippell und Lindner nachgewiesen haben¹. Ferner sei auch auf eine Arbeit von Dr. Mengerlinghausen² hingewiesen.

In vielen Fabrikbetrieben wird für gewerbliche Zwecke, sowie für Wasch- und Badeanlagen warmes Wasser in mehr oder weniger großen Mengen benötigt. Bei der Wahl des Warmwasserbereitungssystems sollen in erster Linie wirtschaftliche Erwägungen maßgebend sein. Da die Warmwasserbereitung in einem verhältnismäßig niedrigen Temperaturbereich der industriellen Wärmewirtschaft stattfindet, stellt sie vielfach die einzige Möglichkeit zur Ausnutzung von Abfallwärme dar. Die Abfallwärme kann in verschiedener Form verfügbar sein, sei es in heiß ablaufendem Kühlwasser, in Kondensat, in Brüden, als Abhitze von Öfen oder Dampfkesseln. Nur wenn einwandfrei feststeht, daß eine Ausnutzung von Abfallwärme für die Warmwasserbereitung nicht möglich oder unwirtschaftlich ist, soll die Erwärmung des Wassers durch Frischdampf, Heißwasser, Gas- oder elektrische Heizung vorgenommen werden.

Die direkte Einleitung von Dampf, Heißwasser oder Kondensat in das Brauchwasser ist — abgesehen von Ausnahmefällen — zu verwerfen, da hierdurch die entsprechende Menge reinen, von Kesselsteinbildnern freien Wassers dem Kreislauf des Heizungssystems entzogen wird. Selbstverständlich muß aber hierfür Ersatz geleistet werden, so daß entweder neue Kesselsteinbildner in das System gelangen oder zusätzliche Kosten für die Wasseraufbereitung aufzuwenden sind. Aus dem gleichen Grunde ist auch eine direkte Erwärmung des Gebrauchswassers in gesonderten Kesseln nicht zweckmäßig.

Im allgemeinen werden für die Warmwasserbereitung Boiler oder Gegenstromapparate benutzt. Die Zahlentafeln 41 und 42 geben hierfür gebräuchliche Abmessungen an. In den Boilern ist die Warmwasserbereitung und die Speicherung in einem Apparat vereinigt, während Gegenstromapparate lediglich der Warmwasserbereitung dienen; sofern eine Speicherung notwendig ist, muß hierfür ein besonderes Gefäß (möglichst ein zylindrischer Behälter, evtl. ein alter Kessel) eingeschaltet werden. Für die Bemessungen des Speicher- oder Boilerinhaltes ist es vorteilhaft, wenn das Wasser mit möglichst hoher Temperatur gespeichert werden kann. Durch Mischung mit Kaltwasser kann an der Entnahmestelle die gewünschte Temperatur (für Wasch- und Badezwecke 35 bis 40° C) hergestellt werden. Bei der Aufstellung von Warmwasserbereitern sind die behördlichen Vorschriften zu beachten. § 6 der „Technischen Vorschriften für Bau und Betrieb von Wasserversorgungsanlagen für Grundstücke“ (DIN 1988)³ besagt hierüber:

§ 6. Auf Warmwasserversorgungsanlagen mit Heizquellen jeder Art finden die bestehenden amtlichen Vorschriften der einzelnen deutschen Länder sowie diejenigen der Berufsgenossenschaften zur Verhütung von Betriebsgefahren Anwendung.

Es sind daher beispielsweise zu beachten:

bei Wasserheizkesseln die Verordnungen über die Ausdehnungs- und Sicherheitsleitungen und die Absperrung von Wasserheizkesseln (Preuß. Ministerialerlaß vom 5. Juni 1925/3. März 1927) oder die Grundsätze für die Sicherheit von Niederdruck-Warmwasserheizanlagen und von Warmwasserbereitungsanlagen des

¹ Verringerung von Geräuschen in Wasserleitungsanlagen. Z. VDI Bd. 75 S. 681.

² Strömungsgeräusche in Wasserleitungen und ihre Beseitigung. Z. VDI Bd. 75 S. 357.

³ Siehe die Fußnote auf S. 176.

Zahlentafel 41. Schmiedeeiserne, einwandige Warmwasserbereiter (siehe Abb. 274).

Inhalt l	100	150	200	250	300	400	500	600	800	1000	1250	1500	2000	2500	3000	4000	5000
D	350	350	400	450	450	550	600	600	700	750	800	900	1000	1000	1000	1100	1200
L	1038	1560	1590	1570	1883	1682	1768	2120	2080	2261	2485	2360	2580	3180	3820	4200	4420

Thür. Ministeriums für Inneres und Wirtschaft, Abt. Inneres, vom 28. Juni 1926, oder die Sicherheitsvorschriften für Niederdruck-Warmwasserheizanlagen vom 1. August 1925 nebst Ergänzung vom 31. Dezember 1929 des Hamburgischen Aufsichtsamtes für Dampfkessel und Maschinen;

bei Niederdruckdampfkesseln die Vorschriften für die Sicherheitsstandrohre (Erlaß des Bundesrates vom 17. Dezember 1908, Ziff. 3a);

bei Verwendung von Hochdruckdampf die Dampffäßverordnung vom 5. März 1913 bzw. die Preuß. Ministerialerlasse vom 22. Mai 1925 und 5. Juni 1925 oder die Thüringische Polizeiverordnung über die Aufstellung, die Einrichtung und den Betrieb von Dampffässern vom 28. Juni 1923, die Thür. Verordnung zur Abänderung der Verordnung über Genehmigung und Überwachung der Dampfkessel vom 28. Juni 1923 vom 28. Mai 1927 und die Thür. Polizeiverordnung über Aufstellung, Beschaffenheit und Betrieb von beweglichen Dampfkesseln vom 20. Dezember 1928;

bei elektrisch beheizten Warmwasserbereitern die Preuß. Ministerialerlasse vom 15. Februar 1928 und 21. Dezember 1928;

bei Anlage von Feuerstellen die allgemeinen feuerpolizeilichen Vorschriften und örtlichen Verordnungen.

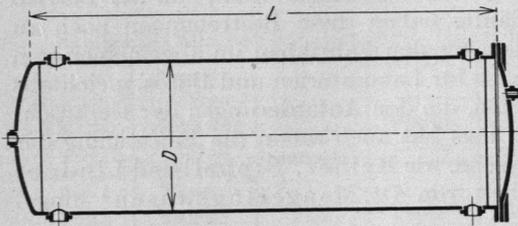


Abb. 274. Skizze zu Zahlentafel 41.

a) Gemeinsame Bestimmungen für Hoch- und Niederdruckanlagen.

1. Beträgt der Inhalt des Beschiebungsraumes bei Kesseln und Speichergefäßen mehr als 50 l oder beträgt das Produkt aus diesem Inhalt und dem in ihm auftretenden Leitungsdruck in kg/cm² mehr als 300, so sind Kessel und Speichergefäße mit nicht selbsttätiger Regelung der Wärmezufuhr mit richtig zeigenden, gut ablesbaren Thermometern zu versehen.

2. Speichergefäße mit mehr als 50 l Inhalt sind so anzubringen, daß sie vollständig gereinigt werden können.

3. Verteilungsleitungen dürfen nicht aus Blei oder unverzinktem Eisen bestehen.

4. Heizkörper dürfen an die Gebrauchsleitung der Warmwasserversorgungsanlage nur dann angeschlossen werden, wenn die wasserberührten Wandungen aus einem nicht rostenden Baustoff bestehen und den in Abs. 8 vorgeschriebenen Probedruck mit Sicherheit aushalten.

Zahlentafel 42. Gegenstromapparate für Warmwasserbereitung (siehe Abb. 275).

