

C. Wasserversorgung der Gebäude.

VON B. SALBACH.

Die Beschaffung von gutem Trink- und Nutzwasser und die ausgiebige Versorgung der menschlichen Wohnungen mit demselben ist eine absolute Nothwendigkeit für die Existenz und das Wohlbefinden des Menschen, ein hoher Grad von Bequemlichkeit in den häuslichen Einrichtungen.

309.
Allgemeines.

Die Bestrebungen, in diesem Sinne Zweckentsprechendes und Gutes zu leisten, sind zu allen Zeiten unverkennbar und treten namentlich in der neuesten Zeit an allen Orten wieder hervor.

Im südlichen Europa, in den asiatischen und afrikanischen Küstenländern finden wir im Alterthume kaum eine menschliche Ansiedelung, deren erstes Augenmerk nicht darauf gerichtet gewesen wäre, in reichlichem Maße gutes Trinkwasser für die Wohnstätte zu beschaffen. Meilenweit wird das Wasser aus den hoch liegenden Bergen her auf kühnen, mit Bogen überspannten Pfeilern in das flache Land geleitet, oder es wird auf lange Wegstunden der Felsen durchhöhlt, um das erquickende Nass herbeizuführen; kühle, geräumige Cisternen werden ausgegraben oder gemauert, um bei mangelndem unterirdischen Wasser das klare Tagwasser aufzufangen und aufzuspeichern. Als die Südländer die Alpen überstiegen und ihre Cultur dem Herzen Europas zutrug, als sie hier auf ihren Zügen Colonien gründeten, waren sie stets auf die Wasserversorgung derselben bedacht. Die Spuren derselben finden sich in den rheinischen Landen überall da, wo Römer längere Zeit sesshaft waren.

Im flachen Lande und bei kleineren Gemeinwesen konnte eine so kostspielige Art der Zuleitung von gutem Trinkwasser nicht immer ermöglicht werden; man beutete, wo es zulässig war, in einfachster Weise das Grundwasser, das durch Sand- und andere durchlässige Bodenschichten gereinigt war, zu Trinkwasser aus.

Eine unüberlegte Fortschaffung des verbrauchten Wassers, so wie anderer flüssigen und festen Abfallstoffe, eine unverständige Benutzung des Wasser spendenden Bodens mußten für die Güte und Brauchbarkeit des demselben entnommenen Wassers verhängnißvoll werden.

In der That hat man Jahrhunderte lang den Boden der Städte und Dörfer, die sich des Grundwassers bedienen, durch schlecht angelegte und durchlässige Senkgruben, Canäle und Aborte oft bis zu einem erschreckenden Maße, verunreinigen lassen, und erst das Auftreten und Ueberhandnehmen gewisser epidemischen Krankheiten — zum nicht geringen Theile wohl eine Folge dieser Bodenverunreinigungen — hat die Aufmerksamkeit auf diese üblen Zustände gelenkt, auf die angewachsene Gefahr und deren mögliche Beseitigung aufmerksam gemacht.

Bedurfte es einer geraumen Zeit, den Boden unsere Städte, ungeachtet seiner Desinfectionsfähigkeit, so zu inficiren, wie wir ihn bei Aufgrabungen nur zu häufig finden, so werden auch noch viele Jahrzehnte darüber vergehen, bis man durch die

an einzelnen Orten inzwifchen angewendeten Mafsregeln eine Besserung wird nachweifen können.

Genufswaffer aus fo ftark inficirtem Boden genommen, kann, abgesehen von zweifelhaftem Beigefchmacke, der Gefundheit nicht zuträglich fein. Rationelle Brunnenanlagen oder Wafferleitungen find daher auch im flachen Lande, namentlich aber in den Städten unabweisbare Bedürfnisse, wie fie es von je her bei den in der Cultur vorgefchrittenen Völkern waren, wieder geworden.

Eine ausgiebige Wafferverforgung wird täglich mehr und mehr zum unausweichlichen Bedürfnifs für die bescheidenfte Behaufung, wie für die luxuriösefte Wohnung; hierdurch wird eine Quelle von Bequemlichkeiten gefchaffen, welche fast gar nicht gekannt waren, als dieses hervorragende Beförderungsmittel der Reinlichkeit, der Gefundheitspflege und des Lebens noch nicht Gemeingut geworden war. Ist die Luft unferen Lungen unentbehrlich, fo ist es das Waffer für das materielle Leben in unferen Wohnungen!

Reichliche Beschaffung von Trink- und Nutzwaffer, fo wie eine rationelle Entfernung des verbrauchten Waffers und anderer flüssigen und festen Auswurfstoffe find heute Hauptaufgaben unferer städtischen Verwaltungen und des Einzelnen geworden¹³⁵⁾.

Es ist dabei nicht allein nöthig, dafs die Brunnen oder die fonftigen Wafferezuführungs-Anlagen das erforderliche Quantum spenden; auch die Qualität des Waffers mufs von derjenigen Güte fein, dafs es allen Anforderungen in gefundheitlicher Beziehung entspricht.

Die Güte des Waffers kann nach dem Gefchmacke allein nicht beurtheilt werden, da die Zunge oft ein schlechter Berather ist. Gerade diejenigen Waffer, welche durch Zuflüsse putrider Abstammung bis zu einem gewissen Mifchungsverhältnifs verunreinigt find, besitzen einen angenehmen, den Gaumen reizenden Gefchmack und werden defshalb oft anderen reinen und gefunden Waffern, welche diesen Gefchmack nicht besitzen, vorgezogen.

1. Kapitel.

Beschaffung des Waffers.

Die Principien, auf welche fich die Beschaffung einer gewissen Wassermenge stützt, werden fich vollkommen gleich bleiben, ob dieselbe zur Verforgung einer ganzen Stadt oder einer kleinen Gemeinde oder nur eines einzelnen Gehöftes oder Haufes dienen foll.

Was der Einzelne für fein Haus auszuführen genöthigt wäre, beforgt in vielen Fällen die städtische Gemeinde durch Anlage einer centralen oder öffentlichen Wafferverforgung für alle Einwohner gemeinschaftlich, fo dafs Jedermann nur diejenigen Einrichtungen in seinem Haufe auszuführen braucht, welche nothwendig find, um fich das von der centralen Wafferverforgung gelieferte Waffer auf die für ihn zweckmäfsigste Weise nutzbar zu machen. Der Anchluss der Gebäude

¹³⁵⁾ Die »normale Bauordnung« von BAUMEISTER (Wiesbaden 1881) enthält in §. 44 (S. 65) die Bestimmung: »Jedem bewohnten Grundstück mufs Verforgung mit trinkbarem Waffer gesichert fein, und zwar durch eines der folgenden Mittel: Anschluss an eine öffentliche Wafferleitung, Benutzung eines öffentlichen oder nachbarlichen Brunnens in mäfsiger Entfernung, Anlage eines Privatbrunnens«

an die öffentliche Wasserverföorgung ist in vielen Städtē obligatorisch, insbesondere dann, wenn die Entwässerung und Reinigung der Stadt durch ein Schwemmcanalesystem geschieht und der Anschluß der Häuser an dieses obligatorisch ist.

Diese Art der Beschaffung des Wassers für ein Gebäude dürfte wohl die einfachste sein, da dieselbe nur eines Anschlusses an die öffentliche Leitung bedarf. In diesem Falle kommt die Frage der Quantität, welche man dem Haus- oder Grundstück zuföhren will, nur in so fern in Betracht, als man dem Bedürfnis entsprechend der Anschlußleitung einen geringeren oder grösseren Durchmesser zu geben braucht, um das nöthige Wasser sich zu erhalten. Da die Anlagen für öffentliche Wasserverföorgung zumeist unter hohem Drucke arbeiten, so ist Gelegenheit geboten, mittels des überschüssig vorhandenen Druckes die verschiedensten Wasserquantitäten zu entnehmen, so daß eine eingehendere Untersuchung und Specialisirung des Wasserbedürfnisses in diesem Falle nicht erforderlich ist. Die Bestimmung der Wassermenge hat dann bereits bei Anlage des Werkes dadurch stattgefunden, daß pro Kopf der Bevölkerung ein gewisses Wasserquantum angenommen worden ist, welches sich erfahrungsgemäß als Mittelwerth an anderen Orten ergeben hat und in welches alle Bedürfnisse für öffentliche und private Zwecke eingeschlossen sind.

311.
Wassermenge.

Diese Wassermenge ist nicht für alle Städte gleich hoch anzusetzen; sie richtet sich theils nach der Gröfse und geographischen Lage derselben, theils nach den localen Verhältnissen, so wie nach den Sitten und Gewohnheiten der Einwohner.

In dieser Rücksicht wird der Wasserbedarf pro Kopf der Einwohner kleiner Ortschaften und des Landes zu 45 bis 50 Liter pro 24 Stunden angenommen, wogegen der Bedarf grösserer Ortschaften, in Rücksicht auf die Zunahme der Bevölkerung,

bei 2000 bis 5000 Einwohner auf 100 Liter pro 24 Stunden
über 5000 Einwohner auf 120 Liter » » »

der Bedarf in grösseren Städten mit Inbegriff des von der Stadt selbst benötigten Wassers (zum Strafsenpfeugen, Feuerlöschē, Bewässerung der Gartenanlagen etc.) und des Consums der Kleinindustrie nach den bisherigen Erfahrungen auf 150 bis 200 Liter zu normiren ist.

Der Wasserbedarf für den Viehstand etc. beträgt erfahrungsgemäß

für ein Pferd	50 Liter
» » Rind	40 »
» » Schwein	20 »
» » Fuhrwerk	65 »

Sollen grössere Fabriketablissemēts mit Wasser versorgt werden, so ist der Bedarf bei der Projectirung der Gesammanlage in Berücksichtigung zu ziehen.

In gleicher Weise, wie man den Wasserbedarf einer Stadt bestimmt, kann man denselben auch für ein Grundstück oder für eine grössere Gebäudeanlage ermitteln, indem man ebenfalls pro Kopf der Bewohner en den Verhältnissen entsprechendes Wasserquantum in Ansatz bringt.

Dasjenige Wasser, welches für Dampfkesselspeisungen und andere technische Zwecke, ferner für Luxuszuwecke (Springbrunnen etc.), für grössere Badeeinrichtungen etc. benutzt werden soll, ist abgefordert zu bestimmen und dem übrigen Brauchwasser-Quantum beizufügen. Die hierdurch gewonnenen Zahlen dienen dann als Grundlage für die zu beschaffende Wassermenge oder, so fern die letztere

bereits vorhanden, als Vergleichswerth dafür, ob die disponible Wassermenge dem Bedürfnis genügt oder nicht.

