

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA

II

2716

L. inw.

SSER-

BESCHAFFUNG



Reinh. Pöthe.

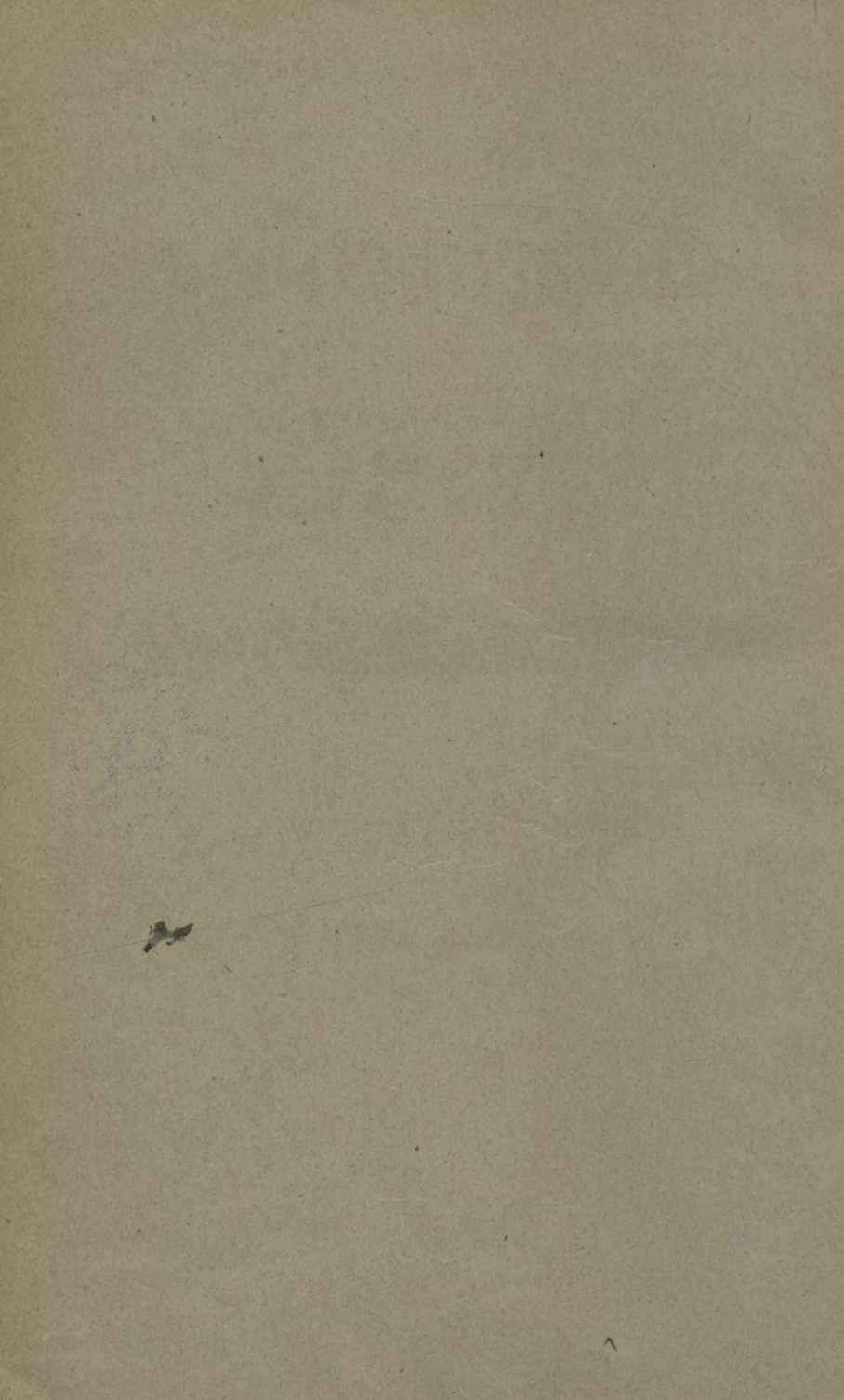
G 55

102

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000297489



12
Rezensions-Exemplar.

Die Wasserbeschaffung.

Anleitung zur Herstellung
von Wasserversorgungs-Anlagen für häusliche,
gewerbliche und industrielle Zwecke.

Zum Gebrauch für Installateure, Wasserwerkbeamte,
Brunnenbauer, Schlosser usw.

Von
Reinhold Pöthe, Ingenieur.

Mit 100 Abbildungen.



Dresden
Verlag von Gustav Wolf
1908.



II K
II 489

X

Cl 55 110 2.723

Alle Rechte, auch das Uebersetzungsrecht,
vorbehalten.

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

112716

Akc. Nr. 1995/49

Vorwort.



Wie im Haushalte der Natur, so spielt auch im Haushalte des Menschen das Wasser eine hervorragende Rolle.

Es ist ein erfreuliches Zeichen fortschreitender Kultur, daß heute an die Beschaffenheit des Wassers weit höhere Ansprüche gestellt werden, als zu unserer Großväter Zeiten. Dieser Umstand hat, in Verbindung mit dem außerordentlichen Anwachsen der Bevölkerung, die Entwicklung zentraler Wasserversorgungsanlagen ungemein gefördert. Ueberall tritt das Bestreben zutage, die Wasserwerke weiter auszubauen bzw. neue zu errichten. Daneben herrscht jedoch nach wie vor ein reges Bedürfnis für kleine und kleinste Anlagen zur Wasserbeschaffung in Form gebohrter Brunnen oder Schachtbrunnen, aus denen das Wasser mittels manual, elektrisch usw. betätigter Pumpen gehoben wird.

Die Vor- und Nachteile der einzelnen Brunnenanlagen und Pumpensysteme dem Brunnenbauer und Installateur, sowie allen jenen, die an der Wasserbeschaffung ein Interesse haben, zu erläutern, ist der Zweck dieses Buches. Es soll ihnen ferner ein guter Berater sein, um auch in schwierigen Fällen stets das Richtige zu treffen. Ferner dürften die in verschiedenen Kapiteln enthaltenen Berechnungs-Beispiele über Rohrleitungen und Pumpen nicht ohne Nutzen sein. Auf leichtverständliche Darstellung und sorgfältige Auswahl der Abbildungen ist größter Wert gelegt. Die behandelten Konstruktionen der Brunnen, Wasserreiniger, Pumpen, Armaturen usw., haben sich in der Praxis aufs beste bewährt.

Ich hoffe, mit vorliegender Schrift den Wünschen weiterer Kreise entgegenzukommen.

Kiel-Friedrichsort, im April 1908.

Der Verfasser.

Inhalts-Verzeichnis.

Vorwort.

Seite

I. Das Wasser der Erde.

| | |
|---|----|
| 1. Einleitung | 7 |
| 2. Die Wasserverteilung in der Natur | 8 |
| 3. Unterirdische Ansammlungen (Quellen und Grundwasser) | 13 |

II. Die Wasserförderung.

| | |
|--|----|
| 1. Messung oberirdischer Wasserläufe | 18 |
| 2. Wasserfassung der Quellen | 19 |
| 3. Schachtbrunnen | 20 |
| 4. Rohrbrunnen | 23 |
| a) Bohrrohre | 24 |
| b) Bohrgeräte | 30 |
| c) Das Bohren | 36 |
| d) Das Filter | 41 |
| 5. Wasserreinigung und Filtration | 43 |
| a) Reinigung des Flußwassers | 43 |
| b) Enteisung | 48 |
| c) Sterilisation mittels Ozon | 51 |

III. Die Pumpen.

| | |
|---|----|
| 1. Was bei Aufstellung einer Pumpe zu beachten ist | 53 |
| 2. Stoßheber oder hydraulischer Widder | 57 |
| 3. Saugheber | 61 |
| 4. Allgemeines über Kolbenpumpen | 63 |
| 5. Pumpen für Handbetrieb | 64 |
| 6. Pumpen für Maschinenbetrieb | 68 |
| 7. Kolbenlose Dampfpumpen (Injektoren, Strahlpumpen, Pulsometer) | 78 |
| 8. Pneumatische Brunnenpumpen | 80 |

IV. Die Wasserversorgung der Städte.

| | |
|--|-----|
| 1. Wasserbedarf | 83 |
| 2. Das Wasserwerk | 85 |
| 3. Das Rohrnetz | 89 |
| 4. Das wichtigste über Kanäle | 100 |
| 5. Aus der Montagepraxis | 102 |
| 6. Wassermesser | 106 |
| 7. Hydranten | 108 |
| 8. Ueber Härtebestimmung des Wassers | 110 |



I. Das Wasser der Erde.

1. Einleitung.

Wenn wir den Spuren des Menschen bis in jene Zeit folgen, in der die allerbescheidensten Mittel seine Existenz begründeten, so werden wir finden, daß bei der Wahl seines Wohnsitzes die unmittlere Erlangung guten Wassers wohl die wichtigste Rolle spielte, weil der damalige Mensch nicht imstande war, sich das Wasser aus dem Erdinnern zu erbohren. Das gilt noch heute für viele wilde Völkerschaften.

Die Kunst des Brunnenbaues und die Herstellung von Wasserleitungen gehört bereits einer Zeitepoche an, in der die Herstellung von Werkzeugen aus Eisen und Stahl, sowie die Verarbeitung der verschiedenen Materialien bereits einen hohen Kulturgrad und technisches Können verrät. Dadurch wurden die Menschen von einem bestimmten Wohnsitz unabhängig. Leider lassen uns alle Ueberlieferungen im Stich, wenn wir den Anfängen der Wasserversorgung des Menschen nachspüren. Denn bereits nach den ältesten Ueberlieferungen der Griechen und Römer war bei diesen Völkern die Wasserversorgung schon sehr hoch entwickelt. Sie besaßen, wie wir, Druckwasserleitungen und führten bereits ganze Bäche hoch über Täler hinweg ihren Städten zu. Noch heute werden vielfach Ueberreste jener Wasserbauten durch Ausgrabungen bloßgelegt.

Auch im Mittelalter wurde die Kunst des Brunnenbaues eifrig gepflegt. Es gab gemauerte Brunnen von erstaunlicher Tiefe, aus denen das Wasser mittels Kübel und Winde gehoben wurde. Diese Art der Wasserbeschaffung findet sich noch heute auf dem Lande, ebenso die durch freies Gefälle wirkenden Wasserleitungen.

Es blieb dem Maschinenzeitalter vorbehalten, die Methoden der Wasserbeschaffung von Grund aus umzugestalten. Dem enormen Bevölkerungszuwachs und der Erweiterung der Städte genügte die bisherige Art der Wasserbeschaffung bei weitem nicht mehr. Die

großen Städte der sechziger und siebziger Jahre des vorigen Jahrhunderts entnahmen ihr Wasser fast ausschließlich den durch Stollen erschlossenen Quellen (Wiesbaden, Wien) oder oberirdischen Gewässern, wie Flüssen (Hamburg, Stuttgart usw.) oder Seen (Berlin). Die gesteigerte Verunreinigung der meisten Flüsse durch Abwässer aus gewerblichen oder industriellen Anlagen haben jedoch die Beschaffung guten, einwandfreien Wassers aus Flüssen sehr erschwert. Hinzu kommt, daß die Städtehygiene heute ganz andere Anforderungen an Trink- und Brauchwasser stellt, als vor etwa 30 Jahren. Es darf rühmend hervorgehoben werden, daß heute auf dem Gebiete der Wasserbeschaffung Männer der Wissenschaft und Männer der Praxis erfolgreich Hand in Hand arbeiten. Den Nutzen davon hat sowohl das Allgemeinwohl als auch die Wissenschaft.

Die fortschreitende Technik schuf Wasserwerke von enormer Ergiebigkeit. Doch nicht auf die Fassungskraft allein kommt es an. Die Anlage soll auch Wasser von völlig einwandfreier Beschaffenheit liefern. Das Ziel wird erreicht durch ein gründliches Studium der Eigenschaften des Wassers im allgemeinen, sowie des genießbaren und des nicht genießbaren im besonderen. Die Kenntnis der Methoden, wie genießbares Wasser gewonnen werden kann, dürfte schließlich den Laien ebenso interessieren, wie den ausübenden Fachmann.

2. Die Wasserverteilung in der Natur.

Das Wasser ist eine der Hauptgrundlagen des Lebens auf der Erdoberfläche; sein Anteil an der jetzigen Gestaltung der Erde ist ein ganz bedeutender. Es kann sich den auf der Erdoberfläche vorkommenden Temperaturen ohne weiteres anpassen. Den Schwankungen der Temperatur folgend, geht es unter bestimmten Bedingungen sowohl in den festen als auch flüssigen und gasförmigen Zustand über, und zwar mit größter Leichtigkeit. Wasser besitzt bei 760 mm Barometerstand und $+4^{\circ}\text{C}$ das spezifische Gewicht 1. Es gefriert, sobald bei einem Atmosphärendruck von 760 mm Quecksilberfüße die Temperatur unter 0 Grad sinkt. Bei $+100^{\circ}\text{C}$ und 760 mm Barometerstand fängt es an zu kochen. Das Kochen erfolgt bei um so geringerer Temperatur, je niedriger der Luftdruck ist. Auf der Spitze des Montblanc, wo der durchschnittliche Barometerstand 400 mm beträgt, kocht es schon bei 82°C . Umgekehrt bleibt bei höherem Druck als 760 mm Barometerstand das Wasser auch bei höherer Erwärmung als 100 Grad noch flüssig.

Aus dem spezifischen Gewicht ergibt sich, daß die Dichte des Wassers bei $+4^{\circ}\text{C}$ am größten ist. Bei höherer oder niedrigerer Temperatur nimmt die Dichte des Wassers ab. Darauf beruht

auch die eigentümliche Art der Eisbildung frierender Gewässer. Bei $+ 0^{\circ}$ befindet sich das dichtere und wärmere Wasser stets auf dem Grunde, während die oberen Wasserschichten kälter und leichter sind; die Eisbildung erfolgt also stets von der Oberfläche aus, niemals umgekehrt.

Um Wasser in den dampfförmigen Zustand überzuführen, bedarf es nicht der Siedetemperatur, vielmehr geht das Wasser bei jeder Temperatur infolge der Molekularanziehung — das ist die Anziehung der kleinsten Teile, welche die Luft auf das Wasser ausübt — in den dampfförmigen Zustand über, es verdunstet. Die Größe der Verdunstung ist abhängig von der Lufttemperatur; je höher die Temperatur, um so mehr Wasserdampf kann die Luft aufnehmen, ehe sie „gesättigt“ ist, um einen physikalischen Ausdruck zu gebrauchen. Abkühlung gesättigter Luft sowie Druckverminderung hat Ausscheidung des Wasserdampfes in Gestalt von Regen, Schnee, Hagel oder Tau zur Folge. Ferner spielen die atmosphärischen Verhältnisse bei der Verteilung des Wassers eine außerordentlich große Rolle. Bekanntlich ist unsere Erde von einer mächtigen Luftschicht, Atmosphäre genannt, umgeben. Es gibt eine oberirdische und eine unterirdische Atmosphäre, die aber beide in einem ununterbrochenen Zusammenhange stehen. Die Grenze der Atmosphäre ist nicht genau bestimmbar, unterirdisch scheint sie infolge des höheren Druckes in großer Tiefe aus dem gasförmigen allmählich in den flüssigen Zustand überzugehen. Die Temperatur der Luft nimmt mit der Entfernung von der Erdoberfläche fortgesetzt ab, und zwar für je 100 m über der Meeresfläche um $0,59^{\circ}$. Ferner nennt man diejenige Anzahl Meter, um welche man sich dem Erdmittelpunkte nähern muß, um eine Temperaturerhöhung von 1° zu erhalten, die geothermische Tiefenstufe. Sie ist von sehr verschiedenen Umständen abhängig und an den verschiedenen Stellen der Erde nicht immer gleich. Im allgemeinen kann man sagen, daß die Temperatur für je 100 m Tiefe um 3° zunimmt. Man bezeichnet diejenige Zone der oberirdischen Atmosphäre, wo Wasser nur im festen Zustande vorkommt, als Eis- oder Schneegrenze, während diejenige Zone der unterirdischen Atmosphäre, in der alles Wasser verdampft, als Siedegrenze bezeichnet wird. Die Grenzfläche der Siedegrenze ist annähernd parallel der Erdoberfläche, wogegen die Begrenzungsfläche der Eisgrenze die Mantelfläche eines Ellipsoids darstellt, weil an den Polen die Eisgrenze mit der Erdoberfläche zusammenfällt, während sie am Äquator ca. 4240 m von ihr entfernt ist.

Die Luftbewegung über der Erde kennzeichnet sich als Wind und Sturm in den verschiedenartigsten Abstufungen. Das lehrt uns die tägliche Erfahrung. Nun wird von einigen Seiten die Anschauung vertreten, daß Luftbewegungen und Winde keineswegs auf die oberirdische Atmosphäre beschränkt seien. Ich erwähne hier

besonders F. König, der in seinen Schriften*) die Meinung vertritt, daß notwendigerweise auch unter der Erde, wenn auch nicht gerade Stürme, so doch recht beträchtliche Luftbewegungen stattfinden. Nach König ist der Umstand, daß die unterirdische Atmosphäre infolge der aus dem Erdinnern aufsteigenden feuchtwarmen Grundluft bedeutend größere Dampfmenngen aufzunehmen vermag als die oberirdische, für die Wasserwirtschaft der Erde von großer Bedeutung. Das Pflanzenreich wäre ohne die unterirdischen Niederschläge in seinem heutigen Umfange überhaupt nicht denkbar. Es braucht weitmehr Feuchtigkeit, als ihm durch Meteorwasser zugeführt werden kann. Unterirdische Niederschläge sind wegen der vorherrschenden hohen Lufttemperatur viel ausgiebiger als oberirdische. Unterirdische Niederschläge dienen einmal dem Pflanzenwachstum, sodann aber auch zur Sättigung warmer Luftströme und zur Speisung der Grundwasser.

Es ist doch etwas merkwürdig, daß gerade in diesem Punkte die heutige geologische Wissenschaft sich vollständig ausschweigt. In dem 210 Seiten starken Buche „Quellenkunde“ des geschätzten Kieler Professors Hippolyt Haas**) wird man einen Hinweis hierauf vergeblich suchen. Ich habe nach Rücksprache mit einem befreundeten Geologen den Eindruck gewonnen, daß die Gelehrten das Vorhandensein unterirdischer Niederschläge verneinen. Ob mit Recht, möchte ich bezweifeln. Das tut jedoch unserer späteren Betrachtung über Quellen und Grundwasser keinerlei Abbruch. Denn sobald über Vorkommen und Mächtigkeit der Quellen gesprochen wird, hat die exakte Wissenschaft, sowie die Erfahrung das Wort, und daran wollen wir uns halten.

Man kann an einigen Stellen der Erde Luftbewegungen beobachten, die von der Erdoberfläche nach dem Erdinnern und umgekehrt gerichtet sind. Ich erinnere nur an die sogenannten „atmenden Brunnen“ in der Schweiz und Frankreich. Es sind dies Schächte, aus denen Luft entweicht, wenn der äußere Luftdruck zu sinken beginnt, und in die andererseits Luft zurücktritt, wenn der Barometerstand außerhalb der Höhle steigt. Genaue Temperaturmessungen in solchen Schächten haben ergeben, daß in den Wintermonaten eine fast unveränderliche Temperatur herrscht, die die Außentemperatur wesentlich übersteigt. Es dringt ein warmer

*) Mehr Licht über den Verlauf des Grundwassers und seiner Quellen. Von Fr. König.

Anlage und Ausführung von Wasserleitungen und Wasserwerken zur Wasserversorgung von Städten, Ortschaften, Anstalten und Privatgebäuden. Von Fr. König, Ingenieur und Hydrotekt. 4. Aufl. 1907. Leipzig. Otto Wigand.

**) Quellenkunde. Lehre von der Bildung und vom Vorkommen der Quellen und des Grundwassers. Von Hippolyt J. Haas, Dr. phil. u. Prof. an der Universität Kiel. Mit 45 Abbildungen. Leipzig. Verlag von J. J. Weber. 1895.

Luftstrom aus dem Schachte. Ende März steigt die Temperaturkurve. Sie fällt bis Mitte Mai wieder, um im Juni abermals zu steigen, ein Beweis, daß äußere Temperatur und Jahreszeit die Luftzirkulation stark beeinflussen. Es ist nicht zu bezweifeln, daß durch Abkühlung der Außenluft durch die Grundluft oder durch Abkühlung der Grundluft durch Außenluft unterirdische Niederschläge hervorgerufen werden. Infolge der enormen Ausdehnung der luftdurchlässigen Bodenschichten und des beständigen Luftwechsels ist nach Fr. König die auf diese Weise dem Untergrunde zugeführte Wassermenge ganz beträchtlich.

Prof. Haas berichtet, daß die Süßwasserbrunnen Sylts und Föhrs bei südwestlichen Stürmen und Fluten ein Anschwellen des Wassers zeigen, verbunden mit starkem Brausen der Luft nach oben, so daß bisweilen die schwersten Brunnendeckel emporgetrieben werden. Bei Ost- und Nordwinden dagegen entsteht in diesen Brunnen ein Luftzug nach unten und das Wasser fällt dann in gleicher Weise, wie der Spiegel des benachbarten Meeres. Aus diesen Beispielen erkennen wir den großen Einfluß des Ozeans auf die Grundwasserverhältnisse des angrenzenden Festlandes, ebenso den Einfluß der Jahreszeit auf die Grundwasserschichten.

Ich lasse die Angaben über die jährliche Niederschlagshöhe, weil für unsere Zwecke belanglos, weg, ebenso die jährliche Verdunstungshöhe, da eine kritische Besprechung dieser Punkte zu weit führen würde. Im allgemeinen sei kurz bemerkt, daß dicht mit Pflanzen bestandenes Land, mit Moos und Streu bedeckter Waldboden die Verdunstung der Niederschläge verlangsamte; das Gegenteil gilt für Landstrecken, die wenig oder gar keinen Pflanzenwuchs haben. Aus Waldgebieten kommen die besten und reichlichsten Wasser. Die Beseitigung des Waldes macht ein Land trocken, unfruchtbar und ungesund. Es wird oft behauptet, daß der Wald den Eintritt des Wassers in den Erdboden erleichtert. In Wirklichkeit erreichen im Laubwalde nur zwei Drittel, im Nadelwalde nur ein Drittel der niedergegangenen Regenmenge den Boden, während der übrige Teil von den Blättern und Zweigen wieder verdunstet. Nur lange anhaltender Regen kann den Boden selbst benetzen. Die einmal eingedrungene Feuchtigkeit ist dagegen in hohem Grade vor dem Verdunsten geschützt, woraus sich eine gleichmäßige Verteilung der Feuchtigkeit auf nasse und trockene Zeit ergibt.

Das norddeutsche Tiefland besitzt die geringsten, das Hochgebirge die größten Niederschläge. Von den Jahreszeiten bringt der Sommer die größten, der Winter die geringsten Niederschläge. Gewöhnlicher Landregen liefert ca. 100 mm pro Tag, bei Wolkenbruch gehen ca. 25 mm pro Stunde nieder. Von großem Einfluß auf die Niederschläge sind Klima, Luftströmungen (Winde) und Gebirgszüge. Die Niederschläge sind in den Tropen am größten und nehmen nach den Polen zu ab.

Gesammeltes Regenwasser zeigt nach einem Regenfall eine trübe, schmutzige Färbung. Sie rührt her von den aus der Atmosphäre mitgerissenen Ruß-, Luft- und Staubteilchen. Daneben besitzt Regenwasser jedoch noch eine ganze Menge anderer Bestandteile, wie wir noch sehen werden. Es gibt viele Menschen, für die der Gebrauch von Regenwasser unentbehrlich geworden ist, besonders zum Kochen und Waschen ist es auch vorzüglich geeignet.

Sofort bei seinem Eintritt in den Erdboden beginnt das Regenwasser einen Umwandlungsprozeß, der sich auf das Wasser selbst und auf die von diesem durchflossenen Gesteinsarten erstreckt. Trifft es auf eisenhaltige Erdschichten, so nimmt es Eisen in Form von Eisenoxydul in sich auf. Es sei hierbei noch bemerkt, daß speziell die diluvialen Geschiebemergel und Sande einen großen Reichtum an Eisenmineralien, und zwar an Eisenoxydhydrat besitzen. Unter dem Einfluß verwesender Pflanzenmassen wird das Eisenoxyd und dessen Hydrat in kohlensaures Eisenoxydul, eine im Wasser leicht lösliche Substanz, umgewandelt. In dieser Gestalt gelangt das Eisen in das Grundwasser. Die im Regenwasser enthaltenen Beimengungen, Sauerstoff, Kohlensäure, schweflige Säure, wirken bereits in geringen Mengen auflösend auf Gesteine und Erdschichten. Besonders reich an gelösten Substanzen sind ja bekanntlich die Mineralquellen. Sie entstehen dadurch, daß infolge der Lösungskraft des Wassers die Mineralien aus den Gesteinen allmählich ausgelaugt werden. Auf diese Weise entstehen die aller verschiedensten Lösungen. Vornehmlich sind es kohlen-saurer und schwefel-saurer Kalk, kohlen-saure Magnesia und das Chlornatrium, worauf das in die Erde einsickernde Wasser in hervorragendem Maße einwirkt. Eine ausführliche Behandlung dieses Gegenstandes findet der Leser in den geologischen Lehrbüchern.

Nach vorstehendem dürfte ohne weiteres einleuchten, daß die Filtration, welche das Wasser bei seinem unterirdischen Laufe durch Sandboden und quarzreiche Gesteine erfährt, für Genußzwecke ohne weiteres brauchbares Wasser liefert. Die filtrierende Kraft versagt jedoch bei Kalk- und Dolomitgebirgen, weil dieses Gestein, wie wir gesehen haben, von dem durchfließenden Wasser aufgelöst und mit fortgeführt wird. Solches Wasser kann unter Umständen für menschliche Gebrauchszwecke direkt unbrauchbar sein. Durch die beständige Wasserzirkulation werden so in den betreffenden Schichten Kanäle und Hohlräume gebildet. Aus diesem Grunde findet das Wasser hier raschen Abfluß. Anders bei Kies- und Sandschichten oder in festem Gebirge. Hier erfolgt der Durchtritt nur sehr langsam, so daß das Wasser oft jahrelang auf seiner unterirdischen Wanderung sich befindet, ehe es durch Quellen oder Brunnen erschlossen und der Erdoberfläche wieder zugeführt wird; vergl. auch das Seite 15 bis 17 über artesische Brunnen Gesagte.

Wo über schlechte Beschaffenheit des Wassers geklagt wird, hat man es auch vielfach mit Oberflächenwasser zu tun. Es

gelaugt als Tage-, Meteor- oder Versickerungswasser in den Boden und durchdringt hier schlechten Humus, Sumpf, Moor, Torf, Braunkohle, Salz oder Schwefelkies. Kommt es dabei noch mit gewerblichen und dergleichen Abwässern zusammen, so wird es eine Brutstätte vieler Krankheitserreger und kann auf diese Weise der menschlichen Gesundheit schweren Schaden zufügen. Durch Hausbrunnen werden noch heute ungeheure Mengen schlechten Wassers an die Erdoberfläche befördert, um Genußzwecken zu dienen. Nur der Anschluß an ein gutgeleitetes Wasserwerk sichert in der Regel den Bezug einwandfreien Wassers.