Heizfläche m ²	Abmessungen in mm						Stündlich von +10 auf +70° C zu erwärmende Wassermenge in l bei einem Dampfdruck vor dem Apparat in atü						
	A	B	C	D	E	F							
	∅		∅	∅	∅		0,1	0,2	0,3	0,5	1	2	3
0,75	230	520	100	70	40	400	775	875	1020	1180	1625	2460	3000
1,00	230	680	100	70	40	400	1030	1160	1365	1570	2170	3150	4000
1,25	230	840	113	70	40	400	1280	1450	1700	1970	2740	3940	4900
1,50	230	1000	113	70	40	400	1550	1750	2050	2400	3270	4750	5950
1,75	230	1160	125	70	40	400	1800	2040	2400	2770	3800	5500	6950
2,00	230	1320	125	70	40	400	2070	2340	2740	3140	4340	6300	7950
2,25	230	1480	125	70	40	400	2340	2640	3140	3540	4870	7100	8950
2,50	330	600	125	100	58	500	2570	2900	3400	3940	5450	7850	9900
3,00	330	700	150	100	58	500	3100	3500	4100	4740	6500	9450	10820
3,50	330	800	169	100	58	500	3600	4060	4800	5500	7600	11000	13850
4,00	330	900	169	100	58	500	4140	4670	5480	6300	8700	12550	15800
4,50	330	1000	169	100	58	500	4640	5240	6140	7080	9750	14150	17800
5,00	330	1100	169	100	58	500	5160	5840	6850	7900	10800	15700	19800
5,50	330	1200	150	100	58	500	5660	6400	7500	8700	11900	17400	21800
6,00	330	1300	150	100	58	500	6180	7000	8160	9500	13000	18900	23800
6,50	330	1400	150	100	58	500	6700	7560	8850	10200	14100	20400	25800
7,00	330	1500	150	100	58	500	7200	8150	9550	11000	15150	22000	27700
7,50	430	1600	169	150	70	675	7740	8700	10250	11800	16250	23700	29700
8,00	430	1700	169	150	70	675	8230	9300	11000	12900	17300	25200	31700
10,00	430	1235	169	150	70	675	10300	11600	13700	15700	21700	31500	39700
12,50	430	1455	169	150	70	675	12800	14500	17000	19700	27200	39400	50000
15,00	430	1675	180	150	70	675	15500	17500	20400	24000	32500	47400	59400
17,50	430	1895	180	150	70	675	18000	20300	24000	27600	38000	55000	69400
20,00	430	2115	203	150	70	675	20600	23300	27300	31450	43400	63000	79500
22,50	430	2335	203	150	70	675	23200	26200	30600	35500	48600	71000	89400
25,00	430	2555	203	150	70	675	25800	29200	34000	39400	54500	95300	99000

5. Um den Rücktritt von warmem Wasser in die Reinwasserleitung zu verhüten, ist in die Zuleitung zum Speisergefäß ein Rückschlagverschluß einzufügen. Zur Prüfung seiner Wirksamkeit und zur etwa nötigen Auswechslung ist in erreichbarer Nähe davor und dahinter je eine Absperrvorrichtung anzubringen, sowie zwischen dem Rückschlagverschluß und der Absperrvorrichtung auf der Zuflußseite eine verschließbare Entleerungsöffnung. Durchlauferhitzer und Speicher bis zu 10 l Inhalt fallen nicht unter diese Bestimmungen.

6. Der Rückschlagverschluß kann auch durch eine andere sicher wirkende Einrichtung ersetzt werden, wenn sie vorher besonders genehmigt ist.

7. Zapfstellen für Warm- und Kaltwasser dürfen nur dann einen gemeinsamen Auslauf haben, wenn dieser unverschließbar ist.

8. Rohrleitungen und geschlossene Speisergefäße für Sammelversorgung sind nach ihrer Aufstellung einem Probedruck zu unterwerfen, der den in den einzelnen Teilen vorkommenden höchsten Betriebsdruck um 2 kg je cm² übersteigt.

9. Kesselstein und sonstige Ablagerungen sind aus den Gefäßen nach Bedarf zu entfernen.

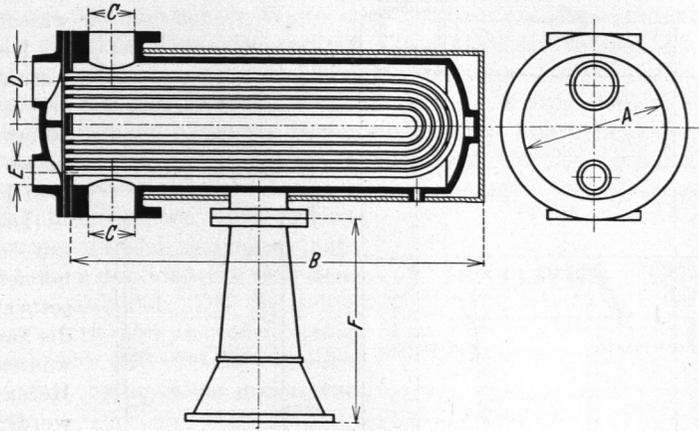


Abb. 275. Skizze zu Zahlentafel 42.

b) Besondere Bestimmungen für Hochdruckanlagen.

(Anlagen, die unter dem Druck der Wasserleitung stehen.)

1. Bei Hochdruckanlagen darf das Gebrauchswasser nur mittelbar durch Warmwasser oder Niederdruckdampf erwärmt werden, wobei das Gebrauchswasser vom Heizmittel völlig getrennt sein muß.

2. Die der mittelbaren Wärmeübertragung dienenden Heizrohre müssen leicht aus dem Speisergefäß herausziehbar sein.

3. Hochdruckanlagen sind in der Kaltwasserzuleitung mit einem Sicherheitsventil von mindestens 12 mm l. W. zu versehen, das in diesem Durchmesser mit der Speiseleitung verbunden sein muß und den Vorschriften des Dampfkessel-Überwachungs-Vereins entspricht.

4. Bei Warmwasserbereitungsanlagen mit selbsttätiger Regelung der Wärmezufuhr muß bei eintretendem Wassermangel eine Überhitzung ausgeschlossen sein.

c) Besondere Bestimmungen für Niederdruckanlagen.

(Anlagen mit Speisergefäßen.)

1. Das Speisergefäß muß eine dem Inhalte der Anlage entsprechende Größe erhalten, um die sich bei der Erwärmung des Gebrauchswassers ergebende Wassermenge aufnehmen zu können.

2. Das Speisergefäß muß mit einer selbsttätigen Speisevorrichtung und einem Überlaufrohr, das auch bei völlig geöffnetem Schwimmerventil die zuströmenden Wassermengen mit Sicherheit abfließen läßt, versehen und mit einer nach dem Heizraum geführten offenen Meldeleitung von mindestens 20 mm l. W. ausgerüstet sein. Die Meldeleitung kann auch durch eine andere Vorrichtung ersetzt werden.

3. Das Speisergefäß ist in einem verschlossenen Raum, der anderen Zwecken nicht dienen darf, aufzustellen, gegen Frost zu sichern und dauernd zu überwachen.

Ausnahmen hiervon werden nur dann zugelassen, wenn durch Anordnung und Bauart der Gefäße oder nach Art der Verwendung ihres Inhaltes jede Gefahr für Leben und Gesundheit ausgeschlossen ist.

4. In die zu dem Schwimmerventil des Speisergefäßes führende Leitung ist in unmittelbarer Nähe des Gefäßes eine leicht zu betätigende Absperrvorrichtung einzuschalten.

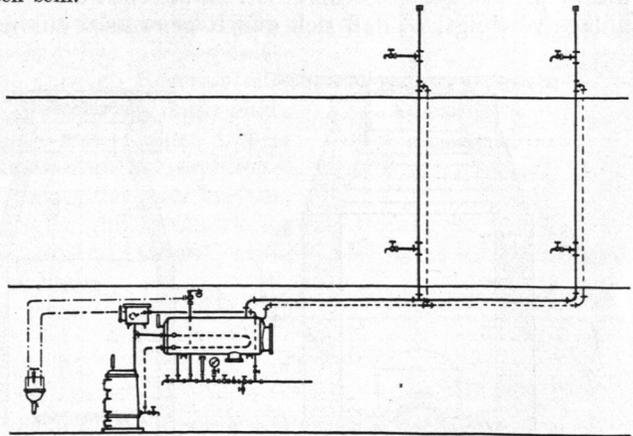


Abb. 276. Schaltungsschema einer Warmwasserbereitung nach dem Hochdrucksystem; die Anlage steht unter dem Druck der Wasserleitung.