312.
Städtische
Wasserwerke.

Wie bereits gesagt wurde, ist die Frage der Wasserbeschaffung für ein einzelnes Haus oder einen größeren Gebäudecomplex in gleicher Weise zu lösen, wie die Frage der Wassergewinnung für die öffentliche Wasserversorgung einer ganzen Stadt. Es soll deshalb zunächst die Beschaffung des Wassers für städtische Wasserwerke in Kürze besprochen werden.

Hierbei kommen als Wasser-Bezugsquellen in Betracht:

- 1) Vorhandene, selbstthätig austretende Quellen.
- 2) Künstlich erschlossene Quellen: Grundwasser, artesische Brunnen, Dünenwasser.
- 3) Bäche und Flüsse.
- 4) Meteorische Niederschläge, durch Auffangen derselben in Cisternen oder durch Drainagen.

313.
Versorgung
aus
Quellen.

Ad 1) Bei Vorhandensein von selbstthätig austretenden Quellen handelt es sich vor Allem darum, deren Quantität durch eine größere Anzahl in regelmäßigen Zwischenräumen zu wiederholender Messungen festzustellen und über die Schwankungen ihrer Ergiebigkeit, hauptsächlich aber über ihre Minimal-Ergiebigkeit die genauesten Kenntnisse zu sammeln.

Die Minimal-Ergiebigkeit der Quellen fällt gewöhnlich in die Wintermonate December, Januar, Februar nach längerer, andauernder Kälte; sie tritt aber auch öfter, und dann zumeist störender, nach heißer trockener Jahreszeit in den Monaten August und September ein; es ist daher durch obige Messungen mit Sicherheit zu constatiren, ob die Minimal-Wassermenge für die volle Wasserversorgung noch ausreichend ist. Versuche, welche bezwecken sollen, die Ergiebigkeit der Quelle durch Vergrößerung der Austrittsöffnung zu erhöhen, können leicht, trotz der anfänglich vielleicht günstigen Resultate, für die spätere Dauer einen ungünstigen negativen Erfolg haben.

Ueber die Art der Fassung der Quellen läßt sich etwas allgemein Giltiges nicht feststellen. Sie wird in jedem speciellen Falle sich entweder selbst ergeben oder nach den örtlichen Verhältnissen genau ermittelt werden müssen. Je nach der Höhenlage des Quellenpunktes fließt das Wasser seinem Verbrauchsorte mit dem nöthigen Drucke entweder selbstthätig zu (Gravitations-Leitung), oder es muß zur Erreichung desselben Zweckes vorher künstlich gehoben werden (Pumparbeit).

314.
Versorgung
durch
Grundwasser.

Ad 2) Die zweite Art der Wasserversorgung sucht dasjenige Wasser, welches unserem Auge unsichtbar in den unteren Bodenschichten sich bewegt, durch Ansammlung, bezw. durch Verschaffung eines Ausweges nutzbar zu machen.

Dieses Wasser, welches, wie alles andere, den atmosphärischen Niederschlägen entstammt, bewegt sich hauptsächlich in den unterirdischen Sand- und Kieslagen in der Richtung nach den nächsten größeren Flußläufen zu, um sich unbemerkt in dieselben zu ergießen. Es ist auch dasjenige Wasser, welches den Untergrund unserer Städte durchfließt und unsere städtischen Pumpbrunnen speist. Ist dieser Untergrund verunreinigt, so kann auch das Wasser seine vorherigen guten Eigenschaften nicht behalten, und der Brunnen liefert schlechtes, der Gesundheit schädliches Wasser. Es braucht daher eine Wasserversorgung in vielen Fällen nur darin zu bestehen, einen oder mehrere Brunnen aus der Stadt heraus nach der Richtung hin zu verlegen, von welcher her die unterirdischen Wasseradern zufließen, so daß das Wasser bereits aufgefangen wird, ehe es die inficirten Bodenschichten erreicht.

Das Auffangen und Ansammeln der erforderlichen Wassermenge kann entweder durch gemauerte, bezw. eiserne Brunnen oder durch Sammelrohre geschehen, welche, mit Oeffnungen, bezw. Durchbrechungen versehen, als durchlässige Leitung in die wasserführende Schicht eingelegt werden.

Unter Umständen bedingt die Qualität des Wassers, eine tiefer liegende Kies-

schicht aufzufuchen, welche Brunnen dann mit dem Namen Tiefbrunnen bezeichnet werden.

Die Entnahme von Wasser aus noch größeren Tiefen durch Bohrung artesischer Brunnen ist die am seltensten angewendete und unsicherste Art der Wassergewinnung, da sie nur bei genauester Kenntniss der geologischen Verhältnisse und Bodenschichtungen von einem günstigen Resultate begleitet sein wird.

Zur Bestimmung der Ergiebigkeit eines Brunnens ist die unausgesetzte Entnahme größerer Wassermengen unter Beobachtung des allgemeinen Grundwasserstandes und der Abenkung während des Pumpens erforderlich. Nur hierdurch wird man sich überzeugen können, ob man das Kiesbecken nach kürzerer oder längerer Zeit leer pumpen wird, oder ob reichliche und regelmässige Zuflüsse vorhanden sind, welche die dauernde Entnahme der geforderten Wassermenge für alle Zeiten gestatten.

Soll der Brunnen nur eine Gebäudeanlage versorgen, so achte man darauf, daß derselbe aus dem Bereich der Senkgruben, Abwasser, Aborte und Stallungen zu liegen komme, am besten an einem Orte gelegen ist, welcher voraussichtlich auch für fernere Zeiten von einer Verunreinigung ausgeschlossen bleibt. Ferner suche man durch die Construction des Brunnens zu erreichen, daß in denselben zum größeren Theil das Wasser der tieferen Schichten eintritt, der Brunnen selbst aber durch Verschlussdeckel dem Einfluß von Licht und Außentemperatur entzogen ist ¹³⁶⁾.

Die Gewinnung von Dünenwasser kann nur als ein specieller Fall der Gewinnung von Grundwasser aus sandigem Untergrunde bezeichnet werden und ist nur in wenigen Fällen, durch die geographische Lage bedingt, ausführbar ¹³⁷⁾.

Ad 3) Die Entnahme des Wassers aus einem offenen Wasserlaufe bietet für die jederzeitige reichliche Wasserversorgung die größte Sicherheit; sie hat aber den Nachtheil, daß das Wasser meist verunreinigt ist und daher vor dem Gebrauche einer Reinigung bedarf, daß es im Sommer eine für das Trinken zu hohe, im Winter zu niedrige Temperatur besitzt. Bei günstiger Beschaffenheit der Ufer ist es unter Umständen möglich, durch Anlage von Filterrohren, bezw. Filtergalerien am Ufer entlang, mittels sog. natürlicher Filtration das durchsickernde Flusswasser zu reinigen. Das Ufer muß zu diesem Zwecke aus geeignetem Kiesmaterial bestehen, welches bei höherem Wasserstande vom Flusse mit hinweggeführt und durch neues ersetzt wird.

Ad 4) Ist die Wassergewinnung aus dem Untergrunde nicht möglich, ein offener Wasserlauf ebenfalls nicht vorhanden oder für diese Zwecke unbrauchbar, so ist das Ansammeln und Aufspeichern der atmosphärischen Niederschläge das letzte und einfachste Mittel der Wasserbeschaffung. Es kann alsdann nur selten von einer centralen Wassergewinnung zur Versorgung einer ganzen Gemeinde die Rede sein; vielmehr wird in den allermeisten Fällen jeder Grundstückeigenthümer das von den Dachflächen seines Hauses abfließende Regenwasser nach einer überdeckten Cisterne (auch Regenfang genannt) führen, in welcher dasselbe angeammelt und

315.
Versorgung
aus offenen
Wasserläufen.

316.
Versorgung
durch
Meteorwasser.

¹³⁶⁾ Die »normale Bauordnung« von BAUMEISTER (Wiesbaden 1881) enthält in §. 44 (S. 66) die Bestimmung: »Brunnen-schächte sollen mindestens 80 cm lichte Weite und eine solche Tiefe haben, daß zu jeder Zeit Wasser entnommen werden kann. Sie sind gegen Verunreinigung durch fremdes Wasser sowohl an der Erdoberfläche als in der Tiefe zu sichern und deshalb von Abwasser- und Kothgruben, Düngerflätten u. dergl. mindestens 5 m entfernt zu halten. Die obere Mündung ist mittels Platten oder Gewölbe abzudecken, unter Ermöglichung des Einsteigens, und für regelten Ablauf des Brunnenwassers zu sorgen . . .«

¹³⁷⁾ Vergl. SCHMITT, E. Ueber Dünen-Wasserversorgung einiger holländischen Städte. Zeitfchr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1879, S. 515.

woraus es behufs weiterer Verwendung wieder entnommen wird. Ueber Anlage und Construction der Cisternen wird noch in Art. 325 (S. 284) die Rede sein.

Eine *Drainage* zum Zwecke der Wassergewinnung beabsichtigt, das auf einer Terrainfläche niederfallende Regenwasser in geringer Tiefe unter der Erdoberfläche durch lose an einander gelegte Thonrohre aufzufangen. Hierbei ist indess die Gefahr vorhanden, daß das Wasser Unreinigkeiten und Dungstoffe aus den oberen Bodenschichten aufnimmt und dadurch in feiner Qualität geschädigt wird. Für grössere Wassermengen muß die Drainirungsfläche eine sehr grobe sein, und kommt diese Methode der Wassergewinnung nur selten für Wasserversorgungszwecke zur Anwendung.

Um das Wasser in allen Gefchossen eines Hauses unter entsprechendem Drucke zum Ausflusse bringen zu können, wird bei den meisten der vorgenannten Bezugsquellen eine mechanische Hebung desselben erforderlich sein.

Außer den vorggeführten Methoden der Wassergewinnung ist noch jener mit Hilfe von Sammelteichen zu gedenken, eines Verforgungssystemes, welches sich namentlich in England ausgebildet hat und deshalb auch die Bezeichnung »englisches System« erhalten hat. Durch Abschließung eines hierzu geeigneten Thales mittels eines quergestellten Dammes oder einer Mauer wird ein Behälter gebildet, in welchem sich der oberflächlich abfließende Theil der auf das betreffende Gebiet niederfallenden meteorischen Niederschläge, das Thauwasser des Schnees, das Wasser aus natürlichen Quellen etc. ansammelt.

