

und 90 Umdrehungen in der Minute mindestens 100 cbm, bei 4 m Hubhöhe und 115 Umdrehungen mindestens 40 cbm Wasser in der Minute fördern. Das neue Betriebsgebäude (Abb. 670) enthält einen Wohnflügel für die beiden Maschinisten. Es wird beabsichtigt, die Kessel mit Naturgas aus der Erdgasquelle bei Neuenhamme zu heizen (s. Band I, S. 19).

Wasserversorgung.

Otto Schertel.

Die ersten Wasserversorgungsanlagen in Hamburg bildeten seit dem 15. Jahrhundert hölzerne Rohrleitungen, durch die das Wasser einiger Quellen von hochgelegenen Feldern der nächsten Umgebung der Stadt im Gefälle den mit unterirdischen Vorratsbehältern ausgestatteten Häusern an den tiefliegenden Straßen zugeführt wurde. Diesen sogenannten Feldbrunnenleitungen folgten in der ersten Hälfte des 16. Jahrhunderts, nachdem die Alster durch zwei Dämme, den Oberdamm am jetzigen Alten Jungfernstieg und den Niederdamm am jetzigen Graskeller, von der Elbe getrennt worden war, zwei von der aufgestauten Alster durch Wasserräder angetriebene und aus ihr schöpfende Pumpwerke — sogenannte Wasserkünste — mit Rohrleitungen zur Versorgung der höhergelegenen Stadtteile. Eine dritte, gleichartige „Kunst“ entstand in der ersten Hälfte des 17. Jahrhunderts und eine vierte im Jahre 1833. Alle vier sind Opfer des großen Brandes im Jahre 1842 geworden, und von den Feldbrunnenleitungen hat sich die letzte mit einigen Resten bis an das Ende des vorigen Jahrhunderts erhalten.

Im Jahre 1807 wurde bei den jetzigen St.-Pauli-Landungsbrücken die anfänglich durch Pferde, später durch zwei kleine Dampfmaschinen betriebene Viebersche Elbwasserkunst angelegt, die bis 1852 benutzt worden ist, und im Jahre 1840 entstand auf dem Grasbrook die Smithsche Wasserkunst, die im Jahre 1871 Bahnhofsanlagen hat weichen müssen.

Der Brand von 1842 und die dabei zutage getretene Unzulänglichkeit der Löschrichtungen machte die Erbauung eines großen, leistungsfähigen Wasserwerks zur dringenden Notwendigkeit, und so ist die im Jahre 1848 mit einem rund 62000 m langen Leitungsnetz und etwa 1300 Feuerlöschhydranten — sogenannten Notpfosten — in Betrieb gesetzte Stadtwasserkunst in Rothenburgsort entstanden, wie sie in ihrer Ursprünglichkeit sich in dem bekannten dortigen sogenannten Wasserturm (Abb. 671) erhalten hat, wenn auch in diesem nur noch äußerlich, da er schon seit Jahrzehnten nichts weiter als die Umhüllung eines in seinem Innern aufsteigenden, von einer Wendeltreppe umgebenen Schornsteins und einen Aussichtsturm bildet. Die in dem Turm verbliebenen beiden Rohrleitungen erinnern an die Zeit, als der Pumpbetrieb noch durch sogenannte Cornwall-Maschinen erfolgte, die zur Sicherung gegen Beschädigungen bei Brüchen des Straßenrohrnetzes eines Gegengewichts in Form einer Wassersäule bedurften. Den für eine Anfangslieferfähigkeit von rund 1000 cbm stündlich (gegen jetzt rund 16000 cbm) eingerichteten Pumpen floß damals das Wasser aus drei offenen, noch jetzt vorhandenen, aber einem

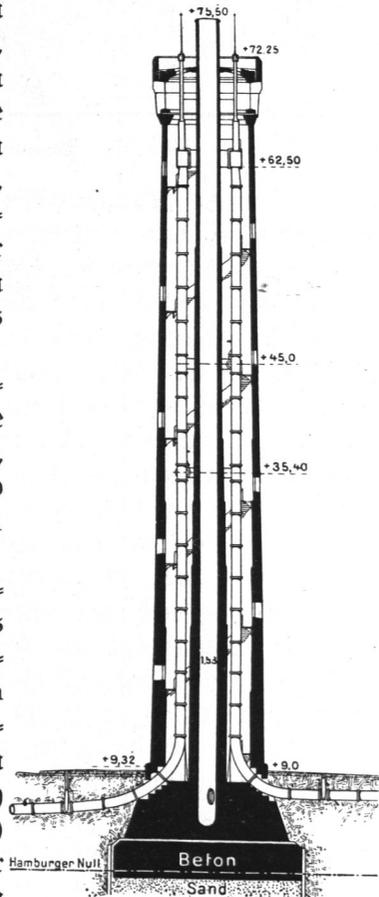


Abb. 671. Sogenannter Wasserturm in Rothenburgsort.

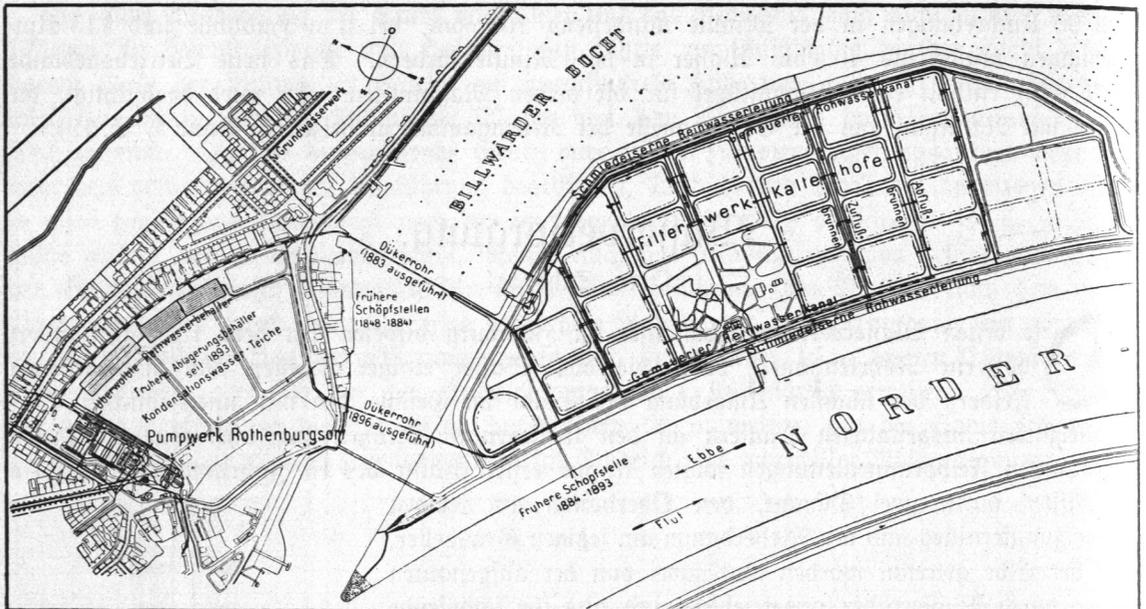


Abb. 672. Pumpwerk Rothenburgsort und Elbwasserfilterwerk, Lageplan.

andern Zwecke dienenden Erdbehältern zu, die aus der der Ebbe und Flut unterworfenen Elbe bei ihren höheren Wasserständen gefüllt wurden und in denen sich die von dem Wasser mitgeführten Schwebestoffe während einer mehrstündigen Ruhezeit mehr oder weniger ablagerten, so daß sie nicht oder doch nur in ihren feinsten tonigen Teilen in das städtische Leitungsnetz gelangten.

Den Anschauungen jener Zeit genügte eine solche Klärung des Elbwassers in Ablagerungsbehältern; es war dort durch städtische Abwässer nicht verunreinigt und enthielt auch nur sehr wenige organische Bestandteile, so daß es im allgemeinen als ein für den Genuß und für gewerbliche Zwecke brauchbares Wasser gelten konnte. Eine weitergehende Reinigung durch Sandfiltration nach englischem Muster war zwar erwogen, aber nicht für notwendig befunden worden. Die für 1857 in Aussicht genommene Ausführung eines solchen Vorhabens wurde durch mancherlei Umstände verhindert, namentlich auch durch Überlegungen, ob es nicht möglich sei, Hamburg aus dem Plöner See oder gar aus dem Harz und dem Teutoburger Walde mit Wasser zu versorgen. Diesen Überlegungen folgte ein jahrelanger Kampf der Meinungen über die zweckmäßigste Art der Filtration, in dem ein sehr hartnäckiger Anhänger der Kleinfiltration (Hausfiltration) die Untauglichkeit der zentralen Filtration dadurch beweisen zu können glaubte, daß er die Reinigung des verschlammten Leitungsnetzes für unmöglich erklärte, ein Einwand, der sich später als völlig haltlos erwies hat.

Nachdem endlich im Jahre 1890 die Verhandlungen zwischen Senat und Bürgerschaft über ein zu erbauendes Filterwerk und eine durch dessen Kosten bedingte Erhöhung des Wasserzuges abgeschlossen waren, wurde 1891 mit der Ausführung begonnen.

Die mit einem Kostenaufwand von zunächst $9\frac{1}{2}$ Millionen Mark unter dem Zwange der damaligen Verhältnisse mit äußerster Beschleunigung hergestellte, im Mai 1893 in Benutzung genommene und später nach verschiedenen Richtungen erweiterte Anlage (Abb. 672 und 673) zerfällt in zwei Hauptteile: das Schöpfwerk mit vier Ablagerungsbehältern auf der Billwärder Insel und das eigentliche Filterwerk auf der Insel Kaltelhofe, die zusammen etwa zwei Drittel der rund 1 000 000 qm (1 qkm) betragenden Gesamtfläche dieser sogenannten Inseln einnehmen.

Schöpfwerk Billwärder Insel. Die Schöpfstelle befindet sich 2400 m oberhalb der früheren, von der seit 1885 das Wasser aus der verlegten Norderelbe (Kaltelhofedurchstich) den

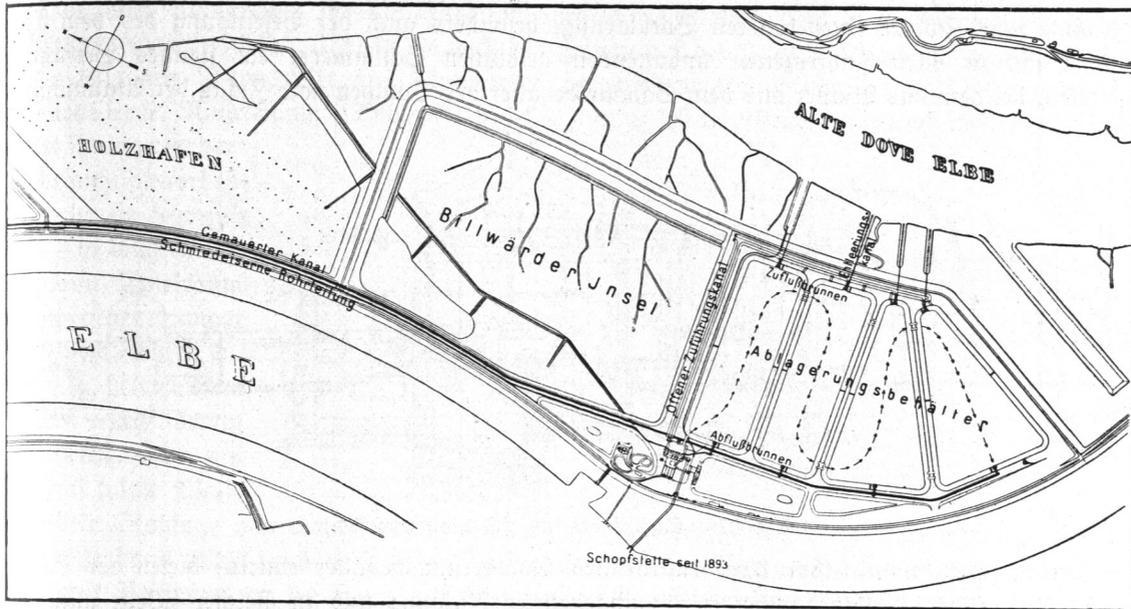


Abb. 673. Elbwasserschöpfwerk, Lageplan.

Ablagerungsbehältern in Rothenburgsort zugeflossen war. Die Mündung (Abb. 674 und 675) besteht aus zwei auf einer Betonplatte zwischen Klopsdämmen aufgebauten Flügelmauern, an die sich ein in ähnlicher Weise zwischen Spundwänden hergestellter, 190 m langer gemauerter Kanal von 2,4 m I. W. und +0,9 m Sohlenhöhe anschließt. Durch diesen am Deich mittels einer Schütze gegen die Elbe absperrbaren Kanal fließt das Wasser nach einem Pumpwerk, das aus sechs mit Tauchkolbenpumpen gekuppelten Verbunddampfmaschinen von je 2100 cbm größter stündlicher Lieferfähigkeit nebst vier Dampfkesseln von je 80 qm Heizfläche besteht, und kurz vor diesem werden in einem Siebschacht die von dem Wasser mitgeführten Schwebestoffe

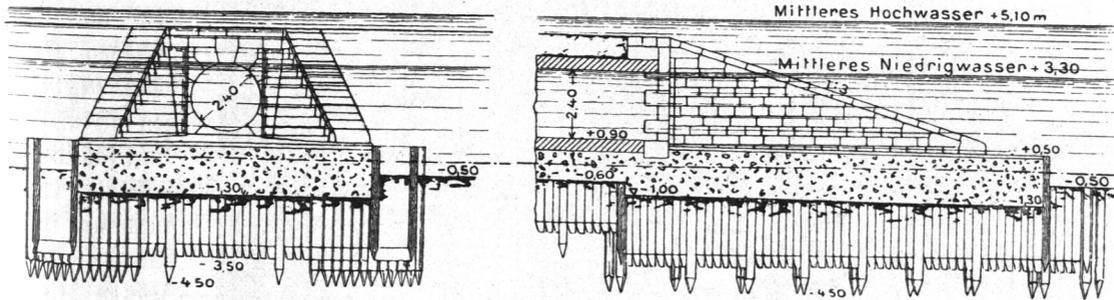


Abb. 674 und 675. Schöpfmündung, Quer- und Längenschnitt.

soweit zurückgehalten, als sie durch ihre Größe die richtige Wirkungsweise der Pumpenventile beeinträchtigen können. (Abb. 676.) Der ganze untere Teil des Maschinenhauses (Abb. 677) bildet einen Wasserkeller, aus dem die Pumpen das Wasser bis auf die erforderliche Höhe in einen gemeinsamen Behälter und weiter in einen an diesen sich anschließenden, nach den Zuflußbrunnen von Ablagerungsbehältern führenden offenen Kanal fördern. Diese Anordnung entspricht einem Ablagerungsverfahren, bei dem jeder Behälter einzeln gefüllt und dann so lange aus dem Betriebe ausgeschaltet wird, bis der in andern Behältern enthaltene Vorrat an geklärtem Wasser erschöpft ist, so daß die Klärung, abgesehen von Bewegungen durch Wind, im Ruhezustande des Wassers vorstatten geht. An die Stelle dieses wechselweisen Verfahrens ist vor einigen Jahren mit Einführung der Behandlung des Wassers durch schwefelsaure Tonerde

(Alaun) zum Zwecke einer besseren Vorklärung, besonders auch der Beseitigung des dem Elbwasser fast zu allen Jahreszeiten anhaftenden gelblichen Schimmers, ein stetiges Verfahren getreten, bei dem das Wasser aus dem Sammelbehälter der Pumpen nach Zusatz der Alaunlösung

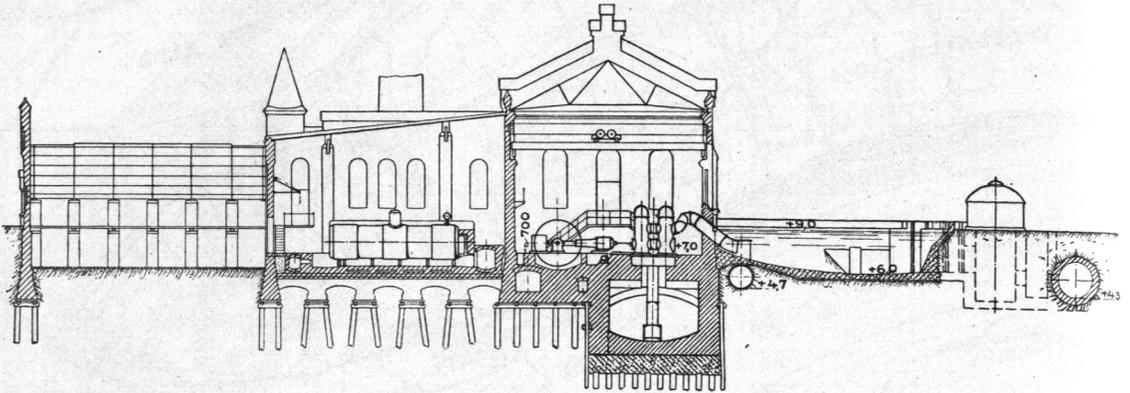


Abb. 676. Querschnitt des Schöpfungswerks.

in den nächsten, unmittelbar danebenliegenden Ablagerungsbehälter eintritt, diesen der Länge nach, sodann den nächstbenachbarten in umgekehrter Richtung und in gleicher Weise auch die beiden folgenden Behälter mit sehr geringer, die Ablagerung nicht störender Geschwindigkeit durchfließt. Die in der Regel in einem Gewichtsverhältnis von 1 : 25000 (40 mg auf 1 l Wasser) zur Verwendung kommende schwefelsaure Tonerde wirkt in der Weise, daß sie durch die Erdsalze des Wassers zersetzt wird und das dabei in Flocken sich abscheidende Tonerde-

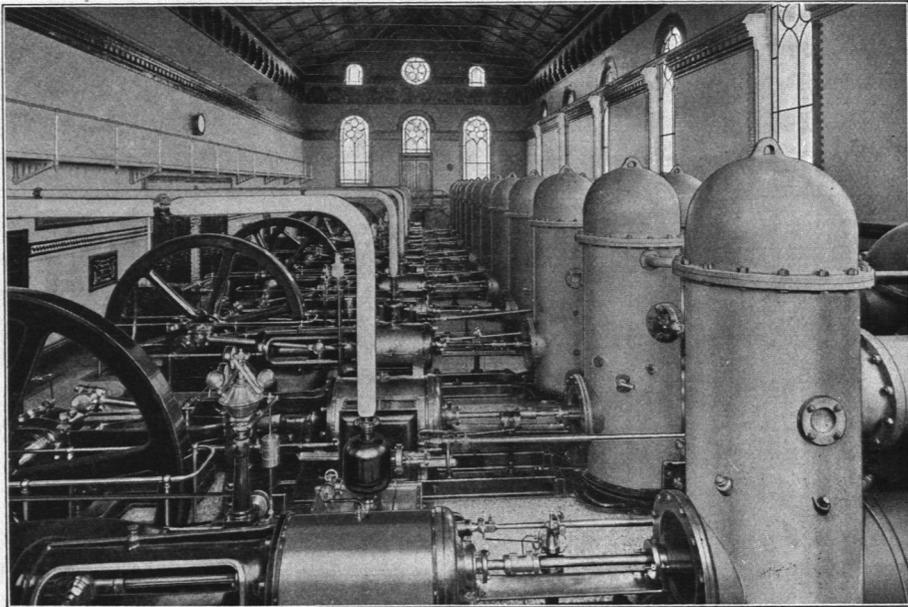


Abb. 677. Schöpfungspumpen.