Die in den Vorschriften erwähnten Systeme (Hoch- und Niederdruckanlagen) sind in Abb. 276 und 277 schematisch dargestellt.

Wie erwähnt, kann die Warmwasserbereitung auch durch elektrische Erwärmung oder durch Gasheizung erfolgen. Die elektrische Erwärmung läßt sich mit Vorteil bei Ausnutzung eines

billigen Nachtstromtarifes durch Heißwasserspeicher anwenden. Daneben werden elektrische Durchlauferhitzer verwendet, die aber wegen der Höhe ihres Anschlußwertes auf kleine Leistungen beschränkt sind. Durchlauferhitzer sind auch die gebräuchlichen Gas-Warmwasserbereiter.

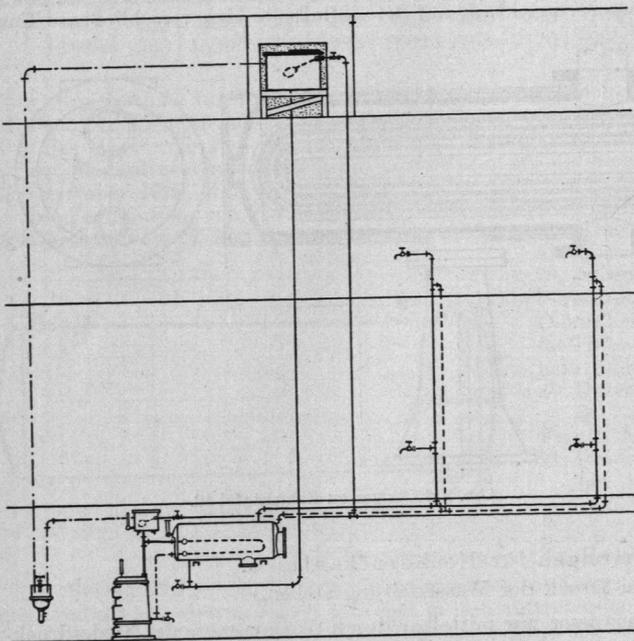


Abb. 277. Schaltungs- und Rohrnetzschema einer Warmwasserbereitung nach dem Niederdrucksystem; die Anlage ist mit der Wasserleitung nicht unmittelbar verbunden; sie wird vielmehr über das hochgelegene Schwimmervorgabebehälter gespeist.

Die Verteilungsleitungen der Warmwasserversorgung sollen der Wärmersparnis halber isoliert werden. Ein 20 mm starker Wärmeschutz aus Isoliermasse oder Schalen genügt in den meisten Fällen.

Die Abwasserableitung umfaßt nicht nur die Abführung der im Fabrikbetrieb, in den Waschanlagen und Klosetts anfallenden Abwässer, sondern auch die Sammlung und Ableitung der Regenwässer von Dachflächen, Straßen und Höfen. Je nach den örtlichen Vorschriften werden beide Abwasserarten (Schmutzwasser und Regenwasser) in getrennte oder gemeinsame Kanalisationsnetze geführt. Sofern keine behördlichen Vorschriften hierüber bestehen, ist zu untersuchen, welches System vorteilhafter ist. Ausschlaggebend hierfür ist oft die Errichtung einer Kläranlage; bei dem Einrohrsystem für Schmutz- und Regenwasser muß die Kläranlage für die gesamte Wassermenge bemessen werden, wodurch sich ihre Abmessungen und Kosten unter Umständen wesentlich vergrößern können gegenüber einer Anlage, die lediglich für die Klärung des Schmutzwassers bestimmt ist. In diesem Fall werden beide Rohrnetze erst hinter der Kläranlage vereinigt, so daß sich das Regenwasser nur mit bereits gereinigtem Wasser vermengt.

Die Abwasserableitung umfaßt nicht nur die Abführung der im Fabrikbetrieb, in den Waschanlagen und Klosetts anfallenden Abwässer, sondern auch die Sammlung und Ableitung der Regenwässer von Dachflächen, Straßen und Höfen. Je nach den örtlichen Vorschriften werden beide Abwasserarten (Schmutzwasser und Regenwasser) in getrennte oder gemeinsame Kanalisationsnetze geführt. Sofern keine behördlichen Vorschriften hierüber bestehen, ist zu untersuchen, welches System vorteilhafter ist. Ausschlaggebend hierfür ist oft die Errichtung einer Kläranlage; bei dem Einrohrsystem für Schmutz- und Regenwasser muß die Kläranlage für die gesamte Wassermenge bemessen werden, wodurch sich ihre Abmessungen und Kosten unter Umständen wesentlich vergrößern können gegenüber einer Anlage, die lediglich für die Klärung des Schmutzwassers bestimmt ist. In diesem Fall werden beide Rohrnetze erst hinter der Kläranlage vereinigt, so daß sich das Regenwasser nur mit bereits gereinigtem Wasser vermengt.

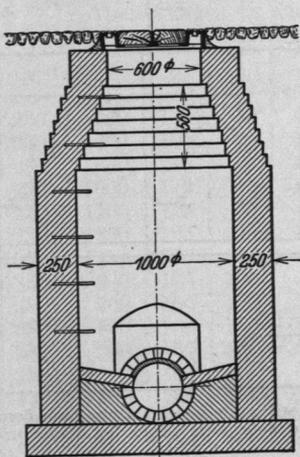


Abb. 278.

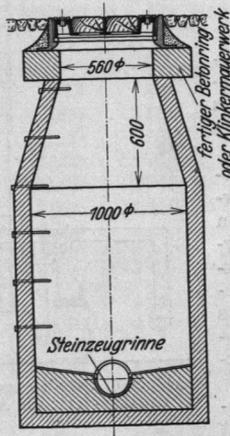


Abb. 279.

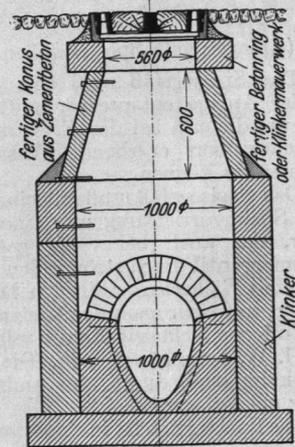


Abb. 280.

Abb. 278 bis 280. Schächte für Abwasserleitungen.

Fabrikationsabwasser, das nicht verunreinigt ist, z. B. abfließendes Kühlwasser, kann in die Regenwasserkanalisation geleitet werden. Das gereinigte und nunmehr unschädliche Abwasser wird einem Vorfluter oder, falls ein solcher nicht vorhanden ist, in Sickeranlagen dem Grundwasser zugeführt.

Die Abwasserleitungen werden im Innern der Gebäude, gleichgültig ob sie frei oder unter Fußboden liegen, als gußeiserne Rohre ausgeführt. Zweckmäßig ist die Verwendung sogenannter

LNA-Rohre. Die Rohrleitungen erhalten Muffenverbindungen. Abzweige und Richtungsänderungen werden durch gußeiserne Formstücke hergestellt. Außerhalb der Gebäude werden die Abflußleitungen nur an Stellen, die durch starke Belastungen gefährdet sind (z. B. unter Bahnhöfen, Gleisen, Lagerhöfen) in Gußeisen verlegt. In allen anderen Fällen genügt die Ausführung als Steinzeugleitung, bei Leitungen bis 500 mm lichter Weite oder darüber als Zementkanal von kreisförmigem, eiförmigem oder maulförmigem Querschnitt. Zementkanäle müssen für Schmutzwasserabführung an der Sohle mit Klinker- oder Steinzeugplatten ausgekleidet werden. Alle Leitungen werden mit mindestens 800 mm Deckung verlegt. Den Übergang von gußeisernen auf Steinzeug- oder Zementrohrleitungen bildet am besten ein Schacht. Solche Schächte sind außerdem an allen Knickpunkten der Leitungen, an Stellen, wo sich zwei oder mehr größere Leitungen vereinigen, und auf geraden, glatten Kanalstrecken in Entfernungen von ca. 50 m erforderlich. Wird an derartigen Schächten gespart, so rächt sich dies im Betrieb durch Verschmutzungen, die sich nur mangelhaft und schwierig beseitigen lassen. Die Sohlen der Schächte sind dem Rohrprofil entsprechend als Rinne auszubilden. Die Schächte können nach Abb. 278 in Klinkermauerwerk oder aus fabrikmäßig hergestellten Zementbetonringen nach Abb. 279 und 280, endlich auch in Stampfbeton ausgeführt werden. Sie erhalten gußeiserne Schachtabdeckungen und Steigeisen.