Was die qualitativen Eigenschaften des Wassers betrifft, so wird man vor Allem fordern, daß dasselbe klar, geruch- und geschmacklos sei. Chemische Untersuchungen müssen dann über den Gehalt an organischen und unorganischen Beimengungen Aufklärung geben, woraus sich seine Verwendbarkeit als Trink- und Nutzwasser erkennen läßt. Auch wird in neuerer Zeit auf die mikroskopische Untersuchung des Wassers ein großer Werth gelegt.

Grundlagen zur Beurtheilung der Beschaffenheit des Wassers und zur Prüfung desselben sind aus folgenden Schriften zu entnehmen:

- MÜLLER. Neue Methoden der Genufswasseranalyse. *Polyt. Journ.* Bd. 198, S. 161; Bd. 199, S. 62.
- ALMÉN. Die Beurtheilung der Güte eines Trinkwassers vom Sanitätsstandpunkte aus betreffend. *Polyt. Centralbl.* 1871, S. 1182.
- REICHARDT, E. Grundlagen zur Beurtheilung des Trinkwassers, zugleich mit Berücksichtigung feiner Brauchbarkeit für gewerbliche Zwecke, nebst Anleitung zur Prüfung des Wassers. 2. Aufl. Jena 1872.
- WAGNER. Ueber Härtebestimmung des Wassers für technische und wissenschaftliche Zwecke. *Bayer. Ind.-u. Gwbl.* 1872, S. 5. *Polyt. Centralbl.* 1872, S. 330.
- BISCHOF. Untersuchungen des Wassers als Trinkwasser. *Polyt. Centralbl.* 1872, S. 462.
- FISCHER, F. Das Trinkwasser, seine Beschaffenheit, Untersuchung und Reinigung unter Berücksichtigung der Brunnenwässer Hannovers. Hannover 1873.
- REICHARDT. Wie muß gutes Trinkwasser beschaffen sein? *Polyt. Centralbl.* 1873, S. 452. *Polyt. Journ.* Bd. 208, S. 199.
- TIEMANN. Die Methoden der Wasseranalyse. *Polyt. Journ.* Bd. 208, S. 191.
- FISCHER. Ueber Trinkwasser-Untersuchung. *Polyt. Journ.* Bd. 210, S. 287.
- WIBEL, F. Die Flufs- und Bodenwässer Hamburgs. Chemische Beiträge zur Anlage gewöhnlicher Lauf-, Nutz- und Trinkwässer, so wie zur Wasserversorgung großer Städte. Hamburg 1876.
- FISCHER, F. Ueber die Anforderungen, welche an ein zu häuslichen Zwecken bestimmtes Wasser zu stellen sind. *Polyt. Journ.* Bd. 223, S. 517, 589. *Journ. f. Gasb. u. Waff.* 1877, S. 668.
- CHAUMONT, F. S. B. DE. Die Trinkwasserfrage und der heutige Standpunkt der Hygiene. Rohrleger 1879, S. 345.
- FISCHER, F. Die chemische Technologie des Wassers. Braunschweig 1880.

Nachdem die verschiedenen Methoden der Wasserentnahme besprochen worden sind, soll im Folgenden derjenigen Einrichtungen gedacht werden, welche erforderlich sind, um die vorhandenen Bezugsquellen zu einer Wasserversorgung nutzbar zu machen.

317.
Beschaffenheit
des
Wassers.

318.
Reinigen
des
Wassers.

Vor Allem tritt die Frage heran, ob das Wasser in der Beschaffenheit, wie es die Bezugsquelle liefert, ohne Weiteres zu Verforgungszwecken verwendbar ist.

Quell- und Grundwasser werden in den meisten Fällen eine directe Verwendung finden können. Bei Benutzung von Flußwasser (ebenso bei Wasser aus Teichen, Seen, Sammelteichen etc.) wird hingegen zumeist eine Reinigung des Wassers nothwendig, welche in der Ausscheidung von mechanisch beigemengten Stoffen, selten in einer chemischen Reinigung besteht.

Die Entfernung der mechanischen Beimengungen kann auf zwei Arten geschehen:

a) entweder durch längeres ruhiges Stehenlassen des Wassers in besonderen Bassins, Ablagerungs- oder Klärbassins genannt, wodurch die gröberen Verunreinigungen auf dem Boden des Bassins sich ablagern, oder

b) mittels Filtration des Wassers durch Sandschichten, welche letztere die Beimengungen auf ihrer Oberfläche zurückhalten und auf diese Weise eine vollständige Klärung des Wassers herbeiführen.

Je nach der Beschaffenheit des Wassers und dessen Verwendungszwecken wird man die eine oder die andere Reinigungsmethode oder auch beide vereinigt zur Anwendung bringen. Die Dauer der Klärung richtet sich wiederum nach der Menge und Beschaffenheit der Verunreinigungen, hauptsächlich nach deren Vermögen, sich schneller oder langsamer als Bodensatz abzuscheiden.

Die Ablagerungsbassins können gleichzeitig den Zweck von Vorrathsbassins erfüllen und erhalten dann eine diesem Zwecke entsprechende Größe. Ihre Herstellung kann in einfacher Teichform mit Erdböschungen geschehen; sie können jedoch auch mit gemauerten Seitenwänden oder gepflasterter Sohle und eben solchen Seitenböschungen ausgeführt werden, was von den Terrainverhältnissen und der Bodenbeschaffenheit abhängt.

Die Filter bestehen in der Hauptsache aus gemauerten oder mit abgeplastertem Boden und eben solchen Böschungen versehenen Bassins, welche mit Filtermaterial bis etwa zur halben Höhe angefüllt sind. Das Filterbett besteht in seiner obersten Lage aus einer 0,6 bis 1 m starken Sandschicht (von $\frac{1}{3}$ bis höchstens 1 mm Korn), welche die eigentliche Filtration bewirkt und in deren oberstem Theile die mechanischen Beimengungen des Wassers beim Durchfluß zurückbleiben. Die unter dem Sande in zunehmender Korngröße lagernden Kieschichten haben lediglich den Zweck, der Sandschicht eine gute Unterlage zu schaffen und dem filtrirten Wasser den Eintritt in die darunter befindlichen Sammelcanäle zu erleichtern. Die Reinigung eines Filters geschieht durch Entfernung der obersten verunreinigten Sandschicht in der Stärke von 20 bis 40 mm, welche dann entweder gewaschen und wieder aufgebracht oder durch neues Material ersetzt wird.

Die Wassermenge, welche man pro Tag wirksam zu filtriren im Stande ist, wird von der Menge und Beschaffenheit der im Wasser enthaltenen Verunreinigungen, von der Länge der Betriebsdauer des Filters und von der Feinheit (dem Korn) des Filterfandes abhängen. Für mittlere Verhältnisse rechnet man 2 bis 3 cbm filtrirtes Wasser pro 1 qm Filterfläche und pro 24 Stunden; dabei ist zu beachten, daß eine langsamere Filtration eine wirksamere ist und daß die das Wasser verunreinigenden Stoffe nur bis zu einer geringen Tiefe in die Sandschicht eindringen. Die durch fortgesetzten Betrieb auf der Sandfläche abgelagerten Rückstände erschweren mit der Zeit das Durchsickern derartig, daß selbst beim höchsten zulässigen Ueberdrucke von 1 m (Höhendifferenz der Wasserpiegel vor und nach der Filtration) die erforderliche Wassermenge nicht zum Durchfluß gelangt. Es muß dann das Filter entweder entleert und gereinigt oder, indem man Wasser durch das Filter in entgegengesetzter Richtung aufsteigen läßt, die Schmutzdecke gehoben und wieder durchlässiger gemacht werden. Letztere Manipulation empfiehlt sich dann, in Folge der Feinheit des Filterfandes die Verchlämmung des Filters schon nach kurzer Betriebszeit eintritt. Eine schließliche Reinigung des Filters macht sich immerhin nach einiger Zeit nothwendig. Sämmtliche Klär- und Filteranlagen sind außer dem Zu- und Ablauf mit Ueberlauf- und Entleerungsleitungen zu versehen.

Die Filtration mittels Sand in dazu bestimmten Reservoiren kommt nicht nur für städtische Wasserverfahrungen im Großen zur Anwendung, sondern wird auch in kleinerem Maßstabe für einzelne Gebäude und Gebäudecomplexe durchgeführt, welche, wie z. B. häufig Badeanstalten etc., ihr Wasser direct aus dem nächst gelegenen Flusse beziehen.

Speciellere Angaben über Filtration von Flusswasser finden sich in folgenden Schriften:

Die Filtration des Waffers. Journ. f. Gasb. u. Waff. 1872, S. 180.

KIRKWOOD, J. P. Die Filtration des Flusswassers zur Verforgung der Städte. Deutch von A. SAMUELSON. Hamburg 1876.

GRAHN, E. u. F. A. MEYER. Reifebericht einer von Hamburg nach Paris und London ausgesandten Commission über künstliche centrale Sandfiltration zur Wasserverforgung von Städten und über Filtration in kleinerem Mafsstabe. Hamburg 1877.

KÜMMEL, W. Zur Frage der Klärung und Filtration des Waffers. Journ. f. Gasb. u. Waff. 1877, S. 453. Ueber Klärzeit. Verhandlung aus der Verfammlung der Gas- und Wassersachmänner Deutchlands in Leipzig 1877. Journ. f. Gasb. u. Waff. 1877, S. 543.

NICHOLS. *On the filtration of potable water.* Boston 1878.

SCHMETZER, F. Filtration des Flusswassers zur Verforgung der Städte. Deutche Bauz. 1878, S. 314, 324 u. 338.

PIEFKE, C. Mittheilungen über natürliche und künstliche Sandfiltration. Berlin 1881.

320.
Chemische
Reinigung d.
Waffers.

Eine chemische Reinigung des Waffers zu Wasserleitungszwecken an feiner Bezugsquelle wird nur in ganz besonderen Fällen vorgenommen werden. Sie macht sich ausnahmsweise dann nothwendig, wenn das Wasser durch organische Stoffe gefärbt erscheint, wie dies bei Waffern aus Torfgegenden öfter der Fall ist. Die Sandfiltration allein ist nicht im Stande, diese Färbung zu entfernen, und es genügt dann ein geringer Zusatz von Thonerdehydrat oder Alaun, diese Farbstoffe auszuscheiden. Andere Mittel für eine chemische Reinigung, als da sind: plastische Kohle, Eisenschwamm etc. kommen erst nach der Vertheilung des Waffers zur Reinigung desselben für bestimmte häusliche Zwecke in Anwendung. Die Beschreibung dieser Apparate, deren Werth in neuerer Zeit mehrfach angezweifelt wird, findet sich an einer späteren Stelle.