Damit komme ich zu der Frage: welches Wasser ist überhaupt genießbar, welches nicht? Die Beantwortung der Frage führt uns auf das Gebiet der Chemie und Bakteriologie.

Das Wasser, wie es in der Natur vorkommt, ist selten rein und sei es noch so klar und durchsichtig. Chemisch reines Wasser ist giftig, weil es die Schleimhäute des Magens auslaugt und böartige Entzündungen hervorruft. Daß das Wasser die Eigenschaft besitzt, mit allen möglichen Stoffen Verbindungen einzugehen, haben wir eben gesehen. Ich resumiere: die dem Wasser beigemischten Stoffe sind teils organischer, teils anorganischer Natur. Pflanzliche und tierische Stoffe sind Beimengungen organischer Natur, Kalk, Eisen und dergleichen solche anorganischer Natur. Sie werden von dem Wasser, das derartige Schichten durchströmt, aufgenommen. Tritt nun auf dem weiteren Wege des Wassers keine natürliche Filtration ein, so ist für bestimmte Zwecke künstliche Filtration angezeigt, wenn das Wasser von Menschen benutzt werden soll. Näheres hierüber siehe in dem Kapitel Wasserreinigung.

Zur Bestimmung des Wassers hat man die sogenannte Härte desselben eingeführt. Je nach Verwendung des Wassers zu häuslichen und gewerblichen Zwecken sind auch die Anforderungen an den Härtegrad verschieden. So ist für Trinkzwecke ein Wasser von etwa 15 Härtegraden am geeignetsten, ebenso zum Baden und Spülen der Wäsche. Zum Bierbrauen gebraucht man hartes Wasser, zum Kochen dagegen und zum Waschen der Wäsche ist möglichst weiches Wasser erwünscht, ebenso zum Speisen der Dampfkeffel, zum Bleichen und zu den meisten gewerblichen Zwecken. Von Wasserleitungswasser wird verlangt, daß es allen Anforderungen annähernd entspricht, und ist deshalb ein mittlerer Härtegrad von 6—7 Grad am empfehlenswertesten. Ueber die Härtebestimmung des Wassers siehe Seite 110.

3. Unterirdische Wasseransammlungen und Wasserläufe (Quellen und Grundwasser).

Die als Regen usw. auf die Erde gelangenden Niederschläge teilen sich in drei Teile. Der erste Teil bleibt an der Erdoberfläche

haften und verdunstet wieder an der Stelle seines Niederralles. Man bezeichnet diesen Teil als den kleinen Kreislauf des Wassers. Der zweite Teil fließt als Oberflächenwasser sofort in die offenen Wasserläufe, wird von diesen dem Meere zugeführt und gelangt hier zur Verdunstung (mittlerer Kreislauf). Der dritte Teil dringt in das Erdreich und beginnt hier eine unterirdische Wanderung, um nach kürzerer oder längerer Zeit als Quell oder dergleichen zutage zu treten. Dann beginnt er als Oberflächenwasser seine Wanderung, um dabei wieder zu verdunsten (großer Kreislauf).

Habe ich bereits im vorigen Kapitel darauf hingewiesen, welchen Einflüssen das Wasser bei seiner unterirdischen Wanderung ausgesetzt ist, so möchte ich hier noch einiges über das woher der unterirdischen Wasseransammlungen mittheilen.

In Jahrtausenden hat sich infolge fortwährender Abwaschungen, Verwitterungen und dergleichen sogenanntes Schwemmland längs der großen Flußgebiete gebildet, dessen Ausdehnung oft nach Tausenden von Quadratkilometern bemessen werden kann. Nach der Zeit ihrer Entstehung teilt man die Schwemmschichten in zwei Gruppen ein, und zwar in Diluvial- und Alluvialschichten. Erstere sind in ihrer Zusammensetzung sehr verschieden, einmal lehm- und tonhaltig, dann wieder durchsetzt mit eratischen Blöcken oder Steinen aus Granit von verschiedenartigster Färbung und Größe. Diese Schichten gehören einer früheren geologischen Periode an (Eiszeit). Alluvialschichten bestehen besonders aus sandigen Flächen, deren Entstehung auf die Tätigkeit der Wasserläufe bis auf unsere Zeit zurückreicht. Während die Alluvialschichten in ihrer ganzen Mächtigkeit gleichartige Zusammensetzung haben (Geröll auf Geröll, Sand auf Sand), findet man in den Diluvionen verschiedenartige Gruppierungen, auf Sand Ton oder groben Kies und umgekehrt.

Die in die Schwemmschichten eintretenden Oberflächenwasser bewegen sich, dem natürlichen Gefälle entsprechend, talwärts, aber mit geringerer Geschwindigkeit, als es bei fließenden Gewässern der Fall ist. Auch viele unterirdisch austretende Quellen ergießen unsichtbar ihr Wasser in das Grundwasser der Schwemmschichten, so daß diese oft gewaltige Wasserbehälter bilden, durch die in trockener Zeit die Flüsse mit Wasser versorgt werden.

Es ist hier der Ort, auf die Quellen selbst etwas näher einzugehen. Allgemein bezeichnet man als Quellen die an der Oberfläche austretenden Wässer. In einem Quellgebiet tritt der Grundwasserstand zutage. Die Herkunft und Ergiebigkeit der Quellwasser richtet sich ganz nach den geologischen Verhältnissen, bezw. Gesteinsformationen des betr. Flächenareals.

Man unterscheidet drei Arten Quellen: erstens solche, die aus den Spalten der Gesteinschichten hervorsprudeln, zweitens solche, die den Verwitterungsstrümmern, die über oder vor dem Mutter-

gestein gelagert sind, entspringen, und drittens solche, die im Schwemmlande oder dessen Oberfläche sprudeln.

Am wasserreichsten sind die Sandstein- und Kalkgebirge mit ihrem mannigfachen Schichtenwechsel und Einlagerungen von Ton und Mergelschichten. Selbstverständlich ist der Wasserreichtum nicht an bestimmte Schichten gebunden, Sandstein ist zuweilen sehr durchlässig. Wesentlich ist, daß unter einer durchlässigen Schicht eine für Wasser undurchlässige liegt, z. B. Lehm. Nach der Größe und Beschaffenheit der unterirdischen Hohlräume und wasserführenden Schichten richtet sich auch die Ergiebigkeit und Reinheit des Wassers. Das beste Quellwasser kommt aus Granit und kristallinischem Urgesteine; ebenso befreien Quarzit-, Basalt- und Sandsteinschichten das sie durchströmende Wasser von allen organischen Substanzen. Ein weiterer Vorzug dieser Quellen besteht darin, daß Wassermenge und Temperatur stets gleich sind. Für größere Wasserlieferungen kommen solche Felsenquellen wegen ihres geringen Umfanges selten in Frage.

Die den Schiefer-, Kalkstein- und Dolomitschichten entströmenden Quellen geben wohl reichliches, aber weniger gutes Wasser, auch läßt die Wasserlieferung in langen heißen Sommern merklich nach.

Es wurde bereits erwähnt, daß ein wesentlicher Grund großer Wasseransammlungen der ist, daß das Wasser durch undurchlässige Schichten vor dem Tiefsinken geschützt ist. Es kann auch der Fall eintreten — er kommt sogar sehr häufig vor —, daß das Wasser von einer Seite tief in den Boden eindringen kann, aber nirgends einen Abfluß findet. Die unterirdisch eingeschlossene Wassermasse steht dann unter einer Spannung, welche abhängig ist von der Höhe des Wassereinflusses. Wird eine solche Schicht mit dem Bohrohr durchstoßen, so steigt das Wasser in dem Bohrohr in die Höhe und oft weit über die Erdoberfläche. Man nennt solche künstlich erschlossene Brunnen bezw. Quellen artesischen Brunnen. Die Erschließung artesischer Brunnen ist besonders in solchen Arealen erfolgreich, deren Untergrund aus muldenförmig abgelagerten wasserführenden und wasserundurchlässigen Sedimenten



Abbildung 1.

Durchschnitt durch ein muldenförmig gelagertes Becken mit artesischem Brunnen.

besteht. Als typisch kann in dieser Beziehung das Pariser Becken, Abb. 1, gelten. Es bildet eine Mulde von beinahe ringförmiger Gestalt. In dieser Mulde liegen, tellerförmig übereinandergeschichtet,

verschiedene Ablagerungen, deren Zusammensetzung nach Haas folgende ist: zu den tieferen Schichten gehört die „sables verts“ (Grünsande) genannte Ablagerung einer gewissen Kreideart. Die obersten Ablagerungen der Kreide bilden feste und ganz wasser- und durchlässige Schichten, welche die Grünsande vom darauf ruhenden Komplex der oberen Kreide vollständig wasserdicht abschließen. Von den Ardennen ab bis zur Loire hin läßt sich das mehr oder weniger breite Gürtelband, das die Grünsande um die jüngeren Schichten herumziehen, verfolgen, und ihr Ausgehendes liegt durchweg in einer Meereshöhe, welche die Talsohle von Paris um mindestens 100 m übersteigt. Nach dem Mittelpunkt der Mulde zu dürfte ihr Einfallen durchschnittlich 0,003 m betragen. Alle auf dem von den Grünsanden an der Erdoberfläche eingenommenen Gebiete niedergehenden und in den Boden eindringenden Niederschlagwasser haben daher die Tendenz, gegen den Mittelpunkt der Mulde hin abzufließen und bilden somit unter den wasserabschließenden Tonsschichten der Kreide ein großartiges Wasserreservoir, dessen Inhalt unter gewaltigem Druck steht. Das berühmte Bohrloch im Hofe des artesischen Brunnens von Grenelle in Paris hat die wasserführenden Schichten der Grünsande bei 547 m Tiefe erreicht, und das Wasser sprang um eine beträchtliche Höhe über die Erdoberfläche aus dem Bohrloch empor. Der in dieselben Schichten niedergestößene artesischer Brunnen von Passy soll bis zur Höhe von 128 m über dem Meere aufsteigen können. Derjenige Punkt, an welchem artesisches Wasser das Maximum seiner Steighöhe erreicht hat, wird der hydrostatische genannt.

In Abbildung 1 sei A B die wasserabschließende und undurchlässige Schicht einer Mulde, E die wasserführende und von den in C und D niederfallenden Regenwässern gespeiste, F das das Wasser erschließende Bohrloch, aus welchem das feuchte Element herausquillt, weil ja der Punkt F viel tiefer liegt, als der Punkt D. Könnte der Druck unbehindert und in vollem Maße wirken, so müßte er gleich einer Wassersäule von der Höhe des senkrechten Abstandes von D bis Unterkante Bohrröhr (als der Wassereintrittsstelle) sein. Aber das kann bei den sandigen Schichten, worin der Wasservorrat aufgespeichert ist, nicht der Fall sein. Verlängert man nun durch Einsetzen von Röhren das artesischer Bohrloch, so ist man imstande, den Ausfließpunkt des Wassers so lange zu erhöhen, bis die damit erreichte Höhe dessen hydrostatischem Punkte, hier also G, entspricht. Um das Wasser noch höher hinaufzutreiben, dazu genügt der Druck nicht mehr, welcher durch die Reibung der Wasserteilchen, durch das Beladensein des artesischen Wassers mit Sandkörnern u. s. w. eine wesentliche Beeinträchtigung seiner Wirkung erfahren hat. Würde man das Wasser frei aus dem Bohrloch auslaufen lassen, ohne es noch in Röhren weiter in die Höhe zu führen, so würde sein Strahl auch

nicht einmal den Punkt G erreichen können, erstens, weil derselbe den Widerstand der Luft zu überwinden hätte, sodann aber, weil die Bewegung des im Bohrloch aufsteigenden Wassers und der Weg, den es machen muß, um aus der wasserführenden Schicht nach dem Punkte E zu gelangen, den hydrostatischen Punkt beträchtlich niederdrücken.

Vielleicht erinnert sich der eine oder andere meiner Leser noch der Brunnenkatastrophe in Schneidemühl, welche seinerzeit großen Schaden anrichtete. Vermuthlich entstammen die hierbei ausgeworfenen Wassermassen einem Grundwasserstrome, der sich vom baltischen Höhenrücken nach Süden hin bewegt, um gleichzeitig tiefer und tiefer unter undurchlässige Schichten zu geraten. Es bedarf dann nur des Eindringens eines Bohrrohres, um der Wassermasse nach oben hin Abfluß zu verschaffen. So brachte der Unglücksbrunnen in Schneidemühl zuzeiten 3,5 cbm Wasser pro Minute zutage.

II. Die Wasserförderung.

1. Messung oberirdischer Wasserläufe.

Bei der Wasserbeschaffung größerer Gemeinden und Städte ergibt sich oft die Notwendigkeit, die Leistungsfähigkeit eines Flusses oder Quells zu bestimmen. Bei kleineren Wasserläufen ist die einfachste Meßmethode die unmittelbare Bestimmung der Wassermenge durch Füllung von geeichten Gefäßen. Abbildung 2 und 3

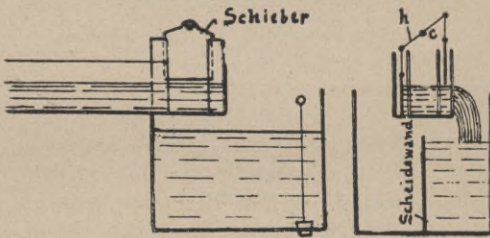


Abbildung 2 u. 3. Einrichtung zur Wassermengenmessung.

zeigt die Einrichtung zweier Doppelgefäße, von denen immer eins zur Zeit gefüllt und entleert wird. Die beiden Schieber sind zu diesem Zweck an einem um den Punkt c drehbaren Hebel h befestigt. Sobald ein Schieber geöffnet wird,

schließt sich der andere. Die Füllung wird mit der Uhr in der Hand beobachtet. Beide Gefäße sind durch eine Scheidewand von einander getrennt, welche etwas niedriger ist als die Umfassungswände, um das bei der Umschaltung des Zuflusses etwa noch zulaufende Wasser über die Kante dieser Scheidewand in das andere Gefäß ablaufen zu lassen, wo es mit gemessen wird. Man kann bei größeren Wassermengen die Gefäße verdoppeln und füllt immer gleichzeitig zwei, während zwei entleert werden.

Wird das Wasser einer Quelle entnommen, so verfährt man auf ähnliche Weise; an die Stelle des Meßgefäßes tritt die Quellstube selbst als Eichgefäß. Ist die Quellstube entleert, und beobachtet man die zur Füllung erforderliche Zeit, so kann man leicht die Sekundenwassermenge feststellen.

Will man die Wassermenge eines Flusses nur schätzungsweise bestimmen, so genügt es, die Oberflächengeschwindigkeit des Wasserlaufes zu messen. Multipliziert man diese mit dem mittleren Flußquerschnitt, so erhält man die Wassermenge pro Sekunde.

Zur Messung der Stromgeschwindigkeit gibt es eine ganze Anzahl brauchbarer Apparate. Ich nenne nur die hydrometrische

Winkelröhre, das Flügelrad und den Schwimmer. Meine Leser dürften wohl weniger in die Lage kommen, exakte Messungen der Stromgeschwindigkeit vornehmen zu müssen, ich darf mich deshalb auf den einfachsten Apparat, auf den Schwimmer, beschränken. Es gibt deren verschiedene Arten. Sie sollen ein sichtbares Zeichen eines sich mit dem Wasser fortbewegenden Körpers geben. Als Schwimmer eignet sich unter anderem eine teilweise gefüllte Flasche oder ein unten beschwerter Stab. Der von dem Schwimmer in einer bestimmten Zeit, beispielsweise in einer Sekunde, zurückgelegte Weg ist gleich der Strom- bzw. Oberflächengeschwindigkeit.

Beispiel: Ein Schwimmer legt in einer Sekunde 0,3 m zurück. Der mittlere Querschnitt des Flusses ist 5 qm. Hieraus berechnet sich die sekundliche Wassermenge zu $0,3 \times 5 = 1,5$ cbm.

2. Wasserfassung der Quellen.

Man kann in der Regel das den Quellen entströmende Wasser nicht ohne weiteres der Gebrauchsleitung zuführen. Es ist vielmehr erforderlich, der Quelle eine besondere Fassung zu geben. Dies geschieht durch Herstellung sogenannter Quellstuben oder Kammern. Dadurch werden Unreinheiten von der Rohrleitung ferngehalten und die Quelle selbst vor den schädlichen Einwirkungen von Frost und Hitze geschützt. Je nach den örtlichen Verhältnissen können solche Quellstuben sehr verschieden ausgeführt werden. Haupterfordernis ist praktische Einrichtung und Verwendung zweckentsprechenden Materials. Zur Aufmauerung ist gutes Steinmaterial und Zementmörtel zu verwenden. Kalkmörtel hält den Einwirkungen des Quellwassers nicht stand. Die Abdichtung der Wände erfolgt mittels Asphaltüberzug.

In Abbildung 4 ist eine Quellkammer mit Tür dargestellt. Die Tür ist aus Eisen herzustellen. Statt der Tür kann auch bei a, falls der seitliche Eingang nicht ausführbar, eine Einsteigöffnung vorgesehen werden, die mit eisernem Deckel verschlossen wird. Das Luftabzugsrohr (Eisen- oder Tonrohr) erhält oben eine Haube mit Drahtgitter. Vorhandene Böschungen sind zum Schutz gegen Abschwemmungen mit Rasen oder Steinpflaster zu belegen. Das Abflußrohr ist mit einem feinmaschigen Sieb und Absperrvorrichtung

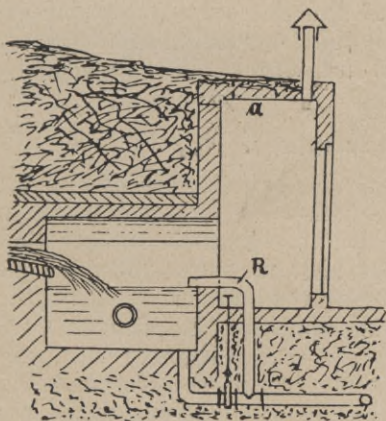


Abbildung 4. Quellstube mit seitlichem Eingang.

Abbildung 4. Quellstube mit seitlichem Eingang.

zu versehen. Das Entleerungsrohr ist durch einen Schieber absperrbar einzurichten, hinter dem Schieber ist das Ueberlaufrohr anzuschließen.

Führt das Wasser viel Sand und Sinkstoffe, wie es bei Quellen der Fall ist, welche den Verwitterungsstrümmern, die über oder vor dem Muttergestein gelagert sind, entspringen, so ist es zuvor durch einen sogenannten Sandfang (Klärbehälter) zuführen. Er muß groß genug und so beschaffen sein, daß den im Wasser enthaltenen Stoffen Zeit zum Absetzen gegeben ist. Die Geschwindigkeit des Wassers soll im Klärbassin etwa 0,001 m in der Sekunde betragen, danach ist der Durchflußquerschnitt zu bemessen. Wie die Quellstube, so erhält auch das Klärbassin eine Entlüftungs- und Entleerungsvorrichtung.

Man kann in einigen Fällen die Leistungsfähigkeit des Quells dadurch erhöhen, daß man von der Hauptquelle aus einen Stollen senkrecht zum Schichtenfalle in das Gestein eintreibt, um auf diese Weise die hinter der Quelle vorbeiziehenden Wasseradern zu sammeln und der Quellstube zuzuführen. Zur Anlage derartiger Stollen eignet sich nur standhaftes Gebirge, weil sonst der Stollen zusammenbrechen würde. Er soll 0,7 bis 0,8 m breit und 1,75 hoch sein, so daß ein Arbeiter bequem darin gehen kann. Es ist besonders wichtig, die Sohle des Stollens gut abzudichten, weil sonst das Wasser nach unten abfließt. Auch nach oben und an den Seiten macht sich oft ein Vermauern notwendig, um das Eindringen von unreinem Oberflächenwasser zu verhindern. Im Taunus sind kilometerlange Stollen in das Gebirge getrieben worden, die oft ganze Städte mit Wasser versorgen.

Außer den genannten gibt es noch eine ganze Anzahl Wasserfassungen, die jedoch meist in das Gebiet der Kulturtechnik gehören (ich nenne nur die Talsperren) und darum hier vernachlässigt werden können.

3. Schachtbrunnen.

Im vorigen Kapitel wurde gezeigt, daß die Bewohner solcher Gegenden, in denen Quellen offen zutage treten, ohne große Mühe zu gutem Trinkwasser gelangen können. Etwas schwieriger liegt die Sache, wo Quellen überhaupt nicht vorhanden, oder wo die Ergiebigkeit der Quellen den Anforderungen nicht genügt. Für große Wasserwerke kann wohl auch heute noch die Entnahme des Wassers aus Flüssen und Seen oder aus Talsperren mit nachfolgender Filtration in Frage kommen, doch ist, wie schon im ersten Abschnitt erwähnt wurde, diese Art Wasserbeschaffung wegen der fortschreitenden Verseuchung der Gewässer mit großen Kosten verknüpft. Um also gutes Wasser zu erhalten, ist oft die Aufschließung der unterirdischen Wasseransammlungen durch Bohrung der einzige Erfolg versprechende Weg.

Zunächst ist es wichtig, zu wissen, an welcher Stelle vermutlich zu Genußzwecken geeignetes Wasser zu finden ist. Das ist nicht immer ganz leicht. Es ist ratsam, vor Inangriffnahme eines größeren Projektes sich an einen Tiefbohrtechniker zu wenden oder ein Gutachten der königlich geologischen Landesanstalt in Berlin einzufordern. Man halte sich jedoch von dem Unfug fern, unterirdische Wasserströme mit Hilfe der Wünschelrute auffinden zu wollen. Der Mann der Wissenschaft hat besseres Rüstzeug; er setzt sich an seine topographische Karte und studiert die geologischen Verhältnisse der Gegend. Wer Wasser sucht, muß nicht nur die Schichten beachten, sondern auch die Art ihrer Bildung. Weiter sind zu beachten die Temperaturschwankungen des Wassers und die Menge des Durchflusses. Sehr wichtig ist es ferner, verschiedene Brunnen von verschiedener Tiefe und in verschiedenen Gegenden genau zu beobachten. Im übrigen verweise ich auf den ersten Abschnitt dieses Buches.

Hat man sich durch Probebohrungen oder Schürfgräben von dem Vorhandensein guten Wassers überzeugt, so kann mit dem Bau des Brunnens begonnen werden. Zunächst sei auf den Unterschied zwischen Schachtbrunnen und Rohrbrunnen hingewiesen, weil der Name allein noch keine genügende Erklärung gibt. Schachtbrunnen kennzeichnen sich durch besonders großen Durchmesser (2 m und mehr) und geringe Tiefe. Sind derartige Brunnen nicht tiefer als 6 m, so kann die aus dem Brunnen saugende Pumpe von diesem entfernt angeordnet werden, ist er tiefer als 6 m, so muß die Pumpe im Brunnenschacht montiert werden. Rohrbrunnen bestehen aus einem mehr oder weniger langen Rohrstrang geringeren Durchmessers. Auch hier kann die Pumpe, wenn in einer Tiefe von 6 m gutes Wasser gefunden wurde, von der Brunnenstelle entfernt angeordnet werden. Ist der Brunnen jedoch tiefer als 6 m, was in der Regel der Fall ist, so muß man mittels Zylinder und Kolben — siehe Seite 55 — dem tiefsten Wasserspiegel auf mindestens 6 m nahe rücken.

Bei der heute hochentwickeltesten Bohrtechnik nimmt es nicht Wunder, daß Schachtabteufungen und Mauerbrunnen immer weniger zur Anwendung kommen. Der Schachtbrunnen ist heute noch dort am Platze, wo es sich um Erschließung einer in geringerer Tiefe liegenden wasserführenden Schicht handelt, aus welcher beträchtliche Wassermengen zu beschaffen sind, deshalb ist der Schachtbrunnen in vielen Fabrikbetrieben der norddeutschen Tiefebene zu finden. Für häusliche Zwecke ist der Schachtbrunnen direkt zu verwerfen, weil er selten dicht ist und eine Brutstätte von Krankheitskeimen aller Art bildet. Würmer, Insekten und niedere Tiere aller Art leben hier ein beschauliches Dasein, Frösche, Käfer und dergleichen nicht zu vergessen. Selbst tote Mäuse fehlen nicht, die oft zum Entsetzen der Wasserholenden vom Pumpenkolben heraufbefördert

werden. Hinzu kommt, daß Sauche und Urat in den Schacht gelangen können und das Wasser in des Wortes wahrster Bedeutung verpesten. Auch die Ergiebigkeit der Schachtbrunnen bleibt oft weit hinter den Erwartungen zurück, denn oft genügt die Entnahme von 3 bis 5 Eimern Wasser, um den Brunnen vollständig leer zu pumpen, der Grundwasserspiegel wird übermäßig schnell abgesenkt, das Wasser hat keine Zeit, so schnell zu folgen.

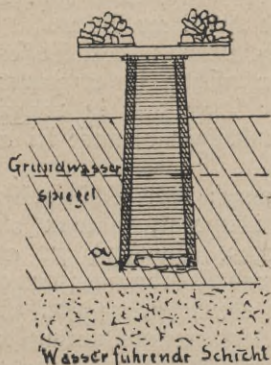


Abbildung 5.
Herstellung eines Schachtbrunnens
aus Mauerwerk.

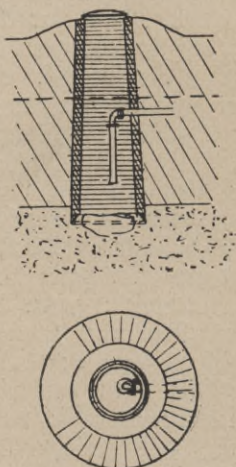


Abbildung 6 u. 7.
Fertiger Schachtbrunnen.

In Abbildung 5—7 ist die Aufmauerung eines gewöhnlichen Schachtbrunnens dargestellt. *) Er wird auf einem Senfschuh a, der horizontal in eine möglichst tiefe Grube gesetzt wird, errichtet. Mit der Aufmauerung Hand in Hand erfolgt die Entfernung des unter dem Senfschuh liegenden Erdreichs durch Ausbaggern. Das eindringende Wasser muß durch Pumpen entfernt werden. Das Einfenken des ganzen Steinringes kann durch Beschweren mit Blei oder Eisenstücken auf einer Balkenunterlage gefördert werden. Damit das Wasser nicht nur von unten, sondern auch seitlich eindringen kann, um also die Ergiebigkeit zu erhöhen, verwendet man im unteren Teil poröse oder gelochte Steine.

Den Vorzug verdient der in Abbildung 8 und 9 dargestellte schmiedeeiserne Rohrbrunnen, weil er sich leichter absenken und wieder herausziehen läßt. Der Brunnen ist mit Kiesfilter versehen. Die Herstellung geschieht folgendermaßen. Zunächst wird ein vollwandiges Bohrrohr durch Beschweren und Ausbaggern bis

*) Nach Wolfgang Koch „Trinkwasser und seine Gewinnung“. Deutsche Techniker-Zeitung, 1902, Seite 87.