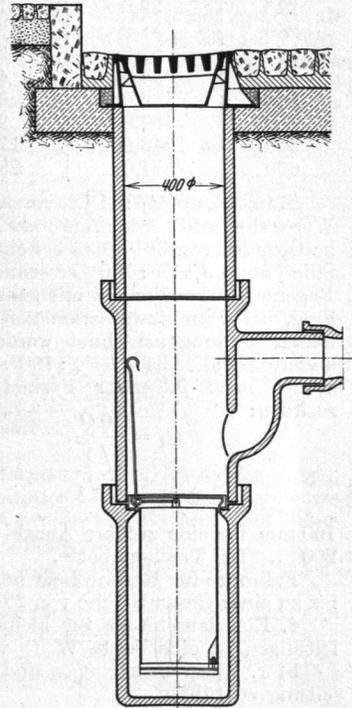


Abb. 281. Gully.

Für die Entwässerung der Straßen und Höfe werden Gullys nach Abb. 281 angeordnet. Man rechnet auf etwa 400 m² Hof- oder Straßenfläche einen Gully.

In solche Leitungen, die Garagen oder deren Vorplätze sowie Waschplätze für Kraftwagen entwässern, ist ein Fett- bzw. Benzinabscheider einzubauen. Für die Ausführung der Abscheider bestehen behördliche Vorschriften, desgleichen für die Prüfung von Benzinabscheider-Bauarten¹. Über Fettabscheider für Fabriken, in denen viel Fett abfließt, unterrichten auch die bereits erwähnten Technischen Vorschriften DIN 1986.

Der Anschluß der Regenabfallrohre für die Dachentwässerung (siehe unter „Dächer“, S. 77) erfolgt in Gußeisen oder Flußstahl. Im Innern der Gebäude liegende Abfallrohre werden zweckmäßig vom Dach bis unter Fußboden als Flußstahlrohre mit Asphaltanstrich ausgeführt. Außerdem werden die äußeren Regenabfallrohre wenigstens bis 2 m über Flur vom Erdboden aus in gleicher Ausführung hergestellt. Wenn die Abfallrohre rechteckigen Querschnitt besitzen, wie dies bei neuzeitlichen Bauten aus architektonischen Gründen mitunter der Fall ist, verwendet man bis 2 m über Flur aus Flußstahlblech geschweißte oder gußeiserne vierkantige Rohre, die von Fall zu Fall hergestellt werden müssen. Wie schon unter „Dächer“ erwähnt, ist auf 1 m² Dachfläche (in der Horizontalprojektion gemessen) ein Fallrohrquerschnitt von 0,8 cm² zu rechnen (siehe Zahlentafel 43).

Für gußeiserne und Steinzeugleitungen, für Zementkanäle, Schächte, Gullys, Schachtabdeckungen und Steigeisen hat der Normenausschuß der deutschen Industrie Normblätter aufgestellt.

Für die Bemessung der Rohrleitungen sind in den unten im Auszug wiedergegebenen „Technischen Vorschriften für Bau und Betrieb von Grundstücksentwässerungsanlagen“ (DIN 1986) Mindestwerte angegeben. Im übrigen richtet sich die Rohrweite nach den Durchflußmengen und nach dem Gefälle. Zahlentafel 44 gibt hierfür die wichtigsten Werte an. Zur Ermittlung der Abflußmengen dienen die in den Zahlentafeln 45 und 46 zusammengestellten Einheitswerte.

Zahlentafel 43. Dachentwässerung.

lichter Durchmesser des Abfallrohres mm	Querschnitt cm ²	Ausreichend zur Entwässerung einer Dachfläche von m ²
100	78	100
125	122	150
150	177	200
200	314	390

¹ Siehe die Prüfordnung für Benzinabscheider, aufgestellt von einem Prüfausschuß des Deutschen Städtetages und der Vereinigung der Bauverwaltungen deutscher Städte. Berlin: Beuth-Verlag G.m.b.H.

Die oben erwähnten Technischen Vorschriften DIN 1986¹ lauten (auszugsweise) wie folgt:

Zahlentafel 44. Leistungsfähigkeit von Abflußkanälen mit Kreisprofil.

lichte Weite <i>d</i> mm	Regenwasser- menge <i>Q</i> l/sek	Schmutz- wasser- menge <i>Q</i> l/sek
100	3,9	1,9
125	7,3	3,6
150	12,0	6,1
175	18,8	9,4
200	27,0	13,7
225	38,0	19,2
250	51,0	25,5
275	67,0	33,0
300	85,0	42,0
350	130,0	65,0
400	189,0	94,0
500	349,0	174,0
600	574,0	287,0

Bemerkungen: Die vorstehenden Werte sind unter Annahme eines Rauigkeitsgrades von $m = 0,35$ bei einem Gefälle von $J = 1 : 100$ errechnet. Bei Regenwasserkanälen ist mit ganzer Füllung, bei Schmutzwasserkanälen ist mit halber Füllung gerechnet worden. Für andere Gefälle als $J = 1 : 100$ sind die Werte nach folgender Formel umzurechnen:

$$Q_1 = \frac{10 Q}{\sqrt{\frac{1}{J_1}}}$$

100 mm für eine größere Anzahl der genannten Anschlüsse oder bis zu 12 Spülaborten, 200 „ für Trockenaborte.

Fallrohre für Regenwasser müssen mindestens 70 mm lichte Weite haben; bei Balkonen und Vordächern bis zu einer Gesamtfläche von 25 m² kann eine lichte Weite von 50 mm zugelassen werden.

4. Einzelanschlüsse für kleine Handwaschbecken müssen mindestens 30 mm weit sein. Für Überlaufleitungen ist eine lichte Weite von 25 mm zugelassen.

b) 1. Alle Rohrleitungen sind von der Wasserablaufstelle an in tunlichst gerader Linie nach der Anschlußleitung zu führen.

2. Die Rohre sind mit der Muffe gegen die Richtung des Wasserabflusses zu verlegen.

3. Die Rohrleitungen sind so zu verlegen, daß unvermittelte Gefälle- und Richtungsänderungen ausgeschlossen sind.

4. Sind in der Rohrleitung Richtungsänderungen nicht zu vermeiden, so müssen hierzu Formstücke benutzt werden. Bei Rohrleitungen dürfen Bogen von 90° nur verwendet werden, wenn sie durch eine Reinigungsöffnung zugänglich sind.

5. Eine Rohrleitung muß in eine andere stets mit Formstücken, und zwar im spitzen Winkel zur Abflußrichtung eingeführt werden. Dieser hat — von Zementbetonrohren mit 60° abgesehen — 45° zu betragen. Bei Fallsträngen können auch Winkel bis zu 70° zugelassen werden.

6. Verboten ist, Anhauschellen zu verwenden, sowie Anschlußleitungen in Reinigungsstutzen der Abortkörper einzuführen.

7. Die offene Zusammenführung von Leitungen durch einen Schacht im Freien kann von Fall zu Fall gestattet werden (siehe auch § 6).

8. Keine Leitung darf in eine engere eingeführt werden. In eine weitere Leitung ist eine Leitung nur mit Übergangsformstücken einzuführen.

§ 1a) 1. Die Hauptgrundleitung und die Nebengrundleitungen müssen so weit sein, daß das anfallende Wasser ordnungsmäßig abgeführt werden kann.

Soweit Niederschlagwässer keine größeren Lichtweiten bedingen, gelten folgende Abmessungen: Die lichte Weite der Hauptgrundleitung muß mindestens 100 mm betragen. Werden mehr als 4 Spülaborte angeschlossen, so ist zu 10 Spülaborten 125 mm Durchmesser, darüber 150 mm Durchmesser zu verwenden. Die Nebengrundleitungen müssen, soweit sie verdeckt sind, mindestens 100 mm lichte Weite haben.