Es kann hier nicht der Ort sein, auf die centrale Wasserverforgung von Städten oder Gemeinden näher einzugehen; es würde dies die Grenzen, welche sich das »Handbuch der Architektur« gesteckt hat, überschreiten. Für eingehendere Studien sind folgende Werke zu empfehlen, welche zum Theile eine Beschreibung ausgeführter Wasserwerksanlagen geben:

FÖLSCH, A. Die Stadtwasserkunst zu Hamburg. Hamburg 1851.

DARCY. *Les fontaines publiques de la ville de Dijon.* Paris 1856.

DUPUIT, J. *Traité théoretique et pratique de la conduite et de la distribution des eaux.* 2^{me} édit. Paris 1865.

CHIOLICH-LÖWENSBERG, H. v. Anleitung zum Wasserbau. 2. Abth. Stuttgart 1865. S. 71.

BÜRKLI, A. Anlage und Organisation städtischer Wasserverforgungen. Zürich 1867.

HAGEN, G. Handbuch der Wasserbaukunst. 3. Aufl. I. Theil, 1. Bd. Berlin 1869. S. 135.

CLAUSS, W. Das Wasserwerk der Stadt Braunschweig, nebst Angaben über Bau, Betrieb und die verschiedenen Methoden von Wasserleitungen für Städte etc. Hannover 1869.

BÜRKLI, A. Bericht an den Stadtrath von Zürich über Anlage und Organisation städtischer Wasserverforgungen mit Aufstellung verschiedener Projecte für die Wasserverforgung der Stadt Zürich. Zürich 1870.

GERSTNER, E. Großherzogliches Hof-Wasserwerk Karlsruhe. Karlsruhe 1871.

SALBACH, B. Das Wasserwerk der Stadt Halle, erbaut in den Jahren 1867 und 1868. Halle 1871.

VEITMEYER, L. A. Vorarbeiten zu einer zukünftigen Wasserverforgung der Stadt Berlin. Berlin 1871.

BÜRKLI-ZIEGLER, A. Die Wasserverforgung der Stadt Zürich. 2. Abdr. Winterthur 1872.

SALBACH, B. Das Wasserwerk der Stadt Dresden, erbaut in den Jahren 1871 bis 1874. Halle a/S. 1874—75.

VEITMEYER, L. A. Fortsetzung der Vorarbeiten zu einer zukünftigen Wasserverforgung der Stadt Berlin. Berlin 1875.

HUGHES. *Treatise on waterworks for the supply of cities and towns.* London 1875.

DEBAUVE, A. *Manuel de l'ingénieur des ponts et chaussées.* 16^{me} fasc.: *Traité des eaux, 2^e partie. Distributions d'eau.* Paris 1875.

Vorproject zu einer Wasserverforgung von Strafsburg. Strafsburg 1875.

BELOE, C. H. *The Liverpool waterworks.* 3. edit. London 1875.

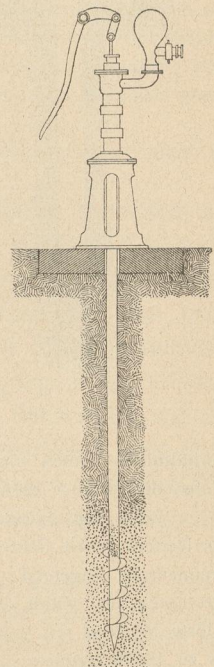
HUMBER, W. *A comprehensive treatise on the water supply of cities and towns.* London 1876.

- FANNING, J. T. *Practical treatise on water supply engineering*. London 1877.
- HOFMANN, F. Die Wasserverförgung zu Leipzig. Leipzig 1877.
- THIEM, A. Die Wasserverförgung der Stadt München. Vorproject im Auftrage der Gemeinde-Collegien bearbeitet. München 1877.
- SCHMICK, P. Die Wasserverförgung der kgl. Haupt- und Refidenzstadt München. Project im Auftrage der beiden Gemeinde-Collegien verfaßt. München 1877.
- SALBACH, B. Project einer Wasserverförgung der Stadt München aus den Quellen des Mangfallthales. Leipzig 1878.
- ANSTED, D. T. *Water and water-supply, chiefly in reference to the British Islands*. London 1878.
- GRAHN, E. Die städtische Wasserverförgung. Bd. I. München 1878.
- KÖNIG, F. Anlage und Ausführung von Wasserleitungen und Wasserwerken. 2. Aufl. Leipzig 1878.
- Handbuch der Ingenieurwissenschaften. III. Bd. Herausgegeben von L. FRANZIUS u. E. SONNE. Leipzig 1879. S. 5, 39, 83.
- THIEM, A. Das Wasserwerk der Stadt Nürnberg. Leipzig 1879.
- THIEM, A. Die Wasserverförgung der Stadt Leipzig. Vorproject. Leipzig 1879.
- Berichte über die Verhandlungen und Arbeiten der vom Stadtmagistrate München niedergefetzten Commifion für Wasserverförgung, Canalifation und Abfuhr. München. I. Bericht (1874—75): 1876; II. Bericht (1876—77): 1877; III. Bericht (1877): 1878; IV. Bericht (1878—79): 1880.
- BERG. Das neue Wasserwerk der Königl. Refidenzstadt Hannover. Hannover 1880.
- BROWN, J. H. B. *Water supply*. London 1880.

Handelt es sich um die selbständige Wasserverförgung eines oder mehrerer Gebäude, fo werden die Bezugsquellen im Allgemeinen dieselben sein, wie für die centrale Wasserverförgung einer ganzen Stadt; es stehen aber dann, wegen der geringen Ausdehnung der Anlage, der Ausführung mechanische Hilfsmittel zu Gebote, welche im Großbetrieb keine Anwendung finden.

Eines der einfachsten Mittel, das Wasser des Untergrundes zu erschließen, sind die abeffinischen, amerikanifchen oder *Norton'schen* Brunnen. So fern die Bodenverhältnisse für die Anwendung günstig sind, hat man nur nöthig, ein schmiedeeisernes Brunnenrohr von 30 bis 80 mm Weite, welches an feiner Spitze mit Schraubengängen und einer Anzahl Löcher zum Eintritt des Wassers versehen ist, bis in die Wasser führende Schicht einzuschrauben (Schraubbrunnen). Gestattet die Bodenbeschaffenheit das Eindrehen eines solchen Rohres nicht, fo wird dasselbe in den Boden eingerammt (Rammbrunnen); das unterste Rohrstück ist alsdann mit einer kulpigen Stahlspitze und oberhalb derselben mit Löchern versehen; wenn man auch mit derartigen Rohren Felsen oder compacte Steinschichten nicht durchdringen kann, fo gelingt dies doch in sehr festen Bodenarten. Befestigt man auf diesem Rohre eine kleine Handpumpe, fo sind alle Bedingungen der Wasserentnahme erfüllt. (Siehe Fig. 278.) Durch einen angefchraubten Schlauch, bezw. eine Rohrleitung, kann der Weitertransport oder die Hebung des Wassers bewerkstelligt werden. Ist die Ergiebigkeit des Brunnenrohres eine große, fo kann dasselbe direct als Saugrohr einer größeren, durch mechanische Kräfte bewegten Pumpenvorrichtung dienen.

Die bisher gebräuchlichste Form eines Brunnens ist ein einfacher kreisrunder Schacht, welcher bis zum Wasserspiegel oder auch bis zur Sohle aus wasserdichtem, in Cementmörtel hergestellten Mauerwerk besteht. Der untere Theil des Brunnens



Abessinier-Brunnen.

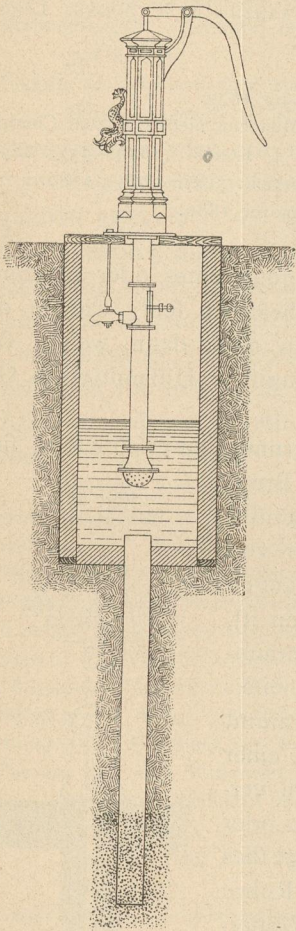
1/60 n. Gr.

321.
Wasserverförgung
einzelner
Gebäude.

322.
a) Mittels
Brunnen.

wird, so fern er durchlässig fein soll, mit offenen Stosfugen versehen oder in anderer Weise durchbrochen hergestellt, wodurch dem Wasser der Eintritt gestattet ist¹³⁸⁾. Es ist jedoch nicht in allen Fällen erforderlich, den Brunnen schacht bis in die Tiefe der Wasser führenden Schicht mit gleichem Durchmesser auszuführen. Es genügt, bei großer Tiefe der Wasser führenden Schicht unter Terrain, dieselbe durch Eintreiben eines gelochten gußeisernen Rohres zu erschließen, welches man schliesslich in den Boden des Brunnen schachtes einmauert. In Fig. 279 ist diese Ausführung ersichtlich.

Fig. 279.



1/60 n. Gr.

Das hierdurch gewonnene Wasser kann durch eine in oder über dem Brunnen aufgestellte Pumpe gehoben werden. Bei grösseren Anlagen mündet in den Brunnen das Saugrohr der Pumpenanlage.

In neuerer Zeit wird häufig von einer Mauerung des Brunnen ganz abgesehen oder doch der gemauerte Theil desselben auf einen kleinen, unmittelbar unter der Erdoberfläche gelegenen, wenig tiefen Kessel reducirt, der eigentliche Brunnen schacht jedoch durch eiserne Rohre verwahrt. Derartige Rohrbrunnen finden eine immer grössere Verbreitung, und dieselben dürften für grössere Tiefen in nicht zu steinigem Boden, ferner in Fällen, wo man das Wasser der oberen stark verunreinigten Bodenschichten abhalten will, in der nächsten Zeit eine nicht unwichtige Rolle spielen. An richtiger Stelle angewendet, bilden Rohrbrunnen den gemauerten Brunnen gegenüber eine einfachere, rationellere und meist auch billigere Wassergewinnungsanlage, so dass deren Verwendung empfohlen werden kann.