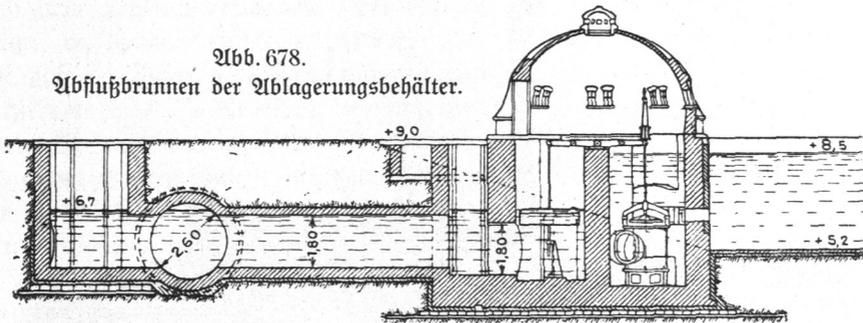
hydrat die im Wasser schwebenden Stoffe umhüllt und sie nebst einem großen Teil der außerdem darin enthaltenen Keime beim Niedersinken mit sich zieht. Nach täglich ausgeführten Untersuchungen ist dadurch in den drei Jahren 1910 bis 1912 die Anzahl der Keime in 1 ccm Wasser von durchschnittlich 3503 auf 501, das ist auf 14,3%, vermindert worden gegen durchschnittlich 3209 auf 933, das ist auf 25,9%, in den drei vorhergegangenen Jahren bei der Ablagerung ohne Alaunzusatz.

Die Ablagerungsbehälter haben, in der Sohle (+ 5,2 m) gemessen, eine Gesamtgrundfläche von rund 140000 qm und einen nutzbaren Gesamtfassungsraum von nahezu 300000 cbm; ihre Sohlen und in Böschung 1 : 3 hergestellten Wände sind durch Ziegelschichten auf Tonunterlage befestigt und gedichtet.

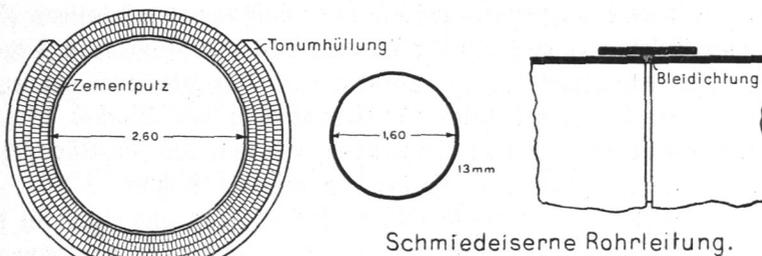
hydrat die im Wasser schwebenden Stoffe umhüllt und sie nebst einem großen Teil der außerdem darin enthaltenen Keime beim Niedersinken mit sich zieht. Nach täglich ausgeführten Untersuchungen ist dadurch in den drei Jahren 1910 bis 1912 die Anzahl der Keime in 1 ccm Wasser von durchschnittlich 3503 auf 501,

Das durch Ablagerung für die Filtration vorgeklärte Wasser fließt durch Brunnenhäuser mit Abflußregelventilen (Abb. 678) in die nach den Filtern auf der Insel Kaltehoje führenden Kanäle, einen teils aus Beton, teils aus Mauerwerk hergestellten Kanal von 2,6 m Weite und eine schmiedeiserne Rohrleitung (Abb. 679 bis 684) von 1,6 m Weite. Letztere weicht in ihrer Ausführung von dem Gebräuchlichen erheblich ab; sie setzt sich aus 3 m langen, mit 12 mm Spielraum stumpf gegeneinander verlegten Rohren zusammen, deren Stirnflächen kegelförmig abgedreht sind; um die auf solche Weise gebildete Stoffuge von trapezförmigem Querschnitt wurde mittels einer Spannvorrichtung ein Flacheisenband gelegt, und nach dessen Verbindung mit den Rohren durch je vier Kopfschrauben ist durch Verstimmung der Fuge mit Blei eine völlige Dichtigkeit der Leitung erzielt worden. Der Einlauf in die Brunnenhäuser liegt 1 m über der Sohle der Behälter, so daß das mit Schlamm durchsetzte tiefere Wasser nicht auf die Filter gelangen kann. Der Schlamm, der sich bei

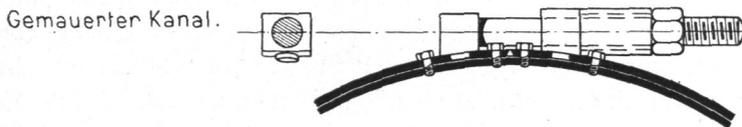
Abb. 678.
Abflußbrunnen der Ablagerungsbehälter.



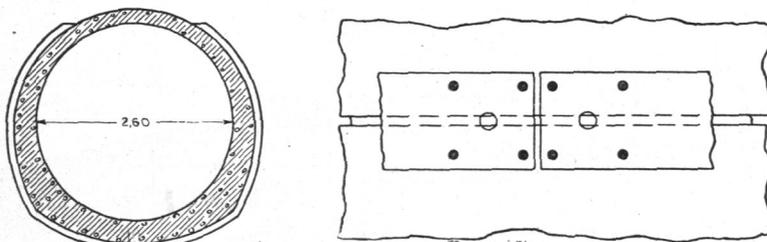
der neuen Betriebsweise fast ausschließlich in dem ersten Behälter niederschlägt, wird in der Regel jährlich einmal durch Spülung in die Billwärders Bucht geschafft.



Schmiedeiserne Rohrleitung.



Gemauertem Kanal.



Betonkanal.

Abb. 679 bis 684. Rohrwasserleitungen.

Neben einem kleinen Hafeneinschnitt an der Norderecke ist auf einem bis Deichkrone reichenden Holzunterbau mit anschließender Brücke ein mit einem Gasmotor verbundener Drehkran aufgestellt, der die für den Betrieb des Schöpfwerks (Abb. 685) erforderlichen Steinkohlen aus Schuten bis auf die Höhe des nahegelegenen, dem Kesselhaus unmittelbar vorgelagerten Kohlenschuppens fördert. Ein inmitten einer Grünanlage stehendes zweistöckiges Dienstgebäude enthält Wohnungen für den betriebsführenden Obermaschinenisten und einen Maschinenisten.

Der Schöpfbetrieb vollzieht sich in der Weise, daß er in Rücksicht auf die etwa 8 km unterhalb der Schöpfstelle mündenden Hamburger Siele, deren Ausflüsse mit dem Flutstrom elbaufwärts

gelangen, $2\frac{1}{2}$ Stunden vor dem kalendermäßigen Eintritt des Hochwassers eingestellt und $2\frac{1}{2}$ Stunden nach wirklichem Hochwasser wieder aufgenommen wird, wenn nicht besondere Windverhältnisse und Elbwasserstände eine noch längere Unterbrechung angezeigt erscheinen lassen.

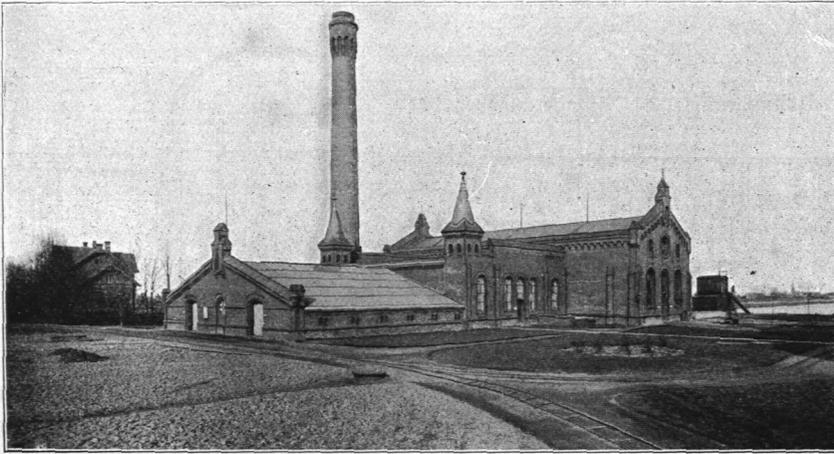


Abb. 685. Pumpwerksgebäude und Beamtenwohnhaus.

Filterwerk Kalte-
hofe. Das Filterwerk (Abb. 686) enthält 22 offene Sandfilter mit geneigten Wänden, die mit Ausnahme eines einzigen von abweichender Form in der Sohle ein Rechteck mit abgerundeten Ecken von 98 m Länge und 70 m Breite, an ihrem oberen 3,4 m über der Sohle liegenden Rande, einem Böschungsverhältnis der Wände von 1:2 entsprechend, ein solches von 111,6 m Länge und 83,6 m Breite bilden (Abb. 687). Die Sohlen bestehen aus teils gewachsenem, teils in einer Stärke von mindestens 35 cm eingebrachtem Kleieboden, über diesem aus einer 10 cm starken Schicht geformten, in Ziegelpressen durchgearbeiteten und dann fest eingestampften Tones und im übrigen aus einer auf letzterer vermauerten Ziegelflachsicht; vier im Jahre 1896 zur Erweiterung des Werkes hergestellte Filter haben statt der Klei-
sohle eine 20 cm starke Betonplatte und statt der Ziegelflachsicht eine Kollschicht. Die Böschungen sind in gleicher Weise befestigt wie die Sohlen.

Den inneren Aufbau der Filter bilden Steine, Kies und Sand in den aus Abb. 688 ersichtlichen Schichtenstärken und Abstufungen. Der Sand wird von feinem Kies, dieser von etwas größerem Kies usw. so getragen, daß die Filtersohle völlig sandfrei bleibt und das filtrierte Wasser durch die großen Hohlräume der untersten Schicht runder Steine von etwa 8 cm mittlerem Durchmesser ohne weiteren Widerstand, als ihn die Reibung an diesen selbst bietet, in die darin eingebetteten kleinen Abflussskanäle gelangen kann. Letztere verlaufen in Abständen von 10 m (bei den neueren Filtern 5 m) in der Querrichtung des Filters und führen nach



Abb. 686. Filterwerk Kaltehofe, vom Wasserturm in Rothenburgsort gesehen.

einem in der Längsachse liegenden, in einen Abflußbrunnen mündenden Hauptsammelkanal. Das Wasser fließt den Filtern an einer Schmalseite durch 1,2 m weite, vorwiegend aus Mauerwerk, zu einem geringen Teil aus Schmiedeeisen bestehenden Leitungen (Abb. 689) zu, die von den früher genannten Hauptkanälen abzweigen und diese zugleich verbinden. Der Zufluß wird durch doppelsitzige, in kleinen Häusern untergebrachte Tellerentile so geregelt, daß der Außenwasserstand immer gleich hoch ist. Abweichend hiervon findet die Regelung des Abflusses (Abb. 690) durch ein der Höhe nach verschiebbares Überfallwehr statt, das um so tiefer gesenkt werden muß, je größeren Widerstand das Wasser beim Durchsickern des Sandes in dessen fortschreitender Oberflächenverstopfung findet.

Die Reinigung des Wassers kann, wenigstens soweit es sich um die den Hauptzweck der Filtration bildende Ausscheidung (Abb. 691) der darin enthaltenen mikroskopischen Lebewesen handelt, erst zustande kommen, wenn sich um die Sandkörner an der Oberfläche bis zu einer gewissen Tiefe unter dieser eine Hülle sehr feinen Schlammes gelegt hat, an der die Bakterien zugleich mit andern Schwebestoffen unter zunehmender Verdickung dieser Hülle hängen bleiben.

Die durchschnittliche Gesamtreinigungswirkung der Ablagerung und Filtration in bakteriologischer Beziehung hat in den letzten vier Jahren nach etwa 45 täglichen Einzeluntersuchungen zwischen 99,69% und 99,88% geschwankt, d. h. es sind von



Abb. 687. Filtergrundriß.

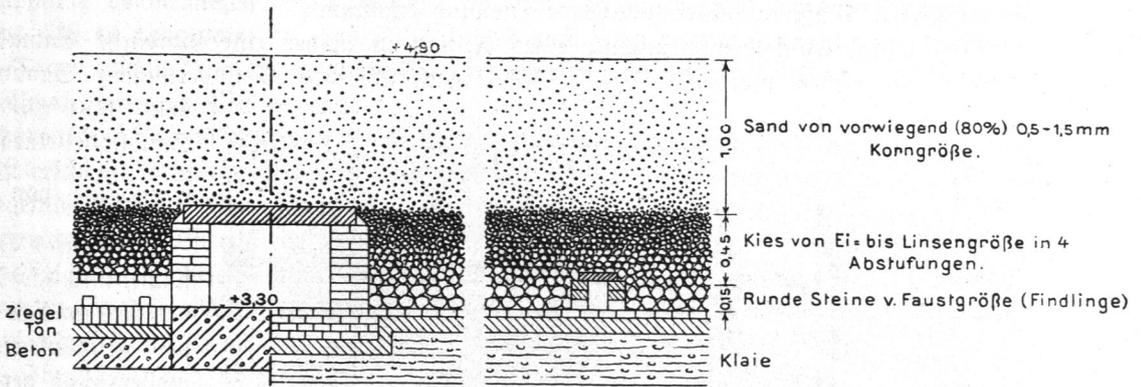
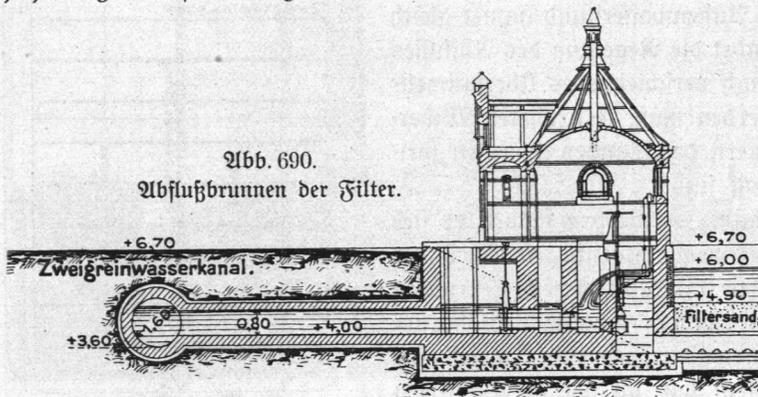


Abb. 688. Filterhöhle und Schichtung der Filtermaterialien.



Abb. 689. Zuflußbrunnen der Filter.

je 1000 in 1 ccm rohen Elbwassers enthalten gewesen Keimen 997 bis 999 zurückgehalten worden. Der bisher höchste Wirkungsgrad von 99,98 % ist im Februar 1913 bei einem durchschnittlichen Keimgehalt des Rohwassers von 12600 und des filtrierten Wassers von 3 erreicht worden. Dabei ist zu beachten, daß der Keimgehalt des Filtrats nur verhältnismäßig wenig von dem des Rohwassers abhängt und das prozentuale Verhältnis um so günstiger wird, je höher letzterer ist. Die genannten Grenzziffern beziehen sich auf eine durchschnittliche Rohwasser-



keimzahl von 3880. Die allmählich eintretende Verminderung der Durchlässigkeit der Sandoberfläche äußert sich darin, daß bei unveränderter Abflusmenge der Spiegel des aus dem Hauptsammelkanal des Filters in den Abflußbrunnen aufsteigenden Wassers sinkt; dieser Senkung muß das Überfallwehr, das aus einem mittels einer Schraubenspindel von Hand bewegbaren Schieber besteht, folgen, und es ist Aufgabe des in beständigem Rundgange begriffenen Filterwärters, die Schieber in solcher Lage zu erhalten, daß die Überfallhöhe immer die von der Betriebsleitung jeweils bestimmte ist. Sie wird durch einen in 1 m Abstand von der Überfallkante befindlichen Schwimmer in der Weise zur Erscheinung gebracht, daß ein mit diesem verbundener Zeiger vor einem an dem Schieber befestigten, also dessen Bewegungen mitmachenden Maßstab die entsprechende Stellung einnimmt.

Als zulässige Höchstbeanspruchung eines Filters ist bisher eine stündliche Entnahme von 500 cbm angesehen worden. Dieser Menge entspricht bei einer geringsten Sandoberfläche

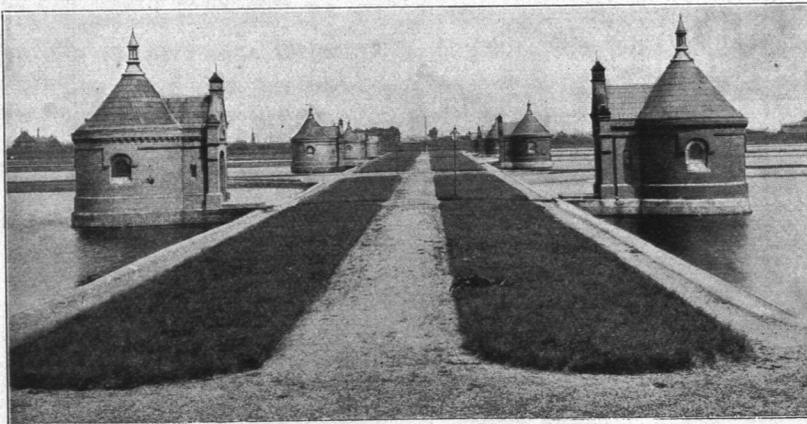


Abb. 691. Filterstraße mit Abflußbrunnen.

von 7650 qm (0,6 m Sandhöhe) eine stündliche Entnahme von $\frac{500\,000}{7650}$

= 65 l auf 1 qm Filterfläche, und das Maß von 65 mm, um das sich dann bei geschlossenem Rohwasserzufluß der Wasserspiegel im Filter senken würde, ist die sogenannte Filtergeschwindigkeit, mit der das Wasser den Sand durchsickert; die wirkliche Geschwindigkeit ist in dem

gleichen Verhältnis größer, in dem die Summe der Hohlräume des Sandes zu dessen Schüttungsmenge steht, d. h. drei- bis viermal so groß, und sie geht an der Sandoberfläche auch darüber noch um so weiter hinaus, je mehr sich diese durch Verschlämzung allmählich verdichtet.

Die wirkliche Gesamtlieferfähigkeit des Filterwerkes bleibt hinter der bei der vorstehend als Regel angegebenen Grenzbeanspruchung theoretisch möglichen weit zurück; sie wird in hohem Maße beeinflusst durch Wiederinstandsetzungen undurchlässig gewordener Filter, die sich bei jedem über ungefähr zwei Tage erstrecken und zeitweilig wochenlang ununterbrochen bei mehreren

Filtern zugleich stattfinden müssen; im übrigen wird sie auch dadurch wesentlich eingeschränkt, daß nachts bei sehr vermindertem Wasserverbrauch im Versorgungsgebiet die Filter nur in geringem Maße ausgenutzt werden können und daß fast beständig — wenigstens in frostfreien Zeiten — ein Filter wegen notwendiger Ergänzung seiner Sandfüllung und außerdem oft

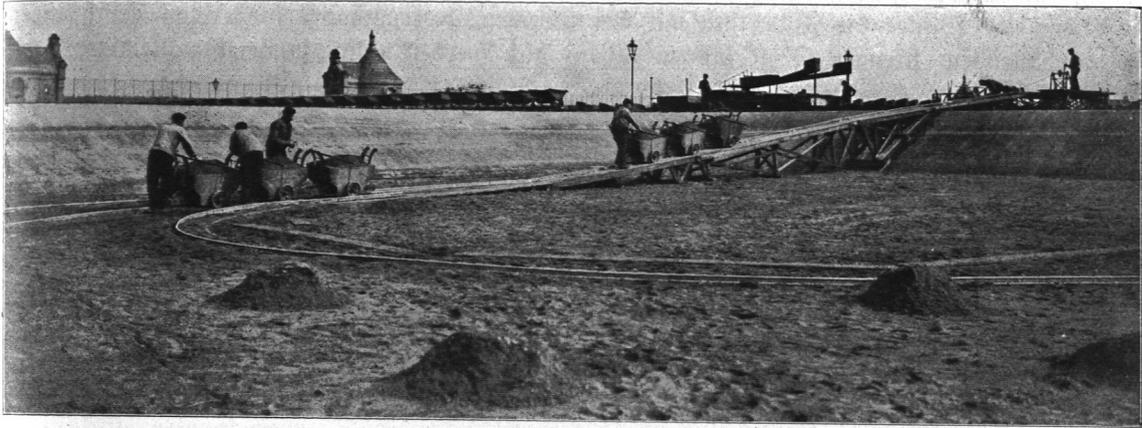


Abb. 692. Filterreinigung.

auch noch ein Filter wegen Ausbesserungsbedürftigkeit ausfällt. Die größte tatsächliche Tageslieferungsmenge hat bis jetzt 175319 cbm betragen.