2. Die Fallrohre und Anschlußleitungen sind so zu bemessen, daß die Abwassermenge abgeleitet werden kann, ohne daß ein Absaugen der Geruchverschlüsse erfolgt.

3. Die Fallrohre müssen mindestens die folgenden lichten Weiten haben:

- 50 mm für den Anschluß bis zu 3 Küchenausgüssen,
- 70 „ für den Anschluß von mehr als 3 bis zu 8 Küchenausgüssen oder bis zu 4 Bädern oder bis zu 4 Küchenausgüssen und 2 Bädern,

Zahlentafel 45. Ermittlung der Regenwasser-Abflußmengen.

Für die Berechnung ist eine Regenwassermenge von 100 l/sek, $h_a = 36$ mm stündl. Regenhöhe anzunehmen.

Hiervon kommen zum Abfluß bei

Dachflächen	ca. 80—90%
fugendichtem Pflaster	„ 80%
gewöhnlichem Pflaster	„ 60%
Mosaikpflaster	„ 40%
geschotterten Wegen	„ 25%
Rasenplätzen	„ 5%

Zahlentafel 46. Ermittlung der Schmutzwasser-Abflußmengen.

Abwassermengen in	
Fabriken pro Kopf und Tag	ca. 30—50 l
Wohnhäusern { ohne Bäder pro Kopf und Tag	„ 50 l
{ mit Bädern pro Kopf und Tag	„ 100 l

Bemerkungen: Betriebswassermengen, die in die Schmutzwasserleitung eingeführt werden, sind besonders zu ermitteln. Die maximale stündl. Abflußmenge beträgt etwa 10% der vorstehenden Werte.

¹ Wiedergabe erfolgt mit Genehmigung des Deutschen Normenausschusses. Verbindlich ist die jeweils neueste Ausgabe des Normblattes im DIN-Format A 4, das durch den Beuth-Verlag G.m.b.H., Berlin S 14, Dresdner Str. 97, zu beziehen ist.

9. Die Rohrleitungen müssen leerlaufen können; sie sind mit einheitlichem durchgehenden Gefälle, möglichst nicht unter 1 : 50, im übrigen nach der Zeichnung auszuführen. Für größere Höhenunterschiede sind Abstürze, wenn möglich mit Reinigungsöffnungen, einzubauen. Bei Gefällen unter 1 : 100 muß häufige Spülung gewährleistet sein.

10. Die Hauptgrundleitung ist so tief zu legen, daß möglichst das ganze Anwesen später durch einfache Verlängerung der Hauptgrundleitung überall entwässert werden kann. Höfe sind so hoch zu legen und einzu-ebnen, daß sie ordnungsmäßig ohne Pfützenbildung entwässern können. Auf Frostgefahr ist besonders Bedacht zu nehmen (siehe auch § 15).

11. Fallrohre und unter der Erdoberfläche liegende Leitungen sollen bei Durchführung durch Mauerwerk nicht fest eingemauert werden. Durch Decken geführte Rohre sind gegen die Decken sorgfältig abzudichten, bei Durchführung durch Grundmauern oberhalb des Kellerfußbodens besonders gegen das Eindringen von Wasser.

Die Fallrohre sind in jedem Stockwerk durch Rohrhaken oder -schellen gehörig zu befestigen. Erforderlichenfalls sind sie im Keller mit eisernen Fußbögen zu untermauern.

c) 1. Innerhalb der Gebäude sind Gußeisen-, Flußstahl- oder Bleirohre zu verwenden. Wenn innerhalb der Gebäude Rohrleitungen Stoß und Druck nicht ausgesetzt sind, zugleich unter Fußbodensohle mehr als 30 cm Überdeckung aufweisen und der darüber befindliche Fußboden massiv hergestellt ist, können Steinzeugrohre in gewachsenem Boden verwendet werden. Bei Waschküchen mit 10 cm dickem Betonfußboden genügt eine Überdeckung von 20 cm. Außerdem sind Steinzeugrohre für Ableitung säurehaltiger Abwässer und auch als Fallrohre für Trockenaborte zulässig. Dem Rückstau ausgesetzte Rohre dürfen nicht aus Bleirohr hergestellt werden.

2. Außerhalb der Gebäude sind Gußeisen-, Flußstahl- oder Steinzeugrohre zu verwenden. Für Lüftungsröhre ist außerhalb der Gebäude Zink- und Kupferblech zulässig.

3. Ist eine Belastung der Rohrleitungen durch Bauteile nicht durch besondere Maßnahmen völlig sicher vermieden, so ist an diesen Stellen bis auf 1,5 m Entfernung von dem belastenden Bauteil nur Eisenrohr zu verwenden. Dicht neben dem belastenden Bauteil ist beiderseitig ein Rohrstoß anzuordnen.

4. Regenrohre sind bis zu einer Höhe von mindestens 1,75 m über Gelände und, wenn sie an die Entwässerungsleitung angeschlossen sind, mindestens 0,25 m unter Gelände aus Gußeisen herzustellen. Regenfallrohre innerhalb von Balkonen und Hauslauben sind ebenfalls aus Gußeisen herzustellen. Im übrigen können sie außerhalb der Gebäude aus Zink- oder Kupferblech hergestellt werden.

5. Die Verwendung anderer Werkstoffe, z. B. von Zementbeton, bedarf besonderer Genehmigung.

6. Für gußeiserne Leitungen sind die „Leichten Normal-Abflußrohre“ (LNA-Rohre DIN 1172 bis 1178) zu verwenden; in besonderen Fällen sind die „Normalabflußrohre“ (NA-Rohre DIN 364, 538 bis 545) zulässig. Sie müssen mit dem Herstellerzeichen versehen und innen und außen asphaltiert sein.

7. Flußstahlrohre müssen gegen Rost sicher geschützt sein.

8. Bleirohre müssen bis zu 50 mm lichte Weite mindestens 2,5 mm, darüber 3 mm Wanddicke haben.

9. Die Steinzeugrohre dürfen höchstens 6% Wasser aufnehmen, weder in der Längs- noch in der Querrichtung verzogen oder rissig sein. Sie müssen hartgebrannt, durchweg dicht gesintert sowie innen und außen glasiert sein. Die Steinzeugrohre müssen den Normen DIN 1203 bis 1206 entsprechen.

§ 2. a) 1. Mit Ausnahme der Fallrohre für Niederschlagwasser ist jede Ablaufstelle mit einem Geruchverschluß zu versehen.

Lassen sich Regenfallrohre, die an Brauchwasserableitungen angeschlossen sind, nicht so anordnen, daß aufsteigende Gase nicht in bewohnte Räume, Balkone usw. dringen oder sonst die Gesundheit gefährden können, so müssen die Geruchverschlüsse mit Reinigungsöffnungen an frostfreier Stelle erhalten. Das ist insbesondere notwendig, wenn die Mündungen dieser Rohre oder deren angeschlossene Einläufe weniger als 2 m von Türen, Fenstern usw. entfernt sind.

2. Zu jeder Ablaufstelle gehört ein besonderer Geruchverschluß. Bei Gruppenwaschtischen u. dgl. können mit besonderer Genehmigung mehrere Ablaufstellen gleicher Art einen gemeinsamen Geruchverschluß erhalten, wenn die Entfernung zwischen Ablaufstelle und Geruchverschluß nicht größer als 2 m ist und an der höchsten Stelle der Sammelleitung eine Reinigungsöffnung angebracht wird. Mit Ausgußbecken zusammengesetzte Spülbecken können einen gemeinsamen Geruchverschluß erhalten, wenn durch die höhere Lage des Spülbeckens das Übertreten von Schmutzwasser aus dem Ausgußbecken in das Spülbecken unmöglich ist.