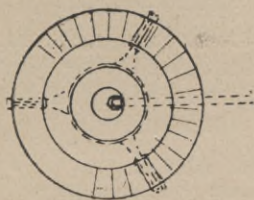
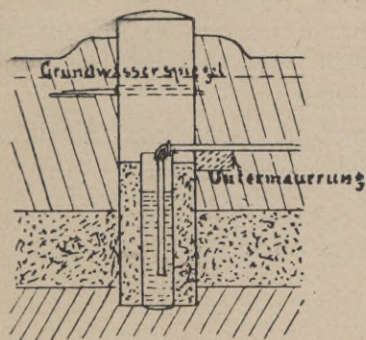


Abbildung 8 u. 9.

Schachtbrunnen aus Schmiedeeisen mit Kiesfilter.

auf die wasserführende Schicht gesenkt. In dieses Rohr wird sodann ein mit Filterkorb versehenes Rohr zur Entnahme des Wassers bis in die wasserführenden Schichten gesenkt. Das Filterrohr hat einen entsprechend geringeren Durchmesser, so daß zwischen Bohrrohr und Filterrohr ein Zwischenraum vorhanden ist, der mit ungesiebtem Kies ausgefüllt wird, so daß das Filterrohr gewissermaßen in einem Kiespfropfen steckt. Selbstverständlich kann bei geeigneten Bodenschichten das Bohrrohr fehlen, man hat dann nur nötig, das Filterrohr einzutreiben. Das Bohrrohr kann nach Einbringen der Kiesfüllung wieder herausgezogen werden. Bei sehr tiefen Brunnen wird in der Regel nur ein Filterrohr eingetrieben.

4. Rohrbrunnen.

Stehen dem Schachtbrunnen nicht besonders günstige Empfehlungen zur Seite, so ist das Gegenteil bei Rohrbrunnen der Fall. Er eignet sich sowohl zur Beschaffung der kleinsten als auch der größten Wassermengen. Für gewerbliche und häusliche Zwecke ist er in Tausenden und Abertausenden von Einzelanlagen vertreten, um Wasser aus mehr oder weniger großen Tiefen herauf zu befördern. Die Beschaffenheit des Untergrundes bietet der Erschließung von Wasser durch Rohrbrunnen durchaus kein Hindernis — vorausgesetzt, daß überhaupt Wasser zu finden ist. Die Kunst des Wasserbohrens ist in Tonen, Sanden und schwimmendem Gebirge am besten entwickelt und stets aussichtsvoll.

Die zum Durchbohren der Erdschichten in Anwendung kommenden Methoden sind sehr verschiedenartiger Natur. Es dürfte ohne weiteres einleuchten, daß harte Schichten im allgemeinen auch stärkere Werkzeuge erfordern. Der Diamant als härtester aber auch teuerster Bohrer kommt zuweilen in quarzreichen Gesteinen zur Anwendung, in der Regel wird jedoch bei festem Gestein der Meißel in seiner verschiedenen Gestalt vollauf seinen Zweck erfüllen. In den weicheren Schichten kommt der Löffel- und Stauchbohrer zur Geltung.

Es wurde bereits gesagt, daß der Rohrbrunnen aus einem geschlossenen Rohrstrang, der bis zu den wasserhaltigen Erdschichten

geführt ist, besteht. Eine Ausnahme bilden die Brunnen des festen Gebirges, bei welchen ein Zusammenstürzen und die Zuflutung unreinen Wassers ohne Verrohrung nicht zu befürchten ist.

a) Bohrröhre.

Was die Röhre selbst anbelangt, so kommen nur solche aus Schmiedeeisen, gewalzt oder aus einem Stück gezogen, in Betracht. Bei tieferen Brunnen werden an die Widerstandsfähigkeit der Röhre gegen Zerreißen, Zerknicken, Zerdrücken und Verdrehen hohe Anforderungen gestellt. Sollen sie diesen Anforderungen entsprechen, so müssen sie aus bestem Material sorgfältig hergestellt werden und genügende Wandstärke besitzen. Die Länge der einzelnen Röhre soll praktisch nicht über 5 m betragen. Bei sehr tiefen Brunnen sind die Röhrlängen allerdings größer. Die Verbindung geschieht entweder durch Außen- oder Innenmuffe mit Gewinde oder durch direktes Zueinanderschrauben der Röhre (siehe Normalien Seite 25—30). Folgende Tabelle gibt eine Uebersicht der gebräuchlichsten Bohrröhre mit Außenmuffen der Firma Deseniß & Jacobi, A.-G., Hamburg. Die Preislage ist schwankend.

Tabelle I. Bohrröhre mit Muffen.

| Maße | | | | Gewichte | | Preis per Lfd. m Rohr mit Gewinden und Muffen in Mt. |
|--------------------------|-------|---------------------------------|---------------------------|----------------------------------|----------------------------------|---|
| Rohrdurchmesser in mm | | Muffen- Durchmesser in mm | Muffen- länge in mm | der Röhre per Lfd. m in kg | der Muffen per Stück in kg | |
| licht | außen | in mm außen | in mm | | | |
| 48 | 59 | 70 | 85 | 7,21 | 0,68 | 4,50 |
| 76 | 89 | 101 | 127 | 13,34 | 1,06 | 7,— |
| 108 | 121 | 136 | 184 | 18,23 | 3,08 | 12,— |
| 145 | 159 | 175 | 203 | 26,07 | 6,03 | 15,— |
| 183 | 199 | 216 | 254 | 37,45 | 11,07 | 23,— |
| 223 | 241 | 261 | 280 | 51,17 | 20 | 35,— |
| 272 | 292 | 312 | 305 | 69,03 | 24 | 41,— |
| 330 | 354 | 376 | 330 | 100,06 | 36 | 52,— |
| 396 | 420 | 442 | 400 | 120,00 | 52,05 | 72,— |
| 467 | 492 | 515 | 425 | 153,07 | 75 | 78,— |
| 545 | 574 | 600 | 450 | 210,00 | 125 | 90,— |
| 630 | 661 | 694 | 475 | 280,00 | 180 | 110,— |

Um die Gewinde der Röhre und Muffen, welche bei häufigen Transporten naturgemäß am meisten leiden, dauernd zu schützen, liefert obige Firma sogenannte Schutzringe oder Schutzkappen. Erstere werden in die Muffen, letztere über die Rohrenden geschraubt.

Der Verein der Bohringenieur- und Bohrtechniker in Wien ist seit Jahren bemüht, die verschiedenartigen Gewindesysteme der Bohrröhre durch ein einheitliches zu ersetzen. Es dürfte zweifel-

los für jeden Brunnenbauer von Nutzen sein, die von diesem Verein aufgestellten Normalien für seinen Betrieb zu verwenden. Besonders kleineren Unternehmern, denen nicht die Millionenkapitalien der Aktiengesellschaften zur Verfügung stehen, wird die Einführung dieser Normalien und deren gegenseitige Mithilfe gute Dienste leisten. Ich lasse den Wortlaut der Normalien hier folgen, wie sie 1900 zu Frankfurt a. M. beschlossen wurden. Sie schließen sich eng an bereits Bestehendes an.

Bohrrohrnormalien des Vereins der Bohrrohreingenieure und Bohrtechniker.

A. Gewindeform.

Das Gewinde ist konisch. Die Konizität beträgt 1 : 40 im Radius (1 : 20 im Durchmesser), auf je 40 mm Länge nimmt der Radius um je 1 mm, der Durchmesser des Gewindes um je 2 mm ab.

Die Gangzahl auf einen Zoll englisch beträgt bei den 10" Röhren 8, bei den 3" 11, bei allen anderen 10. Die Form ist die der normalen Whitworth-Gewinde der gleichen Gangzahl. Das Normalgewinde ist linksgängig.

B. Bohrrohrverbindung.

Als Haupt- und Grunddimension jedes Bohrrohres gilt der Durchmesser des Symmetriekreises des Rohres (Mittellkreis, Symmetrielinie). Diese Symmetrielinie der Rohrwand ist zugleich Symmetrielinie des Gewindes. Die Wandstärke des Rohres wird zur Hälfte von außen, zur Hälfte von innen an die Symmetrielinie angelegt. Verändert sich also die Wandstärke, so verändert sich damit auch der Innen- und Außendurchmesser des Rohres, die Symmetrielinie bleibt aber unverändert.

Die Gewinde- und Rohrsymmetrielinie fällt aber ferner auch zusammen mit der Symmetrielinie der Bohrrohrverbindung.

Als Normalbohrrohre gelten die direkt ineinander geschraubten, bei welchen demzufolge die Verstärkung an der Verbindungsstelle halb nach innen und halb nach außen verteilt ist.

Für Ausführung mit separaten Muffen (Muffenrohre) oder separaten Ripplern (Rippelröhren) werden die Rohrenden beiderseits mit äußeren, respektive inneren Gewinden versehen, alle sonstigen Ausführungsvorschriften bleiben unverändert.

Außerdem ist noch eine Uebergangsskala aufgestellt, welche in den mit 3, 4 und 9, 10 bezeichneten Röhren mit der Normalskala übereinstimmt, während die vier Röhre 5—8 durch drei andere Dimensionen V—VII ersetzt sind.

C. Normaldimensionen.

Es wurde nachfolgende Normalskala aufgestellt, deren Röhre, in ungefährender Uebereinstimmung mit dem Rohraußendurchmesser in Zoll, mit den Nummern 3—10 bezeichnet sind.

Tabelle II. Dimensionstabelle für Normal-Bohrrohre.

| Nummer | Normalstaka | | | | | | | | Abweichende Dimensionen der Uebergangstaka | | |
|---|-------------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|--|-------|--------|
| | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | VII | VI | V |
| Mittelfreisdurchmesser mm | 260 | 224 | 194 | 166,5 | 141,5 | 117 | 94 | 72,5 | 185,5 | 154,5 | 123 |
| Gewinde: | | | | | | | | | | | |
| Gangzahl pro 1 Zoll engl. | 8 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 11 | 10 | 10 | 10 |
| Gewindetiefe in mm | 2 | 1,6 | 1,6 | 1,6 | 1,6 | 1,6 | 1,6 | 1,4 | 1,6 | 1,6 | 1,6 |
| Anfangsaußen O K des männlichen Gewindes (an dem eingezogenen Rohrende) in mm . . . | 260 | 233,6 | 194,1 | 166,6 | 141,6 | 117,4 | 94,35 | 72,65 | 185,6 | 154,6 | 123,4 |
| Anfangsinnen O J des weiblichen Gewindes (an dem aufgemufften Rohrende) in mm . . . | 260 | 224,4 | 193,9 | 166,4 | 141,4 | 116,6 | 93,65 | 72,35 | 185,4 | 154,4 | 122,6 |
| Eingriffslänge L (in Uebereinstimmung mit vorstehend. O) in mm | 80 | 80 | 60 | 60 | 60 | 50 | 50 | 50 | 60 | 60 | 50 |
| Gewindelänge in mm | 95 | 92,5 | 70 | 70 | 70 | 60 | 60 | 60 | 70 | 70 | 60 |
| Normal-Verbindung (Abb. 12): | | | | | | | | | | | |
| Bei der (zugleich Minimal-)Normalwand a in mm . | 7 | 6 | 5 | 4,5 | 4,5 | 4 | 4 | 3,5 | 5,5 | 4,5 | 4 |
| Außen O des Rohres in mm | 267 | 230 | 199 | 171 | 146 | 121 | 98 | 76 | 191 | 159 | 127 |
| Lichtweite des Rohres in mm | 253 | 218 | 189 | 162 | 137 | 113 | 90 | 69 | 180 | 150 | 119 |
| Außen O der Verbindung in mm | 270 | 232,5 | 201 | 172,5 | 147,5 | 122,75 | 99,75 | 77,5 | 193,4 | 160,5 | 128,75 |
| Lichtweite der Verbindung in mm | 250 | 215,5 | 187 | 160,5 | 135,5 | 111,25 | 88,25 | 67,5 | 177,6 | 148,5 | 117,25 |
| Daraus ergibt sich: | | | | | | | | | | | |
| Maß der Aufweitung A, Einziehung E in mm . | 1,5 | 1,25 | 1 | 0,75 | 0,75 | 0,875 | 0,875 | 0,725 | 1,2 | 0,75 | 0,875 |
| Tragende Wandstärke δ in der Verbindg. in mm | 5 | 4,45 | 3,45 | 2,95 | 2,95 | 2,7 | 2,7 | 2,4 | 3,9 | 2,95 | 2,82 |
| Dicke der Schneide δ in mm | 3 | 2,45 | 1,95 | 1,45 | 1,45 | 1,45 | 1,45 | 1,15 | 2,4 | 1,45 | 1,45 |
| Für Muffenbohrrohre: | | | | | | | | | | | |
| Länge der Muffenrohre in mm | 190 | 185 | 140 | 140 | 140 | 120 | 120 | 120 | 140 | 140 | 140 |
| Muffen O in mm | 275 | 237 | 206 | 177 | 152 | 127 | 103 | 80 | 197 | 165 | 133 |

Anmerkung. Bei größeren Wandstärken vergrößert sich der Rohraußendurchmesser und verkleinert sich die Rohrlichtweite um das einfache Maß der

vorgenommenen Wandverstärkung, während sich Lichtweite und Außendurchmesser der Normalverbindung um das doppelte Maß derselben verkleinert resp. vergrößert, unter der gewöhnlich zutreffenden Voraussetzung, daß die tragende Wandstärke λ auf größtmöglicher Höhe bleiben soll. Bei besonders starkwandigen Rohren, und dort, wo es speziell auf Außendruck ankommt, kann mit Rücksicht auf die Intervalle und die Egalität der Rohre, Aufweitung und Einziehung auf Kosten der tragenden Wand entsprechend verringert werden.

Ausführungsvorschriften.

Bechaffenheit des Materials:

Für patentgeschweißte eiserne Rohre ist eine Zerreißfestigkeit des Materials von nicht unter 32 kg pro Quadratmillimeter festgesetzt. Die Schweißnaht muß vollständig verlässlich sein und das Rohr demgemäß dem gleichen Innendruck, welchen gleichstarke Siederohre für Dampfkessel pflichtgemäß unterworfen werden müssen (nicht unter 30 Atmosphären), standhalten. Stumpfgeschweißte Rohre sind als Bohrröhre unzulässig.

Für nahtlose Stahlrohre beträgt die zulässige Festigkeitsgrenze 50 kg pro Quadratmillimeter nach unten, 60 kg nach oben, bei 20 % resp. 15 % Dehnung (Markendistanz 200 mm).

Bechaffenheit der Rohre, Rohrdimensionen:

Die Rohre müssen frei von Rissen, Blasen und anhaftenden Schlacken sein. Sie müssen vollständig gerade ausgerichtet und möglichst gleichmäßig in der Wandstärke sein. Die mittlere Wandstärke darf bis zu 10 %, im Maximum aber 0,5 mm größer, nicht aber kleiner sein, als das vorgeschriebene Maß. An verschiedenen Stellen des Rohrumfanges dürfen die Wandstärken um nicht mehr als 5 % kleiner und auch nicht mehr als 15 % größer sein, als die vorgeschriebene Wandstärke, und es sind diese Maße als Toleranzgrenze anzusehen.

Die Rohre müssen möglichst kreisrund sein. Die Außen- und Innendurchmesser, an verschiedenen Stellen gemessen, dürfen im Maximum eine einprozentige Abweichung vom vorgeschriebenen resp. sich ergebenden Maße aufweisen.

Rohrverbindungen:

An den Verbindungsstellen sind die Rohrenden im warmen Zustande in genau kreisrunde Form und exakt auf die vorgeschriebenen Durchmesser zu bringen. Zur Kontrolle derselben, ebenso der anzufertigenden Rohrmuffen oder Nippels sind genau abgedrehte Stahlkaliber von wenigstens der Länge des zu kontrollierenden Rohrdurchmessers zu verwenden, und zwar je zwei Kaliber, ein Maximum- und ein Minimumkaliber. Der Durchmesser dieser ist um $\frac{1}{2}$ % größer resp. kleiner, als das aus der Konstruktion sich ergebende Außenmaß resp. Lichtmaß der Rohrverbindung, mit der

Beschränkung, daß diese Toleranz nicht unter das Maß eines halben Millimeters sinkt. Die Kontrolle erfolgt in der Art, daß jede Bohrerohrverbindung, folglich die ganze Rohrtour, durch das betreffende Maximumkaliber hindurchgehen muß, das zugehörige Minimumkaliber jedoch nicht darüber geschoben werden kann. Ebenso muß das Minimumkaliber für die lichte Weite der Rohrverbindung glatt durch dieselbe (folglich auch durch das ganze Bohrohr) passieren, während das betreffende Maximumkaliber nicht durch die Verbindungsverengung durchsteckbar sein darf. Die Ausmuffung, ganz besonders aber die Einziehung, hat ganz schlank, ohne jeden Ansaß zu erfolgen. Die nach innen vorstehenden Rohrkanten sind außerdem schräg nach einwärts zu brechen.

Gewinde (sämtlich linksgängig):

Die Gewinde sind genau zentrisch zu schneiden, so daß die Gewindeachse mit der Rohrachse zusammenfällt und sich beim Zusammenschrauben ein ganz gerader Rohrstrang ergibt.

Das Profil des Gewindes ist identisch mit jenem des gleichgängigen Whitworth-Gewindes, welches genau nach Kaliber im vorgeschriebenen Konus von 1:40 zu schneiden ist. Auf je 40 mm Länge verringert sich also der Radius um 1 mm. Der vorgeschriebene Grund- resp. Anfangsdurchmesser des Gewindes ist genau einzuhalten.

Die Gewinde dürfen weder zu tief, noch zu leicht geschnitten sein. Es ist zu beachten, daß bei den kleineren Rohren Nr. 5, 4, 3 und V die Gewinde schon innerhalb des Eingriffes (auf je 12 mm Länge) auszulaufen beginnen, um die tragende Wandstärke zu vergrößern. Die richtige Länge des Eingriffes ist durch Aufschrauben des Kalibers zu kontrollieren. Hierbei ist eine Toleranz von nicht über 10 % der vorgeschriebenen Eingriffslänge zulässig. Die Kontrolle geschieht derart, daß das Kaliber mit der Hand sich bis auf 1—2 Ganghöhen auf die vorgeschriebene Länge aufschrauben lassen muß. Die letzten 1—2 Gänge sind mit Hebel ohne Anwendung übermäßiger Kraft zusammenzuschrauben.

Embllage:

Für den Versand müssen die Rohrgewinde durch zweckmäßig konstruierte Schutzmuffen vor jeder Beschädigung geschützt sein.

In den Abbildungen 10 und 11 sind die Rohre 3—5 der Normalskala wiedergegeben, woraus zu ersehen ist, in welcher Weise die Rohre ineinanderpaffen. Rechts sind minimalwandige Rohre dargestellt, links Rohre mit größerer Wandstärke. Die drei Rohre der Uebergangskala sollen eventuell die Rohre 5—8 ersetzen. In

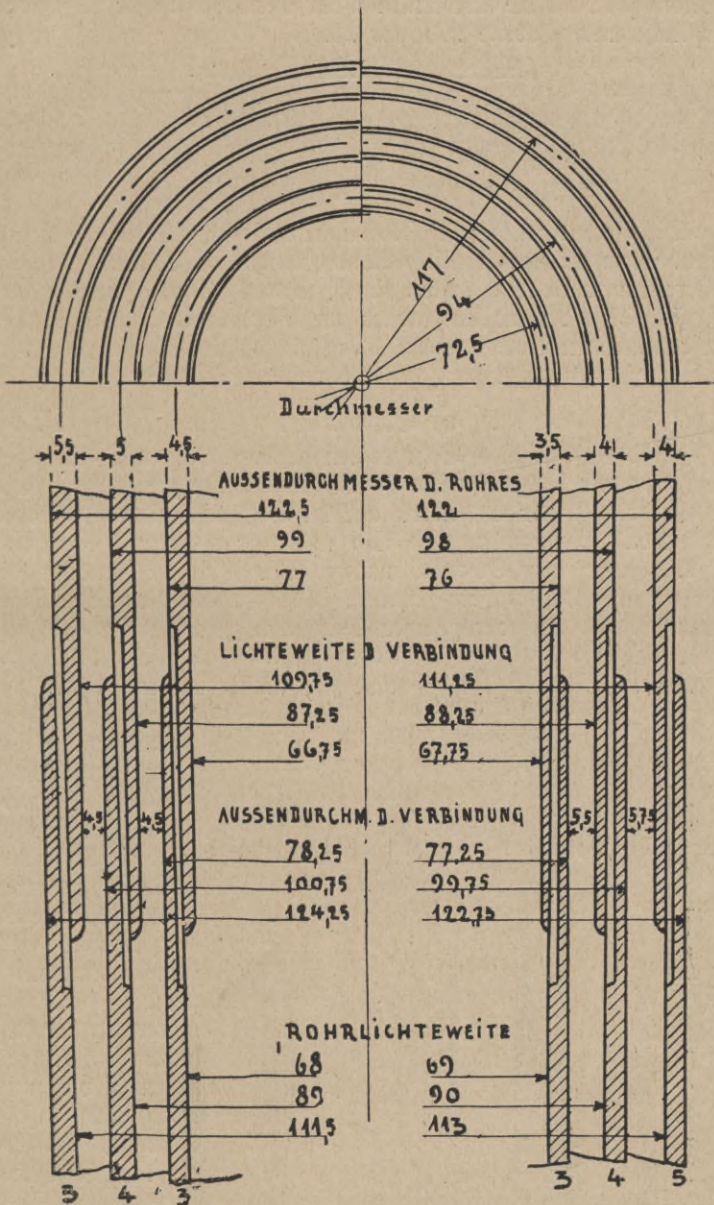


Abbildung 10 u. 11. Normal-Bohrrohre.

Abbildung 12 ist die Konstruktion des Gewindes näher angegeben. Vergleiche auch Tabelle II Seite 26.

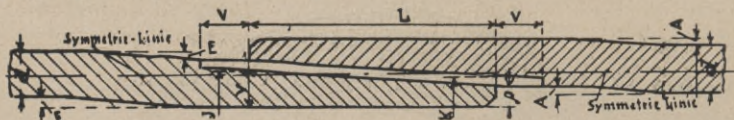


Abbildung 12. Konstruktion des Normal-Bohrgewindes.

Die Verteilung der Verstärkungen halb nach innen, halb nach außen, sowie die stark konische Rohrverbindung überhaupt, sind für Bohrröhrnormalien die beste Lösung, und es ist nur zu wünschen, daß sich diese Normalien immer mehr einbürgern. Sie werden von bedeutenden Unternehmern Deutschlands und Oesterreichs verwendet und von allen deutschen Röhrenwerken geliefert.

b) Bohrgeräte.

Zu den wichtigsten Bohrgeräten gehören Bohrer und Meißel. Sie sollen dem Rohre gewissermaßen den Weg bahnen. Man kann das Vordringen der Bohrwerkzeuge im Bohrloch mit dem Graben vergleichen. Dementsprechend sind auch für weichere Bodenarten die Werkzeuge der Schapelle nachgebildet. Da ist zunächst die Schapelle, auch Löffelbohrer genannt. Das Bohren hiermit geschieht immer drehend nach der gleichen Seite und zwar mit soviel Spielraum, daß die Schapelle noch eben zu bewegen und zugleich zu senken ist. Schmierige Erde läßt sich am besten mit einem zu-

zugespitzten Löffel bearbeiten. Bei bröckligem Aushub muß der Schneidrand umgebogen sein. Je besser das Ausgestochene backt, desto mehr können die Ränder sich öffnen. Man unterscheidet darum offene Schapelle, Abbildung 13, für zähen Ton und Mergel, halboffene Schapelle, Abbildung 14, geschlossene Schapelle, Abbildung 15, und spitze Schapelle, Abbildung 16.

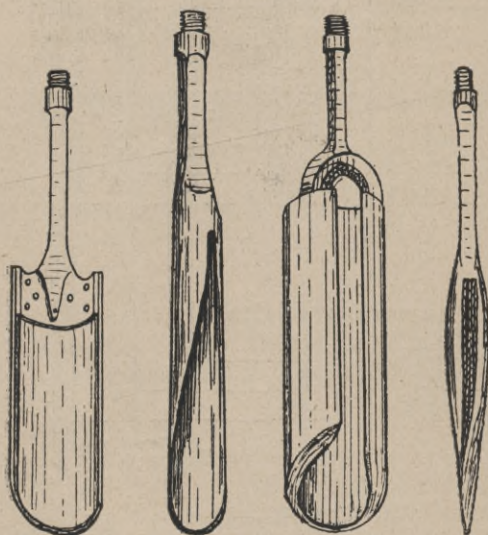


Abbildung 13. Offene Schapelle. Abbildung 14. Halb-offene Schapelle. Abbildung 15. Geschlossene Schapelle. Abbildung 16. Spitze Schapelle.

Zum Auslockern und Hochnehmen besonders dichter, undurchdringlicher Tone dient vorzugsweise der in Abbildung 17 dargestellte Spiral- oder Schneckenbohrer, auch Triumphbohrer genannt. Er bildet eine wertvolle Kombination eines Spiralbohrers mit einem Kastenbohrer, der in Ton oder Lehm in 3 Stunden ein Loch von 10 m Tiefe und ca. 10 cm Durchmesser schafft.

Von H. Meyer in Hannover wird der in Abbildung 18 dargestellte Universalbohrer in den Handel gebracht. Es ist dies ebenfalls ein zylinderförmiger Bohrer mit seitlich zuschiebbarem Schlitze und mit einer an- und abschraubbaren Ventilklappe versehen. Die Verbesserung besteht nach Angabe des Herstellers darin, daß man in trockenem Gelände, also in Ton, Kies usw., ohne verschlossenen Schlitze und Ventilklappe bohrt; in schwimmendem Gelände wird der Schlitze mittels des Schiebers S zugezogen und die Ventilklappe angeschraubt, und füllt sich der Zylinder in diesem Zustande durch einfaches Drehen. Beim Hochziehen fällt die Klappe zu und wird das erbohrte Gut sicher an die Oberfläche befördert.



Abbildung 17.
Spiralbohrer von
H. Meyer
in Hannover.

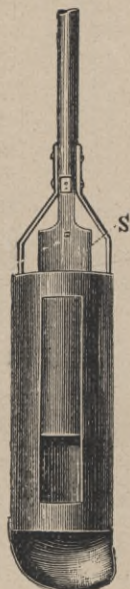


Abbildung 18.
Universalbohrer
von H. Meyer
in Hannover.

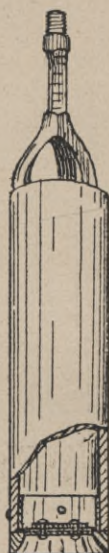


Abbildung 19.
Bohrer mit
Klappenventil.