Die Dauer der Durchlässigkeit eines Filters hängt in der Hauptsache von der sehr wechselnden Klarheit des Rohwassers, zum Teil auch von darin enthaltenen Algen ab, je nachdem diese die Verstopfung beschleunigen oder verzögern; sie schwankt innerhalb sehr weiter Grenzen, und es ist des öfteren vorgekommen, daß Filter schon nach Abgabe von 100000 cbm Wasser in 8 bis 10 Tagen erschöpft waren, wogegen sie zu andern Zeiten mehr als 20 Wochen gelaufen und

eine zwölfmal so große Wassermenge geliefert haben. Die Lieferfähigkeit eines Filters ist erschöpft, wenn der den Abschluß regelnde Schieber seinen tiefsten Stand erreicht hat. Die Wiederherrichtung erfolgt durch Beseitigung der verschlammten Sandoberfläche; zu dem Zwecke wird das Filter bis etwa 30 cm unter der Oberfläche, d. h. so weit entleert, daß der Sand von Arbeitern begangen und mit Karren auf Bohlenbahnen oder mit Kastenwagen auf einschienigem Gleise befahren werden kann (Abb. 692); dann wird die oberste Sandschicht in einer Stärke von 10 bis

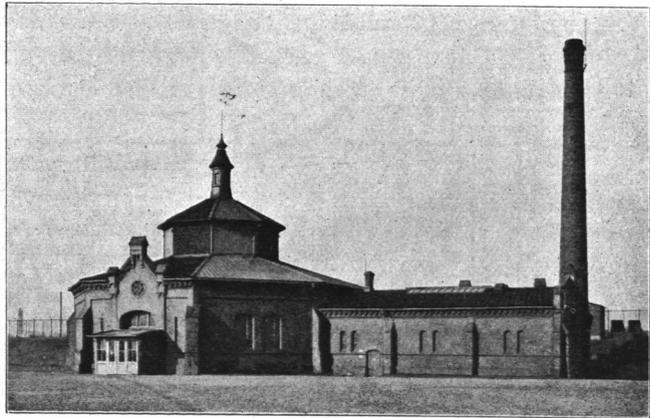


Abb. 693. Entleerungspumpwerk I.

20 mm abgeschaufelt und aus dem Filter bis an eine der über die ganze Anlage verteilten sechs Sandwäschen geschafft, um dort behufs Wiederverwendung gereinigt zu werden. Die Entleerung geschieht in der Weise, daß das über dem Sande stehende Wasser in den Zuflußbrunnen zurück und von hier aus bei geschlossenem Zuflußventil in einen tiefliegenden gemauerten Kanal übergeleitet wird, aus dem es je nach Lage des Filters durch das eine oder andere der beiden neben dem Deich an der Billwärder Bucht belegenen, mit Kreiselpumpen ausgerüsteten Pumpwerke (Abb. 693) in diesen toten Elbarm weiterbefördert wird. Im wesentlichen den gleichen

Weg nimmt auch das im Sande befindliche, zunächst durch Versickerung in den Hauptsammelkanal des Filters gelangende Wasser; bei den älteren Filtern wird es durch eine entsprechende Ventilverbindung ebenfalls in den Zuflußbrunnen, bei den neueren dagegen durch eine von den Abflußbrunnen ausgehende Rohrleitung abgeführt. Die Sandwagen werden mit einem Seil durch ein auf der Filterstraße gehendes Pferd aus dem Filter gezogen.

Wenn im Winter die Filter sich mit Eis bedecken, das nach den bisherigen Erfahrungen bei anhaltendem strengen Frost bis zu 30 cm dick werden kann, so ist ihre Reinigung mit

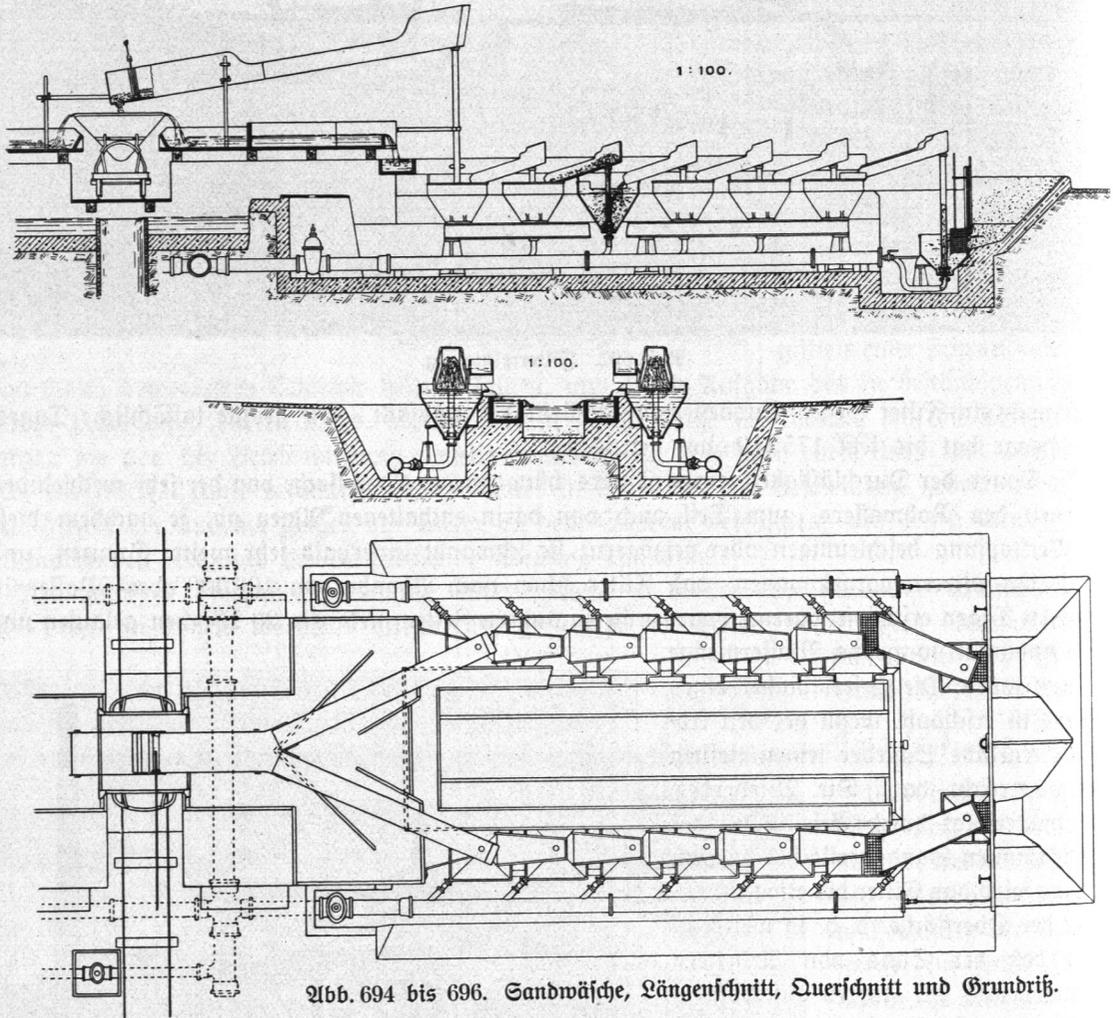


Abb. 694 bis 696. Sandwäsche, Längenschnitt, Querschnitt und Grundriß.

erheblichen Schwierigkeiten verknüpft. Als erster Nothelf dient ein Abharken der Sandoberfläche durch einen mit einem Rechen verbundenen Schwimmer, der nach Beseitigung eines schmalen Eistreifens an den Längsseiten der Filter vom Lande aus mit Winden unter der Eisdecke hin und her gezogen wird; der dabei von der Sandoberfläche sich ablösende, dem Wasser in feiner Verteilung sich beimischende und darin zu einem großen Teil lange sich schwebend erhaltende Schlamm wird durch Entleerung des Filters beseitigt, und dieses kann dann wieder kurze Zeit seinen Dienst verrichten. Wesentlich umständlicher sind die durch das eben genannte Verfahren nur einzuschränkenden, aber nicht ganz zu vermeidenden regelrechten Reinigungen vereister Filter im Trocknen. Diese erfolgen so, daß das Filter nach Abspaltung der einen Hälfte wie in frostfreien Zeiten entleert und zunächst in dieser Hälfte die oberste

Sandschicht so weit abgeschaufelt wird, wie es die nach ihrer Entblößung von Wasser einsetzende Gefrierung gestattet, daß dann durch Wasserzuführung von unten die auf der zweiten Filterhälfte gelagerte Eisplatte wieder zum Schwimmen gebracht, auf die gereinigte Seite hinübergeschoben und hierauf nach abermaliger Entleerung die Reinigung des Filters vollendet wird.

Die Wiedereinstellung eines Filters in den Betrieb erfolgt immer in der Weise, daß es zunächst aus dem neben ihm liegenden Reinwasserkanal von unten bis etwa 20 cm über Sandoberfläche in ganz gleichförmiger Verteilung über diese und dann von oben mit unfiltriertem Wasser weitergespült wird; bei diesem Verfahren bleibt die Oberfläche völlig eben. Das aus einem gereinigten Filter in den ersten 24 Betriebsstunden abfließende Wasser, das sogenannte Spülfiltrat, gelangt nicht zu nutzbarer Verwendung, sondern wird als Abwasser angesehen, wenn auch sein Reimgehalt in den weitaus meisten Fällen so niedrig ist, daß es ganz unbedenklich für Versorgungszwecke verwendet werden könnte; in diesem Verfahren liegt eine Vorsicht, die vielleicht nicht beobachtet zu werden brauchte.

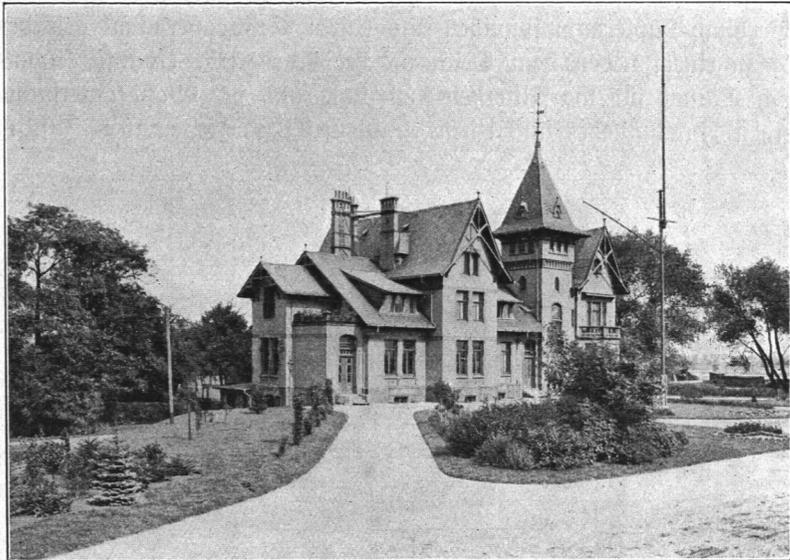


Abb. 697. Betriebsgebäude mit Dienstwohnungen.

Die zur Reinigung des verschmutzten Filtersandes dienenden Sandwäschen bestehen aus einer Reihe hintereinander aufgestellter gußeiserner Kästen, in die stehende Wassertrahlelevatoren eingebaut sind. (Abb. 694 bis 696.) Der aus den Filtern herangefahrene Abraumsand wird in eine mit dem ersten Kasten unmittelbar verbundene trichterförmige Grube geschüttet und darin durch Wasserstrahlen so aufgerührt, daß er als schlammartige Masse in den Kasten hinabsinkt, die dann durch Druckwasser in weiterer Verdünnung und Durch-

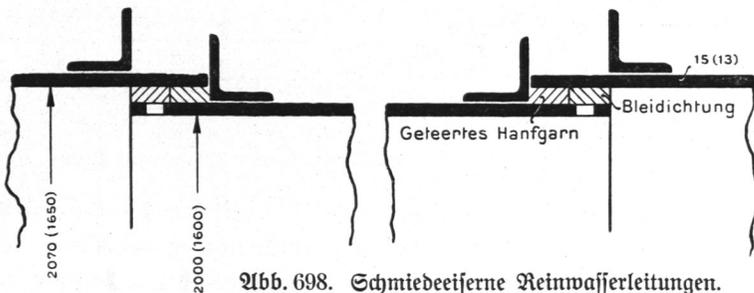


Abb. 698. Schmiedeeiserne Reinwasserleitungen.

rührung in den zweiten Kasten gehoben wird; in diesem sinkt der Sand bis auf einen Teil seiner feinsten Bestandteile zu Boden, und der Rest fließt in Mischung mit dem im Wasser aufgelösten leichten Schlamm über den Rand in einen Sandsfang; aus diesem wird er in die Kästen zurückgeschaufelt, um ihn nicht verlorengehen und auch eine Änderung der Zusammensetzung des Sandes nicht eintreten zu lassen, und das Spülwasser fließt über einen an der Grubensohle angeordneten Schlammfang durch den allgemeinen Entleerungskanal nach einem der beiden Abwasserpumpwerke. Der gleiche Vorgang wiederholt sich in allen folgenden Kästen, und den letzten verläßt der Sand in so reinem Zustande, daß er klares Wasser nicht im geringsten

mehr trübt. Er wird von hier aus in Kastenwagen übergeleitet, in denen er sich ablagert, während das ihn bis dorthin tragende Wasser über den Rand abfließt und sich mit dem übrigen Spülwasser vereinigt. Der gewaschene Sand wird ohne vorherige Lagerung in ein zur Ergänzung seiner durch Reinigungen verminderten Sandfüllung auf die ursprüngliche Höhe von 1 m aus dem Betriebe genommenes Filter geschafft. Den Sandwäschen fließt das für ihre Strahlelevatoren erforderliche Wasser unter einer Druckhöhe von 11 m aus einem in dem Entleerungspumpwerk I aufgestellten eisernen Behälter zu, in den es von zwei gleichfalls in diesem untergebrachten Verbund-Duplexdampfmaschinen aus einem Reinwasserkanal gefördert wird.

In einem neben dem Deich an der Norderelbe erbauten Doppelhause (Abb. 697) befinden sich Räume für die Filterbetriebsleitung und für Wasseruntersuchungen nebst Wohnungen für einen Filteraufseher und einen Assistenten des Hygienischen Instituts.

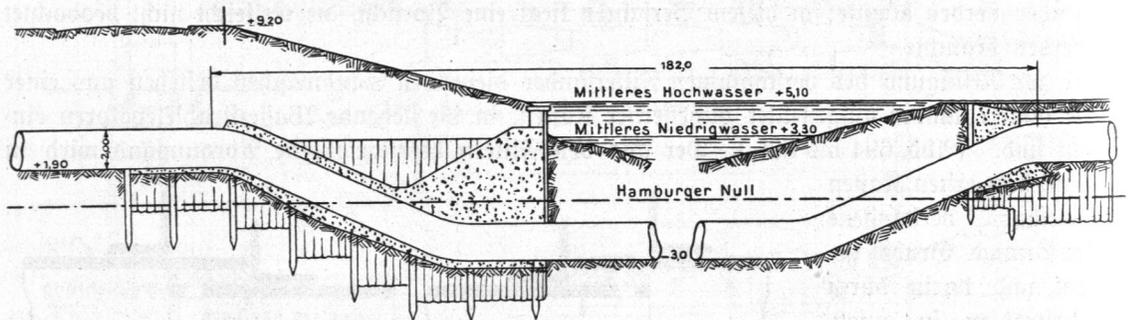
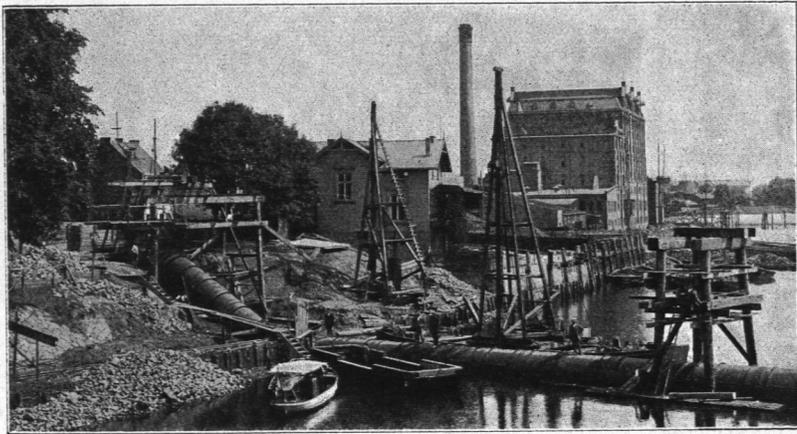


Abb. 699 und 700. Düker in der Billwärder Bucht, Ansicht und Schnitt.

Das aus den Filtern abfließende Wasser wird zwei teils aus Mauerwerk, teils aus schmiedeeisernen Rohren bestehenden Hauptsammelleitungen zugeführt, die neben den den beiden Längsdeichen der Insel Kaltehofe folgenden Hauptzuführungsleitungen der Filter liegen und sich in Dükern bis an das gegenüberliegende Ufer der Billwärder Bucht fortsetzen. Der gemauerte Kanal von 2,6 m Weite stimmt in seiner Ausführung genau mit dem früher im Querschnitt dargestellten gleichartigen Rohwasserkanal überein. Die eisernen Leitungen (Abb. 698) sind überwiegend 1,6 m, zum geringeren Teil 2 m weit bei durchweg rund 3 m, bzw. 2,5 m Länge und 13 mm, bzw. 15 mm Wandstärke der einzelnen Rohre; sie unterscheiden sich von der eisernen Zuführungsleitung der Filter durch die Art der Verbindung der Rohre, die bei einem regelmäßig abwechselnden inneren Durchmesser von 1,6 m und 1,65 m, bzw. 2 m und 2,07 m muffenförmig in- und übereinandergeschoben und deren nur von innen zugängliche Zwischenräume mit Blei ausgefüllt und verstemmt sind.

Die schmiedeeisernen Rohrleitungen bilden eine nachträgliche Verdopplung der Hauptwasserwege und eine völlige Sicherung der Gesamtanlage gegen Betriebsunterbrechungen infolge von Schäden an den langgestreckten, zum Teil in unsicherem Boden liegenden gemauerten Kanälen, die in ihrer Starrheit nur wenig imstande sind, Bodenbewegungen ohne Bruch zu folgen.