5. Überläufe aus Wasserbehältern, Regenbehältern, Springbrunnen u. dgl., Abläufe aus Fangschalen und überhaupt alle solche Über- und Abläufe, bei denen die Erneuerung des Wassers im Geruchverschluß nicht gesichert ist, sind nicht unmittelbar an die Entwässerungsleitung anzuschließen, sondern durch ein Rohr zu entwässern, das über einem Ablauf sichtbar ausmündet. Sicherheitsüberläufe sind im Sinne der Fließrichtung vor dem Geruchverschluß abzuschließen.

b) 8. In die Fallrohre für Schmutzwasser darf kein Regenwasser eingeführt werden.

c) 15. In die Fallrohre für Regenwasser darf kein Schmutzwasser eingeführt werden.

Bei dem Trennverfahren sind Vorrichtungen (Wasserscheiden im Pflaster usw.) nötig, um das Schmutzwasser von den Regenabläufen fernzuhalten und das Regenwasser nur von der durch die Verwaltung zugelassenen Fläche in die Schmutzwasserabläufe gelangen zu lassen.

Hofabläufe dürfen nicht unmittelbar über Brunnenkesseln, sondern müssen 5 m von ihnen entfernt liegen.

§ 6. 1. Schächte sind im allgemeinen mit gußeisernen Abdeckungen zu verschließen, die den Verkehr sicher aufnehmen und gegen Einlauf von Wasser von oben schützen. Statt Gußeisen werden Flußstahl, Eisenbeton oder gegen Fäulnis gesicherte Holzbohlen zugelassen. Wenn der Deutsche Normenausschuß Normen für gußeiserne Schachtdeckungen beschließt, sind diese zu verwenden.

2. Besteigbare Schächte müssen mindestens 90 cm lichten Durchmesser oder eine gleich große Grundfläche haben. Schächte von weniger als 1,6 m Tiefe sind bis dicht unter den Schachtdeckel in den genannten Abmessungen hochzuführen, tiefere können von dieser Höhe ab oben eingezogen werden. Bei einer Tiefe von über 80 cm sind die Schächte mit Steigeisen (DIN 1211 oder DIN 1212) in regelmäßigem Abstand von etwa 30 cm zu versehen.

3. Die Sohle der Schächte mit offenem Durchfluß darf nicht tiefer liegen als die Sohlen der abgehenden Leitungen; sie muß vielmehr so ausgebildet werden, daß das Wasser sich nicht ausbreitet und in geschlossenem Faden möglichst reibungslos weiterfließt.

4. Die Schächte müssen massiv, wasserdicht und bei Ausführung in Mauerwerk innen gefugt sein.

5. Innerhalb von Gebäuden sind die Rohre geschlossen durch die Schächte zu führen (siehe § 7, Ziff. 2).

6. Für Schächte mit Betonringen sind die Normen nach DIN 1202 zu verwenden.

§ 9. 1. Die Hauptgrundleitung ist zu entlüften. In sie dürfen weder Geruchverschlüsse noch Absperrvorrichtungen (Rückstauverschlüsse) noch Schlammfänge eingebaut werden. Auch die unterirdisch in die Straßenleitungen entwässernden Regenrohre dürfen mit Geruchverschlüssen nur versehen werden, wenn die Fälle unter § 2, 1 vorliegen. Zur Lüftung ist jedes Fallrohr ohne Querschnittsverringering luftdicht bis über das Dach zu führen. Lüftungsleitungen müssen von einer 0,5 m unter Dach gelegenen Stelle an aufwärts mindestens 70 mm weit sein.

6. Zur Lüftung von Räumen dienende Luftschlote und Schornsteine (außer Fabrikschornsteinen) dürfen nicht mitbenutzt werden. Lüftungsleitungen für säurehaltige Dämpfe dürfen auch nicht in Fabrikschornsteine eingeleitet werden, selbst dann nicht, wenn die säurehaltigen Dämpfe vorher kondensiert werden.

9. Sammel-, Klär-, Neutralisationsgruben u. ä. innerhalb von Gebäuden sind dicht abzuschließen und im allgemeinen besonders zu entlüften.

§ 11. 1. In die Entwässerungseinrichtungen von Betrieben, in denen viel Fett abfließt, wie Schlächtereien, Seifenfabriken, großen Küchen, sind Fettabscheider einzuschalten. Sie müssen entlüftet werden, sollen möglichst nahe an den Ablaufstellen liegen, luftdicht verschlossen sein, aus Gußeisen oder einem anderen gleichwertigen Baustoff bestehen, ausreichende Kühlflächen haben und mit zugänglichen Reinigungsöffnungen versehen sein. Sie sollen ferner einen Flüssigkeitsinhalt von mindestens 50 Litern fassen. Für große Betriebe können Fettfänge aus Mauerwerk oder Beton zugelassen werden. Sie dürfen die Entlüftung der Leitungen nicht behindern.

2. Ölhaltige Abwässer und solche mit Sinkstoffen, die die Leitungen verstopfen können, sind möglichst unmittelbar hinter dem Ablauf in geeignete, genügend große Abscheider zu leiten, die die schädlichen Stoffe ausscheiden und von den Entwässerungsleitungen fernhalten.

3. Die Ableitung feuergefährlicher, sprengfähiger, säurehaltiger, schädliche oder widerliche Ausdünstungen oder Gerüche verbreitender, die Baustoffe der Entwässerungsleitungen angreifender oder den Betrieb störender Stoffe und Flüssigkeiten nach einer Ablaufstelle der Entwässerungsanlage kann nur gestattet werden, wenn Vorrichtungen eingebaut werden, die mit Sicherheit das Eindringen dieser Stoffe in die Leitung verhindern (siehe Vorschlag für Bestimmungen zum Schutze von Entwässerungseinrichtungen gegen explosive Leichtflüssigkeiten auf Grundstücken, aufgestellt durch die Vereinigung der Bauverwaltungen deutscher Städte). Für die Ausführung von Benzinabscheidern gelten die Baugrundsätze für Benzinabscheider — DIN 1999.

4. Bei sandhaltigen Wässern sind Sandfänge vorzusehen.

5. Können gröbere Stoffe in die Regenfallrohre gelangen, wie z. B. bei von Bäumen umstandenen oder in schlechtem Zustand befindlichen Dächern, dann sind die Regenfallrohre mit Schmutzfängern oder Drahthauben zu versehen.

6. Die Abscheider dürfen sich nur in den Leitungen solcher Ablaufstellen befinden, für die der Abscheider erforderlich ist. Andere Wasser dürfen ihnen nicht zugeführt werden.

Für aggressive Abwässer (in chemischen Betrieben, Beizereien, Galvanisieranstalten, Nahrungsmittelbetrieben usw.) ist der Wahl des Werkstoffes für die Abflußleitungen besondere Aufmerksamkeit zu widmen. Vor der Einleitung solcher Abwässer in die allgemeine Kanalisation oder in öffentliche Leitungen müssen die aggressiven Verunreinigungen durch entsprechende Behandlung neutralisiert werden. Bei säurehaltigen Abwässern von Beizereien geschieht dies z. B. dadurch, daß in die Fußbodenentwässerungen der betreffenden Betriebe laufend Kalkmilch eingeführt wird; außerdem wird in einer Absetzgrube, die zwischen der gesonderten Abflußleitung für die säurehaltigen Abwässer und der allgemeinen Kanalisation liegt, die Ausscheidung der bei dem Neutralisationsvorgang ausgefallenen Stoffe vorgenommen. Bei anderen Abwässern muß die Anordnung natürlich entsprechend abgewandelt werden.

Die Entwässerung von Waschanlagen, Betriebseinrichtungen u. dgl. in Kellergeschossen macht mitunter Schwierigkeiten insofern, als die zu entwässernden Objekte unter dem Niveau der Hauptabflußleitungen liegen. In diesem Fall bleibt nichts übrig, als das Abwasser zu sammeln und durch entsprechende Einrichtungen zu heben. Hierzu können entweder Pumpen (in Fabrikbetrieben möglichst Kreiselpumpen) oder pneumatische Förderanlagen dienen. Beide Ausführungen sollen vollständig selbsttätig arbeiten. Der Pumpenbauart ist besondere Aufmerksamkeit zu widmen, da nicht jede Pumpe gerade für Schlammförderung bzw. Schmutzwasserförderung geeignet ist. Zu empfehlen ist fast immer die Verwendung von Bronzelaufzeug und Bronzeeinsätzen für die Pumpen, wenn nicht bei aggressiven Abwässern besondere Werkstoffe (z. B. säurefester Guß, Blei) oder innere Schutzbekleidungen (z. B. Gummi) notwendig sind.