In der Regel ist in schwimmendem Gebirge, wo das Bohrgut in der Schuppe nicht mehr hält, statt des einfachen Drehbohrrens das Stauchbohren anzuwenden. Das untere Ende des Bohrzylinders ist hierbei mit einem Klappenventil, Abbildung 19, oder mit einem Kugelventil, Abbildung 20, zu versehen. Der Bohrer selbst dringt dann nicht mehr schraubend, sondern stoßweise in den Boden ein und muß zu diesem Zweck abwechselnd gehoben und gesenkt werden. Es kann auch vorkommen, daß nicht backender, loser, reiner Sand kein Wasser führt. In diesem Falle muß dem Bohrer von oben Wasser zugeleitet werden, weil sonst das Arbeiten wenig Erfolg hat; es ist also eine Art Spülbohrung nötig.

Bei gleichmäßigem Bodenmaterial besitzt das Kugelventil aus Gummi mit Bleibern gewisse Vorzüge vor dem Klappenventil, während bei ungleichartiger Größe letzteres brauchbarer ist. Die Länge der Bohrer schwankt zwischen 1—1,5 m. Engere Röhre lassen sich im allgemeinen höher hinauf anfüllen als weitere. Es ist Sache der Übung, das in den Bohrer eingedrungene Bodenmaterial in einem gewissen Zeitpunkt zu entleeren.

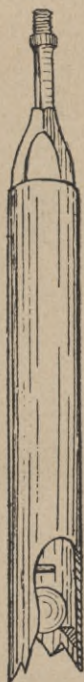


Abbildung 20.
Bohrer
mit Kugelventil.

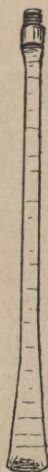


Abbildung 21.
Aufräumer.



Abbildung 22.
Spitzer Meißel mit
Spülschutz.

Wird das weitere Vordringen des Erdbohrers durch große Steine oder gewachsenen Fels erschwert, so tritt der Meißel an seine Stelle. Wie bei der Schappe, so finden wir auch bei den Meißeln die verschiedenartigsten Formen. Zum Zerteilen von ganz weichem Gut dient der langgestielte Aufräumer, Abbildung 21. In Abbildung 22 ist ein spitzer Meißel dargestellt.

Neben der bekannten Form des Flachmeißels finden ferner Verwendung Meißel mit schiefer und stumpfer Schneide, sowie Kreuz- und Schlagmeißel. Sie sind selbst noch in hartem, trockenem Ton und Sandstein gut

verwendbar. Der normale Meißel kommt in hartem Gestein stets auf ein hohes, steifes Blatt mit nahezu rechteckig abgestumpfter Schneidkante. Die Höhe ist von Vorteil bei großer Abnutzung und häufigem Schärfen. Um der recht unliebsamen Verschmälerung an der Seite, welche zugleich eine Verengerung des Bohrlochs herbeiführt, zu begegnen, pflegt man die Schulter T- oder Z-förmig zu verstärken. Erfolgreiche Meißelarbeit ist nur bei vorzüglichem Material und richtiger Härting zu erwarten. Wenn trotzdem die Schneiden mitunter nicht lange halten, so ist das bei der Beschaffenheit mancher Gesteine durchaus nicht verwunderlich. Die Befestigung des Meißels mit seinem Gestänge geschieht durch Verschrauben oder mittels Keil und Splint. Erstere Befestigung kommt nur bei vorübergehendem Gebrauch zur Anwendung. Die Einrichtung zum Freifallbohren besteht aus Meißel, Schwerstange, Abfallstück und Nachlaßschraube mit Drehbolzen zum Auslösen des Fallstückes. Schwerstange und Meißel sind fest miteinander verbunden und wirken beim Fall durch ihre Schwere. Der obere

Teil der Schwerstange greift mit seiner Nase auf einen Sitz des Abfallstückes. Durch einen kurzen drehenden Ruck über Tage wird die Nase von ihrem Sitz gehoben und gleitet in einem Schlitz abwärts, wobei der Meißel zur Wirkung kommt. Beim Nachschieben des Gestänges schnappt die Nase wieder ein, der Meißel wird wieder gehoben und dasselbe Spiel beginnt von neuem. In neuerer Zeit verbindet man den Meißel wieder fest mit dem Gestänge und gibt sehr raschen, außerordentlich kleinen Stößen den Vorzug.

Erwähnung verdient hier der federnde zweiteilige Bohrschwengel (Schlag- oder Wippbaum) von Kleiner in Kassel. Abbildung 31 zeigt ihn in Tätigkeit. Seine Vorzüge sind: wesentlich einfachere Handhabung, elastischer Hub, freier Fall, regulierbar bis zu 75 cm Höhe. Er spart Arbeitskraft und Geld und schont Geräte und Werkzeuge.

Zuweilen erweist sich auch der Kronen- oder Kernbohrer, Abbildung 23 und 24, der von Hand oder besser maschinell angetrieben wird, wirksam. Wie schon der Name sagt, fräht er sich durch das Gestein hindurch und hinterläßt einen Steinkern, der mit entfernt wird. Am ausgiebigsten wirkt der Fräser mit Diamantbesatz.

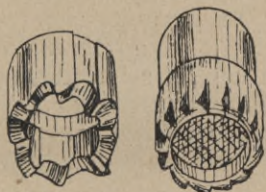


Abbildung 23 u. 24.
Kronen- oder Kernbohrer.

Das von einem richtig gebrauchten Meißel erzeugte Bohrmehl muß, soll es die Weiterarbeit nicht behindern, von Zeit zu Zeit entfernt werden. Am wirk-

samsten hat sich hierzu das Spülverfahren erwiesen. Durch einen kräftigen Wasserstrom läßt sich selbst noch ganz grobes Gut nach oben schaffen. Wenn der Wasserstrom selbst nicht aus der Tiefe sprudelt, so muß er künstlich eingeleitet werden; das geschieht durch Anschluß einer Hydrantenleitung oder Druckwasserpumpe, wodurch man das Wasser zwingt, bei genügender Geschwindigkeit das in der Tiefe abgebrochene Gut heraufzubefördern. In der Regel wird der Spülstrom durch ein besonderes Spülrohr nach unten geführt. Bei großen Bohrröhren wird es oft erforderlich, die Stromrichtung zu vertauschen, d. h. das Bohrrohr für den absteigenden und das innere oder Spülrohr für den aufsteigenden Strahl zu benutzen. Für die Umkehr wird dann statt des einfachen Ausgusses ein sogenannter Preßkopf benutzt, dem seitlich das Wasser zur Sohle zugeleitet wird, um in der Mitte wieder auszutreten. Der Spülkopf muß sich in der Aufhängung leicht drehen lassen. Der in Abbildung 22 dargestellte Meißel läßt den Spülkanal erkennen, durch den das Wasser zugeleitet wird.

Die Spülmethode versagt, wo Klüfte das eingepreßte Wasser ableiten oder eine wasserhaltige Schicht es verschluckt. Ist jedoch

ein starker Wasserandrang von unten vorhanden, so kommt man wohl auch saugend zum Ziel durch Anwendung von Preßluft.

Eine besondere Art Steinbohrer stellen die Erweiterungsbohrer dar. Die bisher besprochenen Bohrer und Meißel waren nur so groß, daß sie bequem in das Rohr eingebracht werden können. Das von dem Bohrer hergestellte Loch ist demnach kleiner als der äußere Rohrdurchmesser. Durch Abnutzung des Meißels wird schließlich der Durchmesser noch mehr verringert. Bei losem Sande ist ein Tiefbringen des Rohres in das von dem Bohrer geschaffene Loch trotzdem ohne weiteres möglich, weil durch Drehen und Belasten des Rohres weichere Bodenarten weggepreßt werden. Bei festem Erdreich würde dies Verfahren jedoch ohne Erfolg sein. Ein Nachbringen des Rohres ist hier nur durch Erweiterung des Bohrloches möglich. Hierzu dienen federnde Schneiden oder Klappen, die beim Einlassen zurücktreten und unterhalb des Rohres von selbst vorspringen.

Stellen sich dem Bohrer Hindernisse entgegen (lose Ansammlung von Kollsteinen, Baumstämme, Wurzeln, Rohreinbruch), die mit den üblichen Werkzeugen nicht beseitigt werden können, so bleibt als einziger Weg die Sprengung mittels Sprengkapsel. Zur Vornahme einer Sprengung bedarf es absolut keiner weiteren Vorbereitung. Nachdem die Sprengkapsel an das betreffende Hindernis gebracht ist, wird der Sprengstoff (Dynamit) auf elektrischem Wege entzündet.

Jeder Brunnenbohrer muß wissen, daß er während der Bohrung von Unfällen nicht verschont bleibt. Fast in keinem Berufe spielt die Auswahl der Arbeitskräfte eine so große Rolle, wie gerade beim Brunnenbau. Durch gedankenloses und unvorsichtiges Arbeiten kann ein Unternehmer großen pekuniären Schaden erleiden. Erst kürzlich habe ich einen Fall erlebt, wo durch Herabfallenlassen eines Rohres in ein 115 m tiefes fertiges Bohrohr das Filter zerstört wurde und nicht mehr hoch zu bekommen war, so daß der Unternehmer sich gezwungen sah, einen neuen Brunnen zu bohren. Es würde zu weit führen, hier alle Rettungs- und Fangwerkzeuge vorzuführen, die es ermöglichen, in das Rohr gefallene Gegenstände herauszuholen oder Rohr- und Seilbrüche ohne große Mühe wieder ins Lot zu bringen. An Hand der Abbildungen 26—29 soll auf einige besonders bemerkenswerte Hilfsmittel aufmerksam gemacht werden.*)

Bei Seilbruch leistet der Kräger, Abbildung 25, oft gute Dienste, bei dessen Gebrauch versucht werden muß, das niedergefallene Ende in die Schraube zu verwickeln und festzuklemmen. In ähnlicher Weise umklammert er drehend auch andere Gegen-

*) Vergl. auch die Broschüre der Firma Defeniß & Jakobi, Hamburg: „Wasserbeschaffung durch gebohrte Brunnen“. 1903. S. 36—38.

stände, um sie an seinen oberen Windungen aufzuhängen. Als ein für viele Zwecke äußerst praktisches Gerät ist ferner der sogenannte Glückshaken, Abbildung 26, zu bezeichnen. Bei Bruch



Abbildung 25.
Kräper.



Abbildung 26.
Glückshaken.

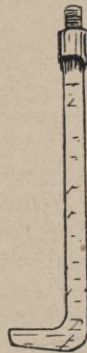


Abbildung 27.
Fingerhaken.



Abbildung 28.
Fangdorn.

eines Rohres oder Bohrers, oder wenn ein Rohr ins Bohrloch gefallen, kann das Unterbringen des Fingerhakens, Abbildung 27, versucht werden, oder es hilft das Aufschneiden eines Notgewindes von außen (Fangmuffe) bzw. von innen (Fangdorn), Abbildung 28, um das Rohr wieder heraufzuholen. Hat sich die Rohrverschraubung irgendwo gelockert, so gibt der Rohrtaster ein Mittel in die Hand,

sich über den Ort genau zu unterrichten. Er besteht aus einem Rohrstück, an das außen zwei oder drei <-förmig gebogene Federn angenietet sind. Sie verraten das Klaffen der Rohrstöße, sobald die nach auswärts stehenden Nasen einhaken.

Zur zweckmäßigen Aufhängung der ein- und auszubringenden Bohrer und Rohre, zur Befestigung der Spülköpfe usw. bedarf es auf jeden Fall eines praktischen Gestelles, dessen Wahl sich nach den hierfür aufzuwendenden Geldmitteln richtet. Abbildungen 31 und 32 zeigen hölzerne Dreibeine der Firma Kleiner, Kassel, Abbildungen 33 und 34 eiserne Dreibeine, 5 m hoch, mit gußeisernem Kopfstück der Firma Deseniß & Jakobi, Hamburg. Es sind handliche Geräte für Bohrungen und Bodenuntersuchungen bis zu 50 m Tiefe.

Für größere Leistungen wählt man am besten die stabileren vierbeinigen Bohrtürme mit mehreren Etagen. Solche Bohrtürme werden in der Regel 20 m hoch für 10—15 m lange Gestänge-

züge ausgeführt. Sie bestehen entweder aus entsprechend starken Bohlen oder aus Profileisen.

Seilscheiben oder Flaschenzüge müssen so befestigt werden, daß das eine Ende des Seiles im Innern des Bohrbocks genau über dem Bohrpunkte frei herabhängt. Das andere Ende des Seiles geht je nach Bedarf zu einer Haspel, einer Winde oder dergleichen. Als Seilmaterial ist Drahtseil besonders empfehlenswert. Bei häufigem Aufholen, besonders bei Stauchbohrern, wird eine besondere Trommel mit eigenem Schlammseil unentbehrlich.

Zum Herausziehen der im Boden sitzenden Rohre dienen besonders die Flaschenzüge, in der Ausführung der Differentialflaschenzüge. Erst wenn deren Kraft nicht ausreicht, greift man zu Daumenkräften, Hebeschrauben oder in besonderen Fällen zur hydraulischen Presse.

Mit den Seil- und Rohrklemmen will ich die Reihe der Bohrgeräte schließen. Das Hohlgewinde des Bohrwirbels W, Abbildung 29, entspricht dem Zapfen des Gestänges. Die Seilklemme wird benutzt, wenn das gewöhnliche Anschlagseil, das zum Einlassen von Rohren usw. dient, gleichzeitig als Löffelseil benutzt wird. — Die Rohrklemmen können sehr verschiedener Art sein, zu jeder Rohrweite gehört eine andere Klemme. Für geringe Durchmesser erfüllen schmiedeeiserne, halbkreisförmige Backen diesen Zweck. Für schwere Lasten bedarf es einer breiten Berührungsfläche zur Erzielung der nötigen Reibung. Sehr wichtig ist ferner die Beschaffung eines Bohrtisches.

c) Das Bohren.

Es wird selbstverständlich keinem Brunnenbauer einfallen, auf gut Glück mit der Rohrfahrt ins Unbekannte vorzustößen. Er muß sich darüber Klarheit verschaffen, um welche Bodenschichten es sich handelt, ob nur Tone, Mergel, Sand, oder Kreide und Schiefer, oder endlich Granite und andere vulkanische Gesteine zu durchdrörtern sind. An Hand seiner geologischen Karte und nach den in der Umgebung bei Bohrungen gemachten Erfahrungen muß er sich bereits vorher klar werden, auf welche Tiefe die Bohrung eingerichtet werden muß. Denn danach richtet sich die Weite des zuerst einzusetzenden Rohres. Es empfiehlt sich nicht, mit

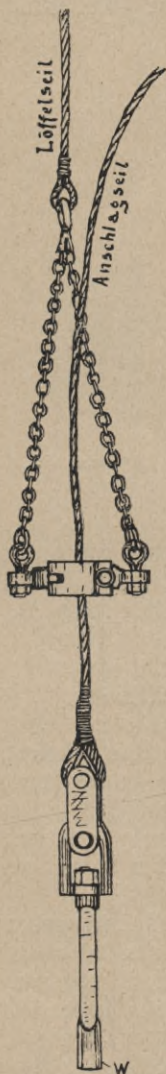


Abbildung 29.
Seilklemme.

der Länge eines im Erdreich bzw. Gebirge steckenden Rohrstranges über 80 bis 100 m zu gehen. Ist also erst bei 300 m Tiefe brauchbares Wasser zu finden, so müssen mindestens 3—4 Rohrtouren eingesetzt werden. Es entsteht auf diese Weise die sogenannte teleskopische Verrohrung, Abbildung 30. Sie entspricht dem Ausziehen eines Fernrohres, wenn man sich dessen verschiebbare Tubusstücke bis zum Okular rückwärts verlängert denkt. Dabei muß eine stetige Verkleinerung der lichten Weite mit in den Kauf genommen werden. Die Mantelrohre werden also um so größer, je tiefer die Bohrung geht. Entbehrlich gewordene Rohrtouren sind nach Einsetzen des Filters wieder herauszuziehen.

Nachdem wir uns über die anzuwendenden Bohrgeräte und über die Vorbereitungen zur Bohrung einen Ueberblick verschafft haben, dürfte es am Platze sein, den Hergang der Bohrung selbst kurz zu besprechen. Der Beginn der Bohrung pflegt in der Weise zu geschehen, daß mit der Schaufel ein etwa 1 m tiefes Loch vorgearbeitet und das erste Rohr ausgerichtet wird. Dann tritt die Schappe in Tätigkeit. Hand in Hand mit der Arbeit der Schappe und später des Stauchbohrers und des Meißels geht unter Drehen und Würgen bzw. Belasten das Niederbringen des Rohres. Der obere Stoß wird durch Aufpassen neuer Rohrenden verlängert bzw. neue Rohrtouren eingesetzt, bis Wasser von genügender Menge und Reinheit gefunden ist.

Die Abbildungen 31—34 geben ein sehr anschauliches Bild von dem Hergang der verschiedenen Bohrungen. Abbildung 31 stellt, wie bereits Seite 33 erwähnt wurde, den federnden Bohrfnecht „Herkules“, Abbildung 32 das fahrbare Bohrgerüst von Kleiner in Kassel dar. Letztere Abbildung zeigt die Spülbohrung in Tätigkeit. Die beiden Männer an der Pumpe drücken das Wasser durch einen Schlauch in den am

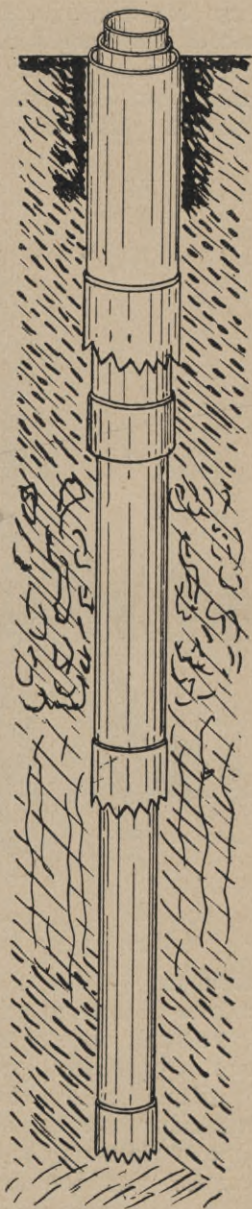


Abbildung 30.
Teleskopische Verrohrung.

oberen Ende des Gestänges sitzenden Spülkopf K; von hier fließt das Wasser nach dem Meißel und tritt mit dem Bohrgut beladen am Ausguß A wieder aus. Die Vorzüge dieses Bohrgerüsts sind: leichter Transport, kein Auf- und Abladen, Belasten oder Verankern der Winde nötig. Schnelles Auf- und Abrißten. Abbildung 33 zeigt das Eindrehen der Bohrröhre,

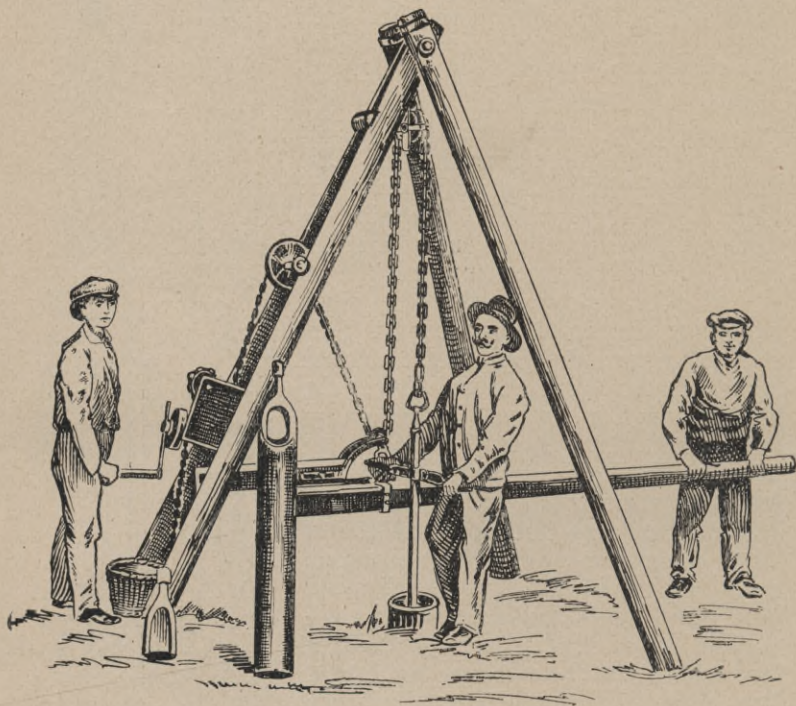


Abbildung 31.
Federnder Bohr-Schlagbaum „Hercules“ in Tätigkeit.

Abbildung 34 das Ramm- und Schlagbohren. Letztere Bohrmethode ist dadurch gekennzeichnet, daß das fertige Rohr mit dem Filter direkt ohne Vermittlung des Bohrers in die Erde getrieben wird. Zu diesem Zweck wird eine Schlagstange in das Rohr eingeführt, welche die massive Filterspitze trifft und deren Ausweichen wie ein Verbiegen des Rohres verhindert. Bei geeigneten Bodenverhältnissen lassen sich diese Brunnen (Abessinierbrunnen) rasch herstellen und sind sofort gebrauchsfertig. Sie sind jedoch auf geringe Tiefen (20—30 m) und kleine Rohrdurchmesser beschränkt. Selbstverständlich lassen sich diese Brunnen nicht in felsigem Terrain errichten. Da sich in tonigem und schlammigem

Boden das Filter verschmiert, so kommt man oft bei richtigem Bohren ebenso schnell zum Ziel.

Sehr oft entstehen für die Bewohner in der Nähe größerer Städte in der Wasserbeschaffung dadurch Kalamitäten, daß der Wasserspiegel in weitem Umkreise durch größere Bohrungen abgesenkt wird. Auch durch Herstellung künstlicher Wasserstraßen



Abbildung 32.
Spülbohrung in Betrieb.

kann der Wasserspiegel abgesenkt werden, die Brunnen versagen dann plötzlich ihren Dienst. Der Uebelstand würde sich weit weniger geltend machen, wenn nicht in der Regel bei Bohrungen der Fehler gemacht würde — meist auf Drängen des Besitzers —, den Brunnen nur bis zu der Tiefe zu führen, wo der erste Tropfen brauchbares Wasser angetroffen wird. In den meisten Fällen erhalten die Brunnen durch Tiefbohren ihre alte Er giebigkeit wieder, oft auch besseres Wasser als vordem.

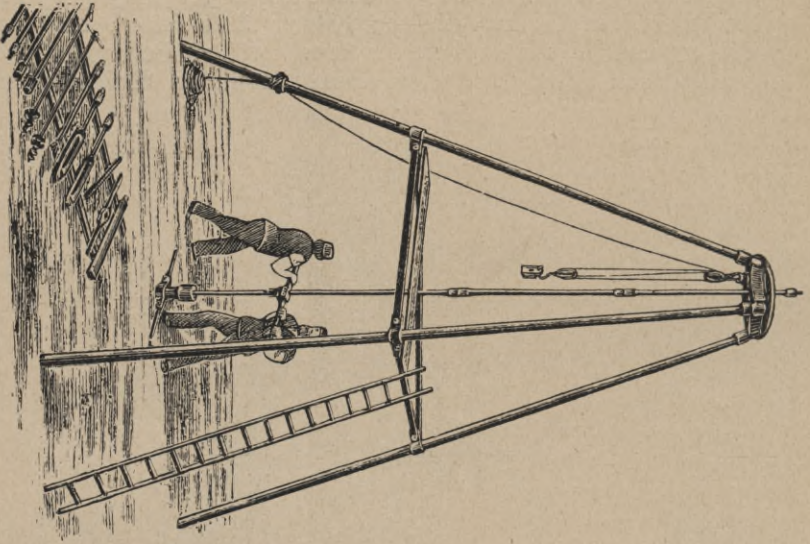


Abbildung 33.
Kuhren in weitem Seeh.

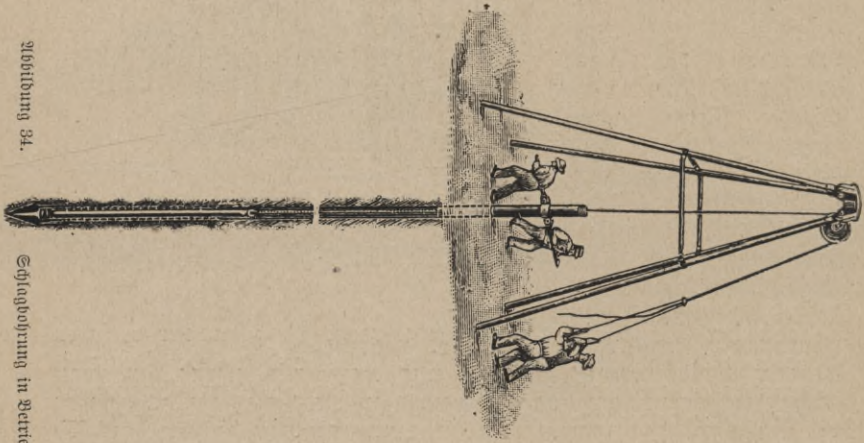


Abbildung 34.

Schlagbohrung in Betrieb.

d) Das Filter.

Mit der Herstellung des Bohrloches ist nun freilich noch kein Brunnen geschaffen. Es ist noch erforderlich, in die wasserführende Schicht ein Filter einzusetzen, dessen Zweck es ist, Sand und Steine zurückzuhalten und nur dem Wasser ungehinderten Durchtritt zu gewähren.

Das Filter ist eines der wichtigsten Bestandteile der ganzen Anlage, und schon aus diesem Grunde ist ihm größte Aufmerksamkeit zu schenken. Es soll vor allen Dingen dauerhaft und von guter Wirkung sein. Abbildung 35 veranschaulicht ein der Firma Deseniß & Jakobi, Hamburg, patentiertes Filter aus Metalltuch. Es besteht aus einem System von Stangen und Ringen aus Bronze, Messing oder Kupfer (vergleiche den unteren Teil a), darüber ist (im mittleren Teil b) ein großmaschiges, starkes Gewebe gespannt, das lediglich dem im oberen Drittel sichtbaren feinen eigentlichen Filtergewebe als Auflager dient. Die drei Absätze bedeuten natürlich nur die Stufen der Herstellung. Nach dem Einhängen des Filters ist das umhüllende Futterrohr zurückzuziehen, Abbildung 36, worauf sich der Boden anlegt und das Filter in Tätigkeit tritt.

Bei schlechten Bodenverhältnissen empfiehlt es sich, eine künstliche Filterschicht aus Kies



Abbildung 35.
Patent-Griffesfilter
der Firma
Deseniß & Jakobi,
Hamburg.



Abbildung 36.
Brunnen nach Entfernung
der Mantelrohre mit
eingezogenem Filter.

und Sand von ausgewählter Korngröße zwischen Filter und Erde zu bringen. Die Riesenschüttung bedingt, um wirksam zu sein, selbstverständlich eine größere Anfangsweite der Bohrung, so daß zwischen Filter und dem umgebenden Erdreich mindestens eine 10 cm starke Rieseschicht liegt. Dafür wird der Zustrom besser geleitet und von den fremden Substanzen organischer Natur schrittweise befreit.