Von den beiden die Billwälder Bucht durchziehenden Dükern ist der älteste (Abb. 699 und 700) im Jahre 1884 in Veranlassung der durch den Kaltehofedurchstich bewirkten Verlegung des

Stromlaufes der Elbe mit Rücksicht darauf ausgeführt worden, daß nach Abdämmung der früheren Stromelbe den an dieser belegenen alten Schöpfstellen das fließende Wasser entzogen worden war; er hat eine Länge von 224 m und eine Weite von 2,4 m; der im Jahre 1896 zur Erhöhung der Betriebsicherheit der Anlagen verlegte zweite Düker ist 182 m lang und 2 m weit. In den wesentlichen Einzelheiten der

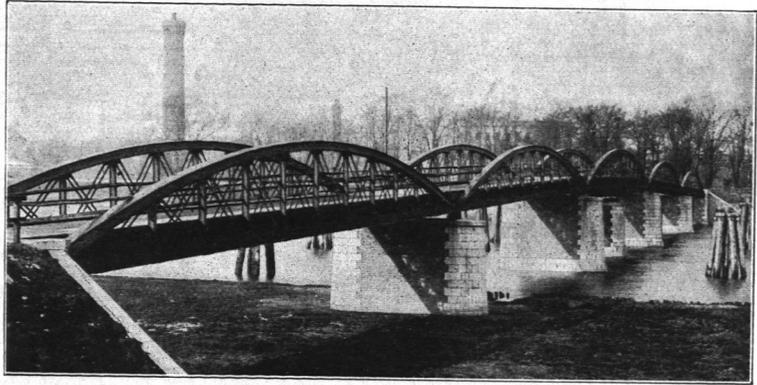


Abb. 701. Brücke zwischen Rothenburgsort und dem Filterwerk.

Ausführung stimmen beide mit dem Unterschiede überein, daß die Oberkante des ersteren 0,2 m, die des letzteren 1 m unter H. N. liegt.

Das Filterwerk ist auf dem Landwege zugänglich durch eine Brücke über die Billwälder Bucht (Abb. 701) von 188 m Länge zwischen den Endwiderlagern mit fünf Öffnungen, deren mittlere mit einer gleicharmigen Drehbrücke von 14,90 m Durchfahrweite überbaut ist.

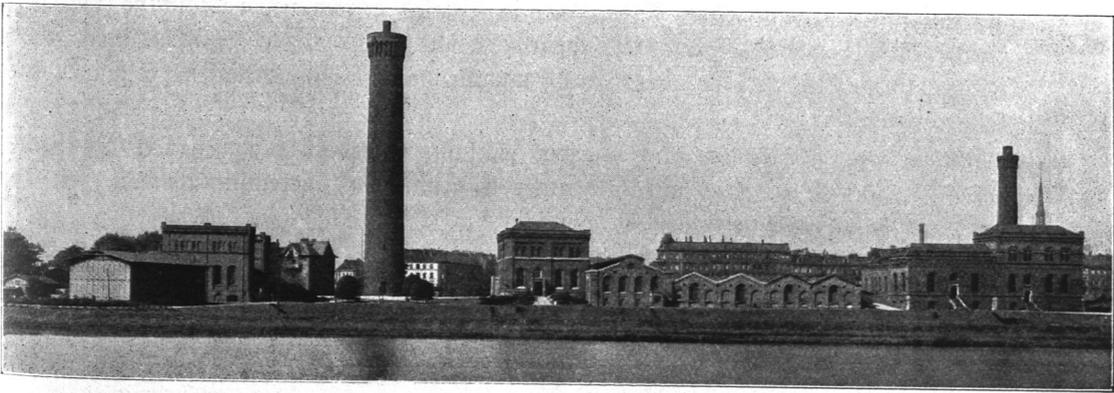


Abb. 702. Rückansicht des Pumpwerks Rothenburgsort.

Pumpwerk Rothenburgsort. Das Pumpwerk Rothenburgsort (Abb. 702 und 703) enthält 11 Pumpmaschinen stehender Bauart mit Schwungrädern, deren Gesamtleistungsfähigkeit bei regelrechtem Gange etwa 2600 P.S. und bei zulässiger schnellster Gangart etwa 3500 P.S. beträgt. Die von diesen zu fördernden Wassermengen verteilen sich gegenwärtig ungefähr in dem Verhältnis 4:5 auf niedrig- und auf hochgelegene Teile des Versorgungsgebietes; letzterem werden sie unter einer 12 m größeren Druckhöhe zugeführt.

Das Werk zerfällt in drei Abteilungen:

1. eine nördliche Anlage mit den drei ältesten Maschinen, einer aus dem Jahre 1885 stammenden Woolfschen Maschine (VII) (Abb. 704) mit einer Differentialpumpe und zwei

im Jahre 1892 vollendeten, unter sich völlig gleichen Verbundmaschinen (I und II) mit je zwei unter den Dampfzylindern in deren Achsen stehenden und unmittelbar von den verlängerten Kolbenstangen angetriebenen, einfach wirkenden Tauchkolbenpumpen;

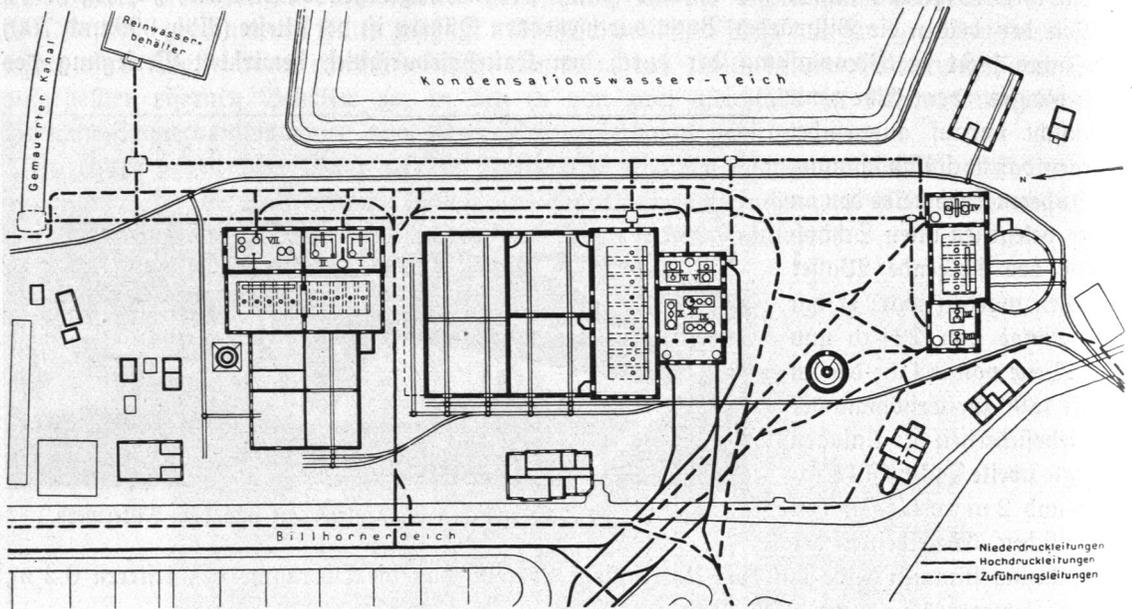


Abb. 703. Lageplan des Pumpwerks Rothenburgsort.

2. eine südliche Anlage mit drei dem Alter nach in der Mitte stehenden Verbundmaschinen, zwei aus dem Jahre 1899 stammenden, einander gleichen Maschinen (III und VIII) (Abb. 705 und 706) und einer Ende 1903 in Betrieb genommenen Maschine (IV), deren in gleicher Weise wie bei I und II angeordnete und ausgebildete Pumpen durch je zwei in Kreuzköpfen befestigte, die Kurbelwelle umfassende zug- und druckfeste Stangen angetrieben werden;
3. eine mittlere Anlage mit den fünf neuesten Maschinen, und zwar zwei unter sich gleichen, in ihrer ganzen Anordnung mit den unter 2 genannten übereinstimmenden, seit dem Jahre 1906 in Betrieb stehenden Verbundmaschinen (V und VI) (Abb. 707 und 708) und drei ebenfalls einander gleichen, in den Jahren 1907 bis 1909 erbauten Dreifach-Expansionsmaschinen (IX, X und XI) (Abb. 709), die sich auch in ihren Pumpen von den übrigen dadurch unterscheiden, daß diese statt mit je einem einzigen großen Saug- und Druckventil mit sehr vielen kleinen Ventilen ausgestattet sind.

Die Maschinen der nördlichen und der südlichen Anlage dienen, mit Ausnahme von VII, sämtlich nur zur Versorgung des Niederdruckgebietes, die Maschinen IX, X und XI der mittleren Anlage nur zur Hochdruckversorgung; V, VI und VII können nach Bedarf in das eine oder andere Druckgebiet fördern.

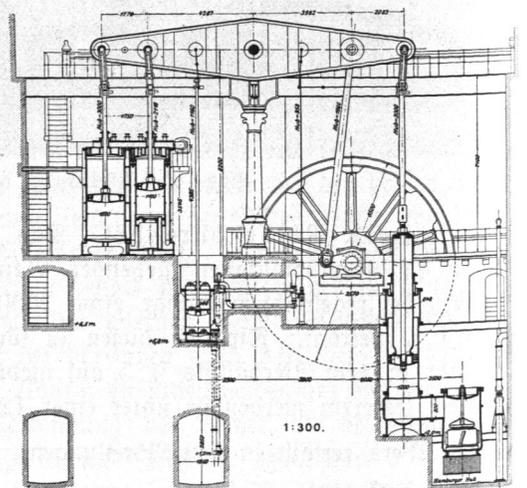


Abb. 704. Woolfsche Maschine VII.

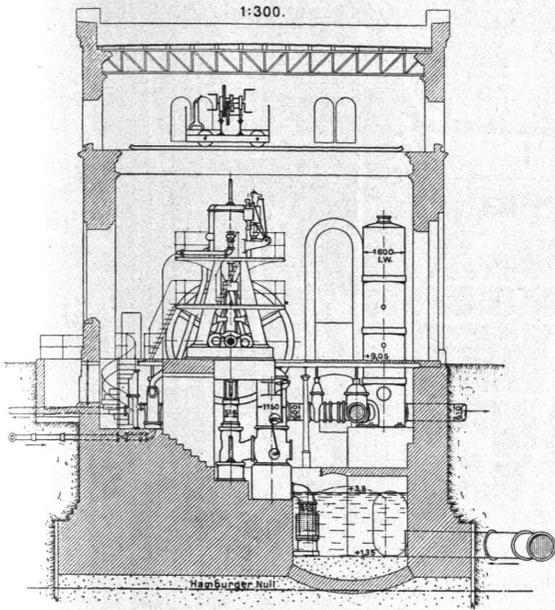


Abb. 705 und 706. Verbundmaschinen III und VIII, Schnitt und Ansicht.

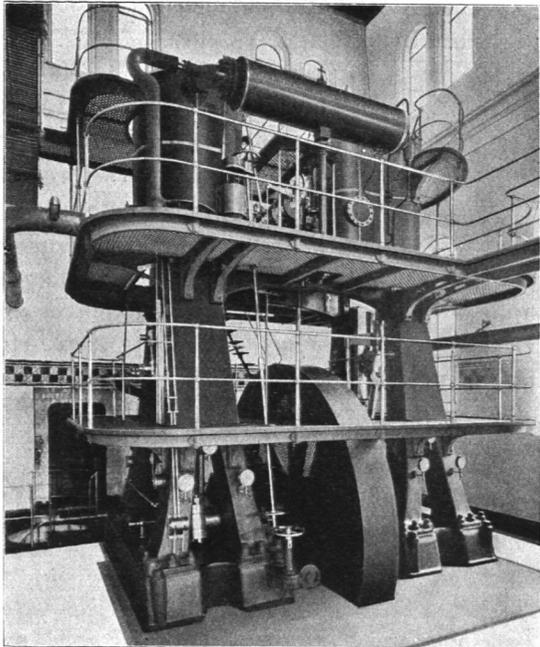
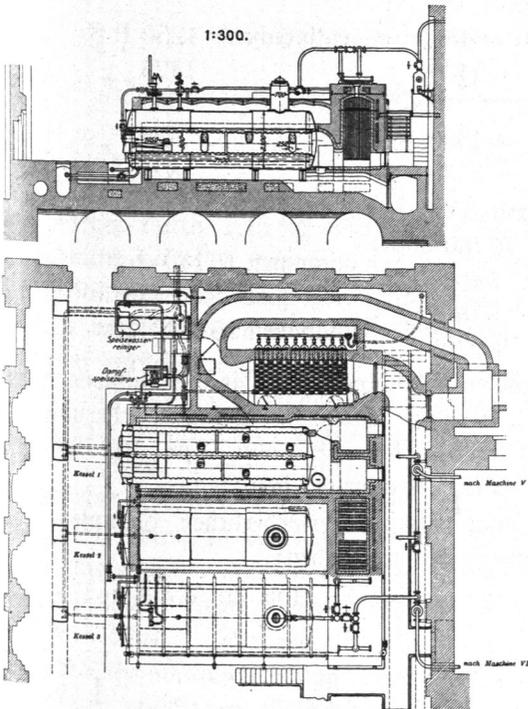


Abb. 707. Dampfkefesselanlage der Maschinen V und VI.

Abb. 708. Verbundmaschine VI.

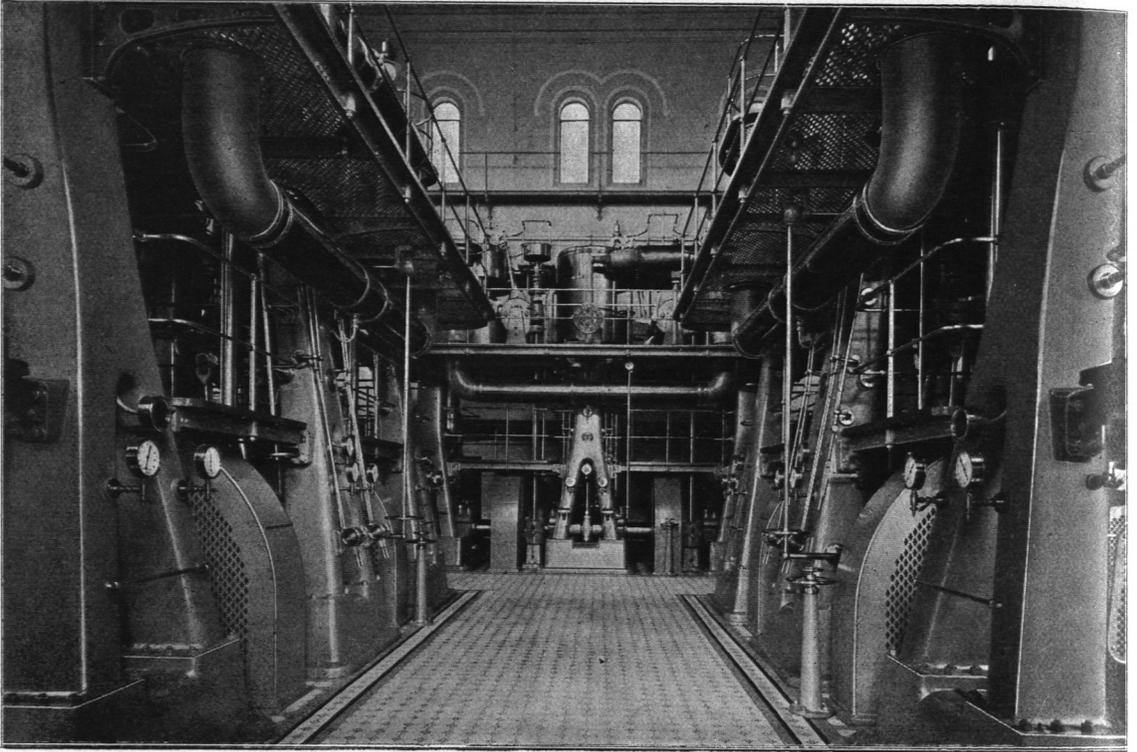


Abb. 709. Dreifach-Expansionsmaschinen IX, X, XI.

Es beträgt die größte stündliche Leistungsfähigkeit

der 5 Niederdruckmaschinen	$2.1215 + 3.1350 = 6480$ cbm,	entsprechend	1250 P.S.
der 3 Hochdruckmaschinen	$3.1800 = 5400$ „ „		1425 „
der 3 übrigen Maschinen			
für Niederdruck	$2.1350 + 1600 = 4300$ „ „		825 „
für Hochdruck	$2.1115 + 1300 = 3530$ „ „		825 „

Es können somit im äußersten Falle stündlich mit 3500 P.S.

in das Niederdruckgebiet	10780 cbm	} zusammen 16180 cbm
und gleichzeitig in das Hochdruckgebiet	5400 „	
oder in das Niederdruckgebiet	6480 „	} zusammen 15410 „
und gleichzeitig in das Hochdruckgebiet	8930 „	

Wasser gepumpt werden. Bei Ausfall je einer größten Maschine sinken die Gesamtmengen auf $16180 - 3400 = 12780$ cbm und $15410 - 3100 = 12310$ cbm. Die größte Stundenförderung hat bisher 11095 cbm und die größte Tagesförderung 194343 cbm (5805 cbm, bzw. 102798 cbm unter Niederdruck und 5290 cbm, bzw. 91545 cbm unter Hochdruck) betragen.

Für die Erzeugung des zum Betriebe der Pumpmaschinen erforderlichen Dampfes sind 24 Zweiflammrohrkessel mit zusammen 1846 qm Heizfläche vorhanden:

5	mit einer Heizfläche von je 80 qm und einem Betriebsdruck von 5 Atm. für Maschine VII
5	„ „ „ „ „ 80 „ „ „ „ „ 7 „ „ „ „ I u. II
4	„ „ „ „ „ 80 „ „ „ „ „ 7 „ „ „ „ III u. VIII
1	„ „ „ „ „ 73,5 „ „ „ „ „ 9,25 „ „ „ „ IV
3	„ „ „ „ „ 72,5 „ „ „ „ „ 10 „ „ „ „ V u. VI
6	„ „ „ „ „ 72,5 „ „ „ „ „ 12,5 „ „ „ „ IX, X u. XI

die sich auf drei Kesselhäuser verteilen.

Die 14 Kessel der südlichen und der mittleren Anlage sind mit Überhitzern von zusammen 787 qm Heizfläche und die 9 Kessel der mittleren Anlage auch mit Rauchgas-Speisewasservorwärmern von zusammen 312 qm Heizfläche ausgestattet. Für die Abführung der Rauchgase der mittleren und südlichen Anlage dient ein 1,53 m weiter, in den früher genannten 63 m hohen sogenannten Wasserturm eingebauter, für die der nördlichen Anlage ein 2 m weiter, 43 m hoher Schornstein. Hinter den Kesselhäusern liegen die Kohlenschuppen, die zusammen etwa 6000 t Steinkohlen aufnehmen können und durch Schmalspurgleise mit einer an einem Stichkanal der Elbe, dem Haken, gelegenen Krananlage verbunden sind.

An die Stelle der Steinkohlenfeuerung ist bei den Dampfkesseln neuerdings nach Nutzbarmachung der bei Neuengamme erbohrten Gasquelle (s. Band I, Abschnitt „Hydrologisches“, S. 19) und vorheriger Erprobung in einem neben dieser für Grundwasserpumpversuche errichteten, durch Heißdampflokombilen betriebenen elektrischen Kraftwerk Gasfeuerung getreten. (Abb. 710.) Das auf dem benachbarten Gaswerk Tiefstack in seinem Druck auf 0,45 Atm. verminderte Gas wird durch paarweise über jedem Roßt angeordnete Düsen in die Flammrohre eingeführt, und nach den bisherigen Ermittlungen wird durch 1 cbm Gas die gleiche Dampfmenge erzeugt

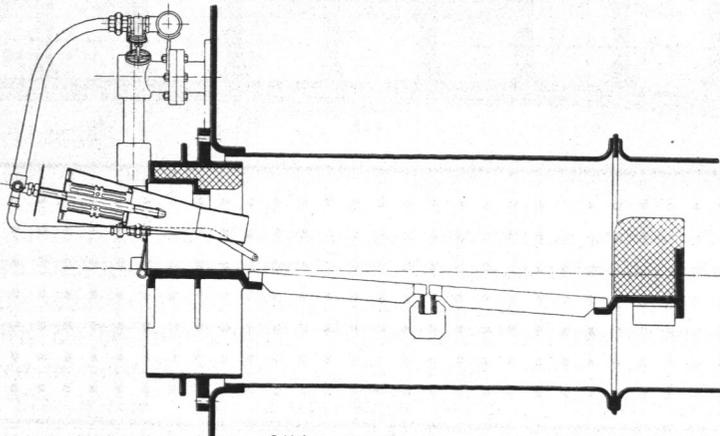


Abb. 710. Gasfeuerung der Dampfkessel.

wie vorher durch 1,15 kg Steinkohlen im derzeitigen Wert von ungefähr 2 Pf. Die ganze Anordnung gestattet, da die Roöte sich durch eine Überdeckung mit Schlacke und Asche gegen die zerstörende Wirkung von Stichflammen hinreichend schützen lassen und deshalb in den Kesseln verbleiben können, bei Störungen in der Gaszuführung ohne Verzug auf Kohlenfeuerung zurückzugreifen.