So fern es sich nicht um Schraub- und Rammbrunnen handelt, werden die Rohrbrunnen entweder durch mechanische Bohrarbeit oder mittels Wasserpülung hergestellt. Im ersteren Falle geschieht die Ausführung solcher Brunnen (Bohrbrunnen) in ähnlicher Weise, wie die Anlage der für Bodenuntersuchungen erforderlichen Bohrlöcher, wovon bereits in Theil III, Band I dieses »Handbuches« (Abth. II, Abfchn. 1, Kap. 1: Baugrund und Untersuchung desselben) die Rede war. Der lichte Durchmesser solcher Brunnen beträgt meist 10 bis 25 cm; bei geringer Weite bedient man sich schmiedeeiserner Rohre, und das Brunnenrohr wird direct als Saugrohr für die darauf zu setzende Pumpe verwendet; bei weiteren Bohrbrunnen können gußeiserne Rohre benutzt werden, und es wird ein besonderes schmiedeeisernes oder kupfernes Saugrohr von 10 bis 12 cm Durchmesser eingesetzt; das äussere Brunnen- oder Futterrohr ist alsdann in manchen Fällen wieder herausgezogen worden. Während man bei Rammbrunnen nur unter äusserst günstigen

Verhältnissen Tiefen von 30 m und darüber erzielen kann, hat man mit den in Rede stehenden Bohrbrunnen Tiefen bis zu 90 m erreicht.

Beim sog. hydraulischen Bohrverfahren wird Druckwasser zur Senkung des Brunnenrohres verwendet; das letztere erhält lichte Weiten von 5 bis 15 cm; das erforderliche 3 bis 4 cm weite Spülrohr wird in das Brunnenrohr eingesetzt. In das Spülrohr wird (mittels einer Pumpe etc.) Druckwasser eingeführt; dasselbe tritt unten aus, wühlt das Bodenmaterial auf, steigt zwischen Brunnen- und Spülrohr empor und reißt das gelöste Material mit sich. Bei geeigneten, namentlich bei gleichmässigen Bodenarten kann man Tiefen bis zu 130 m erzielen.

¹³⁸⁾ Vergl. Fußnote 136 auf S. 277.

Eingehendere Mittheilungen über neuere Brunnen-Constructionen und -Ausführungen finden sich in: Haus-Brunnen und Pumpen. Zeitschr. d. öft. Ing.- u. Arch.-Ver. 1864, S. 156.

THIEM. Ueber die Ergiebigkeit artetischer Bohrlöcher, Schachtbrunnen und Filtergalerien. Journ. f. Gasb. u. Waff. 1870, S. 450.

Zweckmäßige Anlage von Brunnen und Wasserleitungen. Maschin.-Conft. 1871, S. 24.

BLUM. Der Rohrbrunnen. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1871, S. 254.

SZUMRAK, P. Ueber artetische Brunnen, mit besonderer Berücksichtigung derjenigen Ungarns. Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1877, S. 180.

Brunnen-Anlagen. HAARMANN's Zeitschr. f. Bauhdw. 1877, S. 147.

FINK, C. Theorie und Construction der Brunnenanlagen, Kolben- u. Centrifugalpumpen etc. 2. Aufl. Berlin 1878.

LE GRAND. *Les puits tubulaires*. *Monit. industr.* 1878, S. 75.

Vorrichtungen zur Herstellung von Röhrenbrunnen. Maschinenb. 1878, S. 115.

SONNE, E. u. A. SIMONS. Rohrbrunnen mit beweglichen Filterkörben. Darmstadt 1879.

OESTEN, G. Ueber Brunnen. Journ. f. Gasb. u. Waff. 1879, S. 407.

THIEM, A. Kritische Bemerkungen hierzu. Journ. f. Gasb. u. Waff. 1879, S. 515.

HOTTENROTH, F. Ueber das Gesetz der Kostenzunahme mit wachsender Tiefe bei Ausführung von Brunnen. Zeitschr. f. Baukde. 1880, S. 395.

SONNE, E. Ueber Ausführung und Erfolg von Rohrbrunnen. Zeitschr. f. Baukde. 1880, S. 403.

In der Regel werden die Brunnen in dem zu dem betreffenden Gebäude gehörigen Hofraum, Garten etc. angeordnet; bisweilen legt man jedoch den Brunnen im Gebäude selbst an, an einer passenden Stelle des Keller- oder Erdgeschosses, wodurch man den Vortheil erreicht, daß das Brunnenrohr gegen Einfrieren geschützt ist; auch dem Eindringen des Tagwassers und des unreinen Wassers der oberen Bodenschichten wird der Zutritt erschwert.

Beispiel. In der 1878 vollendeten Männer-Strafanstalt zu Pilsen erfolgt die Gewinnung des Trinkwassers aus zwei Brunnen, die außerhalb der Straßtracte nahe der Abschlußmauer beiderseits des Frontgebäudes angelegt sind. Das Wasser dieser Brunnen wird durch Sträflinge mittels Schöpfpumpen in größere, in die Erde gemauerte Bassins geleitet, von wo aus es durch Maschinenpumpwerke, die im Maschinenraume stehen, in das auf dem Dachboden des Centralbaues gelegene Hochreservoir gehoben oder, wie jenes für die Waschküche, unmittelbar hinein geleitet wird. Aus dem Reservoir gehen Wasserleitungsrohre nach allen Theilen des Gebäudes. Im Centralbau befindet sich gleichfalls ein Brunnen, dessen Wasser für ökonomische Zwecke in Verwendung genommen und gleichfalls durch die Maschine aus der Tiefe gehoben wird¹³⁹⁾.

Es sei auch auf das in Art. 369, S. 318 vorgeführte Beispiel, die Wasserversorgung einer Villa betreffend, verwiesen.

Für einzelne Gebäude und Gebäudecomplexe wird das Wasser bisweilen auch aus dem nächst gelegenen Flusse oder einem anderen offenen Wasserlauf bezogen. Man kann in einem solchen Falle das Saugrohr der Wasserhebemaschine direct in den Fluß setzen; alsdann wird es an der Mündung mit einem siebartigen, am besten aus Kupfer angefertigten Saugkorb versehen. Besser ist es, die Saugrohrmündung durch einen gemauerten, oben offenen Kasten vor Beschädigungen zu schützen. Indes ist es in den meisten Fällen vorzuziehen, im Gebäude selbst oder auf dem dazu gehörigen Grundstück einen brunnenartigen Schacht herzustellen und diesen durch eine Rohrleitung, einen gemauerten Canal oder einen Stollen mit dem Fluß in Verbindung zu setzen; das Wasser ist alsdann aus diesem Schacht zu pumpen (Fig. 280).

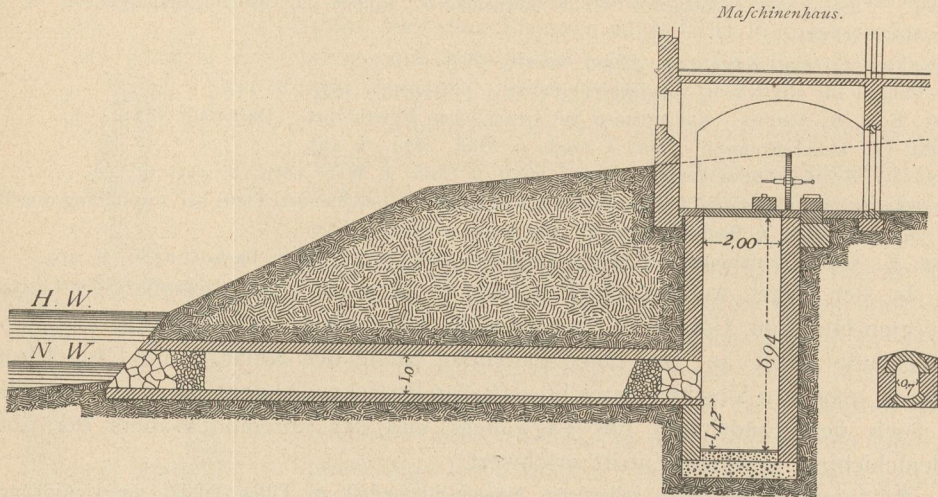
Die Rohrleitung, bzw. der Canal oder der Stollen muß so tief angelegt werden, daß auch bei niedrigstem Wasserstande der Brunnen schacht noch mit Wasser versehen wird. Man giebt dieser Zuleitung ein Gefälle von etwa $\frac{1}{100}$ nach dem Schacht hin und legt die Sohle des letzteren um 1,5 bis 3^m tiefer, als die Einmündung der ersteren; der untere Theil des Schachtes functionirt dann als Schlammfang und

139) Nach: Allg. Bauz. 1881, S. 31.

mufs von Zeit zu Zeit gereinigt werden. Mantel und Sohle des Brunnenfchachtes miffen wasserundurchläffig fein; die Sohle wird deshalb am besten durch eine Schicht hydraulifchen Betons gebildet.

Obwohl man immer bemüht fein wird, das Waffer an einer Stelle zu entnehmen, wo es möglichft rein ift, fo wird man doch ftets Vorkehrungen zu treffen haben, um das Eintreten von feften Stoffen in die Zuleitung zu verhüten; man hat deshalb die Ausmündung derfelben in den Fluß zum Mindesten mit einem engmaffhigen Gitter oder einem Sieb zu verwahren. Führt das Flußwaffer viele feine Sinkstoffe mit fich, fo empfiehlt es fich, im Canal oder Stollen verticale Filterfchichten, aus groberem Stein- und feinerem Kiesmaterial bestehend, anzuordnen (Fig. 280). In manchen Fällen genügt eine derartige

Fig. 280



Wafferverforgung der Männer-Strafanfalt zu Piflen aus dem Radbuza-Fluß. $\frac{1}{200}$ n. Gr.

Reinigung nicht; man mufs, wie schon in Art. 319, S. 279 angedeutet wurde, befondere Filterbaffnis anlegen und in diesen das Waffer von den feinen, mechanifch beigemengten Stoffen befreien; erforderlichen Falles kann auch eine chemifche Reinigung derfelben stattfinden (vergl. Art. 320, S. 281).