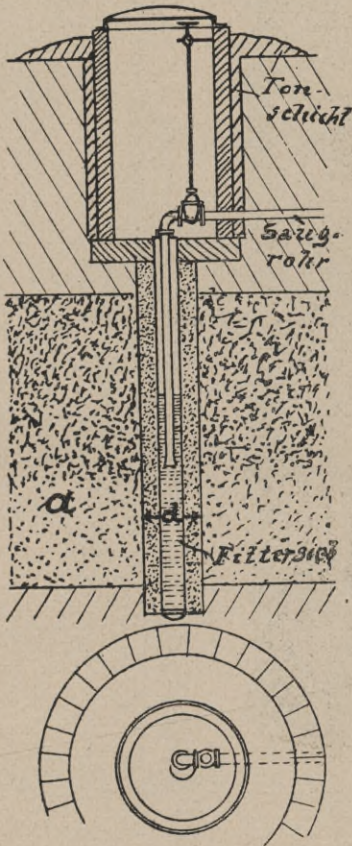


Abbildung 37 u. 38.
Rohrbrunnen mit Riesefilter.

Abbildungen 37—38 zeigen einen Rohrbrunnen mit Riesefilter und gemauertem Schacht. Die wasserführende Schicht a besteht aus einem Sande, der für die Filtration des Wassers nicht genügt. Es wird deshalb ein Bohrrohr vom Durchmesser d durch die wasserführende Schicht hindurchgebohrt. Nach Fertigstellung und Einsetzen des Filtersiebes erfolgt die Einfüllung von Kies und das Herausziehen des Bohrrohres, jedoch nur immer stufenweise, damit die Reibung zwischen Rohr und Rieseschicht nicht zu groß wird. Besteht die wasserführende Schicht aus einem Gemisch von schärferem und feinerem Sande, so braucht die Bohrung nur mit dem Durchmesser des Filtersiebes ausgeführt zu werden. Das Riesefilter bildet sich dann dadurch, daß in der Nähe des Siebes der feine Sand durch das Sieb fällt und der gröbere Sand außen zurückbleibt. Durch beschleunigtes Abpumpen wird der feine Sand aus dem Filtersiebe entfernt. Der Schacht bietet den Vorteil, daß man das Filtersieb gut

befichtigen und an den Schieber gelangen kann. Ein Deckel schließt den Schacht staubsicher ab. Die Zwischenschicht aus Ton wird oben gut abgebösch, damit das Regenwasser nach allen Seiten gut Abfluß hat.

Auch bei den besten Filtern kommt es vor, daß sie sich nach einiger Zeit verstopfen und ihre Leistungsfähigkeit einbüßen, besonders dann, wenn das Filter überanstrengt wird. Rührt der

Mangel an Durchlässigkeit von einem Ueberzug, einer Kruste oder Ansatz im Innern her, so hilft vorsichtiges Bürsten. Ist genügt ein tüchtiger Spülstrom, der, auf die Sohle gerichtet, die meist aus Eisenoxyd mit organischen Resten und Kalksalzen bestehenden Krusten loszubrechen und mit hochzunehmen vermag. Auch das Spritzrohr mit zeitlichen engen Löchern wirkt recht energisch.

Nachdem das Filter eingesetzt und alle Rohre bis auf das eigentliche Brunnenrohr entfernt und dieses soweit gehoben ist, daß das Wasser zum Filter allseitig freien Zutritt hat, Abbildung 36, ist der Brunnen zum Gebrauch bzw. zum Einbau der Pumpe fertig.

5. Wasserreinigung und Filtration.

Wasser enthält fast stets gewisse Beimengungen, ausgenommen destilliertes Wasser. Sie sind mitunter ganz unschuldiger Natur, was man beispielsweise von Eisen- und Salzbeimengungen sagen kann. In der Nähe der See enthält das Wasserleitungswasser immer etwas Kochsalz, ohne daß dies den Genuß irgendwie beeinträchtigt. Erst 600 mg Kochsalz in 1 Liter Wasser erzeugen einen Salzgeschmack.

An Trink- und Brauchwasser werden vom Standpunkt der Hygiene sowie seitens der Industrie verschiedene Anforderungen gestellt. Für Trinkzwecke soll das Wasser klar, farblos und frei von jedem fremdartigen Geschmack sein. Dies setzt voraus, daß es eine bestimmte Temperatur (+ 6 Grad bis + 15 Grad) besitzt. Organische und anorganische Substanzen sind im Wasser nicht immer durch Aussehen und Geschmack festzustellen. Es bleibt der chemischen Untersuchung vorbehalten, darüber genau Auskunft zu geben.

Je nach den Beimengungen haben sich bestimmte Reinigungsverfahren herausgebildet. Sie sollen im folgenden der Reihe nach besprochen werden.

a) Reinigung des Flußwassers.

Wird das Wasser Flüssen oder Seen entnommen, so erfolgt die Reinigung durch Sandfiltration. Ist das Wasser stark unreinigt, so empfiehlt sich bei kleineren Wasserversorgungsanlagen vorherige Ablagerung der Schwebstoffe in Klärbehältern, um die rasche Verschmutzung der Filter zu verhindern. Die Größe der Klärbehälter ist so zu bemessen, daß die Durchlaufdauer des Wassers ca. 24 Stunden beträgt (kontinuierliches System). Hierbei fließt das Wasser mit ganz geringer Geschwindigkeit (1—3 mm pro Sekunde) durch den Behälter.

Beispiel: Der Durchmesser eines runden Klärbeckens berechnet sich nach der Gleichung

$$D = \sqrt{\frac{Q}{v^2 \cdot 0,785}}$$

Hierin bezeichnet Q die durchfließende Wassermenge in cbm pro Sekunde, v die maximale Geschwindigkeit in m. Für eine Durchflußmenge von 15 Sekundenliter und $v = 0,001$ m ist der Durchmesser:

$$D = \sqrt{\frac{0,015}{0,001^2 \cdot 0,785}} = \approx 4,65 \text{ m.}$$

Soll das Wasser zur Ablagerung 24 Stunden Zeit haben, so muß der Behälter 7,6 m tief sein. Die Beckentiefe verringert sich bei kürzerer Durchflußdauer entsprechend. Abbildung 39 zeigt einen derartigen Klärbehälter.

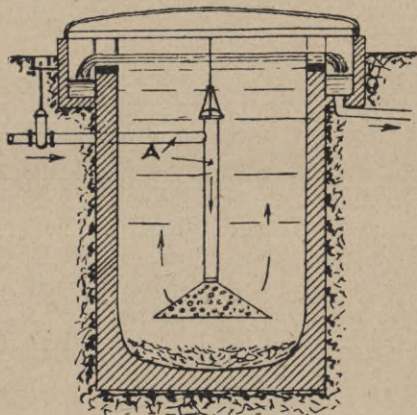


Abbildung 39.
Klärbehälter für Flußwasser.

Das Wasser gelangt durch das Rohr A in einen trichterförmigen Verteiler mit siebartig gelochtem Boden. Er kann der leichteren Herstellung wegen aus mehreren Teilen zusammengesetzt sein. Die groben Fremdstoffe lagern sich am Boden ab, während das Wasser oben durch einen ringförmigen Überfall in den Filterkanal gelangt. Zuleitungs- und Entleerungsröhre sind je mit einem Abperrschieber versehen. Zum Besteigen des Beckens ist eine eiserne

Leiter anzubringen oder besser Steigeisen einzumauern. Oben ist der Behälter abzudecken.

Aus dem Klärbehälter gelangt das Wasser in die eigentlichen Filter, um die feinen Sinkstoffe und organischen Substanzen, die eine Trübung des Wassers hervorrufen, zu beseitigen, und um die Zahl der Mikroben (Bakterien) möglichst zu entfernen. Die Größe der Sandfilter ist sehr verschieden, normale Größe etwa 2000 qm. Sie erhalten Zuflußrohr, Sammelkanal mit daran anschließendem Reinwasserrohr, Ueberlaufrohr, Grundentleerung und Entleerung für Rohwasser.

Der Aufbau des Filtermaterials erfolgt nach bestimmten Grundsätzen. Die fertige Einrichtung soll mit Hilfe der Bakterien,

die die Oberfläche des Sandes mit einer schleimigen Schicht (der eigentlichen Filterschicht) überziehen, wirken. Unvergärbare Stoffe lassen sich also nicht mit Hilfe der Sandfilter ausfällen. Die Reihenfolge des Filtermaterials und die Dicke der Schichten ist folgender Tabelle zu entnehmen.

Tabelle III. Mittlere Größe des Filtermaterials.

| Bezeichnung der Schichten von oben nach unten | Dicke der Schichten in m |
|---|-----------------------------|
| Ueber dem Sande stehende Wasserschicht . . . | ca. 1,25 |
| Sandschicht | 0,60 |
| Erbsenfies | 0,10 |
| Bohnenfies | 0,10 |
| Walnuskies | 0,15 |
| Steine | 0,25 |

Die Korngröße ist von oben nach unten so zu steigern, daß der Sand nicht in die tieferen Schichten eindringen kann. Das gesamte Filtermaterial muß vor dem Einbringen sorgfältig gewaschen werden und frei von Lehm und Pflanzenresten sein. Da die mit den kleinsten Sinkstoffen bedeckte Schicht ständig zunimmt, so muß der Druck der Wassersäule über dem Filter allmählich erhöht werden, um andauernd gleiche Mengen filtrierten Wassers zu erhalten. Schließlich wird die Haut aber zu schwer durchlässig und muß dann mit der obersten Lage des Sandes entfernt werden, damit sich eine neue Filterschicht bildet. Von der untersten Steinschicht gelangt das Filtrat in den Sammelkanal und von hier in das Hauptrohr.

Nach den Bestimmungen des Reichsgesundheitsamts soll die normale Filtergeschwindigkeit 1 cbm pro Quadratmeter und Stunde, = etwa 25 mm auf 100 Teile eines Tages, betragen. Im übrigen verweise ich auf die zwischen dem Reichsgesundheitsamt und einer Kommission von Filtertechnikern aufgestellten Grundsätze für die Reinigung von Oberflächenwasser durch Sandfiltration. Sie sind abgedruckt in G. F. Schaars Kalender für das Gas- und Wasserfach.

Bei jeder Filteranlage müssen Sicherheitsvorkehrungen in Reserve vorhanden sein, damit unvorhergesehene Zwischenfälle, Reinigung usw., den Betrieb nicht ungehörig belasten oder gar lahm legen.

Zu jeder Flußfilteranlage gehört schließlich noch eine Sandwäsche, die mittels Trommeln oder durch Körtingische Strahlwäscher betrieben wird. Letztere sind sehr rationell. Nach mehrjährigen Beobachtungen wäscht eine Trommel, von 3—4 Atmosphären Dampfkraft betrieben, bei 4—6 Umdrehungen pro Minute im Jahres-

durchschnitt 10—15 cbm Schmutzsand in einem zehnstündigen Arbeitstage. 1 cbm gewaschenen Sandes verbraucht eine Wassermenge von 10—13 cbm bei 50 mm Leitungsdurchmesser und $2\frac{1}{2}$ bis 3 Atmosphären Leitungsdruck. Der Sandverlust während der Wäscherei beträgt ca. 5—6%. Die Reinsandbestände sind also durch gewaschenen Frischsand zu ergänzen.

Bei kleinen Anlagen wäscht man den Sand in hölzernen, geneigt aufgestellten Kastenrinnen. Der Sand wird dabei dem von obenher eintretenden Wasserstrom entgegengeschaufelt; das Schmutzwasser fließt am tiefsten Ende ab.

Bemerkenswert sind auch die großen Koksfilter in Stahnsdorf, südwestlich von Teltow. Sie dienen hauptsächlich zur Befriedigung des vermehrten Wasserbedarfes im Sommer. Sie bestehen aus kreisförmig aufgeschichteten Koksziegeln, deren Aufbau bedeutend weniger Kosten verursacht als die Herrichtung der Sandfilter. Die Filter stehen über der Erde. Das Wasser tritt aus einem vierarmigen Röhrensystem oberhalb eines jeden Filters in feinen Strahlen heraus. Nach Durchfließen des Koksfilters sammelt es sich unterhalb des Filters und wird durch Kanäle abgeführt.

In Abbildungen 40 und 41 sind zwei unter dem Namen Berkefeld-Druckfilter bekanntgewordene Filterapparate dargestellt. Wie ersichtlich, werden sie direkt an die Pumpenleitung oder bei Wasserleitungen in den Druckstrang eingeschaltet. Das Filter ist ein starkwandiger Hohlzylinder, bei dem die Flüssigkeit in den Hohlraum des Zylinders nur eintreten kann, wenn sie von außen die poröse Scheidewand durchdringt, wobei alle festen Stoffe sich an der Außenfläche ablagern. Zur Herstellung der Filterkörper wird hochporöse Infusorienerde verwendet, der beim Brennen ein solcher Härtegrad erteilt wird, daß beim Abwaschen der Sinkstoffe (bei der Reinigung) eine ganz geringe Schicht abgerieben bzw. abgebürstet wird, und hiermit eine Erneuerung der Filter ohne nennenswerte Abnutzung stattfindet. Durch einstündiges Kochen kann das Filter vollständig sterilisiert werden, wobei die Zylinder mit kaltem Wasser angesetzt werden, falls sie nicht in nassem Zustande durch Dampf sterilisiert werden. Das Leitungsbzw. Brunnenwasser tritt durch einen mit Absperrhahn versehenen seitlichen Stutzen ein, während die untere Oeffnung speziell zum Durchspülen bei der Reinigung des Gehäuses gebraucht wird. S ist das Sicherheitsventil, R das Rohr für den Abfluß des filtrierten Wassers. Das Gehäuse ist aus Gußeisen, innen emailliert oder verzinkt.

Abbildung 40 stellt den Apparat mit einer Kolbenpumpe kombiniert dar. Bei gewöhnlicher Wasserfiltration gibt der Zylinder von 26 cm Länge und 25 cm Durchmesser bei $2\frac{1}{2}$ Atmosphären Druck eine Mindestleistung von 2 Liter pro Minute. Diese Leistung

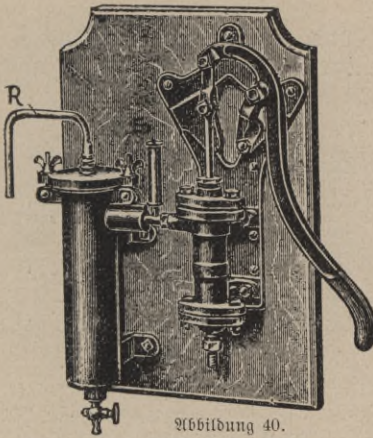


Abbildung 40.
Vertefeld-Druckfilter
mit Handkolbenpumpe auf Wandbrett montiert.

verringert sich allmählich in gleichem Maße, wie die Oberfläche des Filterzylinders mit ausfiltrierten Stoffen bedeckt wird.

Abbildung 41 zeigt einen Filtertopf für große Leistungen. Bei konstantem Betriebe ist für je 50 Liter stündlich bei mindestens 1 Atmosphäre Druck ein Filterzylinder zu rechnen. Die Töpfe sind zur Aufnahme von 21 bis 30 Zylindern vorgesehen. Letztere werden, auf einer runden Platte in gleichen Abständen

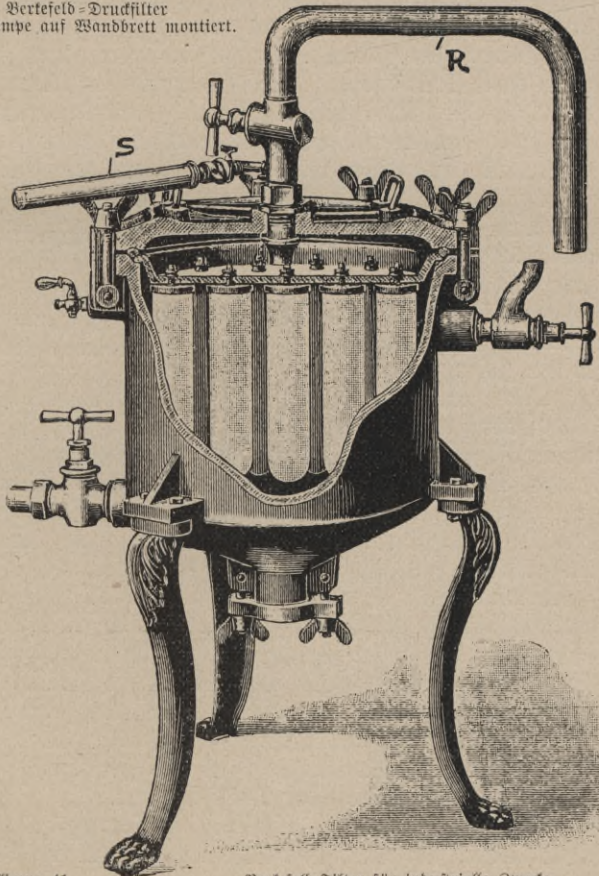


Abbildung 41.

Vertefeld-Filter für industrielle Zwecke.

verteilt, in den Topf eingehängt und mittels Handschrauben befestigt. Der Deckel wird dann mittels Flügelschrauben am Topf befestigt, wobei eine Gummischnur als Abdichtung dient.

b) Die Enteisung.

Das oben geschilderte Verfahren der Sandfiltration ist jedoch nicht ohne weiteres anwendbar, wenn es sich um eisenhaltiges Wasser (siehe Seite 12) handelt. Dieses Wasser ist, wenn es aus dem Brunnen kommt, völlig klar, es trübt sich aber beim Stehen und läßt schließlich einen ockrigen Niederschlag fallen. Man kann das Vorhandensein von Eisen im Wasser sofort daran erkennen, daß die benutzten Wassereimer oder Kochtöpfe einen gelblichbraunen Belag zeigen. Derartiges Wasser ist besonders im Flachlande sehr häufig anzutreffen. Es ist jedoch durchaus nicht ungenießbar oder gar gesundheitsgefährlich. Im allgemeinen erregt aber solches Wasser einen Widerwillen. Wie Seite 12 erläutert wurde, gelangt das Eisen durch Umwandlung von Eisenoxyd in kohlen-saures Eisen-oxydul in das Grundwasser. Durch Zutritt von Luft in Rohrleitungen, Pumpen und Behältern entweicht jedoch die Kohlen-säure wieder und das Eisen wird als Eisenoxyd ausgefällt. Dadurch wird natürlich die Qualität des Wassers verschlechtert. Ein weiterer Uebelstand bei stark eisenhaltigem Wasser ist der, daß nicht selten Rohrleitungen durch Ablagerung von Eisenschlamm verstopft werden. Es bilden sich Wucherungen einer Eisenalge, der *Crenotrix polyspora*, die in langen Fäden das Wasser durchziehen und dabei die Leitung verfilzen. Ihr Absterben gibt dann dem Wasser einen fauligen Geschmack.

Man sucht deshalb das Eisen vor dem Gebrauch des Wassers zu entfernen, und bedient sich hierzu verschiedener Verfahren. Der gebräuchlichste und natürlichste Weg zur Reinigung des Wassers, welches Eisen in Form von Drydulbicarbonat gelöst enthält, ist die Belüftung mit nachfolgender Filtration. Die hierzu erforderlichen Apparate bestehen im wesentlichen aus einem Koks- und Sandbehälter nach Abbildung 42. A ist der Koksbehälter, B und C Regenbrausen, D der Filterbehälter. Die Höhe des Koksbehälters ist von der Leistung abhängig. Der niederfallende Eisenschlamm lagert sich im Sandfilter ab. Dieser Apparat ist einfach und hat sich gut bewährt. Das Wasser ist stets frisch und klar. Eine Reinigung ist bei mäßigem Gebrauch erst nach einigen Monaten oder nach einem Jahr erforderlich. Das Wasser wird dann vollständig auslaufen gelassen und der Sand kräftig durchgewaschen, eventuell auch der Koks erneuert.

Wasserwerke bedürfen für die Enteisungsanlage besonderer Bau-sicherheiten, um die Filterfläche unterzubringen; vergleiche auch den Wasserturm mit Enteisener Seite 87.

Es ist mitunter erwünscht, die Enteisungsvorrichtung direkt mit einer Schwengelpumpe zu verbinden, analog der Seite 46 beschriebenen Verfeseldfilter für Flußwasser usw. Hier leistet die in Abbildung 43 dargestellte Hoppumpe*) der Firma Deseniß & Jakobi, Hamburg, wertvolle Dienste. Dem durch die Pumpe geförderten Brunnenwasser wird mittels Luftpumpe beim Wasserpumpen ein gleichmäßiger Strom Luft beigemischt, worauf es durch einen mit Filtersand gefüllten Zylinder strömt, in welchem sich das durch die Belüftung ausgefällte Eisen absetzt. Die Pumpe liefert also direkt und ununterbrochen ohne Reservoir und Chemikalien von Eisen befreites Wasser. Man kann auch vorhandene Schwengelpumpen mit dieser Enteisungsvorrichtung ausrüsten und so auch den kleinsten

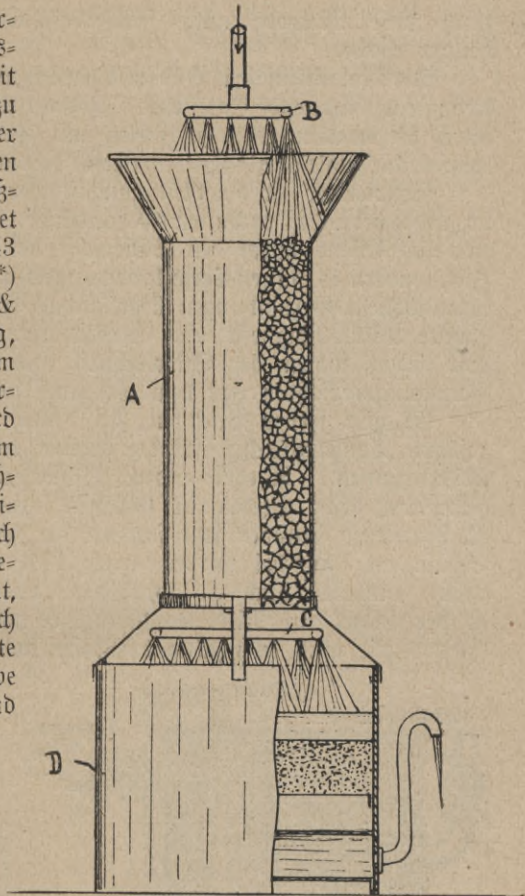


Abbildung 42.

Enteisungsapparat gewöhnlicher Bauart.

Bedürfnissen Rechnung tragen. Durch Umschaltung mittels Vierwegehahns kann das Wasser aus dem Brunnen direkt durch den Filtersand geleitet werden, um mit einigen Pumpenschlägen den im Filter etwa angesammelten Eisenschlamm daraus zu entfernen. Nach Umschaltung auf „Enteisung“ ist die Pumpe wieder gebrauchsfertig. Da die Leitung völlig geschlossen ist, kann ein Verschmutzen des einmal gereinigten Wassers nicht eintreten, so daß das gefilterte Wasser stets frisch und klar bleibt. Selbstverständlich

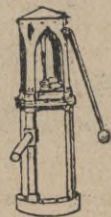


Abbildung 43.
Enteisungspumpe.

*) D. R.-P. Nr. 180 687 und 191 287.

kann diese Methode auch für Maschinenpumpen mit Vorteil benutzt werden.

Die Maschinenfabrik Büttnner baut ebenfalls direkt in den Druckstrang einzuschaltende Enteisener. Hierbei wird die Wasserreinigung durch Verwendung von harzfreien, mit Zinnoxid getränkten Holzspänen, die zugleich als Filtermaterial dienen, wesentlich beschleunigt.

Schwieriger ist die Reinigung solcher Wässer, die das Eisen organisch gebunden enthalten (Moorwässer). Hier führt eine Oxydation des Eisens durch den Sauerstoff der Luft nicht immer zum Ziel, sondern es müssen Chemikalien angewendet werden, die das Eisen in unlösliche Verbindungen überführen. Häufig finden zu diesem Zwecke Kalk, Magnesit usw. Anwendung. Im allgemeinen wird man jedoch wegen der Schwierigkeit und Unzulänglichkeit solcher Reinigungsverfahren von dem Gebrauch solcher Wässer absehen.

Es gibt ferner Brunnen, bei denen das Wasser durch mitgeführte Tonpartikelchen ständig getrübt erscheint (die sogenannten Milchbrunnen). Wieder andere Wässer aus gebohrten Brunnen bekommen beim Stehen in Gefäßen eine schmutzige Milchfarbe. Nach einigen Stunden setzt sich an der Gefäßwand eine gelbliche Schicht ab. Hierbei werden unter dem Einfluß der Luft Kalk, Lehm, vielleicht auch Eisenoryhydrat ausgeschieden. Hier leistet in der Regel ein Niederdruckgrobfilter wertvolle Dienste. Man kann damit auch lehmhaltiges Wasser aus Bohrröhren filtrieren.

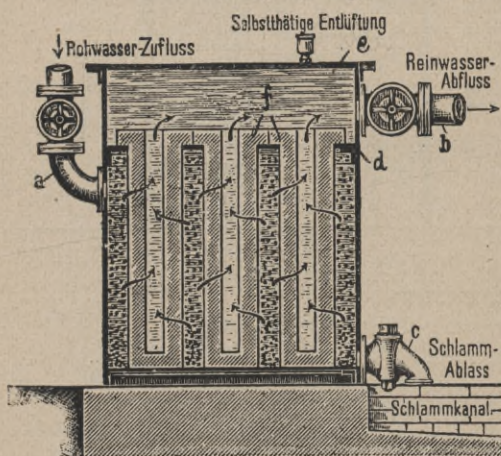


Abbildung 44.

Automatischer Druckfilter von H. Breuer & Co., Höchst a. M.

Abbildung 44 stellt einen automatischen Filterapparat der Maschinen- und Armaturenfabrik H. Breuer & Co., Höchst a. M., dar. Der Apparat kann in die Druckleitung eingeschaltet werden. Die Wirkungsweise geht ohne weiteres aus der Abbildung hervor. Das poröse Filtermaterial f ist in Form von Röhren auf eine Unterlage d aufgesetzt und kann zwecks Reinigung nach Abschrauben des Deckels c jederzeit entfernt werden.

Handelt es sich um die Reinigung geringer Mengen von Wasser, dem nur erdige Bestandteile beigemischt sind, so genügen zur Filtration einfache zylindrische oder rechteckige Gefäße. In diese setzt man, etwa 150 mm über dem Boden, ein Sieb aus

gelochtem Blech oder Drahtgeflecht. Auf diesen Siebboden bringt man in 0,5 bis 0,7 m hoher Schicht feinen Perlkies, groben Sand oder zerkleinerten Koks, worin sich die Beimengungen des Wassers ablagern. Das schmutzige Wasser fließt oben zu und wird unten geklärt entnommen. Bei der Reinigung des Filters muß das Filtermaterial durch Rührwerkzeuge umgearbeitet werden, wobei gleichzeitig von unten ein Wasser- und Luftstrom (Dampfgebläse) in das Filter geleitet wird. Dadurch wird der im Filter angesammelte Schmutz losgerissen und vom Wasser fortgespült.

c) Sterilisation mittels Ozon.