Das für die Einspritzkondensatoren der Dampfmaschinen erforderliche Kühlwasser wird seit 1893 den damals außer Betrieb gesetzten alten Ablagerungsbehältern entnommen, die von der Elbe aufgefüllt werden können. Den Pumpmaschinen fließt das durch die Düker unter der Billwärdter Bucht von dem Filterwerk kommende Wasser auf zwei Wegen zu (s. Abb. 672 und 703), einerseits in einem gemauerten Kanal von 15,5 qm Querschnitt, der durch Querrohre mit einem überwölbten Reinwasserbehälter von rund 10000 cbm nutzbarem Fassungsraum in Verbindung steht, andererseits durch eine in letzteren mündende schmiedeeiserne Rohrleitung von 2 m Weite. Der genannte Reinwasserbehälter setzt sich in einem zweiten, bis nahe an die nördliche Maschinenanlage reichenden gleichartigen Behälter (Abb. 711 bis 713) von rund 7000 cbm nutzbarem Fassungsraum fort, und in dieser Anordnung bilden beide eine Verdopplung des neben ihnen liegenden großen Kanals, so daß dieser nach Bedarf aus dem Betriebe ausgeschaltet werden kann. In den Stunden geringen Verbrauches im Versorgungsgebiet und diesen übersteigenden Wasserzuflusses vom Filterwerk her, d. h. besonders nachts,

füllen sich die Reinwasserbehälter (Abb. 714), und sie geben das in ihnen aufgespeicherte Wasser in den Tagesstunden größten Verbrauches wieder ab, teils auf dem Wege, auf dem die Füllung des ersten Behälters aus dem neben ihm liegenden Kanal erfolgt, teils nach Durchströmung des zweiten Behälters in wechselnder Richtung. Die Pumpenzuflußleitungen bestehen von letzterem ab und in Fortsetzung des großen gemauerten Kanals aus schmiedeeisernen Rohren von 1,50 und 2 m Weite.

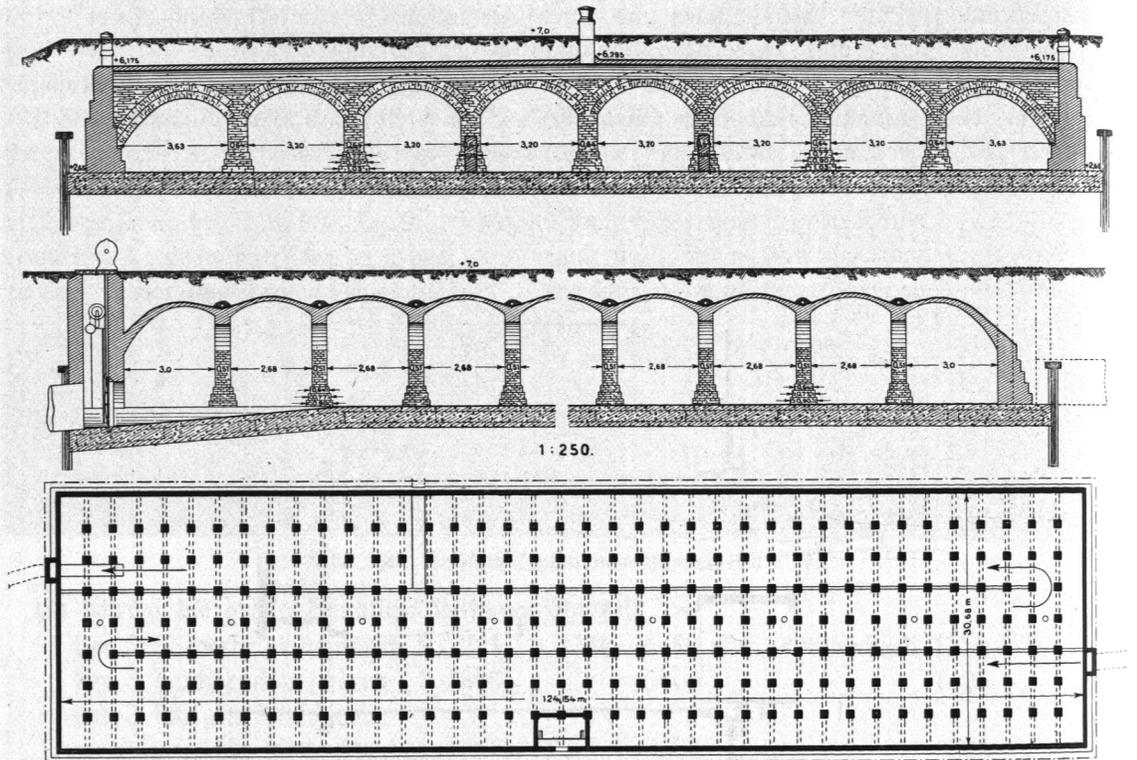


Abb. 711 bis 713. Reinwasserbehälter von 7000 cbm Fassungsvermögen, Querschnitt, Längenschnitt und Grundriß.

Die schon vor 40 Jahren in den Behörden und auch in der Öffentlichkeit erörterte Frage, ob es nicht möglich sei, Hamburg statt aus der Elbe vom Harz her oder aus den ostholsteinischen Seen mit Wasser zu versorgen, ist im Jahre 1898 in der veränderten Form wieder aufgenommen worden, daß man dem innerhalb der hamburgischen Grenzen vorhandenen Grundwasser die ihm gebührende Aufmerksamkeit zugewendet hat.

Nach der durch die Anlage eines Filterwerkes herbeigeführten sehr großen und allen gesundheitlichen Anforderungen der Neuzeit genügenden Verbesserung des Elbwassers lagen zwingende Gründe gegen seine fernere Verwendung zwar keineswegs vor, es ließen aber doch verschiedene Umstände den Wunsch, es durch anderes Leitungswasser ersetzt zu sehen, berechtigt erscheinen. Neben der bekannten Eigenschaft des Elbwassers, daß seine Temperatur innerhalb sehr weiter Grenzen schwankt, wodurch im Sommer sein Wert als Trinkwasser herabgesetzt wird, im Winter die Wasserleitungsanlagen in den Häusern mehr oder weniger in die Gefahr des Einfrierens und Zerstörens geraten, kommt auch der den Genuß störende Geschmack in Betracht, den es zu Zeiten der Rübenverarbeitung in den oberelbischen Zuckerfabriken von deren Abwässern namentlich dann annimmt, wenn zu solchen Zeiten die Elbe eine die Belüftung des Wassers verhindernde Eisdecke hat, und der auch durch eine Vorbehandlung des auf die Filter geleiteten Wassers mit chemischen Klärmitteln nicht beseitigt werden kann, ebensowenig wie das Chlor-

magnesium, das in neuester Zeit in immer sich steigenden Mengen durch die Abwässer der Kaliindustrie (Endlaugen der Chlorkaliumfabriken) in die Elbe gelangt und neben einer Ver-
 zäzung auch eine Verhärtung des Wassers bewirkt. Dazu kommt noch, daß im Winter,
 besonders bei andauerndem Frost, der Filterbetrieb sehr erschwert ist, nicht nur dadurch, daß
 sich auf den Filtern eine dicke Eisschicht bildet, deren Entfernung zwecks Reinigung undurch-
 lässig gewordener Filter sehr umständlich ist, sondern auch durch Gefrieren der freigelegten
 Sandoberfläche während des Reinigens und nicht minder durch Bildung von Schlamm-
 eis in den Zu- und Abflußkanälen, was namentlich bei niedrigen Elbwasserständen infolge anhaltenden
 Ostwindes sich als ein bedeutendes Betriebshindernis geltend macht. Bei den Filtern hätten die
 Schwierigkeiten des Winterbetriebes gemildert werden können, wenn sie überdeckt worden wären;
 von einer solchen Anordnung ist aber in der Erwägung abgesehen worden, daß offene, von der
 Sonne bestrahlte Filter im allgemeinen ein keimärmeres Filtrat liefern als geschlossene Filter.

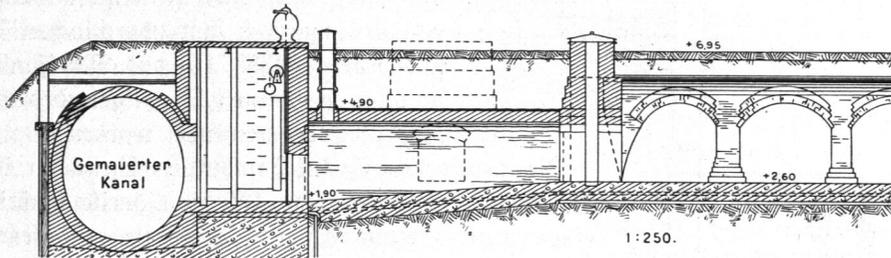


Abb. 714. Verbindung zwischen Reinwasserkanal und Reinwasserbehälter.

Die Auswahl unter den für die Gewinnung von Grundwasser in Betracht kommenden Teilen
 des hamburgischen Gebietes bot nach den bei Erbohrung zahlreicher Privatbrunnen gewonnenen
 Erfahrungen keine Schwierigkeiten. Danach und auch nach den allgemeinen geologischen Ver-
 hältnissen gewährte die bei weitem größte Aussicht auf Erfolg das zwischen der Elbe und der
 holsteinischen Geest in einer Länge von etwa 20 km und einer mittleren Breite von etwa 8 km
 sich erstreckende Marschgebiet. Hier wurden durch zahlreiche, bis in mehr als 300 m Tiefe
 geführte Bohrungen vier voneinander unabhängige Wasserstockwerke angeschnitten, die hin-
 sichtlich der absoluten Steighöhe des Wassers einen größten Unterschied von nahezu 20 m
 aufwiesen, und die erbohrten Wasser konnten, wenn sie auch nach den Ergebnissen vieler Unter-
 suchungen auf Chlor- und Eisengehalt, Härte und Drydrierbarkeit beträchtliche Unterschiede
 zeigten, in ihrer Gesamtheit als wohl verwendbar beurteilt werden.

Grundwasserwerk Billbrook. Die in den Jahren 1899 bis 1902 mit einem Kosten-
 aufwand von 300 000 Mark ausgeführten hydrologischen Untersuchungen führten 1903 zur
 Bewilligung von 1 200 000 Mark für die Errichtung eines Grundwasserwerkes in dem
 dem Versorgungsgebiet am nächsten liegenden, von der Berlin-Hamburger Eisenbahn, dem
 Elbe-Bille-Kanal, der Bille und dem Untersten Landweg eingeschlossenen Teil des Unter-
 suchungsgebietes.

Dieses im Oktober 1905 in Benutzung genommene Werk unterscheidet sich von andern
 Grundwasserwerken durch eine sehr große Tiefe und eine zum Teil sehr große Ergiebigkeit
 seiner Wasserfassungsbrunnen. Es enthält 13 sogenannte artesische Brunnen von 91 m bis 282 m
 Tiefe, von denen der wasserreichste bei seiner Fertigstellung in freiem Auslauf auf Geländehöhe
 (4,64 m über Hamburger Null) stündlich 270 cbm geliefert hat, und sieben Brunnen von 18 m
 bis 63 m Tiefe mit einer Gesamtlieferfähigkeit von rund 33 000 cbm täglich, d. i. von ungefähr
 24% des mittleren Tagesverbrauches von 139 029 cbm (1913) im Versorgungsgebiet.

Die Tiefbohrungen (Abb. 715) sind durchweg in fünf Absätzen ausgeführt worden, und es
 ist bei allen ein Rohr von 241/223 mm Durchmesser, in das das Filter mit einem 30 m langen

Auffagrohr hineinragt, als Brunnenrohr stehengeblieben; dagegen sind sämtliche übrigen Rohre wieder herausgezogen worden. Die 12 bis 30 m langen Filter bestehen der Mehrzahl nach

aus durchlochtem eisernen Rohren von 200/182 mm Durchmesser, die mit einem Messinggewebe von 10 mm Maschenweite und 3 mm Drahtstärke und darüber mit einem der Korngröße des wasser-

führenden Sandes angepassten Treffengewebe von gleichem Material umspannt sind. Diese Filterausbildung ist später verlassen worden; statt durchlochter Eisentohre sind Körbe (Abb. 716) aus Manganbronze und statt des genannten Doppelgewebes ist einfaches Röpergewebe verwendet worden.

Die neben der Berlin-Hamburger Eisenbahn befindlichen Brunnen sind durch eine 400 mm weite gußeiserne, mit eingewalzten Gummiringen gedichtete Muffenrohrleitung (Abb. 717), die übrigen durch eine ebensolche, in fünf Absätzen von 400 auf 900 mm Weite zunehmende Leitung verbunden; beide führen nach einem neben der Eisenbahn am Elbe-Bille-Kanal gelegenen Pumpwerk und münden dort als Heberleitungen in einen gemauerten Sammelbrunnen von 5 m innerem Durchmesser mit 2 m starkem Betonboden von — 5 m Sohlenhöhe, dessen Wasserspiegel bei regelrechtem Betriebe von den daraus schöpfenden Pumpen auf etwa 2 m unter Hamburger Null gehalten wird, so daß eine beträchtliche, mit entsprechender Steigerung der Ergiebigkeit verbundene Absenkung der hydrostatisch mit ihrem Wasserspiegel noch jetzt bis 12,4 m über Null, also 14,4 m höher reichenden artesischen Brunnen stattfindet. Die rund 2600 m lange große Heberleitung hatte ursprünglich eine gleichmäßige Steigung von 1 : 3500 nach dem Sammelbrunnen des Pumpwerks hin, die genügte, um die aus dem Wasser sich abscheidende und durch kleine Undichtigkeiten der Rohrverbindungen in die Leitung eintretende Luft nach dem höchsten Punkt der Leitung an ihrem Eintritt in den Sammelbrunnen zu führen, wo sie dann nach Bedarf durch eine Luftpumpe abgepumpt wurde. Dieser Zustand ist vor einigen Jahren durch Herstellung eines Kanals im Billwärder Industriegebiet gestört worden, unter dem die Heberleitung als Düker hindurchgeführt werden mußte; es wäre damit am Übergang der an dieser Stelle 900 mm weiten Leitung in den 5,7 m tiefer liegenden ebenso weiten Düker ein Gipfelpunkt entstanden, den die in der vorhergehenden Leitungstrecke wandernde, immer nach oben strebende Luft bei unverändertem Leitungs-

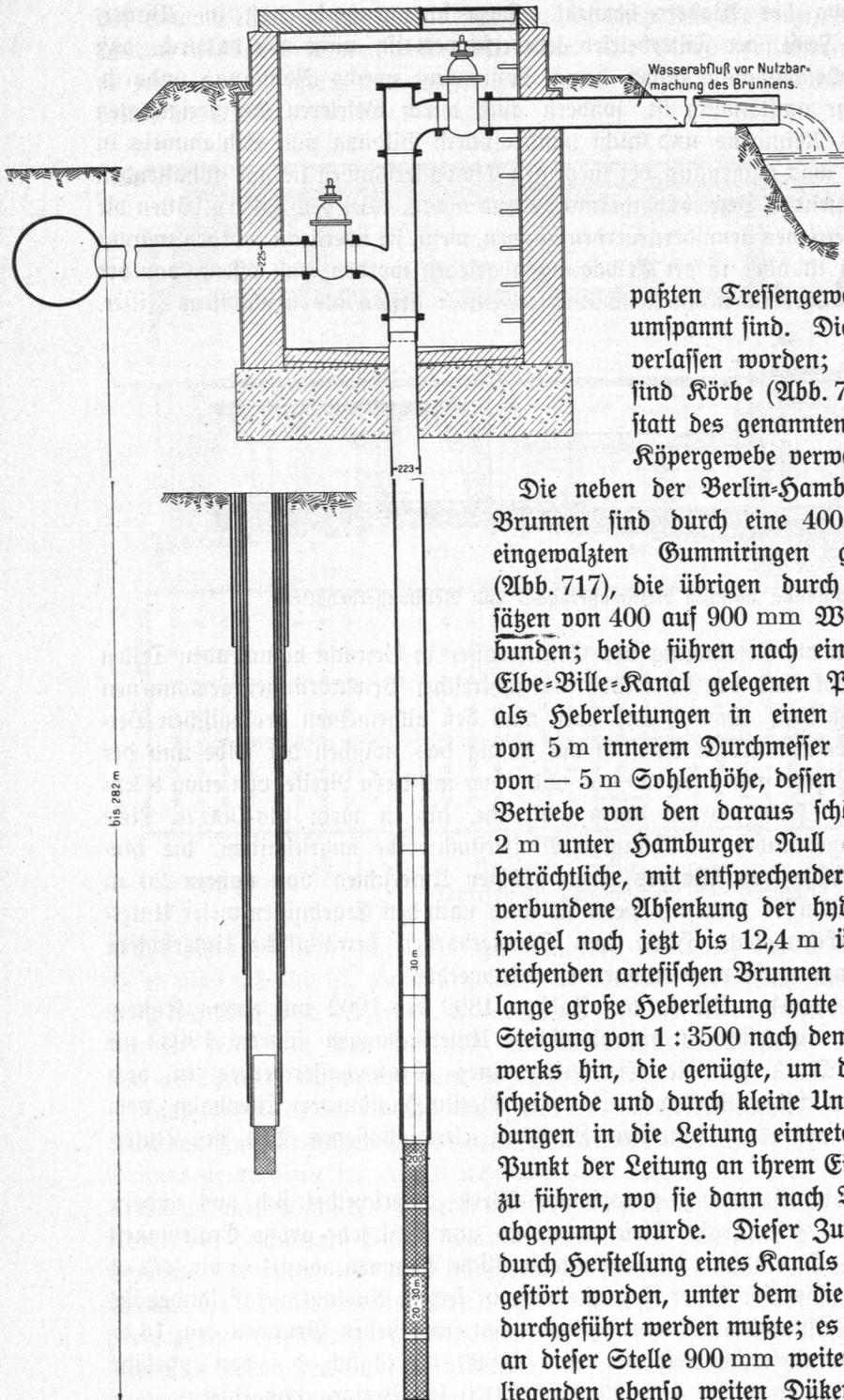


Abb. 715.

Ausbildung der Tiefbrunnen und Ausführung der Tiefbohrungen.

querschnitt nicht hätte überschreiten können. Der Übergang ist durch Einfügung eines nur 400 mm weiten senkrechten Rohres und durch die damit bewirkte Erhöhung der Wassergeschwindigkeit auf das Fünffache ermöglicht worden, bei der die Luft mit in die Tiefe gerissen wird, und es hat auf solche Weise eine andernfalls notwendig gewesene mechanische Entlüftung vermieden werden können. (Abb. 718.)

Der zwischen 2 und 3 Litermilligramm betragende Eisengehalt des Wassers erforderte Einrichtungen zu seiner Beseitigung, d. h. eine Belüftung des Wassers zwecks Überführung des darin als Oxydul in Lösung enthaltenen und in dieser Form nicht ausscheidbaren Eisens in flockiges Eisenoxyd mit nachfolgender Filtration zu seiner Abfangung.