Zur Förderung sehr schlammhaltigen Wassers eignen sich pneumatische Heberanlagen besser als Pumpen.

Aus Gründen der Wasser- und Bodenhygiene achten die Aufsichtsbehörden mit Recht streng darauf, daß verunreinigte Abwässer nicht ohne Klärung einem Vorfluter oder dem Grundwasser

zugeführt werden. Wo also solche Abwässer nicht in eine öffentliche Kanalisation abgeleitet werden können, muß bei der Planung auf die Errichtung zweckentsprechender Kläranlagen von vornherein Rücksicht genommen werden.

Die Anforderungen, die an eine Kläranlage zu stellen sind, können sehr verschieden sein und sind durch die Zusammensetzung der Abwässer bedingt. Abwasser kann durch Schwebstoffe und durch gelöste Stoffe oder auch durch Kolloide verunreinigt sein. Die Verunreinigungen sind je nach ihrer Herkunft organischer oder anorganischer Natur. Haselhoff bringt in seinem bereits zitierten Buch zahlreiche Untersuchungsergebnisse von Abwässern der verschiedensten Gewerbe. Eine Zusammenstellung dieser Untersuchungsergebnisse ist in Zahlentafel 47 enthalten, um eine Übersicht zu geben, mit welchen Verunreinigungen für die verschiedenen Industrien zu rechnen ist. Zur Ausscheidung der im Abwasser schwebenden Stoffe bedient man sich mechanischer Kläranlagen, zum Unschädlichmachen gelöster und kolloidaler Verunreinigungen biologischer Kläranlagen. Bei der mechanischen Klärung werden die größten Schwebstoffe durch Rechen, Bürsten oder Siebe entfernt, während die feineren ungelösten Teile durch

Zahlentafel 47. Verunreinigung von Abwässern aus verschiedenen Industrien.

Brauereien	stickstoffhaltige, organische Verbindungen, leicht fäulnisfähig
Bergbau und Salinen	Chloride, Sulfate, Karbonate, freie Säuren, Eisenoxyd
Färbereien	Metalloxyde, Arsensäure, Chromsäure (im allgemeinen trotz des schmutzigen Aussehens verhältnismäßig unschädlich)
Fett- und Ölfabriken	Fettreste, stickstoffhaltige, organische Bestandteile, Schwefelsäure, Zinkchlorid, Glycerin, Laugen, Kochsalz (evtl. Phenol und flüchtige Säuren)
Gasanstalten	organische Stoffe, Schwefel, Sulfate, Ammoniak, Kalk, Eisenoxyd, Phenole
Gerbereien	faulige, organische Substanzen, Kochsalz, Ätzkalk, Schwefelarsen, Schwefelkalzium, Schwefelnatrium
Hütten- und Metallwerke.	Schwefelsäure, Salzsäure, Salpetersäure, Sulfate, Karbonate, Schwefelmetalle, Eisenoxyd, Metallsalze
Margarinefabriken und Molkereien	viel fäulnisfähige, stickstoffhaltige, organische Bestandteile. Ferner Kalk, Kali, Phosphorsäure, evtl. Kochsalz
Papierfabriken	fäulnisfähige, organische Bestandteile, fein zerteilte Holzfasern, schweflige Säure, Chlorkalk, Farbstoffe, evtl. Salpeter- und Schwefelsäure
Sodafabriken	Chlornatrium, Chlorkalzium, Sulfate
Stärkefabriken	lösliche Stickstoffverbindungen, Gummi und Zucker; leicht fäulnisfähig. Ferner mineralische Bestandteile (Phosphorsäure und Kali)
Textilfabriken	organische, fäulnisfähige Verbindungen, Soda, Seife, Öle, Farbstoffe (je nach dem Betrieb auch zahlreiche andere Verunreinigungen)
Zuckerfabriken	gärungs- und fäulnisfähige Stoffe in erheblichen Mengen (mitunter auch Zyan).

Verringerung der Stromgeschwindigkeit in Absetzbecken Zeit zum langsamen Niedersinken, d. h. zum Absetzen finden. Je langsamer der Durchfluß durch die Absetzbecken erfolgt, um so gründlicher ist die Abscheidung der ungelösten Stoffe. Gelöste Stoffe können naturgemäß durch Absetzbecken nicht entfernt werden. Sofern sie anorganischer Natur sind, sind sie für den Vorfluter meistens unschädlich; organische gelöste Stoffe dagegen sind schädlich, da sie fäulnisfähig sind. Um sie unschädlich zu machen, läßt man in biologischen Kläranlagen Kleinlebewesen auf das Abwasser einwirken, die die organischen Verbindungen an sich ziehen und sie in anorganische (nicht fäulnisfähige) umwandeln. Auf diesem Vorgang beruht auch hauptsächlich die selbstreinigende Wirkung der Flüsse. Man nimmt unter gewissen Voraussetzungen an, daß bei zwanzigfacher Verdünnung des Abwassers durch Flußwasser nach 18 km Stromweg eine Selbstreinigung eingetreten ist. Bei Fabrikanlagen kann man deshalb mitunter auf eine biologische Reinigung des Abwassers verzichten, wenn der Vorfluter in der Nähe liegt und sehr wasserreich ist.

Eine allen Zwecken entsprechende Konstruktion von Kläranlagen kann es bei den mannigfaltigen Anforderungen nicht geben. Man muß sich bei der Wahl der Kläranlage von Fall zu Fall durch Fachingenieure oder Spezialfirmen beraten lassen. Es erübrigt sich daher, alle gebräuchlichen Konstruktionen zu beschreiben. Lediglich als Ausführungsbeispiele mögen die Abb. 282 und 283 einen einstöckigen und einen zweistöckigen Brunnen für mechanische Kläranlagen zeigen. Einstöckige Brunnen kommen zur Anwendung, wenn schwierige Boden- und Grundwasserverhältnisse vorliegen und wenn besonders hohe Anforderungen an die Frisch-

erhaltung des Abwassers gestellt werden. Im allgemeinen können zweistöckige Brunnen gewählt werden. Bekannt sind die Ausführungen nach Kremer, Oms, Emscherklärgenossenschaft u. a.

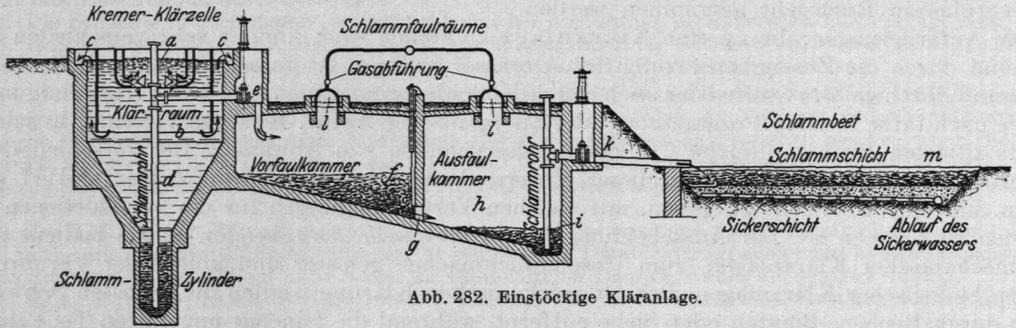


Abb. 282. Einstöckige Kläranlage.

Für die biologische Reinigung kommen hauptsächlich Tropfkörper (siehe Abb. 284) in Frage. Rieselfelder scheiden für Fabrikanlagen des großen Flächenbedarfs halber fast immer aus.

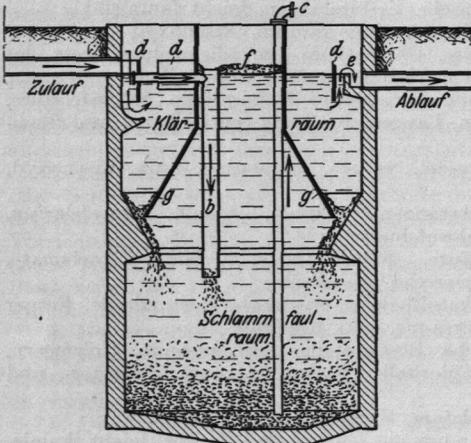


Abb. 283. Zweistöckige Kläranlage.