Bei den bisher beschriebenen Reinigungs- und Filtrierverfahren ist nicht darauf Rücksicht genommen, daß etwa im Wasser enthaltene Krankheitskeime usw. beseitigt werden. Dies kann zweckmäßig durch Oxidation gelöster organischer Materialien und Abtötung der im Wasser enthaltenen Bakterien mittels des Ozonverfahrens geschehen.

Zur Reinigung und Sterilisation des Wassers wird hierbei die elektrische Energie verwendet, derart, daß zunächst der Sauerstoff der atmosphärischen Luft in den aktiven Zustand „Ozon“ übergeführt und die Reinigung des Wassers alsdann durch Ozon vollzogen wird. Die Umwandlung des Luftsaurestoffs in Ozon kann durch Funkenentladung oder besser durch stille Entladung erfolgen.

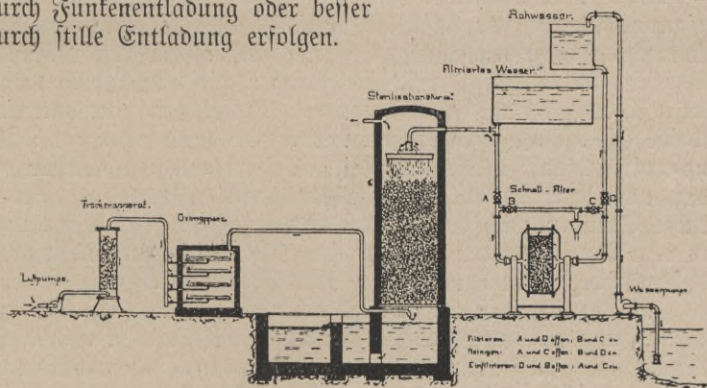


Abbildung 45.
Einrichtung zur Sterilisation des Wassers mit Ozonapparat.

In Abbildung 45 ist das Schema eines Wasserwerkes mit Ozonsterilisation nach dem Verfahren der Siemens-Schuckert-Werke, Berlin, dargestellt. Die Anlage besteht aus folgenden Teilen:

1. aus einer Förderpumpe für Rohwasser;
2. aus zwei in verschiedener Höhe aufgestellten Behältern für Rohwasser und vorfiltriertes Wasser;
3. aus einem gemauerten, etwa 5 m hohen Sterilisationsturm;
4. aus dem Sammelbehälter für ozonisiertes, steriles Wasser;
5. aus dem Ozonapparat mit Plattenelementen;

6. aus der Lufttrocknung in Form eines durch Refrigerator-
schlange einer Eismaschine gekühlten Behälters;
7. aus der Luftpumpe für den Ozonapparat.

Die Reinigung und Ozonisierung des Wassers geschieht auf folgende Weise: Durch die Luftpumpe wird atmosphärische Luft in den Trockenraum gedrückt, wo sie auf einen für die Ozonerzeugung zweckmäßigen Feuchtigkeitsgrad gebracht wird, worauf sie zwischen den mit Glas belegten Platten des Ozonapparates hindurchstreicht. Die Glasplatten sind mit den Polen einer 15 000 voltigen Elektrizitätsquelle verbunden. Bei Stromschluß gleichen sich die Elektrizitäten durch stille Entladung aus. Solche Entladungen sind für das Auge nicht wahrnehmbar. Der durch den Ozonapparat hindurchstreichende Luftstrom wird dabei teilweise in Ozon übergeführt. Die ozonisierte Luft tritt nun in den Sterilisationsturm. Hier fließt ihr in feiner Verteilung das durch die Schnellfilter vorgeklärte Wasser entgegen, das hierbei gereinigt und sterilisiert wird.

Das Verfahren ist bereits in mehreren Städten mit Erfolg zur Einführung gelangt. Der Keimgehalt wurde dabei auf ein zulässiges Maß verringert. Bei billiger elektrischer Energie (Ausnutzung einer Wasserkraft) sind die Kosten nicht wesentlich höher als bei normaler Filtration.

Außer den genannten Methoden kann man zum Trinken ungeeignetes Wasser oder infektiöse Abwässer auch nach den chemischen Niederschlagsverfahren reinigen bzw. genießbar machen. Hierauf näher einzugehen, liegt nicht im Rahmen dieser Schrift. Es sei nur noch kurz erwähnt, daß besonders dem Kupfer eine bakterienwidrige Eigenschaft nachgerühmt wird. Es genügt bereits 1 Teil Kupfervitriol auf 1 Million Teile Wasser, um das Wasser von jedem unangenehmen Geruch und Geschmack zu befreien. Bereits wenige Stunden nach der Desinfektion soll jede Spur von Kupfer aus dem Wasser wieder verschwunden sein. Die Anwendung von Kupfervitriol scheint danach ganz harmlos zu sein.

Für den Kesselbetrieb ist es von Wichtigkeit, daß das zur Kesselpeisung zu benutzende Wasser möglichst frei von Kesselsteinbildnern ist. Kesselstein bildende Substanzen sind hauptsächlich kohlen- und schwefelsaurer Kalk. Sie werden bei der Verdampfung des Wassers ausgefällt und scheiden sich als feste Kruste im Dampfkessel ab. Solche Ablagerungen sind die Ursache vieler Kesselexplosionen. Die Brauchbarmachung des Wassers für obige Zwecke erfolgt in der Weise, daß dem Wasser unter gleichzeitiger Erwärmung Chemikalien (Kalkhydrat, Soda, Chlorbarium, Natriatron) zugesetzt werden, welche die Kalksalze in unlösliche Kohlenäure überführen. Der entstehende Schlamm wird in geeigneter Weise durch Absetzenlassen bzw. Filtration aus dem Wasser entfernt. Es gibt eine große Anzahl Speisewasser-Reinigungsapparate, fast jede Dampfkesselabrik besitzt ihre eigene Konstruktion. Als bekannteste Typen nenne ich die von Büttner und Steinmüller.

III. Die Pumpen.

1. Was bei Aufstellung einer Pumpe zu beachten ist.

Unter Pumpen versteht man Vorrichtungen zum Heben und Fortbewegen von Flüssigkeiten, meistens Wasser. Die wichtigsten Flüssigkeitshebevorrichtungen sind: Kolbenpumpen, Dampfdruckpumpen oder Pulsometer, Zentrifugalpumpen, Wasserstrahlpumpen. Je nach der Saughöhe unterscheidet man ferner Tiefbrunnepumpen und Saugpumpen. Bei Saugpumpen darf die Entfernung zwischen Pumpenventil und niedrigstem Wasserspiegel höchstens 6—7 m betragen.

Der heutigen Pumpentechnik ist keine Aufgabe zu schwierig. Leistungen von 8 cbm pro Minute auf 50 m Förderhöhe sind keine Seltenheit mehr. Allerdings beträgt hierbei der Kraftbedarf für die Pumpe bereits 150 P.S. effektiv. Bevorzugt wird der Elektromotor als Antriebsmaschine. Man bezeichnet die eben erwähnten Pumpen als Niederdruck-Expreszpumpen. Für große Druckhöhen bedient man sich der Hochdruck-Expreszpumpen und der Hocheffekt-Turbinenpumpen. Letztere sind besonders wegen ihres geringen Raumbedarfes sehr beliebt. Sie sind bereits bis über 400 m Druckhöhe ausgeführt.

Hat man also bezüglich der Druckhöhe ziemlich freie Wahl, so kann man das gleiche, wie schon bemerkt, nicht von der Saughöhe sagen. In keinem Punkte der Wasserbeschaffung werden so viele Fehler gemacht und herrscht soviel Unklarheit, als bei der Wahl der Saughöhe. Die Höhe, bis zu der das Wasser steigt, ist stets abhängig vom Luftdruck, von der Wassertemperatur und von der Weite der Rohrleitung.

Zum Ansaugen wird der Druck der Atmosphäre benutzt. Wegen der Wichtigkeit gerade dieses Punktes dürfte der Versuch zur Nachweisung des Luftdruckes nicht ohne Interesse sein. Füllt man eine etwa 1 m lange, oben verschlossene Glasröhre mit Quecksilber und stülpt sie unter Quecksilber um, so sinkt das Quecksilber in der Röhre so weit herunter, daß seine Kuppe etwa 76 cm höher steht als das Quecksilber im äußeren Gefäße, Abbildung 46; über dem Quecksilber entsteht dadurch ein luftleerer Raum. Da bei diesem Versuche das Quecksilber mit

seinem ganzen Gewichte nach unten drückt, so muß eine Kraft vorhanden sein, welche diesem Drucke das Gleichgewicht hält. Diese Kraft ist der auf dem Quecksilber des äußeren Gefäßes lastende Druck der Atmosphäre; folglich hält dieser Druck einer

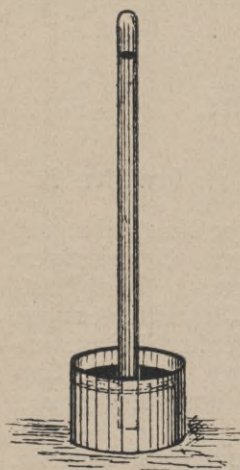


Abbildung 46.

Demonstrationsapparat,
um den atmosphärischen Luftdruck
nachzuweisen.

Quecksilbersäule von ca. 76 cm Höhe das Gleichgewicht. — Daraus läßt sich die Größe des Druckes leicht berechnen. Nehmen wir als Querschnitt der Röhre 1 qcm, so ist das Volumen der Säule 76 ccm und das Gewicht der Quecksilbersäule gleich $76 \times 13,6 = 1033 \text{ g}^*$; die Luft drückt also bei einem Quecksilberstande von 76 cm auf jedes Quadratcentimeter mit einem Gewichte von 1 kg 33 g. Wollen wir das Ergebnis auf Wasser übertragen, so ist offenbar das Gewicht einer Wassersäule von gleichem Volumen, da 1 ccm Wasser 1 g wiegt, $76 \times 1 = 76 \text{ g}$. Da nun Wasser 13,6 mal so leicht ist als Quecksilber, so wird der Luftdruck einer Wassersäule von $13,6 \times 76 \text{ cm} = 10,3 \text{ m}$ (ungefähr) das Gleichgewicht halten. Man bezeichnet diesen Druck auch als die theoretische Saughöhe. Sie kann jedoch durch ein Pumpwerk, und sei es noch so kunstvoll gearbeitet, niemals erreicht werden,

weil ein Teil der Saughöhe zur Ueberwindung der Reibung in der Leitung, den Rohrkrümmern, Ventilen und anderer Hindernisse gebraucht wird. Da ferner das Wasser bei jeder Temperatur die Eigenschaft besitzt, zu verdampfen, so ergibt sich für jeden Grad eine ganz bestimmte Spannung, wie aus nachfolgender Tabelle zu ersehen ist.

Tabelle IV. Spannung des Wasserdampfes (nach Regnault).

| Temperatur Grad C | Spannung kg/qcm | Temperatur Grad C | Spannung kg/qcm |
|----------------------|--------------------|----------------------|--------------------|
| 1 | 0,007 | 55 | 0,16 |
| 5 | 0,009 | 60 | 0,20 |
| 10 | 0,012 | 65 | 0,25 |
| 15 | 0,017 | 70 | 0,32 |
| 20 | 0,024 | 75 | 0,39 |
| 25 | 0,032 | 80 | 0,48 |
| 30 | 0,042 | 85 | 0,59 |
| 35 | 0,056 | 90 | 0,71 |
| 40 | 0,074 | 95 | 0,86 |
| 45 | 0,097 | 100 | 1,03 |
| 50 | 0,13 | | |

*) 13,6 = spezifisches Gewicht des Quecksilbers.

Hat das zu fördernde Wasser beispielsweise 35°C , so ist die Spannung seiner Dämpfe nach obiger Tabelle 0,056 Atmosphären. Dieser Druck entspricht einer Wassersäule von $10 \times 0,056 = 0,56$ m. Um diesen Betrag wäre also die theoretische Saughöhe zunächst zu erniedrigen. Bei noch höherer Wassertemperatur wird natürlich das Verhältnis immer schlechter, bis schließlich bei kochendem Wasser überhaupt kein Ansaugen mehr erfolgt, jetzt muß das Wasser der Pumpe von selbst zufließen. Für die praktische Ausführung ist bei gewöhnlicher Temperatur eine Saughöhe bis 6 m zu empfehlen, die äußerste Grenze wäre bei sorgfältigster Ausführung 8 m.

Da man nun mit einer Saughöhe von 6—8 m nicht immer auskommt — gibt es doch Brunnen bis mehrere hundert Meter Tiefe —, so ist es notwendig, mit Kolben und Zylinder dem Wasser nachzugehen. Man geht vielfach sogar noch weiter und hängt Kolben und Zylinder direkt in das Wasser, so daß das Wasser überhaupt nicht erst angesaugt zu werden braucht. Die Wirkung der Pumpe stellt sich so wesentlich günstiger. Durch den Kolben oder den Plunger der Pumpe wird die Flüssigkeit gefaßt und nach oben getrieben. In Abbildung 47 ist ein Arbeitszylinder mit Fußventil der Pumpenfabrik Dreyer, Scharmbeck, dargestellt. Das Ventil liegt in einem Filterkorb mit auswechselbarem Sieb und doppelter Schutzvorrichtung gegen Eintreten von Fremdkörpern. Am oberen Teile des Kolbens befindet sich der Gewindestutzen zum Befestigen des Gestänges. Der Arbeitskolben a hebt bei seinem Aufwärtsgange das Ventil c an, wodurch das Wasser angesaugt wird. Beim Abwärtsgange des Kolbens schließt sich das Ventil c, während das Ventil b geöffnet wird; dadurch strömt das Wasser über den Kolben. Beim zweiten Aufwärtsgange wird das Ventil b wieder geschlossen und das Ventil c geöffnet; dadurch wird die über dem Kolben stehende Wassersäule nach oben gedrückt und gelangt zum Ausfluß.

Außer zur Wasserförderung finden die Pumpen auch für viele andere Zwecke Verwendung, beispielsweise um Laugen, breiige Flüssigkeiten, Säuren usw. in Fabriken schneller und bequemer transportieren zu können. Selbstverständlich ist

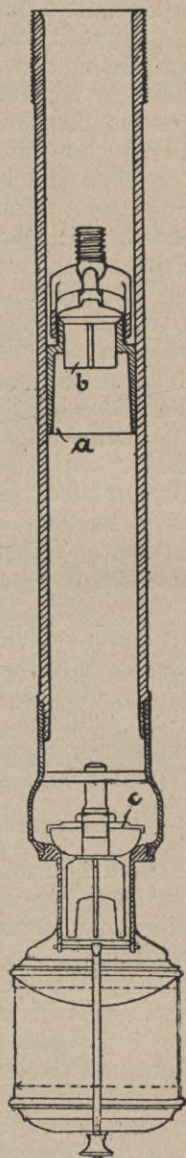


Abbildung 47.
Pumpenzylinder und Kolben mit Saugkorb und Rückschlagventil.

bei Aufstellung einer solchen Pumpe zu berücksichtigen, daß die mit der Säure in Berührung kommenden Teile aus säurebeständigem Material hergestellt sind.

Der Kraftbedarf einer Pumpe wird bedingt: 1. durch das pro Sekunde zu fördernde Wasserquantum (Q), 2. durch Saughöhe (S), Druckhöhe (D) und Gefällverlust (h), 3. durch Beschaffenheit und Temperatur des Wassers, 4. durch den Wirkungsgrad der Pumpe, den wir mit g bezeichnen wollen.

Man setzt bei der Berechnung 1 l Wasser = 1 kg, 1000 l = 1 cbm. Saughöhe, Druckhöhe und Gefällverlust ergeben zusammen die Förderhöhe. Ueber Gefällverluste siehe die Tabelle Seite 113.

Der Wirkungsgrad einer Pumpe ist das Verhältnis der Nutzarbeit zur Gesamtarbeit. Der Wirkungsgrad ist um so besser, je näher er dem Wert 1 kommt. Im allgemeinen rechnet man für Kolbenpumpen einen Wirkungsgrad $g = 0,75-0,85$, für Zentrifugalpumpen $0,3-0,8$.

Beispiel: Eine Kolbenpumpe soll in der Minute 150 l = 0,15 cbm Wasser auf 20 m Höhe heben. Das Maß von Saugkorb bis Pumpenkolben (Saughöhe) ist 6 m, die ganze Leitung ist 200 m lang; die Geschwindigkeit des Wassers wählen wir zu 0,9 m pro Sekunde. Welche Kraft ist zum Heben des Wassers erforderlich und wie groß muß der Rohrdurchmesser sein?

Zunächst ist die Förderhöhe zu berechnen. Bekannt sind: Druckhöhe = 20 m, Saughöhe = 6 m. Der Gefällverlust ist nach Tabelle X Seite 113 für $Q = 0,15$ bei 100 m = rund 1,6 m für 200 m, also $2 \times 1,6 = 3,2$ m. Die ganze Förderhöhe ist also $20 + 6 + 3,2 = 29,2$ m. Nach der gleichen Tabelle ist der innere Rohrdurchmesser hierzu 60 mm.

Das in der Sekunde zu fördernde Wasserquantum beträgt $\frac{150}{60} = 2,5$ kg, es ist also ein Kraftbedarf von $2,5 \times 29,2 = 73$ mkg (Meterkilogramm) pro Sekunde erforderlich. Es dürfte ohne weiteres klar sein, daß ein Mann am Pumpenschwengel diese Arbeit zu leisten nicht imstande ist, denn er kann höchstens 10 kg Wasser in der Sekunde 1 m hoch heben, am Schwungrad kann er die doppelte Leistung erzielen. Danach läßt sich leicht feststellen, ob Handbetrieb ausreicht oder nicht. Eine motorische Pferdekraft rechnet man zu 75 Sekundenmeterkilogramm (abgekürzt smkg), das ist diejenige Kraft, mittels der 75 kg in 1 Sekunde 1 m hoch gehoben werden können. Zur Berechnung der Anzahl Pferdestärken, die Q cbm Wasser in der Sekunde auf eine bestimmte Höhe heben, bedient man sich folgender Gleichung:

$$\text{Anzahl der Pferdestärken (N)} = \frac{Q \cdot (S + D + h) \cdot 1000 \cdot g}{75}$$

Die Buchstabenbezeichnung der Gleichung haben wir bereits vorhin kennen gelernt. Wir wollen nun die Anzahl Pferdestärken zu unserem Beispiel bestimmen, unter der Annahme, daß eine Kolbenpumpe mit Wirkungsgrad = 0,7 zur Anwendung kommt.

$$\begin{aligned} \text{Gegeben ist: } Q &= 0,0025 \text{ kg} \\ (S + D + h) &= 29,2 \text{ m} \\ g &= 0,7 \end{aligned}$$

Setzen wir diese Zahlen in unsere Gleichung ein, so erhalten wir folgenden Ausdruck:

$$N = \frac{0,0025 \cdot 29,2 \cdot 1000 \cdot 0,7}{75} = \text{rund } 0,7 \text{ P. S.}$$

2. Stoßheber oder hydraulischer Widder.

Der Stoßheber ist eine der einfachsten Vorrichtungen zum Wasserheben. Obgleich er bereits seit vielen Jahren bekannt ist — er wurde vor reichlich 100 Jahren von Montgolfier erfunden —, so ist seine Verbreitung doch lange nicht so allgemein, wie man annehmen müßte. Neben seiner Einfachheit zeichnet sich der Stoßheber noch dadurch aus, daß er ohne Anwendung von Dampfkraft oder Elektrizität selbsttätig ohne Bedienung arbeitet. Er kann überall dort angewendet werden, wo Wasser mit etwas Gefälle aus einer Quelle, einem Bach oder sonstigem Wasserlauf zur Verfügung steht. Von diesem den Stoßheber in Betrieb setzenden Wasser wird ein Teil selbsttätig auf eine bestimmte Höhe und Entfernung gefördert, während der übrige Teil beim Widder freien Auslauf haben muß.

In Abbildungen 48 und 49 ist eine Widderanlage der Firma Breuer & Co., Höchst a. M., dargestellt. Das obere Bild gibt eine schematische Darstellung, unten ist die Anlage in Betrieb. R ist der Quellwasserbehälter, L die Triebrohrleitung, P das Stoßventil, S das Steigventil, W der Windkessel, I die Steigleitung, H das Triebgefälle, h die Steighöhe. Denkt man sich die Leitungen eines Widders wasserleer und läßt nun Wasser aus dem Quellbehälter R durch die Leitung L einfließen, so wird sich zunächst durch den Wasserdruck von unten das Stoßventil P schließen, das Steigventil S öffnen und in den Windkessel W Wasser eindringen, wobei die dort befindliche Luft zusammengepreßt wird; das Wasser steigt in der Steigleitung I bis zur Höhe des Wasserspiegels im Quellwasserbehälter, und darauf tritt Ruhezustand ein. Stößt man nun mit der Hand das Ventil P herunter, so strömt Wasser aus ihm aus; die Wassersäule im Triebrohr L strömt nach und schließt das Ventil wieder. Dadurch entsteht ein Wasserstoß, der sich jedoch beim Steigventil S, solange hinter diesem noch kein höherer Druck vorhanden ist, gleichsam auslaufen kann. Durch

das Eintreten von Wasser in den Kessel wird aber die Luft in demselben weiter komprimiert und die Wassersäule im Steigrohr l entsprechend in die Höhe getrieben. Nachdem man das Herabstoßen des Ventils mit der Hand öfters wiederholt hat, wird der Wasserdruck im Innern des Windkessels so stark, daß sich das Ventil S immer schwerer öffnet; nunmehr kommt die Reaktion des Stoßes zur Wirkung, indem nach dem Anprall gegen das Stoßventil eine Rückwärtsbewegung des Wassers während eines Augenblickes ein Vakuum unter dem Stoßventil erzeugt, das dieses herabzieht und öffnet. Damit stellt sich der selbsttätige Gang des Widders ein. Das Ventil fällt von selbst herab, und die dadurch

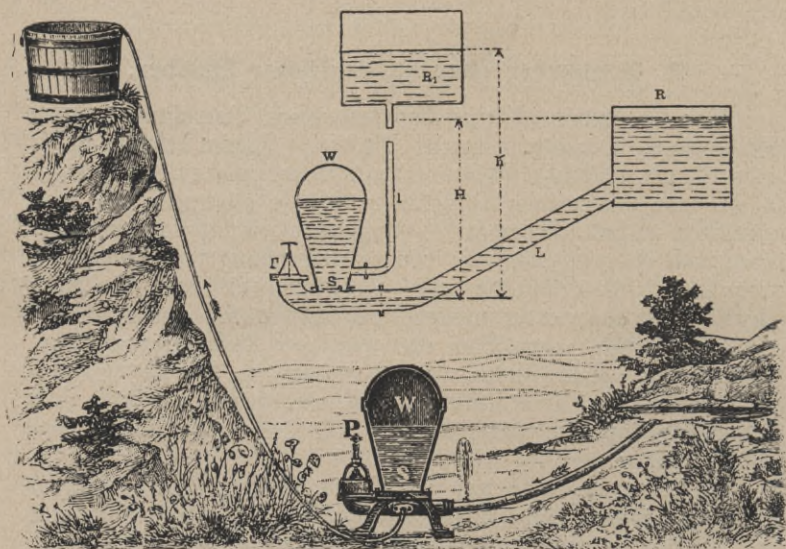


Abbildung 48 u. 49.

Widderanlage (oben schematischer Schnitt, unten praktische Anwendung).

erzeugte Wasserströmung schließt es wieder. Der Wasserstoß befördert etwas Wasser in den Windkessel bzw. in die Steigleitung; gleichzeitig erfolgt die Reaktion und das Herabfallen des Ventiles.

Die Leistung eines Widders kann nach folgender Gleichung berechnet werden:

$$q = \frac{H \cdot Q}{h} \cdot g.$$

Hierin bezeichnet:

q = geförderte Wassermenge in Liter pro Minute,

H = Gefällhöhe,

h = Steighöhe in Meter,

Q = verbrauchte Wassermenge,

g = Wirkungsgrad des Widders = 0,50—0,70.

Bei Benutzung der Formel ist große Vorsicht am Platze; eine sachgemäße Montierung der ganzen Anlage und Justierung des Widders ist mehr wert, als die schönste Rechnung. Der Durchmesser der Zuleitung L soll rund doppelt so groß sein als derjenige der Steigleitung.

Das Stoßventil muß so schwer sein, daß es erst dann dem kräftigen Anstoß des frischen Wassers folgt, wenn dieser groß genug ist, um das zu fördernde Wasserquantum auf die beabsichtigte Höhe zu heben; je geringer die Belastung des Stoßventils, um so besser arbeitet der Widder. Der Querschnitt des Ventils soll gleich dem Querschnitt der Zuleitung sein. Der Veränderlichkeit der Zuflussumwassermenge ist durch Anbringen mehrerer Löcher im Stoßventilkegel Rechnung zu tragen; je größer der Wasserzufluß ist, um so mehr Löcher ordnet man an, doch ist die zweckmäßigste Anzahl und Abmessung bei Montage durch Versuche zu ermitteln.

Ist die Luft im Windkessel nach längerem Gange vom Wasser verzehrt und der Kessel ganz mit Wasser gefüllt, so hört der Widder auf zu arbeiten. Das Wasser muß aus dem Kessel entfernt und letzterer wieder mit Luft gefüllt werden. Um dies bequem tun zu können, ist es zweckmäßig, den Widder an der Zuleitung, da, wo das Triebrohr anschließt, mit Hähnen zu versehen, sowie einen Entwässerungshahn am Windkessel anzubringen. Will man den Widder stillsetzen, so genügt das Festhalten des Stoßventils P.

Es ist in neuerer Zeit wiederholt versucht worden, den Nutzeffekt des Widders zu verbessern und seine Betriebssicherheit zu erhöhen. Im folgenden soll über zwei Neuerungen Mitteilung gemacht werden.

Abbildung 50 zeigt die Wasserhebemaschine System Löh der Firma Breuer & Co. mit selbsttätiger Inbetriebsetzung. Sie unterscheidet sich von den gewöhnlichen Widdern durch folgende Einrichtungen:

1. Das Stoßventil liegt nicht hinter, sondern vor dem Windkessel, wodurch das Ventil bei entleertem Quellenreservoir in der Abschlußstellung stehen bleibt, so daß sich die Triebrohr-

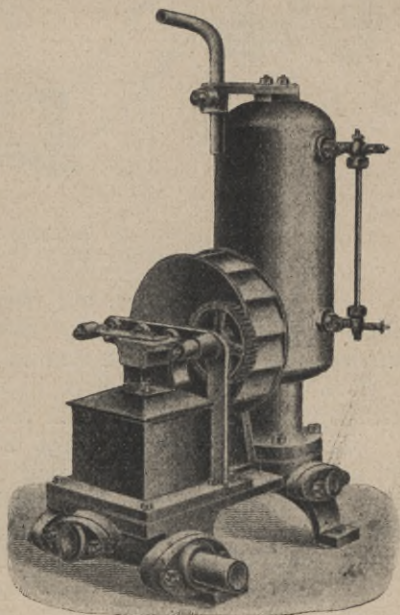


Abbildung 50.