Die Enteisungsanlage (Abb. 719 bis 725) enthält zwei durch einen Gang getrennte gleiche Abteilungen mit je vier Belüftungs- und Filterkammern von 10 m Länge und 5 m Breite,



1:25



Abb. 716. Filterkorb.

also 50 qm Grundfläche, und baut sich auf einer 55 m langen, 19 m breiten und 0,9 m starken Eisenbetonplatte auf, die unter Trockenhaltung der Baugrube durch Senkung des Grundwasserspiegels und nach Ersatz des teilweise moorigen Untergrundes durch Sand hergestellt worden ist. Den oberen Teil jeder Kammer bildet ein 1,2 m hoher Stapel kreuzweise mit durchschnittlich 20 mm weiten Zwischenräumen hochkantig übereinander gestellter Ziegelsteine, über die das von den Pumpen bis auf diese Höhe geförderte Wasser mittels durchlochter Wellbleche möglichst gleichmäßig verteilt wird; dabei löst es sich in Strahlen und Tropfen auf, die an den Ziegelsteinen (Abb. 719) herabrieseln und der durch ihre Zwischenräume streifenden Luft eine so große Gesamtoberfläche darbieten, daß diese die für die beabsichtigte Umwandlung des Eisenoxyduls in Eisenoxyd erforderliche Wirkung ausüben kann. Von diesem Rieselers fällt das Wasser auf ein mit Kies von mindestens 2 mm und höchstens 4 mm Korngröße beschicktes Filter; auf dessen Oberfläche und in seinen Hohlräumen läßt es den bis dahin ausgeschiedenen,

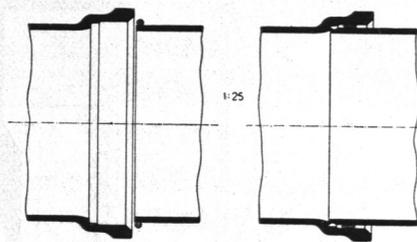


Abb. 717. Gußeiserne Heberleitung mit eingewalzten Gummidichtungsringen.

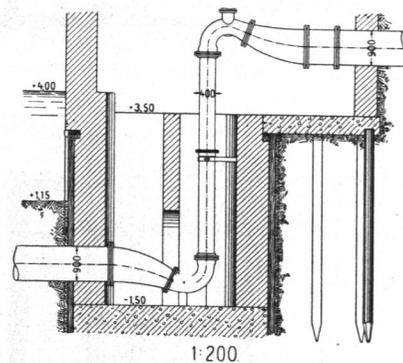
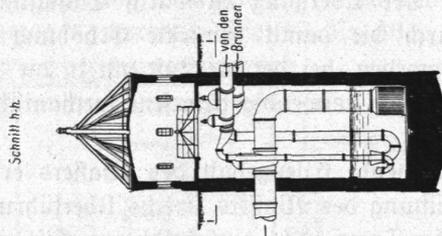


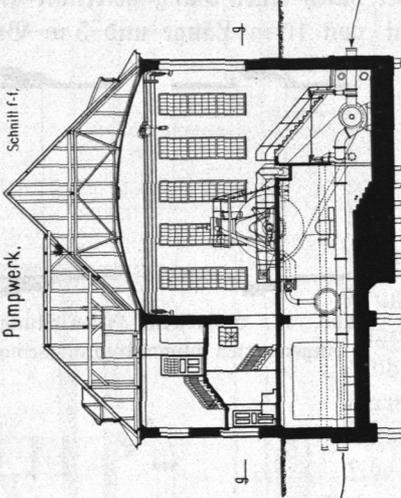
Abb. 718. Selbsttätige Entlüftung einer Heberleitung.

nicht bereits an den Ziegelsteinen hängengebliebenen Eisenschlamm zurück. Da das Wasser damit aber noch nicht den nötigen Grad der Reinheit erreicht hat, wird es an der Filtersohle in eine Rinne von solcher Höhenlage übergeleitet, daß das im Filter befindliche Wasser den zur Verhinderung der Filterentleerung erforderlichen Gegendruck findet; aus dieser Rinne gelangt es nach nochmaliger Belüftung bei seinem Überlauf über ihren Rand auf ein unter dem genannten Filter angeordnetes, diesem völlig gleiches zweites Filter, und letzteres verläßt es in der gewünschten Beschaffenheit, d. h. mit einem Eisengehalt, der nur selten über 0,05 Litermilligramm hinausgeht. Das Wasser nimmt dann weiter seinen Weg nach einem der beiden für je vier Filter eingerichteten Sammelhäuser, steigt hier in vier den nötigen Filteregendruck bewirkenden Rohren hoch, fällt über deren trompetenförmigen Rand in einen durch ein Überfallwehr abgeschlossenen Raum und fließt von dort weiter in eine den Elbe-Bille-Kanal mit einem 83 m langen Düker durchsetzende, nach dem Pumpwerk Rothenburgsort führende 1200 mm weite gußeiserne Rohrleitung. (Abb. 726.) Die Überfallhöhe am Wehr wird durch Vermittlung

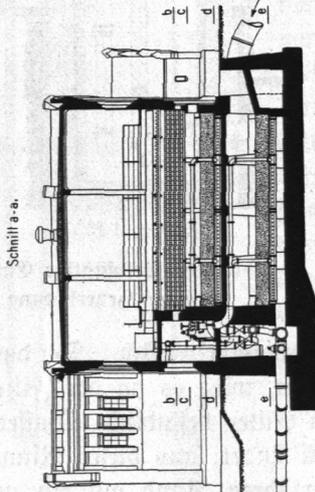
Sammelbrunnen
der Heberleitungen.



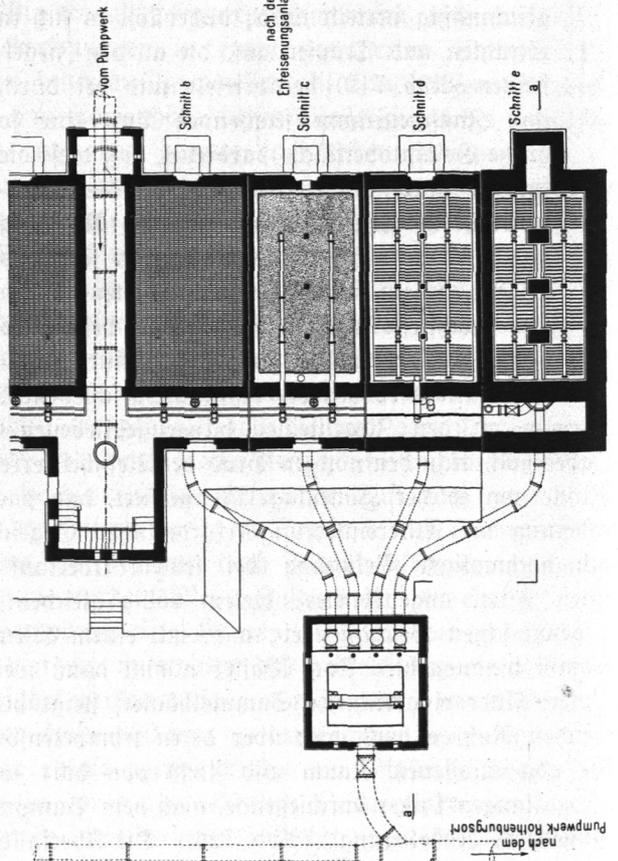
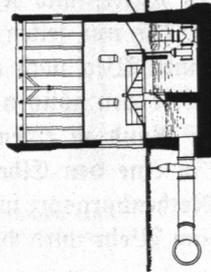
Pumpwerk.
Schnitt f-f.



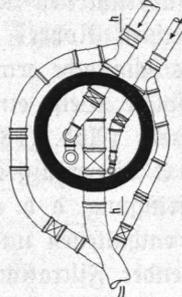
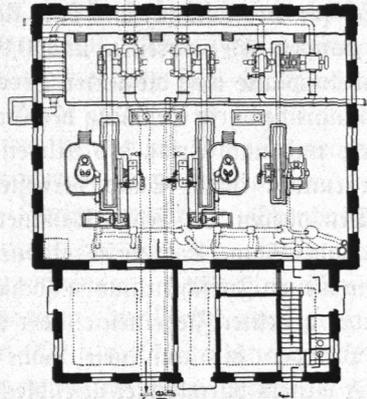
Enteisungsanlage.
Schnitt a-a.



Sammelhaus
für enteisertes Wasser.
Schnitt a-a.



Schnitt g-g.



1:400.

Abb. 719 bis 724. Grundwasserwerk Billbrook, Anlagen zur Gewinnung, Sammlung und Enteisung von täglich 30000 cbm Grundwasser.

eines Schwimmers fortlaufend so aufgezeichnet, daß die von der betreffenden Linie und der Nulllinie eingeschlossene Fläche für jeden Zeitabschnitt die über das Wehr geflossene Wassermenge in Kubikmetern darstellt.

Die Filterreinigung erfolgt durch Spülung mit Wasser und Luft; zu dem Zweck ist der Filterkies auf einem mit Kupferdrahtgewebe überzogenen Rost gelagert, und in dem auf solche Weise zwischen ihm und der Filtersohle gebildeten Reinwasserraum liegen der Länge nach

zwei mit einem Gebläse in Verbindung stehende 150 mm weite Rohre, von denen in Abständen von 0,2 m auf beiden Seiten mit kleinen Löchern versehene, über die

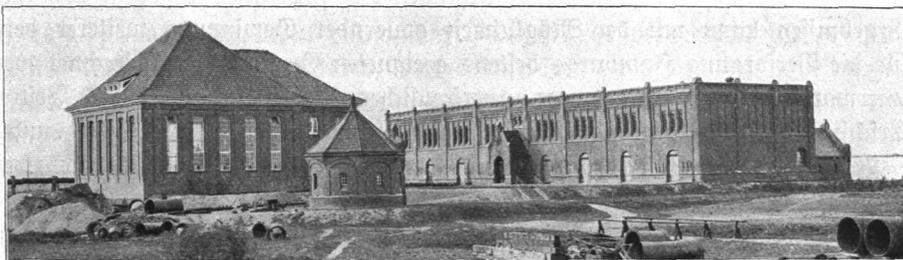


Abb. 725. Maschinenhaus und Enteisungsgebäude des Grundwasserwerkes Billbrook.

ganze Filterbreite sich erstreckende 25 mm weite Rohre abzweigen. Bei einem oberen Filter ist der Reinigungsvorgang so, daß aus der Belüftungsrinne eines Nachbarfilters das letzterem entströmende Wasser rückwärts in den Reinwasserraum des zu reinigenden Filters geleitet und diesem gleichzeitig aus den darinliegenden vorgenannten Leitungen in gleichmäßiger Verteilung Luft von etwa 1,3 m Wasserfülle Überdruck zugeführt wird. Durch das das Filtermaterial dabei von unten nach oben durchströmende Gemisch von Wasser und Luft wird der den einzelnen Rieskörnern anhaftende und der auf der Riesoberfläche abgelagerte Eisenschlamm sehr energisch mitgerissen, und das anfangs tiefbraune, allmählich heller werdende und nach etwa 60 Minuten ganz klare Spülwasser wird durch eine 0,1 m über dem Kies an den Wänden herumlaufende Rinne in einen kanalartigen Raum des Gebäudekellers abgeleitet, aus dem eine Kreiselpumpe es in Abfzbehälter fördert. In gleicher Weise vollzieht sich die Reinigung eines unteren Filters, mit dem einzigen Unterschiede, daß das Spülwasser statt dem Ablauf eines oberen Filters dem zugehörigen Reinwasserjammelhause entnommen wird.

Das Pumpwerk besteht in der Hauptsache aus zwei je eine Kreiselpumpe durch Riemen antreibenden, in regelmäßiger Abwechslung ununterbrochen laufenden 100 pferdigen Dieselmotoren (Abb. 727), von denen jeder bei normaler Beanspruchung stündlich 1375 cbm (täglich 33000 cbm) Wasser rund 13 m hoch, und zwar von rund -2 m (gewöhnlicher niedrigster Wasserspiegel im Sammelbrunnen der Heberleitungen) bis rund $+11$ m (Wasserspiegel in der Hauptrinne der Enteisungsanlage) fördern kann; außer der Wasserpumpe hat jeder dieser Motoren nach Bedarf noch eine Luftpumpe zur Entlüftung der Pumpensaugleitung und eine zur Beleuchtung des Werkes dienende Dynamomaschine anzutreiben. Ein dritter Dieselmotor von 40 P.S. dient zum Betriebe der früher genannten Kreiselpumpe und eines Flügelradgebläses mit vorgeschaltetem Luftfilter für Filterspülungen. Zum Betriebe der Motoren wird das billigste aller dafür benutzbaren Öle — Steinkohlenteeröl — verwendet.

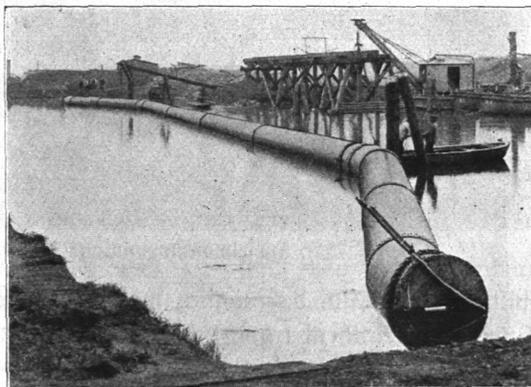


Abb. 726. Verlegung des den Elbe-Bille-Kanal durchziehenden Dükers.

Das Grundwasserwerk hat vom Tage seiner Betriebseröffnung an (31. Oktober 1905) bis Ende 1913 im ganzen rund 84352000 cbm, das sind durchschnittlich täglich rund 28300 cbm, Wasser geliefert.

Dieser mit dem verhältnismäßig sehr geringen Kostenaufwand von rund 1650000 Mark erzielte Erfolg eines ersten Versuches, die Abhängigkeit Hamburgs von der Elbe als Bezugsquelle seiner Wasserversorgung einzuschränken, hat Anlaß zu einer umfassenden hydrologischen Untersuchung zunächst des ganzen hamburgischen Marschgebietes gegeben, und nach deren bisherigen Ergebnissen kann mit der Möglichkeit dauernder Gewinnung weiterer beträchtlicher Mengen für die Versorgung Hamburgs bestens geeigneten Grundwassers gerechnet werden. Ein gänzlich unerwartetes, aber keineswegs unerfreuliches Nebenergebnis dieser Bestrebungen bildet die Erschließung der Naturgasquelle in Neuingamme. (S. Band I, S. 19, und Tafel II, Band I.)

Rohrnetz. Das Versorgungsgebiet setzt sich, wie schon erwähnt, aus zwei Teilen zusammen,

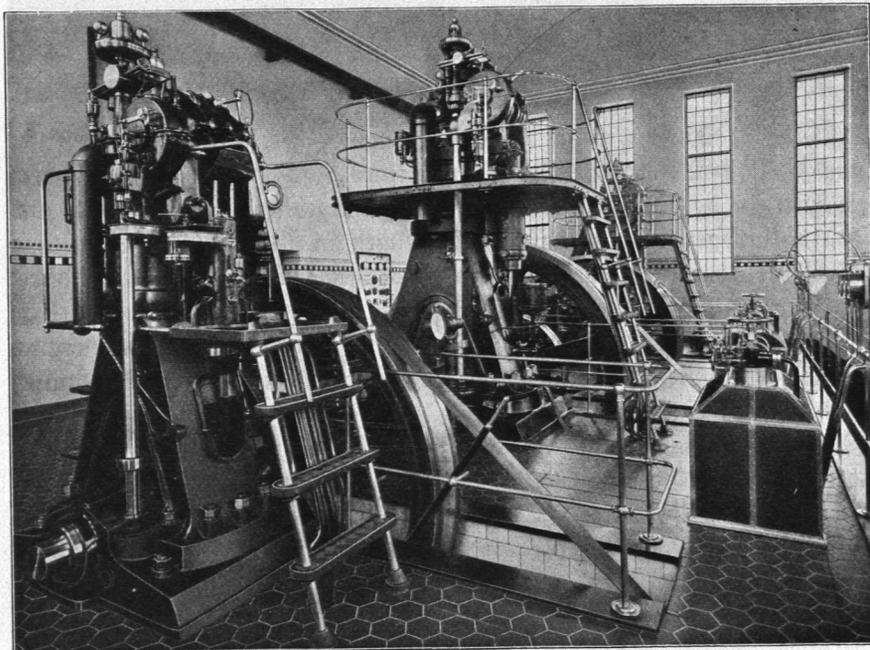


Abb. 727. Dieselmotorenanlage des Grundwasserwerkes.

einigen Jahren so, daß täglich während 22 Stunden beiden Teilgebieten das Wasser von dem Pumpwerk Rothenburgsort unter einheitlichem Druck zugeführt wurde, während zwei Stunden dagegen, und zwar von 3 bis 5 Uhr morgens, nur das Leitungsnetz des Hochdruckgebietes mit dem Pumpwerk verbunden war und dann unter erhöhtem Druck gespeist wurde. Unter dem einheitlichen Tagesdruck hatten fast sämtliche Wasserentnahmestellen des Niederdruckgebietes 22 Stunden lang beständigen Zufluß, in den beiden genannten Morgenstunden erfolgte dieser Zufluß aus drei in den vorhergehenden Nachtstunden gefüllten Hochbehältern am Stintfang, auf der Sternschanze und am Berliner Tor von rund 14000 cbm Gesamtkapazität, die aber nicht hoch genug lagen, um die oberen Stockwerke der höher gelegenen Häuser mit Wasser zu versehen, so daß diese dann keinen Zufluß aus den Straßenleitungen erhielten, ihre Versorgung also unterbrochen gewesen wäre, wenn nicht unter dem Leitungsdruck am Tage in Hausbehältern Wasser aufgespeichert worden wäre. Eine gleichartige Beschränkung des Wasserzuflusses fand im Hochdruckgebiet während der 22stündigen Periode einheitlichen Tagesdruckes statt, sie war aber für dieses von weit höherer Bedeutung als für das Niederdruckgebiet, weil sie sich nicht nur über eine viel längere Zeit, sondern auch auf eine viel größere Zahl von Entnahmestellen erstreckte.

einem Niederdruckgebiet und einem

Hochdruckgebiet, von denen ersteres im allgemeinen alle bis 12 m über dem Nullpunkt des hamburgischen Elbflummessers, letzteres alle darüber hinaus zurzeit bis höchstens 27 m sich erhebenden Straßen umfaßt. Diese Gebiete sind durch die auf der Tafel XIII in roten und blauen Linien dargestellten Rohrnetze gekennzeichnet.

Die Wasserlieferung erfolgte bis vor

Eine solche Art der Wasserversorgung, deren Umgestaltung die Beseitigung des architektonisch sehr wirkungsvollen Hochbehältergebäudes am Berliner Tor (Abb. 728) nach sich gezogen hat, hatte vor einer unmittelbaren den Vorzug, daß bei plötzlichen Unterbrechungen des Wasserzuflusses infolge von Rohrbrüchen oder sonstigen nicht vorherzusehenden Betriebsstörungen ein Wassermangel in den Häusern in der Regel gar nicht fühlbar wurde, und daß die Bewohner oberer Stockwerke auch unter einer anhaltenden Wasserentnahme oder Wasservergeudung der unter ihnen Wohnenden wenig oder gar nicht zu leiden hatten; diesem Vorzuge stand aber der Nachteil gegenüber, daß das aus Behältern entnommene Wasser 'gesundheitlich weniger einwandfrei ist als unter sonst gleichen Umständen das unmittelbar aus den Zuflußleitungen gezapfte. Die Bedenken gegen Hausbehälter sind in gleichem Maße gewachsen, wie sich alle gesundheitlichen Anforderungen gesteigert haben, sie haben schließlich zur Aufwendung von etwa 7800000 Mark für die Einführung einer unmittelbaren — sogenannten konstanten — Wasserversorgung geführt, und die Weiterbenutzung der aus früherer Zeit verbliebenen Behälter ist dahin beschränkt worden, daß aus ihnen nur noch Wasser für Spülungen, Warmwasseranlagen und rein technische Zwecke entnommen werden darf.