Beifpiel. In der vorhin erwähnten Strafanfalt zu Piflen wird das weiter erforderliche Nutzwaffer aus dem nahe gelegenen Radbuza-Fluffe (Fig. 280) entnommen, zu defsen Zuleitung und vorhergehender Filtration ein Stollen in das Flußufer eingebaut ift. Durch den letzteren fließt das Waffer in den Brunnenfchacht des Maschinenhaufes, von wo aus es mittels einer Dampfmafchine in das Refervoir für Nutzwaffer gehoben wird ¹³⁹⁾.

Ift es möglich, Quellwaffer in einer Höhenlage zu gewinnen, welche gestattet, das Waffer dem Gebäude direct unter dem nöthigen Drucke zuzuführen, fo ift die Frage der continuirlichen Wafferverforgung ohne mechanifche Hebung auf die einfachfte Weife gelöst, und es bleibt nur zu erwägen, ob man das Vertheilungs- oder Vorrathsrefervoir, welches die Schwankungen des Confumes ausgleichen foll, innerhalb des Gebäudes (und zwar im Dachgefchofs derfelben) oder auferhalb des Gebäudes an einem durch die Höhenlage günstigen Terrainpunkte oder vielleicht gar in einem befonderen thurmartigen Bau aufstellen wird.

Ift genügendes natürliches Gefälle nicht vorhanden, fo mufs auch hier eine künstliche Hebung des Waffers stattfinden.

Beifpiel. Für den Wohnfitz (Schloß) des Prinzen von Wales zu Sandringham wird eine 2,4 km von Sandringham-Hall entfernt liegende Kreidequelle in eine Sammelftube geleitet und von hier in einen Thurm von 18,29 m Höhe gepumpt, welcher einen als Vertheilungsrefervoir fungirenden Behälter trägt; von diefem zweigen die nach dem Schloß führenden Rohrleitungen ab.

Das Regenwaffer wird, wenn es in einem Gebäude mit Hilfe der Rohrleitungen vertheilt werden foll, entweder in Cisternen oder in Refervoiren, welche auf dem Dachgefchofs des betreffenden Gebäudes aufgestellt werden, gefammelt. Im erfteren

324.
c) Mittels
Quellwaffer.

325.
d) Mittels
Regenwaffer.

Falle kann man grössere Mengen von Meteorwasser aufspeichern und so dem Mangel an Wasser zur trockenen Jahreszeit vorbeugen; auch die Qualität des Wassers leidet weniger, als in den Reservoirs des Dachgeschosses. Doch wird bei Ansammlung in Cisternen eine künstliche Hebung des Wassers in das oberste Geschoss erforderlich, ebenso an dieser Stelle die Anordnung eines, wenn auch viel kleineren Verteilungsreservoirs.

In Fig. 281 ist die Einrichtung einer Cisterne dargestellt. Man reinigt das Cisternenwasser leicht dadurch, dass man die Sohle der Cisterne mit einer Sand- und Kieschicht bedeckt und das Saugrohr der Pumpe unter die letztere, also bis auf die Sohle der Cisterne reichen lässt, so dass das Wasser die Sandschicht passieren muss und dadurch beim Emporsteigen von den mechanischen Beimengungen gereinigt wird.

Die Cisternen werden entweder innerhalb der Gebäude selbst (im Kellergeschoss) oder ausserhalb derselben angeordnet; ersteres ist nicht zu empfehlen, weil die Grundmauern dabei fast immer feucht werden und die Beschaffenheit des angeammelten Wassers durch die dumpfe Kellerluft etc. nachtheilig verändert wird. Es ist deshalb am besten, die Cisterne im Hofraume des betreffenden Grundstückes anzulegen an einer von den etwa vorhandenen Abort-, Kehrgruben etc. möglichst weit entfernten Stelle, welche auch nicht zu sehr der Sonne ausgesetzt, aber auch nicht in dumpfiger Lage sich befinden soll. Erfüllen mehrere Stellen diese Bedingungen, so wähle man diejenige, welche die Nutzbarmachung des in den Cisternen angeammelten Wassers am leichtesten ermöglicht.

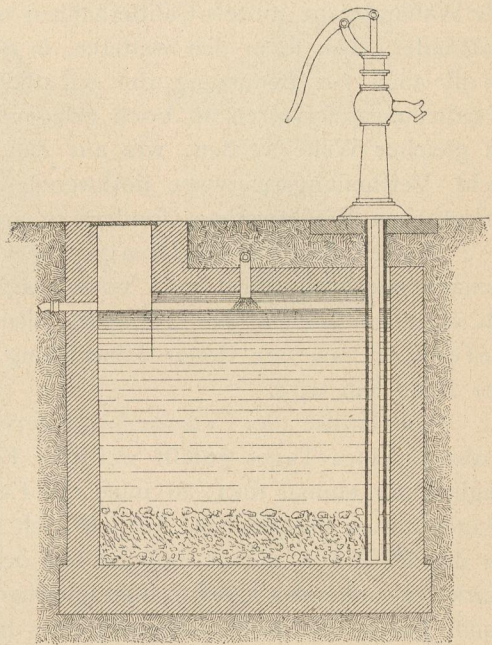
Die Cisterne muss so tief unter der Erdoberfläche gelegen sein, dass die Temperatur des darin aufgespeicherten Wassers weder durch den Frost, noch durch die Sonnenwärme nachtheilig verändert werde; deshalb ist eine Erdüberfüllung von mindestens 60 cm über dem Scheitel des Deckengewölbes erforderlich.

Den Rauminhalt der Cisterne bestimmt man für die gewöhnlichen Fälle in der Weise, dass man entweder pro 1 qm der zur Verfügung stehenden Dachflächen (in horizontaler Projection gemessen) $7\frac{1}{2}$ bis 10 cm Regenhöhe rechnet, oder dass man einen Wasserverbrauch von 15 bis 20 l pro Tag und pro Hausbewohner zu Grunde legt und dabei eine zweimonatliche Verbrauchszeit in Aussicht nimmt. Der Wasserstand innerhalb der Cisterne darf die Kämpferhöhe des Deckengewölbes niemals übersteigen; in Folge dessen muss in dieser Höhe ein Ueberlaufrohr angeordnet werden.

Das Niederchlagswasser gelangt von den Dachflächen durch die Abfallrohre nach abwärts und alsdann entweder direct oder mittels einer gusseisernen Rohrleitung in die Cisterne. Da das Wasser die von den Dachflächen, in den Dachrinnen etc. fortgeschwemmten Staub- und Schmutztheile mit sich führt, so schalte man entweder am Fusspunkt der Abfallrohre oder am Eintritt des Wassers in die Cisterne oder an einer geeigneten Stelle der Rohrleitung einen Schlammfang an, worin das Wasser zur Ruhe kommen und einen grossen Theil feiner Verunreinigungen ablagnern kann.

Thunlichste Wafferdichtheit ist das constructive Haupterforderniss; deshalb ist eine wafferdichte Herstellung der Umfassungsmauern (am besten scharf gebrannte Backsteine in Cementmörtel) und der Sohle (Betonfschicht mit doppelter in Cementmörtel gelegter Backsteinflachfschicht) unbedingt nothwendig. Ein hart geschliffener Cementputz der Innenwandungen, der auch auf das Deckengewölbe auszudehnen ist, soll

Fig. 281.

Cisterne. $\frac{1}{60}$ n. Gr.

niemals fehlen; an den Außenwandungen wird, um das Einfickern fremden Wassers zu verhüten, am besten eine Schicht fetten Thones angebracht.

Hölzerne Cisternen sind nicht zu empfehlen¹⁴⁰⁾.

Soll das Meteorwasser in Reservoiren des Dachgeschosses gesammelt werden, so werden dieselben, da man meist in den Höhendimensionen sehr beschränkt ist, nur als flache Behälter anzulegen sein, in welche das in den Dachkehlen und -Traufen der Dächer gesammelte Wasser mittels besonderer Rohre geleitet wird. Betreff der Construction solcher Behälter gilt das im folgenden Artikel noch Vorzuführende.

Wird ein städtisches Gebäude aus einem öffentlichen Wasserwerk mit Wasser versorgt und ist, wie dies bei den neueren Anlagen in Deutschland und Oesterreich meist der Fall ist, die Wasserlieferung keinerlei Einschränkung unterworfen, so wird die Aufstellung eines Vertheilungsreservoirs nicht erforderlich. Wenn jedoch die Wasserabgabe mittels Caliberhähnen oder nach dem sog. intermittirenden System stattfindet, eben so in den weiteren, in Art. 339, S. 298 noch zu berührenden Fällen, so ist auch bei Benutzung der öffentlichen Wasserversorgung die Anordnung von Vertheilungsreservoiren an hoch gelegenen Punkten der Gebäude nicht zu umgehen. In gleicher Weise werden, wie aus den vorhergehenden Art. 322 bis 325 hervorgeht, Vertheilungsreservoirs nothwendig, wenn den Gebäuden das Wasser nicht aus öffentlichen Wasserwerken, sondern in anderer Weise zugeführt wird.

Außer den Vertheilungsreservoiren, die wohl auch Hochreservoirs genannt werden, ordnet man noch aus anderen Gründen und zu sonstigen Zwecken an einzelnen Stellen des Gebäudes kleinere Reservoirs, sog. Haus- oder Dienstreservoirs an, von deren Einrichtung im folgenden Kapitel (Art. 352, S. 306) die Rede sein wird.

Die Größe der Vertheilungsreservoirs hängt davon ab, wie oft dieselben während eines Tages gefüllt werden. Findet die Füllung, wie häufig der Fall ist, täglich nur einmal statt, so muß der Fassungsraum des Reservoirs dem maximalen Tagesconsum entsprechen. Ergießt sich das Wasser (z. B. aus Quellen) continuirlich in das Reservoir, so hat dasselbe nur den während der verschiedenen Tagesstunden stark schwankenden Consum auszugleichen; alsdann kann es kleiner gehalten werden; meist genügt die Aufspeicherung eines halben Tagesbedarfes.

Bisweilen wird in einem Gebäude die Aufstellung mehrerer Reservoirs erforderlich, sei es, um eine vortheilhaftere Vertheilung des Wassers zu erzielen, sei es, um zu große Dimensionen eines einzigen Reservoirs zu vermeiden. Wenn auch die Beschaffung mehrerer kleinerer Reservoirs an Stelle eines großen Behälters von gleichem Fassungsraum höhere Kosten verursacht, so erreicht man im ersteren Falle doch einige wesentliche Vortheile:

a) Verfaßt eines der Reservoirs, so kann — entsprechende Anordnung vorausgesetzt — die Wasservertheilung durch die übrigen stattfinden; es tritt sonach eine vollständige Unterbrechung der Wasserversorgung nicht ein.

b) Große Reservoirs erfordern sehr kräftige Unterstützungen.

c) Die Unterhaltung mehrerer kleineren Reservoirs ist einfacher und leichter, als die eines großen Behälters.