Wasserhebemaschine System Löh von Breuer & Co.

leitung nicht entleert. 2. In der Rohrleitung unter dem Windkessel ist ein selbsttätiges Luftventil angebracht, durch welches bei jedem Wasserrückstoß etwas Luft von außen angesaugt und dem Windkessel zugeführt wird. 3. Ein durch ein Ueberlaufrohr aus dem Quellenbehälter in Betrieb zu setzendes kleines Wasserrad hebt nach mehrmaliger Umdrehung mittels eines Daumens einen über dem Stoßventil an elastischer Feder befestigten Hammer, der beim Herabfallen einen kurzen Schlag auf das Stoßventil ausübt; hierdurch fällt das Ventil herab und der Widder ist in Gang gesetzt.

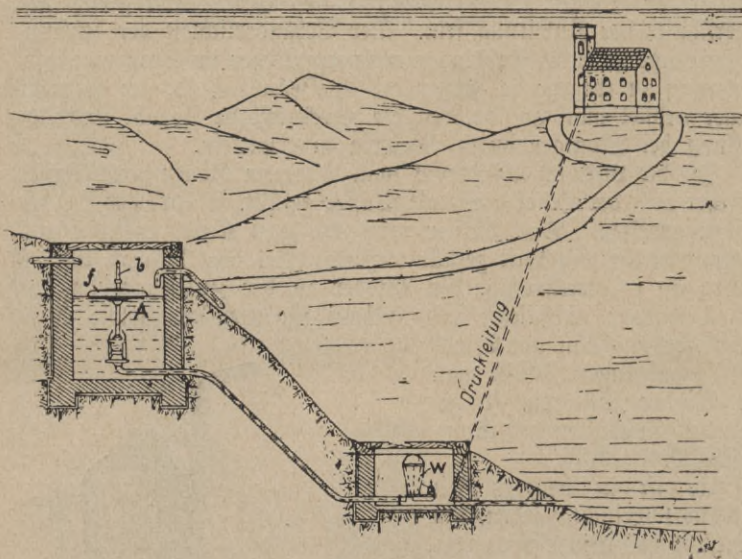


Abbildung 51.
Widderantreiber der Gebr. Abt, Mindelheim.

Ein anderer Widder mit selbsttätigem Antrieb und selbsttätiger Regulierung ist der in Abbildung 51 dargestellte Widderantreiber der Firma Gebr. Abt in Mindelheim. Der Apparat, in Abbildung mit A bezeichnet, ist im Bassin der Quelle über der Eintrittsöffnung des Wassers in das Triebrohr untergebracht.

Seine Wirkungsweise beruht im wesentlichen darauf, daß bei sinkendem Wasserspiegel im Bassin der Schwimmer f eine Ventilkappe betätigt, die dann die Eintrittsöffnung in das Triebrohr verschließt. Der Schluß der Ventilkappe ist jedesmal mit Eindringen von etwas Luft in die kleine im Triebrohr befindliche Oeffnung verbunden. Die Ventilkappe ist mit der Stange b und oberem Stellring, der Schwimmer mit dem Rohr A und unterem Stellring starr verbunden. Das Rohr ist auf der Stange leicht verschiebbar. Der Verschuß dauert so lange, bis das Wasser im

Bassin wieder so hoch gestiegen ist, daß der Schwimmer sich an den unteren Stellring anpreßt und das Rohr A, sowie später durch dieses auch die ganze Stange b mit dem daran hängenden Ventil hebt, wodurch die Mündung des Triebrohres wieder geöffnet wird. Das nunmehr mit stärkerem Druck nach dem Widder hinströmende Triebwasser bewirkt unter Mitnahme von etwas Luft in den Windkessel, die beim Schließen der Ventilkappe in die kleine Oeffnung des Triebrohres eingedrungen war, eine Hebung des Widderstoßventiles und eine Wiederinbetriebsetzung des Widders, ganz gleich, ob das Stoßventil des Widders in seiner höchsten oder tiefsten Lage in Ruhe geblieben war.

3. Der Saugheber.

Der Saugheber gehört zu den Vakuumumpfen. Vakuum bedeutet soviel wie „leerer Raum“. Ich habe bereits im ersten Kapitel dieses Abschnittes (siehe Seite 54) darauf hingewiesen, daß es innerhalb der Atmosphäre einen leeren Raum nicht gibt, sondern daß überall, wo ein solcher sich bilden müßte, Luft oder Wasser hineinzudringen suchen. Darauf beruht ja in erster Linie die Wirkung der Saugpumpe. Ähnlich liegen die Verhältnisse beim Saugheber. Er besteht aus einer Rohranlage zwischen zwei verschieden hoch gelegenen Orten, deren einer stets ein Brunnen, Sammelbehälter, Fluß oder dergleichen ist. In den Abbildungen 52 und 52a sind zwei verschiedene Verwendungsarten des Saughebers veranschaulicht. In Abbildung 52 wird das Wasser aus einem Kanal K in den Behälter B befördert, in Abbildung 52a dagegen

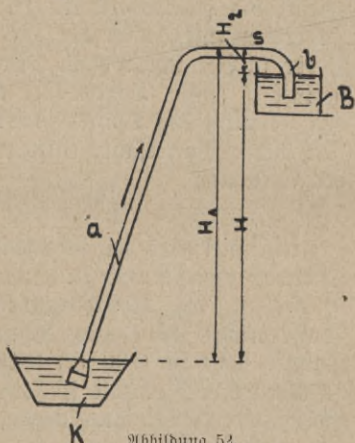


Abbildung 52. Saugheber zum Fördern von Flußwasser in einen Behälter.

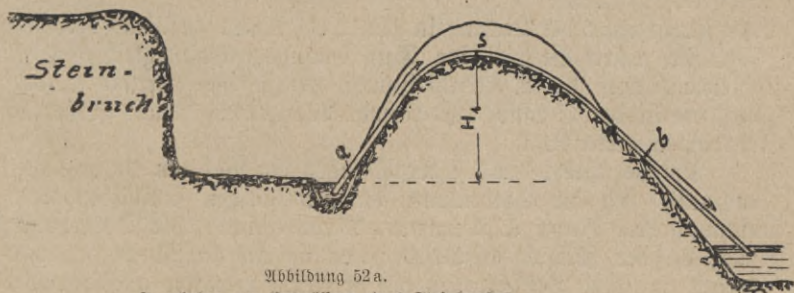


Abbildung 52a. Saugheber zum Entwässern eines Steinbruchs.

wird das Wasser eines Steinbruches über einen Berg hinweg einem Wasserlauf zugeführt. a ist der Saugschenkel, an dessen unterem Teil sich Saugkorb und Fußventil befinden; b ist der Druckschenkel, der in der Regel mit einem Absperrventil bzw. Absperrschieber versehen ist. Die gute Funktionsfähigkeit des Saughebers ist an die Voraussetzung gebunden, daß der Heber dicht und gut luftleer ist, damit der Luftdruck die Flüssigkeitssäule bis zum Heberscheitel s treibt; von hier ab wirkt die Schwerkraft der fallenden Flüssigkeitssäule. Ferner darf die Ausflußgeschwindigkeit des Wassers aus dem Schenkel b nicht größer sein als die Eintrittsgeschwindigkeit in den Schenkel a. Damit der Luftdruck imstande ist, die Flüssigkeitssäule zu überwinden, darf die Saughöhe (H_1) nicht größer sein als 10,3 m, mit Rücksicht auf den Reibungsverlust nimmt man sie jedoch in der Regel geringer.

Bezeichnet in Abbildung 52 H_1 die Höhe von Unterwasserpiegel bis Heberoberkante, H_2 die Höhe von Oberwasserpiegel bis Heberoberkante, so ist $H_1 - H_2 = H$ die Druckhöhe, welche für den Heber in Betracht kommt. Von der Höhe H ist jedoch der Gefällverlust h (siehe Tabelle X) abzuziehen. Somit bleibt eine für den Ausfluß des Wassers wirksame Wasserjählenhöhe $H - h$ übrig. Die dieser Wassersäule entsprechende Ausflußgeschwindigkeit ist aus der Gleichung

$$v_a = \sqrt{2g \times (H - h)} \text{ zu ermitteln.}$$

Beispiel: Es sei in Abbildung 52 der Höhenunterschied von Oberwasserpiegel und Unterwasserpiegel $H = 6$ m, die Rohrlänge $l = 450$ m, der Rohrdurchmesser $d = 0,05$ m, die zu fördernde Wassermenge 48 l pro Minute = 0,8 l pro Sekunde, h (nach Tabelle 0,48 für 100 m) $0,48 \times 4,5 = 2,2$ m. Die zur Wirkung gelangende Wassersäule ist somit $H - h = 6 - 2,2 = 3,8$. Die dieser Höhe entsprechende Ausflußgeschwindigkeit ist also

$$v_a = \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 3,8} = 8,6 \text{ m/sek.}$$

Die Einstömungsgeschwindigkeit ist nach der allgemeinen Gleichung $v = \frac{Q}{F}$, worin Q die Wassermenge pro Sekunde und F den Querschnitt der Leitung in Meter bezeichnet. Hieraus berechnet sich für unser Beispiel die Einstömungsgeschwindigkeit = 4 m. Hiernach muß die Austrittsöffnung um so viel verengt werden, daß die in der Sekunde austretende Wassermenge nicht größer ist als die eintretende.

Um bei Heber- und Saugleitungen ein Vakuum zu erzeugen, empfiehlt sich die Anwendung der selbsttätigen Entlüftungsvorrichtung von Bopp & Reuther, Mannheim. Die Vorrichtung muß an der höchsten Stelle der Leitung angebracht werden und beruht auf dem Prinzip, daß die in einem Behälter angesammelte

Luft durch Druckwasser aus demselben ausgetrieben wird. Auch den Seite 79 genannten Strahlapparat kann man zur Entlüftung benutzen.

4. Allgemeines über Kolbenpumpen.

Wir haben gesehen, daß Wasser durch den Druck der Atmosphäre in einem luftverdünnten Raume in die Höhe getrieben werden kann. Dieser luftverdünnte Raum wird erzeugt durch die Bewegung eines luftdicht schließenden Kolbens, welcher sich in dem sogenannten Pumpenzylinder hin- und herbewegt. Der Pumpenzylinder steht durch das Saugrohr mit dem zu hebenden Wasser in Verbindung. Damit die gehobene Wassermasse beim Rückgang des Kolbens nicht wieder durch das Saugrohr abfließt, schließt sich letzteres während dieser Periode selbsttätig durch das Saugventil.

Dem angesaugten Wasser wird durch ein zweites aufsteigendes Rohr, das Druckrohr, ein Ausgang verschafft. Dieses Druckrohr wird beim Aufsteigen des Kolbens selbsttätig durch das Druckventil geöffnet, das beim Heruntergehen des Kolbens das Druckrohr wieder selbsttätig abschließt. Eine derartig eingerichtete Pumpe wird als Saug- und Druckpumpe bezeichnet. Man kann auch das Saug- und Druckventil getrennt lagern und statt des Scheibenkolbens einen Plungerkolben anwenden, wie es Abbildung 53 zeigt. Diese Anordnung bietet manche Vorteile in bezug auf leichte Revision und Instandhaltung.

Die eben genannten Pumpen heben nur während eines Kolbenhanges Wasser; man bezeichnet sie deshalb als einfachwirkende Pumpen. Sind sie jedoch so eingerichtet, daß sie bei jedem Kolbenhube sowohl saugen als auch drücken, d. h. also einen ununterbrochenen Wasserstrahl liefern, so nennt man sie doppeltwirkend. Durch Kombination zweier doppeltwirkender Pumpen entstehen vierfachwirkende. Wir werden später noch Gelegenheit haben, einige Vertreter dieser Pumpengattungen genau kennen zu lernen.

Der Kolbendurchmesser berechnet sich für doppeltwirkende Pumpen nach der Gleichung:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot a \cdot Q}{\pi \cdot v}}$$

für einfachwirkende:

$$D = \sqrt{\frac{8 \cdot a \cdot Q}{\pi \cdot v}}$$

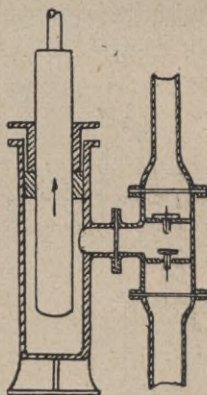


Abbildung 53.

Einfachwirkende Pumpe,
häufig als Kesselspeisepumpe
ausgeführt.

Hierin bezeichnet:

v = Kolbengeschwindigkeit = ca. 0,5 m pro Sekunde,
 Q = Wassermenge in cbm pro Sekunde,
 a = Koeffizient für Undichtigkeitsverlust = 1,1.

Beispiel: Es ist der Kolbdurchmesser für eine einfach wirkende Pumpe zu bestimmen, die pro Sekunde 0,015 cbm Wasser liefern soll.

Nach obiger Gleichung ist

$$D = \sqrt{\frac{8 \cdot 1,1 \cdot 0,015}{3,14 \cdot 0,5}} = \sqrt{\frac{0,132}{1,57}} = \text{rund } 0,3 \text{ m.}$$

5. Pumpen für Handbetrieb.

Solche Pumpen finden vielfach im Haushalt und für kleingewerbliche Zwecke Anwendung. Zu erwähnen ist zunächst die Schwengel- oder Ständerpumpe. Es gibt hiervon so unendlich viele Variationen, daß ich mich darauf beschränken kann, nur das wesentlichste kurz mitzuteilen. Der simplen gußeisernen Pumpe ist in neuerer Zeit ein ernster Konkurrent in der schmiedeeisernen Pumpe erwachsen. Da sie viel begehrt wird, dürfte ihre Fabrikation für viele Schlossereien eine lohnende Spezialität sein. In Abbildung 54 ist eine solche Pumpe dargestellt. Sie besteht aus einem schmiedeeisernen Rohr als Ständer, an das oben ein Bund und unten ein Flansch angelötet ist. Der untere Flansch wird in der Regel mit sechs Schraubenlöchern versehen und dient zum Anschrauben der Pumpe an das Brunnenrohr bzw. an den Pumpenzylinder. Der obere Bund dient zur Befestigung der Schwengelführung. Sie wird am besten aus Gußeisen hergestellt und mittels dreier Schrauben, deren Köpfe unter den Bund greifen, am Ständer befestigt. Der Schwengel wird aus Flach Eisen hergestellt, das untere Ende wird im Gesenk gut rund gemacht und darauf mit einer gußeisernen Kugel versehen, man kann aber auch den Schwengel in einen Griff auslaufen lassen. Der Ausguß besteht entweder aus Gußeisen oder aus einem kurzen schmiedeeisernen Rohr, das an einer Seite umgebördelt und am Ständer befestigt wird, während das andere Ende etwas aufgeschlitzt und umgebogen wird. Unterhalb der Pumpe ist der Pumpenzylinder be-

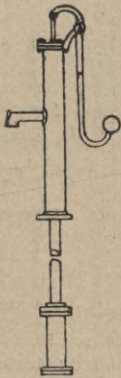


Abbildung 54.
 Schmiedeeiserne
 Schwengelpumpe mit
 Pumpenzylinder.

entweder aus Gußeisen oder aus einem kurzen schmiedeeisernen Rohr, das an einer Seite umgebördelt und am Ständer befestigt wird, während das andere Ende etwas aufgeschlitzt und umgebogen wird. Unterhalb der Pumpe ist der Pumpenzylinder be-

festigt. Ein ebenfalls zu dieser Pumpe passender Pumpenzylinder und Kolben nebst Saugkorb ist in Abbildung 47 Seite 55 dargestellt. Ferner verweise ich auf die Schwengelpumpe mit Enteisener, Abbildung 43 Seite 49.

Weite Verbreitung haben auch die unter dem Namen Handkolbenpumpen im Handel erhältlichen Pumpen gefunden. Sie bieten einen guten Ersatz für die etwas empfindlichen Flügelumpen. In Abbildung 55 ist eine derartige Pumpe von A. Sauer, Ruhrort, in innerer Ansicht mit Ledermanschettkolben dargestellt. Es ist eine vierfachwirkende Pumpe in der üblichen Ausführung zum Fördern klarer Flüssigkeiten. Bei Förderung dickflüssiger Substanzen wird die Pumpe statt mit Regelventilen mit Gummi- oder Messingkugelventilen ausgerüstet. Für besondere Zwecke, z. B. zur Förderung von Wein, Bier, Milch, Likör, Petroleum, Benzin usw., wobei Ledermanschetten nicht gut Verwendung finden können, werden die Pumpen mit eingeschliflenen Messingkolben geliefert.

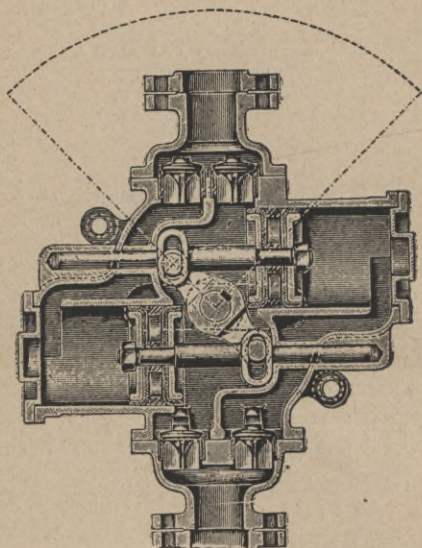


Abbildung 55.
Vierfachwirkende Handkolbenpumpe (Niagara-Pumpe).

Die Wirkungsweise der Pumpe ist folgende: Die inneren Seiten der Kolben saugen das Wasser durch das untere linke Saugventil und drücken es durch das obere rechte Druckventil in das Druckrohr. Die hinteren Kolbenseiten saugen durch das rechte Saugventil und drücken durch das linke Druckventil. Die über dem rechten Saug- und unter dem linken Druckventil liegenden Räume sind durch einen Kanal, welcher an der Hinterseite der Pumpe liegt, verbunden. Die hintere Seite des linken Kolbens saugt infolgedessen ihr Wasser durch den Raum über dem rechten Saugventil in den erwähnten Kanal, und die äußere Seite des rechten Kolbens drückt ihr Wasser durch diesen Kanal. Die punktierten Linien deuten die äußerste Hubstellung des Handhebels an. Tabelle V gibt über die Leistungsfähigkeit der Pumpe nähere Auskunft. Die Leistungen sind theoretisch bestimmte und verstehen sich immer bei vollem Hube (Doppelhub = ein Hin- und Hergang) und bei 1 m Saug- und 1 m Druckhöhe.

Tabelle V. Vierfachwirkende Kolbenpumpen von Sauer, Ruhrort.

| Nummer der Pumpe | Gewicht der Pumpe ca. kg | Lichtweite der Anschlußröhren | | Durch- messer des Kolbens mm | Leistung pro Doppelhub ca. Liter |
|------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|----------------|---------------------------------------|---|
| | | mm | Zoll engl. | | |
| 0 | 9 | 20 | $\frac{3}{4}$ | 40 | 0,30 |
| 1 | 17 | 25 | 1 | 60 | 0,61 |
| 2 | 22 | 32 | $1\frac{1}{4}$ | 70 | 1,06 |
| 3 | 29 | 32 | $1\frac{1}{4}$ | 80 | 1,60 |
| 4 | 37 | 38 | $1\frac{1}{2}$ | 90 | 2,25 |
| 5 | 48 | 50 | 2 | 100 | 3,10 |
| 6 | 59 | 50 | 2 | 110 | 4,10 |
| 7 | 79 | 57 | $2\frac{1}{4}$ | 120 | 5,30 |
| 8 | 90 | 64 | $2\frac{1}{2}$ | 130 | 6,80 |
| 9 | 112 | 76 | 3 | 140 | 8,50 |
| 10 | 120 | 76 | 3 | 150 | 10,50 |

Für Brunnentiefen bis 7 m dürfte sie von keiner anderen Handpumpe übertroffen werden. Bei Brunnen von mehr als 7 m Saughöhe ist das Einbauen der Pumpe in einen Schacht und die Anwendung von Zugstangen erforderlich. Ich würde dann einer gewöhnlichen Ständerpumpe mit Zylinder und Kolben den Vorzug geben.

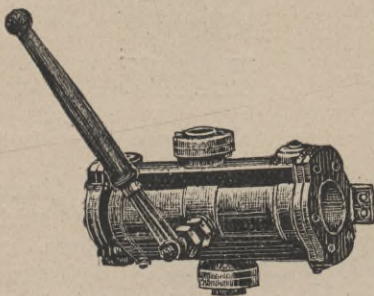


Abbildung 56.
Doppeltwirkende Handkolbenpumpe.

Abbildung 56 stellt eine doppeltwirkende Handkolbenpumpe von Julius Lauten in Herne in äußerer Ansicht dar. Wie bei der vorgenannten Pumpe, liegt auch bei dieser der Drehpunkt des Handhebels in der vertikalen Symmetrieebene des Pumpenkörpers.

Es gibt noch eine große Anzahl ähnlicher Pumpen, doch dürften die angeführten Beispiele zur Charakteristik dieser Pumpengattung genügen.

Eine besondere Gruppe bilden die Membran- oder Diaphragmapumpen. Ihre Konstruktion ist im allgemeinen aus den Abbildungen 57 und 58 ersichtlich. Während die Pumpe Abbildung 57 das Wasser frei ausgießt, wird es durch die Pumpe Abbildung 58 auf 8—10 m Höhe und weitere Entfernungen gedrückt. Die Pumpen besitzen weder Plunger, noch Zylinder, noch Kolben. Die Membran oder Saugklappe ist aus Paragummi

hergestellt und mit ihrem Umfange luftdicht am Gehäuse befestigt. Sie unterliegt nur dem natürlichen Verschleiß. Durch Drücken des Handhebels nach unten wird die Membran in der Mitte angehoben, es entsteht dadurch ein luftleerer Raum unter der Membran und das Wasser steigt im Saugrohr in die Höhe.



Abbildung 57.
Membran-Saugpumpe.

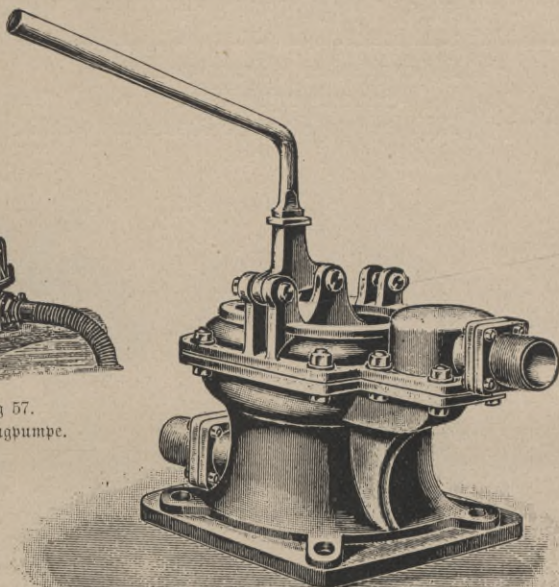


Abbildung 58.
Membran-Saug- und Druckpumpe.

Die Membranpumpen finden hauptsächlich zum Entleeren von Kellern, Baugruben und Rohrgräben, sowie als Zubringer Verwendung. Sie eignen sich jedoch auch ebensogut für den Landwirtschafts- und Fabrikbetrieb, und zeichnen sich vor allem durch große Leistungsfähigkeit, leichte Handhabung, große Dauerhaftigkeit und bequeme Zugänglichkeit aller Teile aus. Harte und schlammige Verunreinigungen des Wassers beeinträchtigen ihre Leistungsfähigkeit ebensowenig wie Koks- und Ziegelsteinbrocken, Holzstücke und andere Abfälle, sofern sie nur das Saugrohr passieren können. Die dargestellten Pumpen sind einfachwirkend, doppelwirkend ist ihre Leistung entsprechend größer. Zur Bedienung sind ein bis zwei Mann erforderlich. Nachstehende Tabelle VI gibt einige Anhaltspunkte.

Tabelle VI. Membranpumpen.

| | | Nummer der Pumpe | | |
|---------|--|------------------|-------|-------|
| | | 1 | 2 | 3 |
| Abb. 57 | Lichtweite des Eisenrohr- oder Schlauchanschlusses | 65 | 75 | 100 |
| | Leistung pro Stunde bis zu Liter | 8000 | 18000 | 24000 |
| | Preis | 80 | 95 | 155 |
| Abb. 58 | Lichtweite des Eisenrohr- oder Schlauchanschlusses | 65 | 75 | — |
| | Leistung pro Stunde bis zu Liter | 8000 | 18000 | — |
| | Preis | 115 | 140 | — |



Abbildung 59.

Membran-Saug- und Druckpumpe auf Wandbrett montiert.



Abbildung 60.

Membranpumpe System Rasch.

Die Saugleitung wird entweder durch eine Schlauchkuppelung oder mittels Flansch und Schrauben mit der Pumpe verbunden, ebenso die Druckleitung.

Abbildung 59 zeigt eine Membranpumpe der Firma Witte & Frohloff, Berlin, auf Wandbrett montiert.

Während die bisher beschriebenen Membranpumpen aus Gußeisen hergestellt sind, besteht die Pumpe Abbildung 60 aus Schmiedeeisen. Sie bietet die denkbar größte Haltbarkeit, da sie weder zerspringen noch zerfriern kann. Lieferant dieser Pumpe ist Hehr & Co., Ruhrort.

6. Pumpen für Maschinenbetrieb.

Zu diesen werden alle diejenigen Pumpen gezählt, die einer besonderen Antriebsmaschine bedürfen. Es würde den Rahmen dieses Buches weit überschreiten, wenn ich alle Pumpen anführen wollte, die heute in der Industrie für gewerbliche und häusliche Zwecke maschinell angetrieben werden.

Neben dem Dampfbetrieb ist es besonders der elektrische Betrieb, der wegen seiner Einfachheit eine große Verbreitung erlangt hat. Er eignet sich sowohl für kleinste als auch für größte Leistungen. Ich werde den elektrischen Antrieb deshalb am ausführlichsten behandeln. Auch der Transmissionsantrieb wird viel angewandt. Das ist ganz natürlich, weil Transmissionen heute noch fast in jedem gewerblichen und industriellen Betriebe zu finden sind. Der Antrieb der Pumpe kann dabei auf einfache Weise durch Aufsetzen einer Riemenscheibe auf die Transmissionswelle hergestellt werden.

Es kommen wohl auch zuweilen Wasser-, Wind- und Gasmotoren zur Anwendung, doch tritt ihre Bedeutung hinter den erstgenannten weit zurück. Trotz der außerordentlichen Fortschritte auf dem Gebiete des Gasmaschinenbaues steht heute noch immer die Dampfmaschine wegen ihrer Billigkeit und Betriebssicherheit für den Pumpenantrieb an erster Stelle. Bei der Größenbestimmung der Antriebsmaschine ist der Wirkungsgrad der Pumpe zu berücksichtigen, hierüber siehe Seite 56. Das Kesselsystem muß von einfacher Bauart sein. Am gebräuchlichsten sind Sieder- und Flammrohrkessel für 6—8 Atmosphären Druck. Die Zirkulationskessel leisten normal 18—20, maximal 25—30 kg Dampf pro qm/std. Die Ausnutzung der Brennmaterialien bei normaler Beanspruchung ist je nach Art und Größe des Kessels 60—80%. Flammrohrkessel leisten bei kleinerer Ausführung 25—40, bei größerer 20—30 kg Dampf pro Stunde. Infolge des kleineren Wasserraumes läßt sich der Flammrohrkessel besser anheizen und entwickelt rascher Dampf. Besondere Vorteile bietet die Kombination mit Ueberhitzer und Vorwärmer. Kessel ohne Einmauerung weisen bei ihrer Außerbetriebsetzung den geringsten Wärmeverlust auf.