Von dem Pumpwerk Rothenburgsort gehen sieben Hauptleitungen — drei von 610 mm und vier von 915 mm Weite — mit einem Gesamtquerschnitt von 3,5 qm aus, von denen drei in das Niederdruckgebiet, vier in das Hochdruckgebiet führen; sie bilden in sich geschlossene Ringleitungen (Abb. 729) und sind an 35 Stellen absperrbar mit einander verbunden, wodurch die Möglichkeit gegeben ist, selbst bei gleichzeitigem Bruch mehrerer Hauptleitungen eines Teilgebietes einen genügenden Druckausgleich zu schaffen.

Die Verteilungsleitungen mit einer Mindestweite von 100 mm sind ebenfalls, soweit es praktisch irgend durchführbar war, als Rundlaufleitungen angelegt, damit das Wasser möglichst wenig zum Stillstand kommt und den Verbrauchsstätten möglichst allgemein von zwei Seiten, d. h. auch dann noch zufließen kann, wenn von einer Seite her in Veranlassung eines Rohrbruches der Zufluß gesperrt ist; Versorgungsstörungen solcher Art können natürlich nur in dem gleichen Maße eingeschränkt werden, wie sich die Bruchstrecke durch Absperrschieber begrenzen läßt.

Die Rohrleitungen hatten Ende 1912, einschließlich der Druckleitungen auf dem Platze des Pumpwerks Rothenburgsort, eine Gesamtlänge von 771027 m; es waren vorhanden:

301 m Leitungen von 1200 mm Weite		6456 m Leitungen von 400 mm Weite	
14407	" " " 900 " "	86281	" " " 300 " "
103	" " " 750 " "	33947	" " " 225 " "
54578	" " " 600 " "	155102	" " " 150 " "
10887	" " " 500 " "	408965	" " " 100 " "

mit 8164 Schiebern, 5863 Unterflurhydranten, 341 Oberflurhydranten, 199 freistehenden öffentlichen Zapfbrunnen und 92 Zapfstellen in Anschlagsäulen.

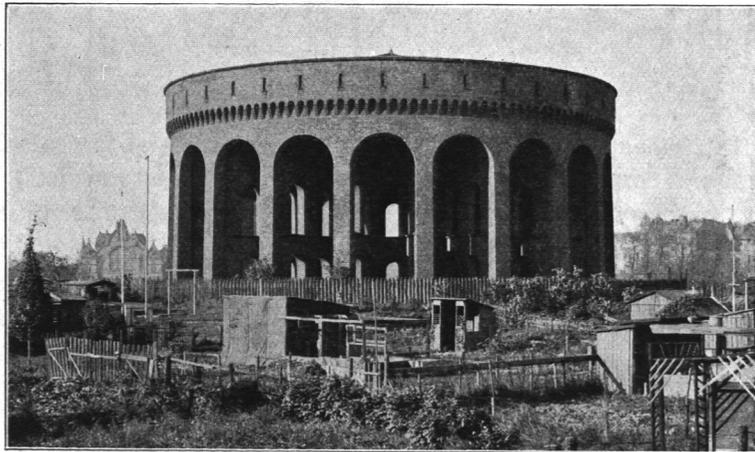


Abb. 728. Ehemaliger Hochbehälter am Berliner Tor.

Die Entfernung zwischen dem Pumpwerk Rothenburgsort und den entlegensten Wasserentnahmestellen, in der kürzesten Leitungsstrecke gemessen, beträgt in nördlicher Richtung rund 22000 m (Landesgrenze in Langenhorn), in westlicher Richtung rund 17000 m (westliches Ende der neuen Häfen auf Waltershof), und sie wird sich bei der in naher Aussicht stehenden Einbeziehung der gegenwärtig mit einer selbständigen Wasserversorgungsanlage ausgestatteten Insel Finkenwärder in das städtische Versorgungsgebiet nach Westen auf 20500 m erhöhen.

Die Leitungen bestehen zum weitaus größten Teile (88 % der Gesamtlänge) aus gußeisernen Muffenrohren, im übrigen aus nahtlosen Stahlmuffenrohren (Mannesmannrohren) und geschweißten schmiedeeisernen Flansch- und Muffenrohren; sie überschreiten in einer Gesamtlänge von 9450 m 160 Wasserläufe, davon 7750 m in Straßen- und Eisenbahnbrücken, 435 m auf lediglich dafür hergestellten Jochen und durchsetzen zehn Wasserläufe als Düker von 100 bis

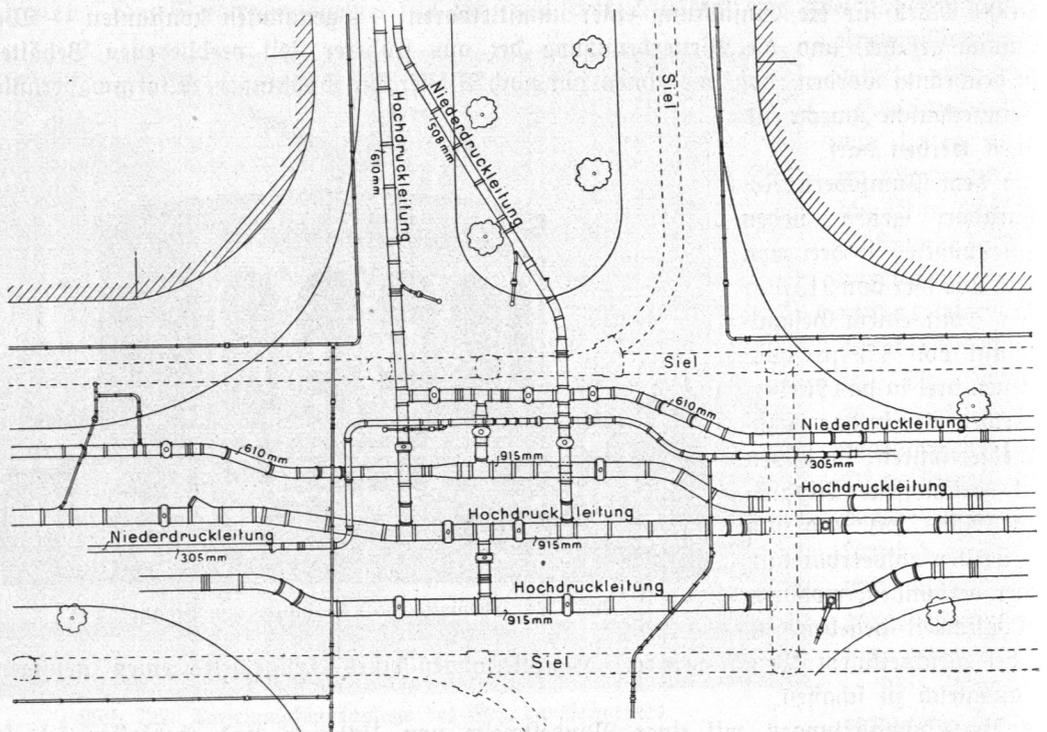


Abb. 729. Absperrbare Verbindung von Hoch- und Niederdruckleitungen am Billhorner Röhrendamm.

610 mm Weite und 1265 m Gesamtlänge. Von letzteren bieten besonderes Interesse zwei aus je 18 geschweißten Rohren von 18,6 m Länge und 300 mm Weite gelenkartig zusammengesetzte Elbdüker. Die Enden der einzelnen Rohre laufen bei diesen in Flanschkrümmer aus, die während der Versenkung durch einen sie quer durchsetzenden Bolzen so miteinander verbunden waren, daß die Rohre ihre gegenseitige Lage in der Versenkungsebene innerhalb weiter Grenzen beliebig ändern konnten (Abb. 730 und 731), und die dichte Verbindung ist in ihrer endgültigen Lage durch Verschraubung der Flanschen seitens eines Tauchers unter Verwendung vor der Versenkung in eingedrehte Rillen der Flanschen gelegter Kupferringe bewirkt worden.

Von sonstigen Einzelheiten des Rohrnetzes ist die besondere, anderswo nicht gebräuchliche Art der Unterflurhydranten — sogenannte Notpfosten (Abb. 732) — zu erwähnen.

Bei der großen Ausdehnung des Versorgungsgebietes war es notwendig, behufs Ausgleiches der namentlich an heißen Sommertagen stattfindenden großen Verbrauchschwankungen und der damit gleichlaufenden Druckschwankungen in angemessener Verteilung Hochbehälter anzurorden. Gegenwärtig sind drei solche Behälter in Benutzung; davon befinden sich ein Nieder-

druck- und ein Hochdruckbehälter von je rund 2350 cbm nutzbarem Fassungsraum in einem Turm auf der Sternschanze und ein 1350 cbm Wasser fassender Niederdruckbehälter in einem Turm am Winterhuderweg auf der Uhlenhorst; ein weiterer für das Hochdruckgebiet bestimmter Behälter von 3000 cbm Fassungsvermögen ist in einem seiner Vollendung entgegengehenden

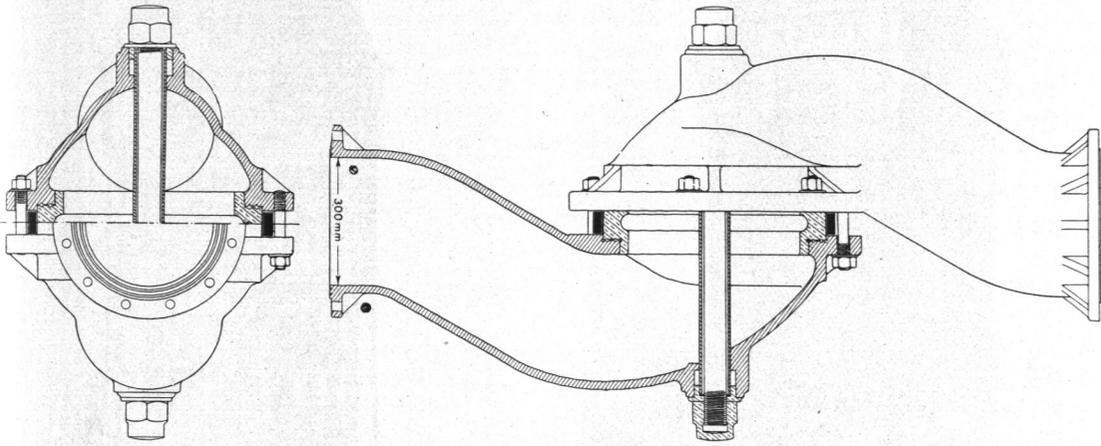


Abb. 730 und 731. Düker mit beweglichen Rohrverbindungen.

monumentalen Bauwerk im Stadtpark aufgestellt und wird voraussichtlich im Sommer 1914 in Benutzung kommen. Diese Wassertürme, deren Verteilung aus der Rohrnetzkarte ersichtlich ist, bilden die Eckpunkte eines Dreiecks von rund 3100, 3600 und 4400 m Seitenlänge und sind von dem Pumpwerk Rothenburgsort, in der Luftlinie gemessen, 6000 m (Sternschanze), 4600 m (Uhlenhorst) und 7600 m (Winterhude) entfernt. Die Behälter haben gegenwärtig eine solche Höhenlage, daß bei voller Füllung ihr Wasserspiegel 52 m (Niederdruck) und 64 m (Hochdruck) über dem Nullpunkt des Hamburger Elbflutmessers liegt; sie können aber im etwaigen Bedarfsfalle bis zu 8 m höher gerückt werden, ohne daß die Türme selbst irgendwie verändert zu werden brauchen.

Diese Höhenlagen sind aus der Erwägung gewählt worden, daß allen vernünftigen Ansprüchen der Bevölkerung genügt wird durch einen Leitungsdruck, unter dem das

Wasser in den Häusern hydrostatisch, das heißt in ruhendem, durch Zapfungen in dem betreffenden Hause selbst nicht gestörtem Zustande, bis 6 m über die oberste Entnahmestelle steigt und daß diese höchstens 22 m über Straßenoberfläche, das heißt 2 m tiefer liegt als nach dem Baupolizeigesetz die Umfassungsmauern der Häuser reichen dürfen. Dem Niederdruckgebiet gehören, wie früher erwähnt, alle unter +12 m liegenden Straßen an, das Wasser ist also in diesen bis höchstens $+(12 + 22 + 6) \text{ m} = +40 \text{ m}$ zu liefern; unter zunächst schätzungsweise Annahme eines größten Druckhöhenverlustes in den Leitungen zwischen dem Hochbehälter und den am

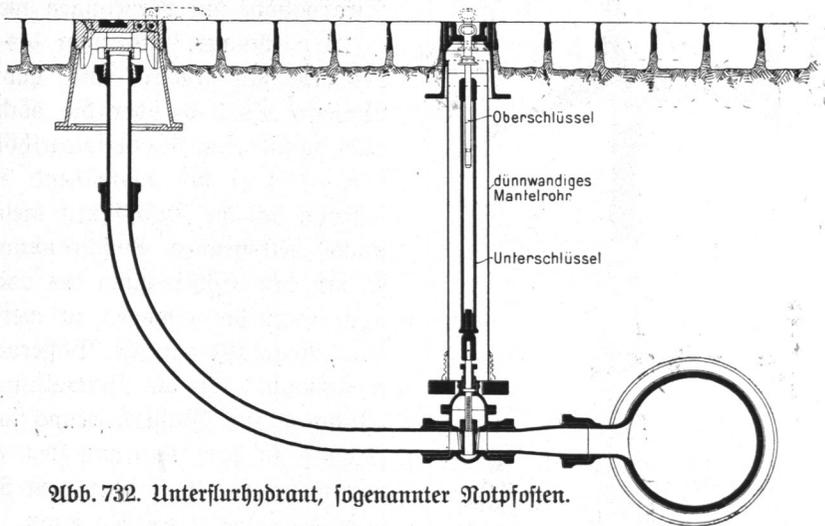


Abb. 732. Unterschlüsselhydrant, sogenannter Notpfosten.

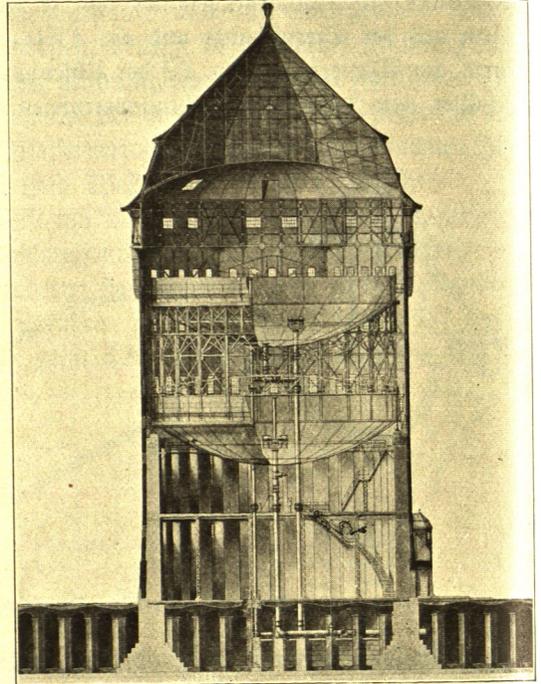


Abb. 733 und 734. Wasserturm auf der Sternschanze, Ansicht und Schnitt.

ungünstigsten liegenden Häusern von 6 m und bei einem ebenso großen Höhenunterschied zwischen niedrigstem und höchstem Behälterwasserspiegel war somit für diesen letzteren die Höhe von

+ 52 m zu wählen. Im Hochdruckgebiet reicht die Straßenhöhe nur vor einigen wenigen Häusergruppen über + 24 m hinaus, und zwar bis höchstens + 27 m; es ist deshalb für letztere eine hydrostatische Steighöhe des Wassers bis 3 m über die höchste Entnahmestelle hinaus und damit eine Wasserspiegelhöhe des gefüllten Behälters von + 64 m für ausreichend erachtet worden. Die Erfahrung hat die Zulässigkeit dieser nur sehr wenige Grundstücke betreffenden Einschränkung ausnahmslos erwiesen, so daß eine Höherlegung des oberen Sternschanzenbehälters noch nicht hat erwogen zu werden brauchen. Die durch das „Regulativ für die Wasserversorgung durch die Stadtwasserkunst“ für die Verwaltung gesetzlich festgelegte Verpflichtung zur Wasserlieferung lautet dahin, daß eine Versorgung in dem vorgenannten Sinne bis zu einer Höhe von mehr als 46 m über dem Nullpunkt am Elblutmesser nicht beansprucht werden kann.

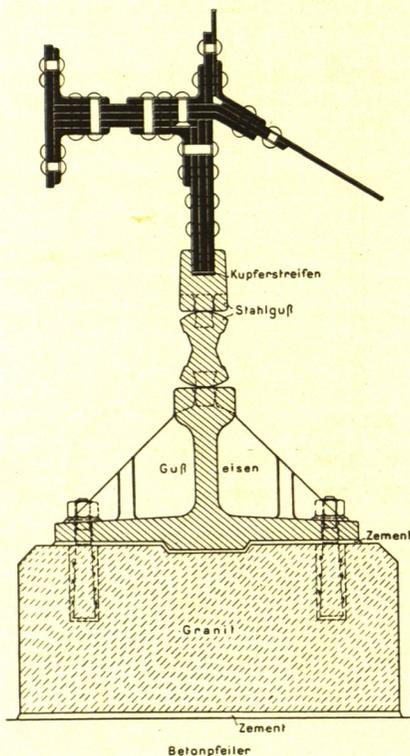


Abb. 735. Lagerung des Niederdruckbehälters auf der Sternschanze.

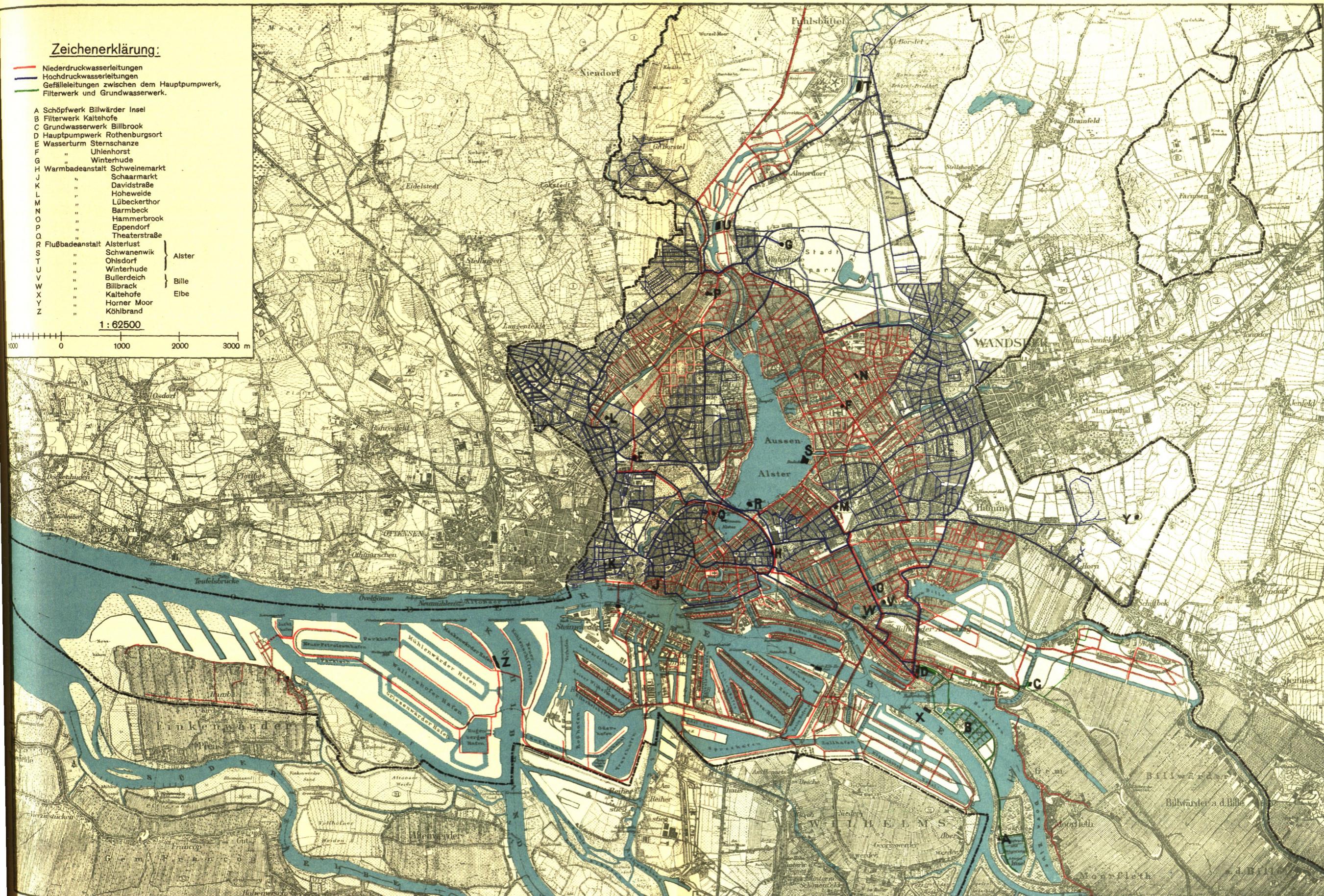
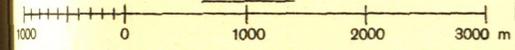
Sämtliche Behälter sind aus Eisen als Zylinder mit kugelförmigem Boden hergestellt, und der von letzterem ausgeübte Zug wird durch einen Druckring aufgenommen. Die beiden genau gleichen Behälter auf der Sternschanze (Abb. 733 und 734) haben einen Durchmesser von 25 m, ihr zylindrischer Teil ist 2,7 m hoch und ihr Boden bildet die 4,46 m hohe Zone einer Kugel von 40 m Durchmesser,

Zeichenerklärung:

- Niederdruckwasserleitungen
- Hochdruckwasserleitungen
- Gefälleleitungen zwischen dem Hauptpumpwerk, Filterwerk und Grundwasserwerk.