Was die Construction der Vertheilungsreservoirs anbelangt, so hat man zu unterscheiden, ob dieselben in das Terrain eingebaut werden können (was übrigens

¹⁴⁰⁾ Siehe: RASCHDORFF. Das Municipal-Gefängnis in Köln. Wasserversorgung aus Brunnen und Cisternen. Zeitschr. f. Bauw. 1864, S. 521.

BICKNELL. How to construct a cistern. *Scientif. Americ.* Vol. 24, S. 147.

STONE. Waste preventer water cistern. *Engineer*, Vol. 34, S. 287. *Polyt. Centralbl.* 1872, S. 1588.

The position of the water cistern. *Building News*, Vol. 38, S. 91.

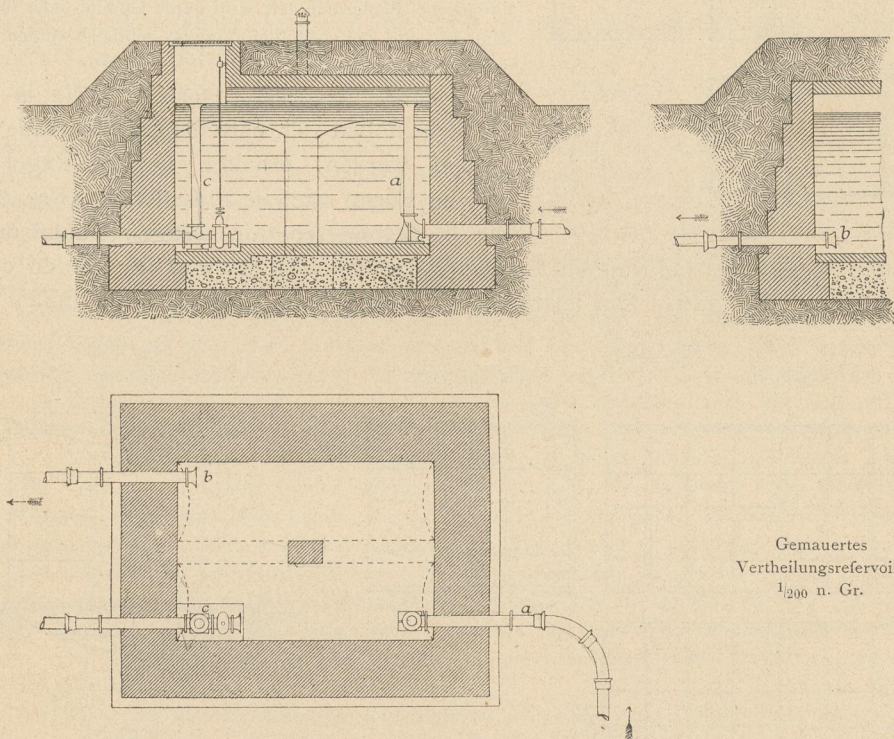
New cistern filter. *Scientif. americ.* Vol. 43, S. 403.

nur selten vorkommen wird), oder ob dieselben im Dachgefchofs oder sonst einem hohen Punkte der Gebäude aufgestellt werden sollen.

Gestatten die Verhältniffe den Einbau eines Reservoirs in das Terrain, fo genügt es für kleine Anlagen, einen wasserdichten Schacht, welcher innen mit einem hart geschliffenen Cementputz zu versehen ist, herzustellen und denselben in doppelten Lagen mit Stein- oder Eisenplatten abzudecken. Größere Reservoirs werden überwölbt und zum Schutze gegen Temperatureinflüsse in einer Höhe von mindestens 1 m mit Erdrreich überdeckt.

Fig. 282 zeigt die Skizzen eines kleinen überwölbt Reservoirs. Die Sohle desselben wird aus Beton in einer Stärke von nicht unter 40 cm hergestellt, worauf 3 Steinflachschichten zu liegen kommen.

Fig. 282.

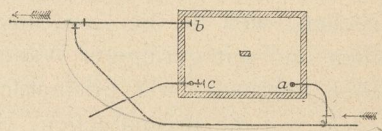


Das Reservoir besitzt einen Einlauf *a* als Ueberfall construirt, einen einfachen Ablauf *b*, und eine Ueberlauf- und Entleerungsleitung *c*, um überschüssiges Wasser ableiten und das Reservoir entleeren zu können. Nach Fig. 283 ist die Zuleitung mit der Ableitung durch einen Rohrfrang verbunden, so dass man durch 2 Abperrschieber das Reservoir aus der Leitung ausschalten kann. Das Reservoir enthält einen gemauerten Einsteigschacht.

Vertheilungsreservoirs, welche im Dachgefchofs der zu alimentirenden Gebäude oder in besonderen thurmartigen Bauen etc. aufzustellen sind, werden aus Holz oder aus Eisen hergestellt.

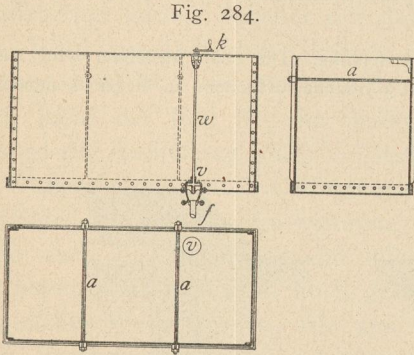
Hölzerne Reservoirs werden nur selten (in Amerika) ähnlich wie Fässer aus starken Holzdauben zusammengefügt und durch eiserne Reifen oder Zugbänder zusammengehalten; sie sind auf die Dauer nur schwer wasserdicht zu erhalten. Meistens werden Holzreservoirs als viereckige Kästen aus starken Brettern oder aus Bohlen zusammengesetzt und innen, um die erforder-

Fig. 283.



liche Wafferdichtheit zu erzielen, mit Zinkblech verkleidet; die Zinkblechtafeln müssen sorgfältig an einander gelöthet werden. (Vergl. die Wasserverforgung einer Villa auf S. 318 und die beigelegte Tafel.)

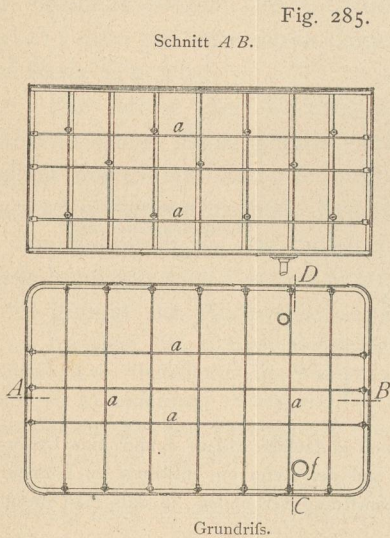
Gufseiserne Reservoire werden stets in prismatischer Form (mit rechteckigem Grundriß, Fig. 284) ausgeführt. Sie sind zwar schwerer, als schmiedeeiserne Behälter von gleichem Fassungsraum, leiden aber weniger durch den Rost.



Gufseiserne Vertheilungsreservoir. $\frac{1}{100}$ n. Gr.

Gufseiserne Reservoire werden aus einzelnen Platten (aus Herdguß) von 8 bis 15 mm Stärke zusammengefügt; die letzteren sind mit angegossenen Flanschen versehen, mit Hilfe deren sie zusammengesraubt werden. Schmiedeeiserne Ankerfängen a, a (von 10 bis 20 mm Dicke) halten je zwei gegenüber liegende Reservoirwände zusammen. Die erforderliche Wafferdichtheit wird durch Gummi- oder sonstige Einlagen, die zwischen die Flansche gebracht werden, oder durch Eisenkitt erzielt.

Schmiedeeiserne Reservoire, die in den Dachgeschossen der betreffenden Gebäude aufgestellt werden, erhalten in der Regel die gleiche Form, wie die gufseisernen (Fig. 285); die in besonderen thurmartigen Bauen untergebrachten Reservoire bekommen entweder dieselbe Gestalt oder sie werden cylindrisch geformt (Fig. 286). Die letzteren sind unter sonst gleichen Verhältnissen vor-



Schnitt A B.

Fig. 285.

Schnitt C D.

Grundriß.

Schmiedeeiserne Vertheilungsreservoir. $\frac{1}{100}$ n. Gr.

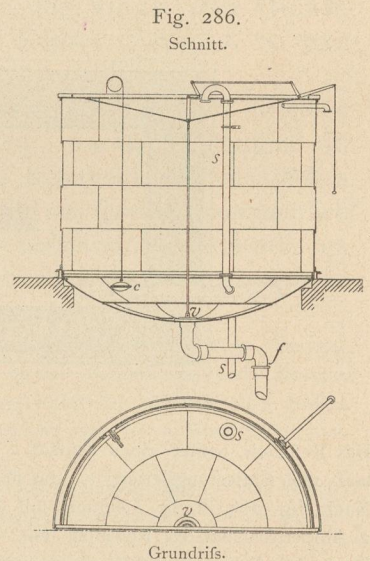


Fig. 286.

Schnitt.

Grundriß.

zuziehen, weil sie bei zweckmäßig gewählter Höhe eine geringere Mantelfläche haben und mit geringerer Wandstärke hergestellt werden können, sonach billiger zu stehen kommen, wie prismatische Behälter. Cylindrische Reservoire erhalten entweder, wie die prismatischen, ebene Böden oder, wenn sie bloß an ihrem Umfang unterstützt werden sollen, sphärische (Fig. 286), bzw. conische Böden.

Schmiedeeiserne Reservoire werden aus einzelnen Blechtafeln (nach Art der Keffelnietungen) zusammengefügt. Bei den üblichen Wassertiefen von 1 bis 3 m genügt eine Blechdicke von 3 bis 6 mm; sie kann oben geringer wie unten gewählt werden. Die Seitenwände prismatischer Behälter werden durch L- und T-Eisen abgesteift und durch Ankerfängen a (Fig. 285) zusammengehalten. Die Wafferdichtheit

wird in der Regel schon durch die Nietung allein erzielt; doch empfiehlt es sich, die genieteten Fugen zu verstemmen.

Schmiedeeiserne, wie gusseiserne Reservoirs sind mit einem guten Anstrich zu versehen, der auch häufig zu erneuern ist; bei schmiedeeisernen Behältern ist dies der Gefahr des Durchrostens wegen von besonderer Wichtigkeit, weshalb man für kleinere Behälter auch verzinkte Eisenbleche in Anwendung bringt.