Außerdem kennt man noch die neuzeitlichen Belebtschlammanlagen, die die beste Reinigungswirkung haben, dafür aber auch laufende Betriebskosten (Energieverbrauch für Belüftung) erfordern. Tropfkörperanlagen benötigen zwischen Abwasserleitung und Vorfluter ein Gefälle von mehreren Metern. Wenn dieses — wie in den meisten Fällen — nicht zur Verfügung steht, muß das Abwasser durch Pumpen gehoben werden. Unter dieser Annahme ist in Zahlentafel 48 eine Gegenüberstellung des Kraftbedarfs für biologische Kläranlagen nach den Tropfkörper- und nach den Belebtschlammssystemen angegeben. Zahlentafel 49 nennt ferner den Platzbedarf von Kläranlagen. Erwähnt sei noch, daß man im Durchschnitt mit einem Abwasseranfall von 30 bis 50 l/Tag je Kopf der Belegschaft rechnen kann. Wenn die Fabrikentwässerung gleichzeitig die Abwässer von Wohnungen aufnimmt, steigt der Abwasseranfall auf etwa 100 l

pro Tag. Zu diesen Zahlen kommen noch die rein gewerblichen Abwässer, deren Menge von Fall zu Fall verschieden ist. — Die Ausmündung einer Abflußleitung in den Vorfluter bietet

technisch nichts Bemerkenswertes; gegebenenfalls ist vor dem Auslauf ein Fett- oder Sandfänger einzuschalten.

Sofern weder der Anschluß an eine bestehende Kanalisation, noch die Einleitung der Abwässer in einen Vorfluter möglich ist, müssen die Abwässer im Boden versickern. Ungereinigtes Abwasser darf nur dann zur Versickerung gebracht werden, wenn die Oberkante der Versickerungsfläche wenigstens 2 m über dem Grundwasserspiegel liegt und wenn

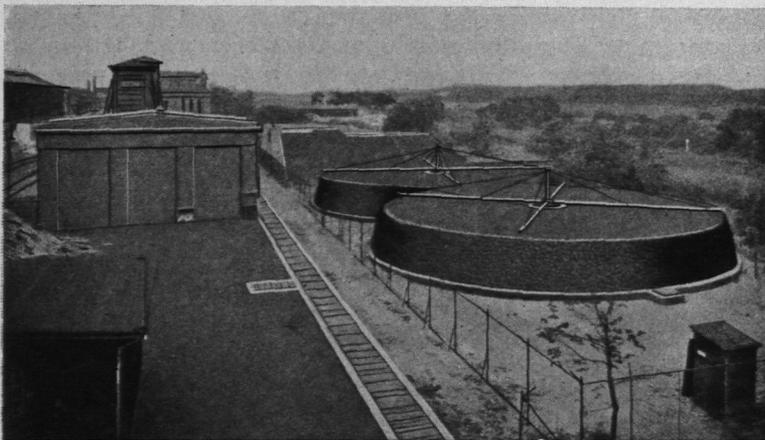


Abb. 284. Tropfkörper für biologische Abwasserreinigung.

außerdem die Beschaffenheit des Bodens Gewähr für eine genügende Filtration der Abwässer bietet. In den Versickerungsbetrieb sind nach Möglichkeit Zwischenpausen von etwa 6 Stunden

einzuschalten. Auf 1 ha Bodenfläche können täglich 250 bis 500 m³ Abwasser versickern. Hierbei ist Voraussetzung, daß die Versickerungsflächen nicht landwirtschaftlich genutzt werden; andernfalls, d. h. beim Rieselfeldbetrieb, ist der Flächenbedarf etwa 10mal so groß.

Sind die vorstehend gekennzeichneten Bedingungen für die Versickerung verunreinigter Abwässer nicht gegeben, so muß vor der Versickerung eine mechanische Klärung vorgenommen werden. Dies gilt besonders für Abwässer, die menschliche oder tierische Abgänge enthalten. Bei der Versickerung gereinigter Abwässer kann die Flächenbelastung auf 1000 m³/ha und 24 Stunden gesteigert werden, da gereinigte Abwässer die Bodenschichten nicht oder nur in geringem Maß verschlammten. Aus diesem Grunde können hierfür auch die oben erwähnten Ruhepausen fortfallen.

Für die Versickerung sind ungedichtete oder geschlitzte Rohrstränge zu verlegen, die das gesamte Versickerungsgebiet durchziehen. Stattdessen kann auch eine Grube ohne dichten Boden ausgeführt werden, die zwar kein allzu großes Versickerungsgebiet umfassen kann, dafür aber den Vorteil bietet, daß das gesammelte Wasser, wenn es nicht verunreinigt ist, für Feuerlöschzwecke, zur Dampfkesselspeisung oder dgl. Verwendung finden kann. In wasserarmen Gebieten wird man von dieser Möglichkeit der Wasserfassung gern Gebrauch machen und gegebenenfalls auch die Sohle des Behälters wasserdicht ausführen, damit lediglich die das Fassungsvermögen der Grube übersteigende Abwassermenge (z. B. bei sehr starken und anhaltenden Regenfällen) in anschließenden Leitungen versickern kann. An Stelle der Gruben können bei günstigen Untergrundverhältnissen auch Stauteiche angewendet werden.

Bei der Planung einer Kläranlage muß man sich dessen bewußt sein, daß kein Klärverfahren vollständig geruchlos arbeitet. Hierauf ist bei der Wahl des Fabrikgrundstückes, bzw. bei der Festlegung des Platzes für die Kläranlage zu achten, damit späteren Streitigkeiten mit Nachbarn und Behörden vorgebeugt wird. Auch prüfe man von Fall zu Fall die juristische Seite der Abwasserfrage; für die Abführung der Abwässer bestehen keineswegs klare gesetzliche Vorschriften.

Falls Schwierigkeiten rechtlicher oder technischer Art bei der Abwasserbeseitigung zu befürchten sind, empfiehlt es sich, ein Gutachten eines anerkannten fachwissenschaftlichen Institutes einzufordern. Als solches sei z. B. die „Preußische Landesanstalt für Wasser-, Boden- und Lufthygiene“ in Berlin-Dahlem genannt. Eine rechtzeitige Einschaltung derartiger Institute lohnt sich in schwierigen Fällen stets, da die Behörden die Genehmigung zur Einleitung von Abwässern in öffentliche Vorfluter vielfach davon abhängig machen, daß der Antragsteller die Abwässer jährlich ein- bis zweimal auf seine Kosten durch eine solche Anstalt untersuchen läßt.

Für Wasserversorgung und Abwasserableitung sind zahlreiche Normblätter erschienen, die zusammen mit den mehrfach erwähnten Vorschriften DIN 1986, 1987 und 1988 in dem DIN-Taschenbuch 16¹ enthalten sind.

Zahlentafel 48. Kraftbedarf von biologischen Kläranlagen.

Täglich anfallende Abwassermengen m ³ /Tag	Tropfkörperanlagen ¹ kWh/Tag	Belebtschlamm-anlagen kWh/Tag
50	6,5	15
200	28,0	50
500	60,0	120
1000	110,0	230

Bemerkung: ¹ Nur wenn natürliches Gefälle unzureichend, 5 m manometrische Förderhöhe angenommen.

Zahlentafel 49. Platzbedarf von Kläranlagen.

Täglich anfallende Abwassermenge m ³ /Tag	Mechanische Anlagen einschl. Schlamm-trockenplätze m ²	Tropfkörperanlagen ¹ m ²	Belebtschlamm-anlagen m ²
50	75	125	125
200	300	500	500
500	750	1250	1250
1000	1500	2500	2500

Bemerkung: ¹ Einschl. mechanischer Vorklärung und Schlamm-trockenplätze.

¹ Berlin: Beuth-Verlag Januar 1931.