- A Schöpfwerk Billwärders Insel
- B Filterwerk Kaltehofe
- C Grundwasserwerk Billbrook
- D Hauptpumpwerk Rothenburgsort
- E Wasserturm Sternschanze
- F Uhlenhorst
- G Winterhude
- H Warmbadeanstalt Schweinemarkt
- J " Schaarmarkt
- K " Davidstraße
- L " Hoheweide
- M " Lübeckerthor
- N " Barmbeck
- O " Hammerbrook
- P " Eppendorf
- Q " Theaterstraße
- R Flußbadeanstalt Alsterlust
- S " Schwanenwik
- T " Ohlsdorf
- U " Winterhude
- V " Bullerdeich
- W " Billbrack
- X " Kaltehofe
- Y " Horner Moor
- Z " Köhlbrand

1 : 62500



so daß der praktisch noch in Betracht kommende niedrigste Wasserspiegel etwa 6 m unter dem höchsten liegt; sie sind beide in 48 Punkten gelagert, der untere auf Stelzen, durch die eine Querbeanspruchung der Stützpfiler verhindert wird, wie sie bei fester Lagerung des mit dem Wasserinhalt des Behälters seinen Durchmesser bis zu 12 mm beständig ändernden Druckringes eintreten würde. Den Unterbau (Abb. 735) bilden 24 über einem zusammenhängenden achteckigen Betonfundament von 8 m Breite sich erhebende, 17 m hohe Pfeiler aus Stampfbeton mit Eiseneinlagen an ihrem oberen Ende, die durch einen 1 m hohen, 24 Zwischenlager tragenden Eisenbetonring verbunden sind. Über diesen Pfeilern stehen in fester Verbindung unter sich und mit dem unteren Behälter 24 eiserne Hauptstützen des oberen Behälters, die etwa 3 m unter dem Druckring des letzteren in die doppelte Anzahl übergehen, so daß dieser ebenso wie der untere in 48 Punkten, bei einem Umfang von 78,5 m also in Abständen von 1,64 m, gelagert ist. Der nach einem regelmäßigen Achteck sich aufbauende Turm ist in den mit der Einführung einer unmittelbaren Wasserversorgung wertlos gewordenen gemauerten Behälter gestellt worden, dessen Wasserspiegel 22 m tiefer als der des jetzigen unteren Behälters lag; er besteht bis zur Höhe der Auflager des letzteren aus vollem, in die Betonpfeiler einbindendem Ziegelmauerwerk und darüber hinaus aus einem mit dem gleichen Baustoff ausgemauerten, in 40,5 m über Gelände in ein 17 m hohes Dach übergehenden Eisensachwerk. In der gleichen Höhe ist der Behälterraum gegen den Dachraum durch eine an den Sparren aufgehängte kuppelförmige Decke aus verzinktem Eisenblech von 3 mm Stärke abgeschlossen, und unmittelbar unter dem Dachanfang befindet sich ein um den ganzen Turm herumlaufender, von einer 181stufigen Außentreppe für jedermann ohne Entgelt zugänglicher Umgang. Jedem der beiden Behälter fließt das Wasser durch ein 500 mm weites Rohr zu, und durch das gleiche Rohr fließt es auch bei abnehmendem Druck im Rohrnetz wieder ab, und zwar erfolgt der Zufluß von einer bestimmten geringen Füllungshöhe an dicht über dem jeweiligen Wasserspiegel, der Abfluß an der tiefsten Stelle des kugelförmigen Bodens. Bei dieser Trennung tritt unter jedem Leitungsüberdruck Wasser in den Behälter ein, und es findet zugleich eine

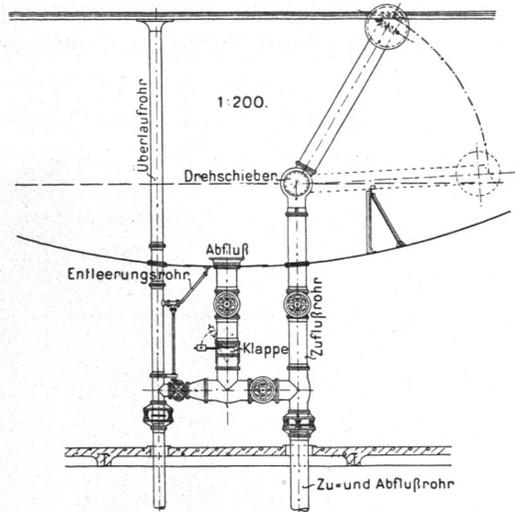


Abb. 736. Zu- und Abflueinrichtungen der Hochbehälter.

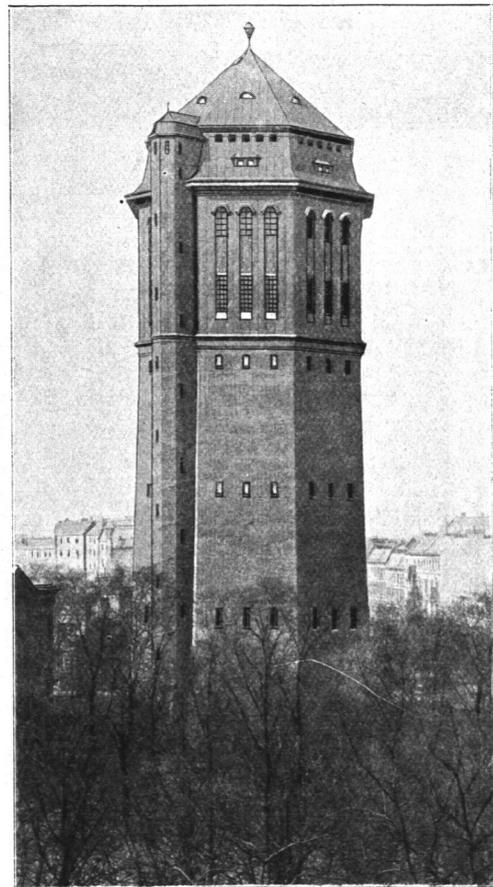
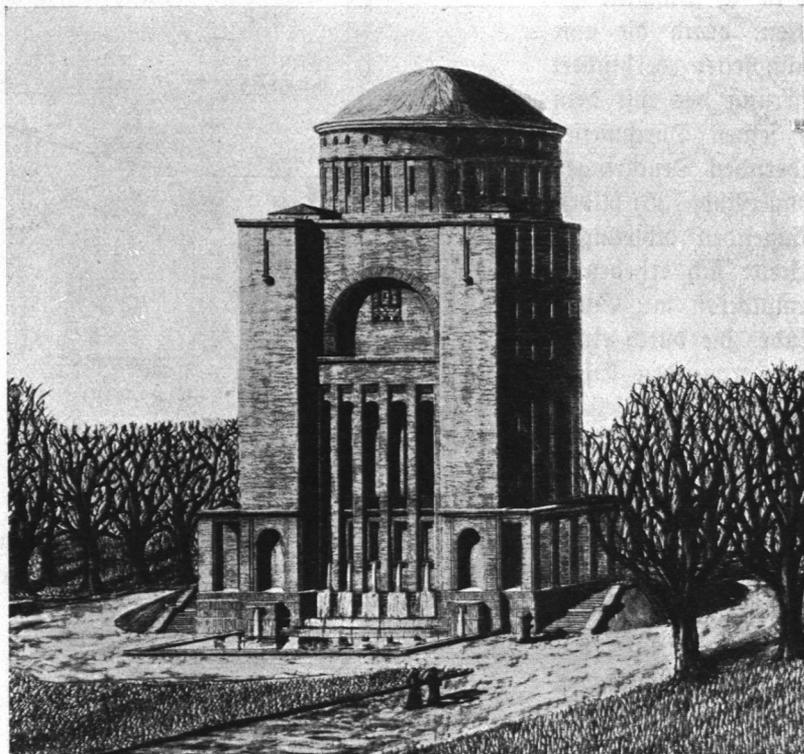


Abb. 737. Wasserturm auf der Uhlenhorst.

beständige Erneuerung des Wasservorrates statt; sie wird bewirkt durch Einfügung einer um eine wagerechte Achse drehbaren Klappe mit Gegengewicht (Abb. 736), die sich bei eintretendem



Leitungsüberdruck schließt, und durch ein an seinem unteren Ende um eine wagerechte Achse drehbares, am oberen offenen Ende von einem Schwimmer getragenes und mit diesem dem Wasserspiegel folgendes Rohr. Die Drehachse ist hohl und so ausgebildet, daß das Wasser aus dem festen Teil des Zuführungsrohres durch schlitzenartige Öffnungen in den beweglichen Teil übertritt, die sich beim Aufrichten des letzteren durch Überdeckung allmählich schließen und in dessen höchster Stellung, das heißt bei ganz gefülltem Behälter, vollständig geschlossen sind. Die Bewegungen, die die mit den Behälterböden fest verbundenen Rohre der Länge nach erleiden, wenn die Böden sich bei wechselnder Füllung der Behälter heben und senken, werden durch eingeschaltete Stopfbüchsen ausgeglichen.

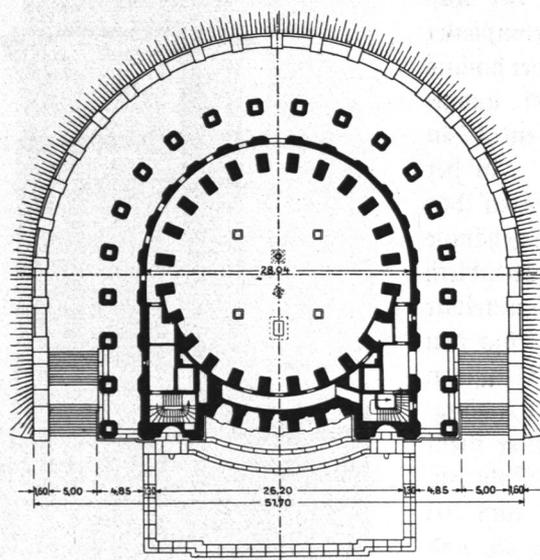


Abb. 738 und 739. Wasserturm im Stadtpark im Stadtteil Winterhude, Ansicht und Grundriß.

heiten mit dem auf der Sternschanze überein. Daß dieser Turm, obgleich er ausschließlich dem Niederdruckgebiet angehört, bei gleicher Dachform 5 m höher als der andere ist, hat seinen Grund darin, daß die Kuppe der Sternschanze 21,4 m höher als der Winterhuderweg liegt.

Der Wasserturm am Winterhuder Weg auf der Uhlenhorst (Abb. 737) stimmt, abgesehen von seiner schon durch eine größere Höhe und einen geringeren Durchmesser bedingten abweichenden äußeren Erscheinung und davon, daß sich nur ein Behälter darin befindet, in allen wesentlichen Ausführungseinzel-

Der im Stadtpark in Winterhude (Abb. 738 und 739) auf seiner höchsten Kuppe (+ 26 m) in Ausführung befindliche dritte Wasserturm weicht in seiner äußeren Erscheinung von den beiden andern weit ab und kann als Turm nicht mehr bezeichnet werden. Er hat eine sehr ausgeprägte, 29 m breite Vorderseite, deren 4 m hoher Unterbau mit Werksteinen aus Muschelkalk verblendet ist, und besteht im übrigen aus graurotem, in mäßigem Umfange durch Gesimse und Bekrönungen aus Muschelkalk belebtem Ziegelmauerwerk. Die beiden Seitenflächen verlaufen bis zur geometrischen Mitte des Bauwerks als Ebenen und gehen dann in einen die



Abb. 740. Wasserturm in Noorburg.

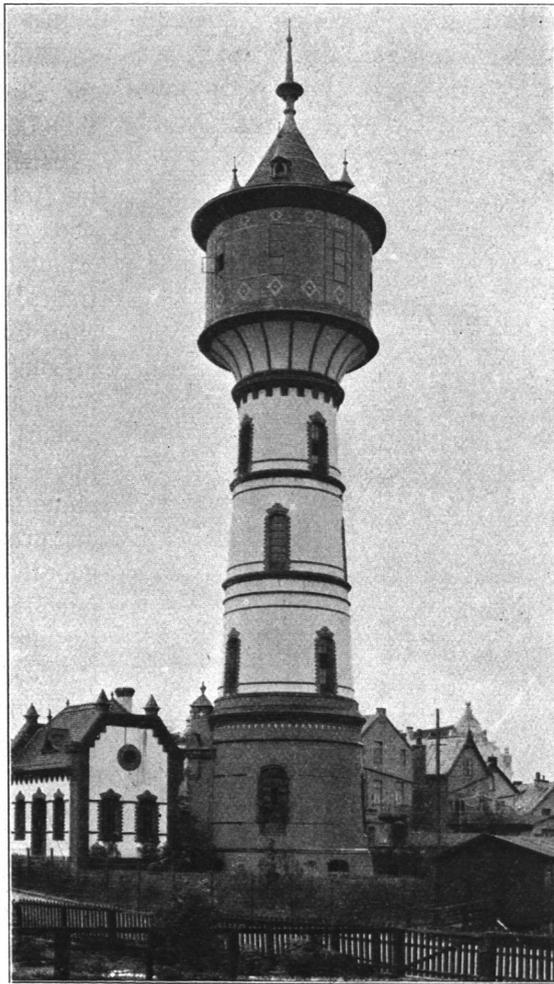


Abb. 741. Wasserturm in Finkenwärder.

Rückseite bildenden Halbzylinder über. In 38,5 m über Gelände (+ 64,5 m) erhebt sich aus einer in dieser Höhe angeordneten, Aussichtsplattform ein mit einer 6,5 m hohen Kuppel abge- schlossener Rundbau aus Eisenbeton mit Ziegelverblendung von 26 m Durchmesser und 18,5 m Gesamthöhe. Ein 5 m breiter, 7,5 m hoher überdeckter Umgang mit danebenliegendem gleich breitem, gegen das 4 m tiefer liegende Gelände abgeböschtem freien Umgang und Kaskaden an der Vorderseite mit vorgelagertem 26 m langen, 12 m breiten Wasserbecken erhöht die Gesamtwirkung des Bauwerks. Der 3000 cbm große eiserne Behälter von 23 m Durchmesser und 5,35 m Mantelhöhe gleicht in seiner ganzen Ausführung den übrigen Behältern und ist in gleicher Weise auf 24 Betonpfählern und zwischen diesen auf einem sie verbindenden Eisenbetonring beweglich gelagert wie der untere Behälter auf der Sternschanze.

Die Wasserversorgungsanlagen hatten Ende 1912 einen Gesamtbuchwert von rund 30210000 Mark; davon entfielen

rund 8210000 Mark auf die Schöpf- und Filteranlagen des Elbwasserwerks,

rund 1650000 Mark auf das Grundwasserwerk Billbrook,

rund 5382000 Mark auf das Pumpwerk Rothenburgsort,

rund 14968000 Mark auf das Rohrnetz (einschließlich Wassertürme und Wassermesser).

Daneben war der Wert der für die Anlagen benutzten Grundstücke zu 6950000 Mark angenommen.

Bei der Beurteilung des Buchwertes ist zu berücksichtigen, daß sich die jährlichen Abschreibungen im Durchschnitt der letzten fünf Jahre auf etwa 900000 Mark belaufen haben.

Einer Gesamteinnahme von 4787000 Mark hat im Jahre 1912 bei einem buchmäßigen Aufwand von rund 2470000 Mark für Verzinsung und Tilgung des Anlagekapitals, einschließlich eines Betrages von rund 278000 Mark für Grundmieten, eine Gesamtausgabe von rund 4809000 Mark gegenübergestanden; dabei kommt in Betracht, daß durch unentgeltliche Wasserlieferungen für eigenen Bedarf, öffentliche Brunnen, Feuerlöschung, die staatlichen Badeanstalten und verschiedene andere Anstalten sowie durch Preisermäßigungen für das an grundsteuerfreie Grundstücke und an Privatbadeanstalten gelieferte Wasser und durch Rechnungsherabsetzungen bei unverschuldeten Wasserverlusten infolge von Brüchen verdeckt liegender Hausversorgungsleitungen ein Einnahmeausfall von 286000 Mark entstanden ist.

In engem Zusammenhang mit der städtischen Wasserversorgung stehen die der gleichen Verwaltungsbehörde unterstellten Wasserwerke der hamburgischen Landgemeinden Moorburg und Finkenwärder sowie der Stadt Cuxhaven. Die Versorgung erfolgt in Moorburg (Abb. 740) aus drei Brunnen von 15 bis 20 m Tiefe mittels eines 8387 m langen Rohrnetzes, in das ein Hochbehälter von 65 cbm Fassungsvermögen eingeschaltet ist, in



Abb. 742. Wasserturm in Cuxhaven.

Finkenwärder (Abb. 741) aus einem 375 m tiefen Brunnen durch ein 10169 m langes Rohrnetz mit einem 65 cbm fassenden Hochbehälter und in Cuxhaven (Abb. 742) aus 25 Brunnen von 10,5 bis 41,2 m Tiefe durch ein 34867 m langes, in Rücksicht auf umfangreiche Schiffsversorgungen mit einem verhältnismäßig sehr großen Hochbehälter von 970 cbm Inhalt ausgestattetes Rohrnetz. In allen diesen Werken wird das Wasser durch Regenfallbelüftung mit nachfolgender Filtration von seinem Eisengehalt befreit. Die Gesamtanlagen hatten Ende 1912 einen Buchwert von rund 160000 Mark (Moorburg), 122000 Mark (Finkenwärder), 786000 Mark (Cuxhaven), und bei einer Bevölkerungszahl von 1970, 3902 und 16667 hat die Liefermenge 70211, 34077 und 694605 cbm betragen, im letzten Falle einschließlich 47699 cbm für Schiffe.