Wird ein Vertheilungsreservoir in einem besonderen Bau untergebracht, so besteht die Substruction entweder aus einem geeigneten Balkengerüst, oder sie wird als allseitig durch Mauern (bezw. Fachwerkwände) abgeschlossener, prismatisch gestalteter Baukörper (bei größeren Dimensionen auch Wasserthurm genannt) hergestellt. Cylindrische Reservoirs mit sphärischem oder conischem Boden ruhen alsdann nur auf den Umfassungsmauern auf. Behälter mit ebenen Böden müssen durch kräftige Balkenlagen gestützt werden; häufig sind die das Dachgeschoß tragenden hölzernen Deckenbalken hierzu nicht stark genug und werden nicht selten durch eiserne I-Träger ersetzt.

Auch bei eisernen Reservoirs müssen Einlauf-, Ablauf-, Ueberlauf- und Entleerungsleitungen vorhanden sein. Das Einlaufrohr mündet oft seitlich ein; bisweilen (*s* in Fig. 286) durchsetzt es jedoch auch den Reservoirboden. Findet die mechanische Hebung des Wassers im Gebäude selbst statt, so ist das Einlaufrohr mit dem von der Wasserhebemaschine emporführenden Druck- oder Steigrohr identisch. Als Abschlußvorrichtung verwendet man bei Reservoirs, die durch die städtische Wasserversorgung gespeist werden, Schwimmkugelhähne. (Vergl. Art. 351, S. 305.)

Die Ablaufleitung besteht bei einfachen Anlagen in einem einzigen Fallrohr *f* (Fig. 284—286), welches das Wasser in die unteren Geschoße führt; dasselbe mündet am tiefsten Punkt des Reservoirbodens aus. Damit nicht zu viel von den Schmutzablagerungen in dasselbe gelange, läßt man einen Rohrstutzen über dem Boden hervorragen und bildet denselben als Seherkopf aus. In größeren Gebäuden wird auf dem Dachgeschoß eine Horizontalverzweigung der Ablaufleitungen erforderlich, zu welchem Ende die entsprechenden Horizontalrohre vom Reservoir nahe an dessen Boden ausgehen; auch hier sind die Ausflußöffnungen mit Sieben zu versehen. Sämmtliche Ablaufrohre müssen durch Ventile verschließbar sein; oft wählt man Niederschraubventile (vergl. Art. 337, S. 296), die mittels Welle *w* und Kurbel oder Handrad *k* (Fig. 284 u. 285) hantirt werden können; doch kommen auch Kegelventile mit Hebelvorrichtung (Fig. 286) vor. Am besten ist es indess, die Absperrvorrichtung außerhalb des Reservoirs in die betreffende Rohrleitung einzufachalten und Niederschraubventile allen anderen Constructions vorzuziehen.

Das Ueberlaufrohr bildet entweder einen selbständigen, vertical abfallenden Strang oder wird mit einem entsprechenden Rohr der Entwässerungsanlage vereinigt. Das Entleerungsrohr wird am besten mit dem Ueberlaufrohr combinirt; doch kann man auch eines der Fallrohre zum Entleeren des Reservoirs benutzen. Der Schwimmer *c* in Fig. 286 dient dazu, um von außen erkennen zu können, wie hoch das Wasser im Reservoir steht.

Zur Winterszeit sind die Reservoirs dem Einfrieren ausgesetzt; die Bildung einer dünnen Eisdecke schadet nicht, da unter dieser das Wasser zu- und abfließen kann. Bedeckung und gute Umhüllung der Reservoirs mit schlechten Wärmeleitern schützen selbst in Gegenden mit rauhem Klima, wenn ein häufigerer Wasser-Zu- und -Abfluß stattfindet. Ueber die offenen Behälter in den Dachgeschoßen setzt man Deckel, die nicht nur die Kälte, sondern auch Staub und Insecten abhalten. Frei stehende Reservoirs werden in der Regel überdacht und wohl auch allseitig von leichten Wänden umgeben. Man hat wohl auch in dem Raum, in dem das Reservoir untergebracht ist, Heizvorrichtungen angebracht.

Beispiele. *a*) Für die neue Wasserversorgung des fürstlichen Residenzschlosses zu Sigmaringen war das Vertheilungsreservoir in solcher Höhe anzubringen, daß man bei Feuersgefahr einen großen Theil der Dächer (der höchste Dachfirst liegt 62,5 m über dem Donau-Wasserspiegel) beherrschen kann. Aus diesem Grunde und mit Rücksicht auf eine zweckmäßige Wasservertheilung überhaupt wurde der in der Mitte des ganzen Gebäude-Complexes gelegene fog. Römerthurm zur Aufstellung des Reservoirs gewählt; auf dessen viereckigem Unterbau erhebt sich ein achteckiger Aufbau, der um 4,4 m erhöht und durch einen neuen achteckigen, 10,5 m hohen Helm, der entsprechend, mit der Umgebung harmonirend, architektonisch ausgebildet wurde, abgeschlossen. Der höchste Wasserspiegel des in diesem Thurme untergebrachten Vertheilungsreservoirs liegt in einer Höhe von 55,93 m über dem Wasserspiegel der herrschaftlichen Quelle, der das Wasser entnommen wird, und 61,97 m über dem Donau-Spiegel.

Der Wasserbedarf beträgt pro Tag 160 cbm oder 1,85 l pro Secunde; da die Quelle 49,35 Secunden-

liter liefert, so wird der Ueberfchufs zum Betrieb der Wafferfäulenmaschine verwendet, die das Waffer in das Reservoir hebt. Das Reservoir ist cylindrisch gestaltet, hat 3,5 m Durchmesser und 6 m Höhe; von den 6 Blechringen der cylindrischen Wandung haben die beiden unteren 6, die beiden mittleren 5 und die beiden oberen 4 mm Dicke. Der Behälter ruht auf einer Balkenlage von 9 Stück 176 mm hohen I-Trägern, welche ihrerseits durch 2 Unterzüge (Zwillings-I-Träger von 396 mm Höhe) gestützt werden. Im gefüllten Zustande faßt das Reservoir 550 hl Waffer. Der achteckige Oberbau des Römerthurmes hat eine lichte Weite von 5,1 m. Sämmtliche Außenflächen des Reservoirs haben zum Schutze gegen Temperatureinflüsse eine doppelte Ummantelung aus Brettern mit Deckleisten erhalten, deren Zwischenraum mit Thierhaaren ausgepopt ist. Bei sehr strenger Kälte wird ein am Fusse des Thurmes aufgestellter Wafferheizofen in Thätigkeit gesetzt¹⁴¹⁾.

β) Die Irrenanstalt bei Düren besitzt einen Wafferthurm, worin 5 schmiedeeiserne Reservoirs, und zwar 2 im fünften Obergeschoß mit einem Inhalt von je 22 cbm und 3 im vierten Obergeschoß von je 3,6 cbm Fassungsraum. Den beiden im fünften Obergeschoß gelegenen Behältern wird durch eine Dampfmaschine mit Pumpwerk Brunnenwasser zugeführt; diese Reservoirs dienen zur Speisung der Waffer-Verforgungseinrichtungen in allen zur Anstalt gehörigen Gebäuden, das Wirthschaftsgebäude und die Kochanstalt ausgenommen.

Von den im vierten Obergeschoß des Wafferthurmes aufgestellten 3 Reservoirs dient je eines als Brunnenwasserbehälter für die Kochanstalt und für die Waschanstalt und eines für letztere als Regenwasserbehälter. Dieser wird mittels einer besonderen, im Maschinenraum aufgestellten Dampfmaschine gefüllt; letztere faßt aus einer neben dem Maschinenraum liegenden unterirdischen Cisterne von ca. 260 cbm Fassungsraum das Waffer empor¹⁴²⁾.

Wie aus den in Art. 322 bis 325 (S. 281 bis 286) erörterten Methoden der Wafferentnahme hervorgeht, wird in nicht seltenen Fällen eine künstliche Hebung des Waffers in das oder die inner- oder auferhalb der Gebäude angebrachten Vertheilungsreservoirs erforderlich.

Die einfachste Anordnung zur Hebung des Waffers würde darin bestehen, daß mittels Handbetrieb einer Pumpe so viel Waffer nach einem hoch gelegenen Reservoir gefördert wird, als der Consum während eines Tages beträgt. Dieser Betrieb würde sich nur auf Stunden ausdehnen, vielleicht auch nach den disponiblen Arbeitskräften mit Unterbrechungen zu verschiedenen Tageszeiten stattfinden können.

Für die mechanische Hebung kleiner Waffermengen eignen sich, sobald Dampf- oder Waffermotoren nicht anderweit vorhanden sind, vorzüglich die kleineren Betriebsmotoren, und zwar die Heißluftmaschinen, die Gasmaschinen und die Windräder.

Die letzteren haben noch den Vortheil, daß sie einer Betriebsunterhaltung nicht bedürfen; sie haben aber auch den Nachtheil, daß bei längerem windstillen Wetter die Waffer-Verforgung Gefahr läuft, eine Unterbrechung zu erleiden, was bei den beiden anderen Motoren nicht zu erwarten ist. Von diesen beiden Motoren verdient die Gasmaschine in so fern den Vorzug, als man dieselbe zu jeder Zeit und ohne besondere Vorbereitung direct in und aufer Betrieb setzen kann.

Handelt es sich um die Waffer-Verforgung größerer Gebäude, bezw. Gebäude-complexe, sind also größere Waffermengen zu heben, so verwendet man besondere Dampf- oder hydraulische Motoren. Es sei in dieser Richtung auf die zwei in Art. 357 und 369 (S. 312 und 318) angeführten Beispiele verwiesen.

Zur Herstellung der Zuleitungen auferhalb des Gebäudes kommen zumeist gußeiserne Leitungsrohre in Anwendung, welche sich abwärts bis zu einem lichten Durchmesser von 40 mm herstellen lassen. Dieselben werden durch Muffendichtungen, deren Herstellung im nächsten Kapitel beschrieben ist, mit einander verbunden. Für Leitungen, welche einem Drucke nicht ausgesetzt sind, ist die Anwendung von Thonrohren zulässig; doch ist bei der Verlegung darauf zu achten, daß zum Dichten

¹⁴¹⁾ Nach: Journ. f. Gasb. u. Waff. 1877, S. 35.

¹⁴²⁾ Nach: Rohrleger 1879, S. 84.