Sauggasanlagen sind billig im Betriebe, doch ist die Betriebssicherheit nur dann gewährleistet, wenn die Anlage nicht überlastet wird. Zum Anlassen der Motoren ist Druckluft erforderlich, die vom Motor selbst erzeugt wird. Zum Anblasen der Generatoren ist ein Ventilator erforderlich. Die Bedienung einer Pumpstation für eine Stadt von ca. 6000 Einwohnern ist durch eine Person ohne Schwierigkeiten möglich, peinliche Sauberkeit ist jedoch unerlässlich. Pro Kubikmeter Wassermenge kann man 235 g Anthrazitkohlen rechnen, für Anlassen pro Tag ein Liter Spiritus 90% und $\frac{1}{4}$ Liter Benzin. Viele Städte besitzen bereits Gas- und Elektrizitätswerke. Es dürfte einleuchten, daß dann die Frage des Antriebes sehr einfach zu lösen ist.

Auf Wasser- und Windmotoren hier näher einzugehen, darf ich mir wohl versagen. So einfach und billig sie auch unter Umständen im Betriebe sind, es gehört doch eine ziemliche Portion Erfahrung und Umsicht dazu, um mit ihnen ein Pumpwerk betriebsicher und rationell zu betreiben. Der beste Wassermotor ist die Turbine, direkt gekuppelt mit einer Zentrifugalpumpe. Damit soll

jedoch nicht gesagt sein, daß nicht auch ein Wasserrad sehr gute Dienste leisten kann. Bezüglich der Windräder ist heute insofern eine Wendung zum Bessern eingetreten, als an Stelle der plumpen und ungünstig arbeitenden Windmühlen elegant und sturmsicher gebaute Stahlwindturbinen getreten sind. Sie können in Verbindung mit einem entsprechend groß gewählten Wasserbehälter sehr wohl für Wasserbeschaffungszwecke Verwendung finden, wenn auch nur in beschränktem Maße.

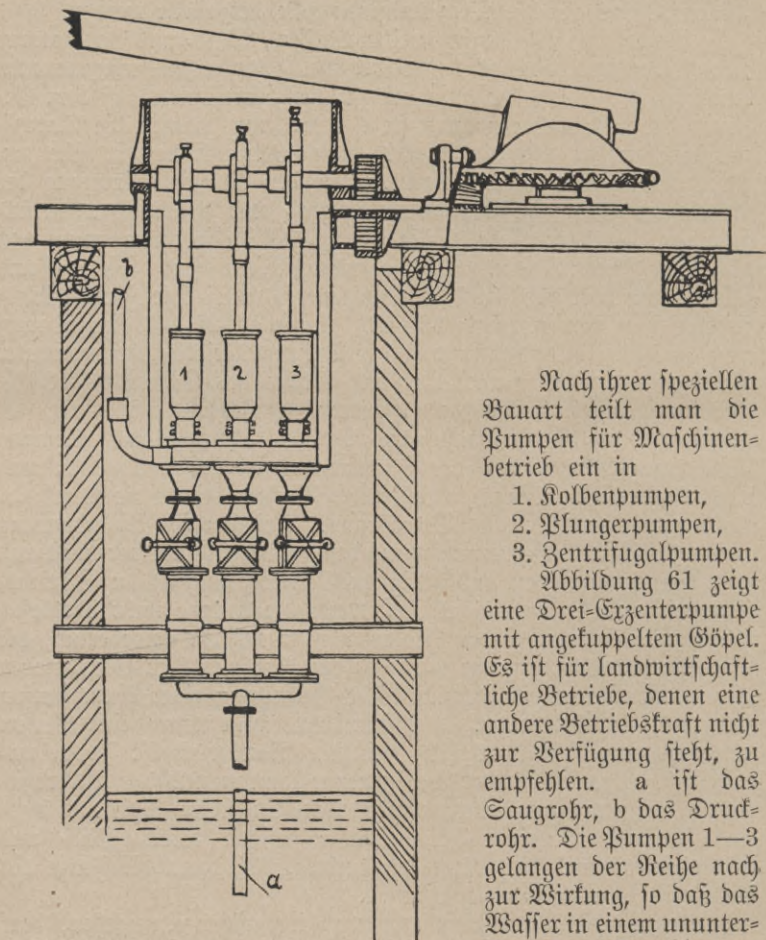


Abbildung 61.
Drei-Exzenterpumpenwert für Göpelantrieb.

Nach ihrer speziellen Bauart teilt man die Pumpen für Maschinenbetrieb ein in

1. Kolbenpumpen,
2. Plungerpumpen,
3. Zentrifugalpumpen.

Abbildung 61 zeigt eine Drei-Exzenterpumpe mit angekupfeltem Göpel. Es ist für landwirtschaftliche Betriebe, denen eine andere Betriebskraft nicht zur Verfügung steht, zu empfehlen. a ist das Saugrohr, b das Druckrohr. Die Pumpen 1—3 gelangen der Reihe nach zur Wirkung, so daß das Wasser in einem ununterbrochenen Strahl dem Druckrohr entströmt. Das

Pumpenwert wird an einem \square oder Γ Träger im Brunnen befestigt. Durch Einschaltung eines doppelten Regelrädergetriebes kann das Pumpenwert auch als Tiefpumpe benutzt werden.

In Abbildung 62 ist eine vertikale Heißluft-Pumpmaschine von A. Monsti, Eilenburg, dargestellt. Als Feuerungsmaterial kann jeder Brennstoff benutzt werden. Die Anlage ist sparsam

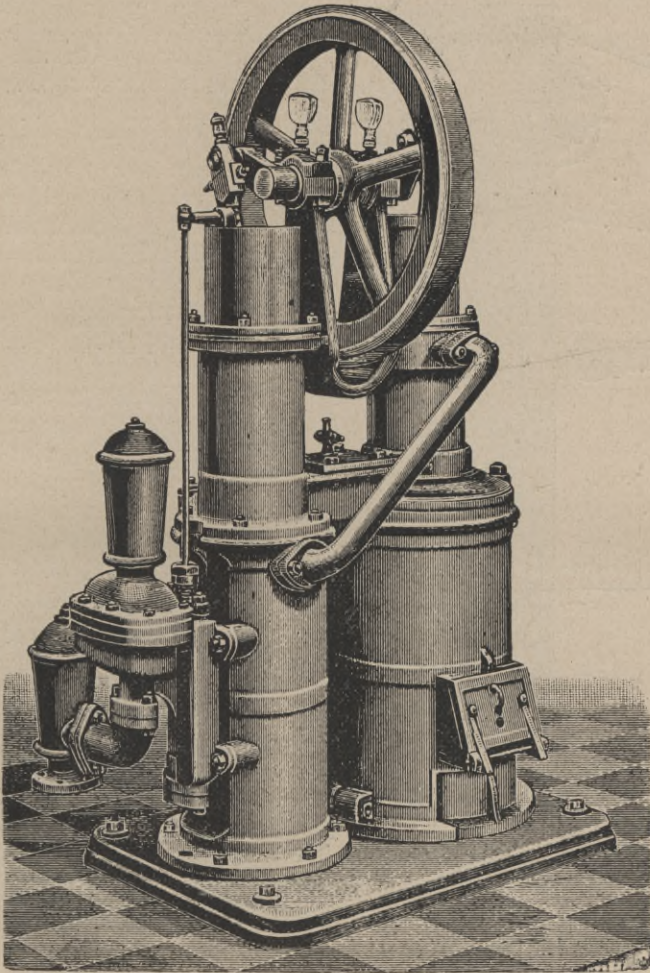


Abbildung 62.
Heißluft-Pumpmaschine.

im Betriebe. Die Feuerung erfolgt wie bei jedem Stubenofen, ein besonderer Maschinist ist deshalb nicht erforderlich. Die Beschickung des Feuers sowie das Oelen der Lager kann von jeder beliebigen Person ausgeführt werden. Die Pumpenstange ist direkt am Kolben der Maschine befestigt, wodurch Zwischenvorlege vermieden werden. Die Pumpe ist mit Saug- und Druckwindkessel

ausgerüstet. Sie findet vorteilhafte Verwendung in Gärtnereien, Gutshöfen, zum Betriebe von Springbrunnen usw.

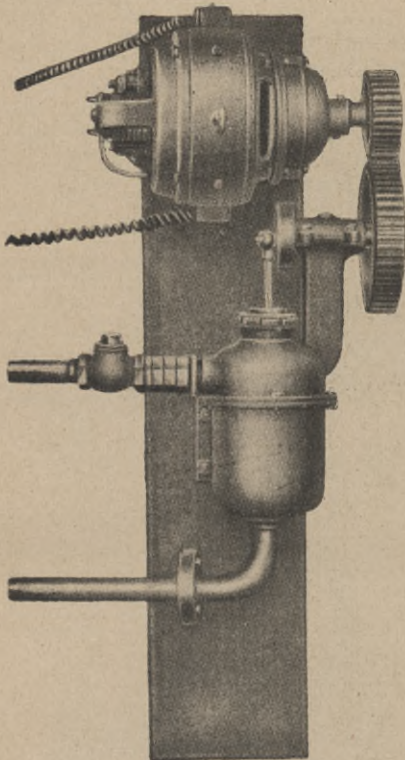


Abbildung 63.

Perleopumpe, angetrieben durch electr. Zentrator-Motor.

Eine wegen ihrer gedrängten Bauart besonders bemerkenswerte Pumpe ist die Perleo-Pumpe der Firma Burchard & Viereck, Kiel, Abbildung 63. Sie eignet sich sehr gut zur Versorgung von Landhäusern usw. mit Wassermengen von ca. 1—9 cbm stündlich. Es ist eine Differentialpumpe mit einfacher Saug- und doppelter Druckwirkung. Der Pumpenzylinder ist in das Gehäuse derart eingehängt, daß zwischen Zylinder und Gehäusewand ein großer ringsförmiger Nutwindkessel entsteht; das obere Gehäuse mit dem Lagerarm enthält den Druckwindkessel. Der untere große Kolben mit dem Druckventil hat Feder-ringdichtung, der obere Plungerkolben läuft in einer mit Hanf abgedichteten Stopfbüchse mit Kapselfutter und ist bei allen zu einander beweglichen Teilen als

Material-Bronzeguß angewendet. Zum Antrieb dient ein elektrischer Zentratormotor. Die Neuerung an diesem Motor ist eine Kupplung, die es ermöglicht, ohne Riemen, Zahnräder oder Zwischenvorlege von rasch laufenden Wellen Arbeit direkt auf langsam laufende zu übertragen. Das Uebersetzungsverhältnis ist bei normalen Typen $\frac{1}{12}$ bis $\frac{1}{5}$. Die Zentratorkupplung befindet sich an der rechten Seite des Motors. Tabelle VII gibt über die Leistungen der Pumpe nähere Auskunft.

Tabelle VII. Perleo-Pumpe.

| Nummer der Pumpe | A | B | C |
|---|----|----|-----|
| Leistung bei 10 m Förderhöhe Liter pr. Minute | 40 | 80 | 160 |
| " " 20 " " " " | 30 | 60 | 120 |

Abbildung 64 stellt die Expreßpumpe Frankenthal der Firma Bettinger & Balcke, Frankenthal, dar, mit zwangsläufigem Wasserzufluß zu den Saugventilen. Sie ist für Förderhöhen bis 50 m und Riemenantrieb gebaut. Die Neuheit dieser Pumpe besteht darin, daß jedes einzelne Ventil sein eigenes Saugrohr besitzt. Die Rohre reichen in den Saugraum der Pumpe

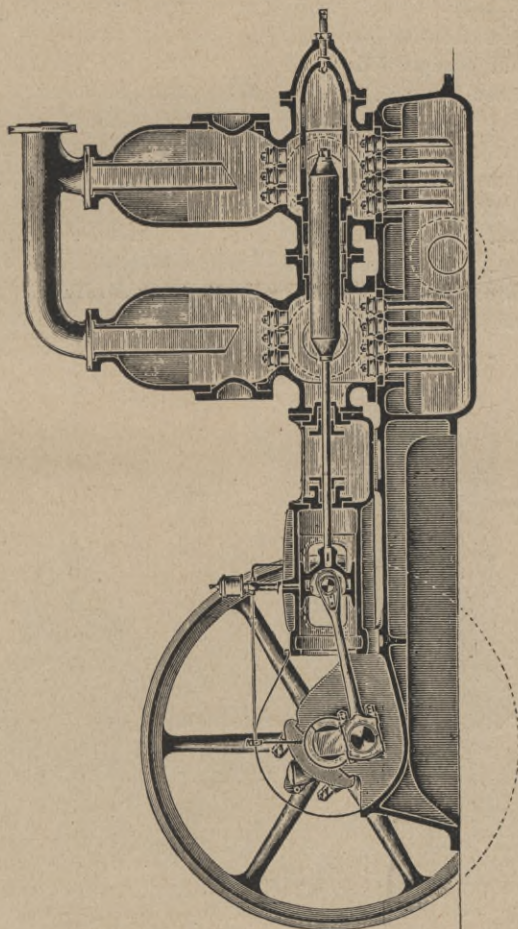


Abbildung 64.
Expreßpumpe Frankenthal.

und zerlegen das Wasser in ebensoviele Einzelstrahlen. Dadurch wird die Bewegung der Wassersäule auf ein Minimum herabgedrückt, so daß eine ungleich höhere Umdrehungszahl und eine größere Saughöhe zulässig ist, als bei anderen Pumpen, ohne daß der ruhige und stoßfreie Gang beeinflusst wird.

Die Wasserkolben sind als Schwimmekolben konstruiert, d. h. ihr Gewicht entspricht annähernd dem Auftrieb, wodurch die

Reibungsarbeit und die Abnutzung auf ein Minimum reduziert wird. Alle beweglichen Teile werden automatisch durch feststehende Tropföler mit Schaugläsern geschmiert. Alles Nähere enthält Tabelle VIII.

Tabelle VIII. Gypspumpe Frankenthal.

| Nummer | 8 | 10 | 12 | 16 | 20 | 25 | 30 |
|-------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Fördermenge in cbm pr. Std. | 44 | 57 | 78 | 106 | 142 | 204 | 270 |
| Umdrehungen pro Minute . . | 330 | 300 | 260 | 240 | 210 | 190 | 170] |
| Hub mm | 80 | 100 | 130 | 160 | 200 | 250 | 300 |
| Plungerdurchmesser . . mm | 140 | 150 | 165 | 180 | 200 | 225 | 250 |
| Saugrohrdurchmesser . . mm | 125 | 150 | 175 | 200 | 225 | 275 | 300 |
| Druckrohrdurchmesser . . mm | 125 | 125 | 150 | 175 | 200 | 250 | 275 |
| Riemenscheiben mm | 650 | 800 | 1000 | 1300 | 1600 | 2000 | 2400 |
| " mm | 150 | 160 | 180 | 200 | 250 | 300 | 350 |
| Riemen dimensionen . . mm | 120/7 | 130/7 | 140/7 | 160/7 | 200/7 | 250/7 | 300/7 |
| Kraftbedarf bei 5 Atm. in P.S. eff. | 12 | 16 | 22 | 30 | 40 | 56 | 75 |
| Gewicht kg | 925 | 1150 | 1450 | 1900 | 2400 | 3200 | 4000 |

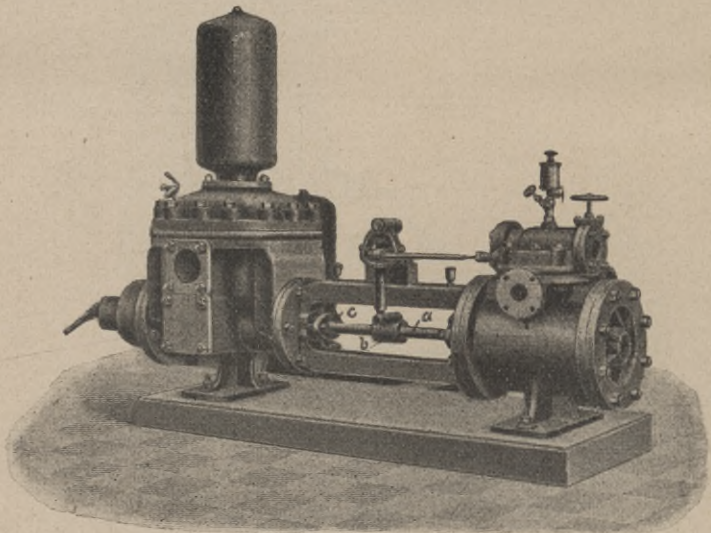


Abbildung 65.
Schwungradlose Dampfpumpe System Voith.

Großer Beliebtheit erfreuen sich auch schwungradlose Dampfpumpen. Ihre hauptsächlichsten Vorzüge sind: gleichförmige und steigerungsfähige Kolbengeschwindigkeit, Einstellbarkeit auf jede Hubzahl leichte Bedienung, geringe Abnutzung. Als besonders

charakteristisch erwähne ich die Voit-Pumpe von Schäffer & Budenberg, Magdeburg. Die Pumpe ist in Abbildung 65 wieder gegeben. Dampfkolben und Pumpenkolben sitzen auf einer gemeinschaftlichen Stange a. Die Umsteuerung erfolgt mittels eines durch die Stange d betätigten Hilfschiebers. Zu diesem Zweck ist ein Mitnehmer b auf der Stange a befestigt, der ihre Bewegung auf einen Steuerhebel überträgt. Mit Hilfe eines Gelenkstückes wird die Bewegung der Stange für die Schieberbewegung nutzbar

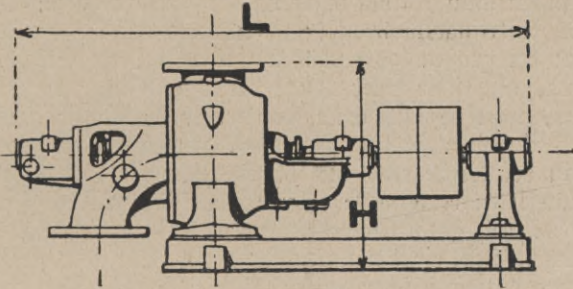


Abbildung 66.
Zentrifugalpumpe für Transmission.

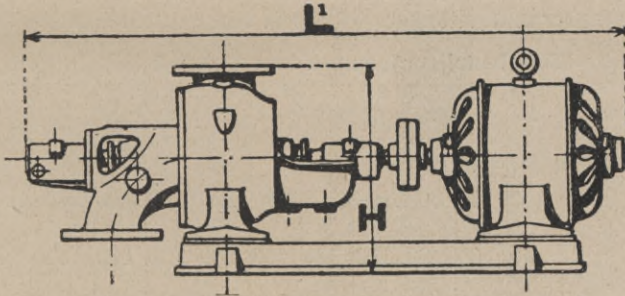


Abbildung 67.
Zentrifugalpumpe für elektrischen Antrieb.

gemacht. Nach Öffnen des Dampfventils geht die Maschine in jeder Kolbenstellung ohne weiteres an. Die Pumpe ist doppelt wirkend. Die in den Pumpenzylinder eintretende Stange a wird durch eine Stopfbüchse c abgedichtet. Die Worthingtonpumpe ist ähnlicher Bauart.

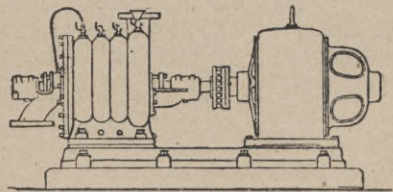


Abbildung 68.
Zentrifugalpumpe mit vier Stufen.

Außerordentlich vielseitig in ihrer Anwendung sind die Zentrifugalpumpen. Die Abbildungen 66 bis 68 geben ein anschauliches Bild von ihren verschiedenartigen Ausführungen. Das

charakteristische Merkmal der Zentrifugalpumpen ist der auf einer horizontal gelagerten Welle sitzende Schaufelkranz, weshalb man sie auch folgerichtig als Schaufler bezeichnen könnte. Die Anzahl der Schaufeln ist gewöhnlich 6—12. Wird die Welle in Umdrehung versetzt, so findet ein Ansaugen und Fortdrücken des Wassers in einem ununterbrochenen Strome statt. Die Sauge- röhren müssen über dem Filterkorb mit einem Rückschlagventil ver- sehen sein, damit man sie zur Erleichterung des Anlassens mit Wasser füllen kann. Auch bezüglich der Förderhöhe sind in neuerer Zeit mit Zentrifugalpumpen beachtenswerte Erfolge erzielt worden. Man hat bei großen Förderhöhen nur nötig, die Schaufelung zu vermehren, also statt einer Stufe deren 4, 8 oder noch mehr an- zuwenden, man spricht dann von einer 4, 8 oder mehrstufigen Hocheffekt-Turbinenpumpe. Bei ganz großen Leistungen liegt der Motor in der Mitte und die Turbinenpumpen an beiden Seiten der verlängerten Ankerwelle. Sie haben bei großen Förderhöhen 70—80 %, bei großen Fördermengen 80—90 % Wirkungsgrad. Abbildung 68 stellt ein Vierstufenmodell dar. Sie zeigt gleichzeitig die Anordnung des elektrischen Antriebes mit Voitscher Bandkupplung. Es sind mit mehrstufigen Turbinenpumpen schon Förderhöhen von über 400 m erreicht worden. Tabelle IX gibt Abmessungen und Leistungen der in Abbildungen 66 und 67 dargestellten Pumpen wieder.

Tabelle IX. Zentrifugalpumpen von Weige & Künzli, Leipzig.

| Nummer | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|
| Liefermenge pr. Minute Liter | 150 | 330 | 600 | 1000 | 1550 | 2200 | 4000 | 6200 | 8800 | 12000 | 16500 | 21000 |
| Rohrlichtweite mm | 40 | 60 | 80 | 100 | 125 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 |
| Flanshdurchmesser mm | 140 | 175 | 200 | 230 | 260 | 290 | 350 | 400 | 450 | 520 | 575 | 630 |
| Länge L = mm | 875 | 1100 | 1350 | 1750 | 2050 | 2275 | 2450 | 2900 | 3240 | 3500 | 3900 | 4250 |
| Länge L ¹ = mm | 600 | 750 | 840 | 935 | 1025 | 1200 | 1475 | 1800 | 2000 | 2325 | 2650 | 3000 |
| Breite B = mm | 300 | 350 | 400 | 460 | 520 | 600 | 770 | 850 | 1000 | 1250 | 1400 | 1550 |
| Höhe H = mm | 285 | 345 | 400 | 460 | 525 | 575 | 760 | 950 | 1000 | 1050 | 1400 | 1625 |
| Kraftbedarf für je 1 m Förderhöhe ca. P.S. | 0,07 | 0,14 | 0,23 | 0,37 | 0,57 | 0,78 | 1,4 | 2,1 | 2,9 | 3,8 | 5,2 | 6,5 |
| Preis Mk. | 110 | 140 | 170 | 205 | 270 | 350 | 535 | 725 | 935 | 1275 | 1695 | 2045 |

Die Preise verstehen sich für die zur direkten Kupplung mit einem Elektromotor vorgerichtete Pumpe normal garniert ohne Motor und ohne Zubehör.

In der Rotationspumpe mit elektrischem Antrieb der Siemens-Schuckert-Werke besitzen wir eine den neuzeitigen Anforderungen entsprechende Einrichtung, welche es ermöglicht, die

Vorteile der zentralen Wasserversorgung überall dort zu genießen, wo elektrischer Strom zum Betrieb der Pumpe vorhanden ist. Motor und Pumpe sind auf gemeinsamer Grundplatte aufgestellt und beide Wellen durch eine elastische Kupplung miteinander verbunden. Die Welle der Pumpe ist im Gehäuse zu einem Zylinder verdickt. Der Zylinder ist mit Schlitzen zur Aufnahme flacher Schieber versehen, die bei der Rotation nach außen getrieben werden und infolge der exzentrischen Lagerung der Welle im Gehäuse sich senkrecht zur Achse hin- und herbewegen. Damit sind alle beweglichen Teile der Pumpe genannt und ergibt sich daraus ihre vorzügliche Verwendung speziell für den elektrischen Antrieb mit seinen hohen Umdrehungszahlen.

Die Pumpe arbeitet entweder direkt auf die Hauswasserleitung oder sie drückt das Wasser durch ein möglichst gerades Rohr in den Hochbehälter. Um ein Ueberfließen zu vermeiden, ist dabei, wie bei jedem derartigen Wasserbehälter üblich, ein Ueberlaufrohr von genügendem Querschnitt vorzusehen. Die Anordnung des Füllens läßt sich bei elektrischem Betrieb auch selbsttätig einrichten. Ein im Behälter befindlicher Schwimmer schaltet in seiner untersten Lage, also bei leerem Behälter, mittels eines Anlassers den Motor und damit die Pumpe ein. Hierdurch füllt sich der Behälter mehr und mehr und das ansteigende Wasser hebt gleichzeitig den Schwimmer immer höher. Sobald er seine höchste Lage erreicht hat, die dem Wasserstand bei gefülltem Behälter entspricht, schaltet er den Motor wieder aus.

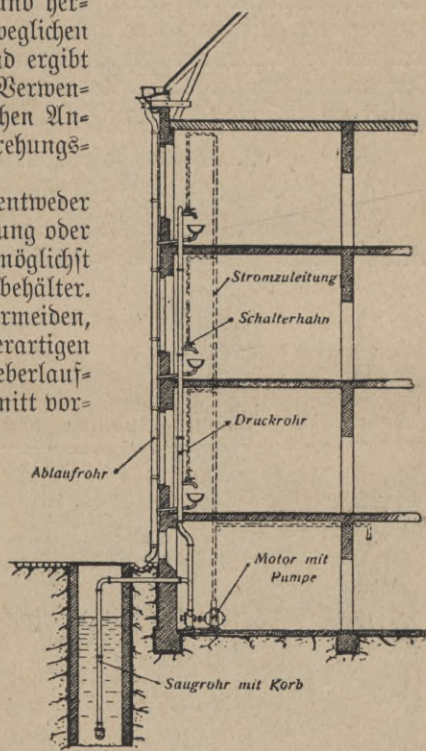


Abbildung 69.

Haus-Wasserleitung mit elektrisch betriebener Pumpe und Schalterhähnen der Siemens-Schuckert-Werke.

Wird ein Hochbehälter nicht gewünscht, so erhält jede Verbrauchsstelle einen Schalterhahn, der, wie schon die Bezeichnung lehrt, eine Vereinigung eines Wasserhahnes mit einem elektrischen Schalter bildet. Mit dem Schalterhahn wird die Leitung geöffnet und gleichzeitig die Pumpe in Gang gesetzt, bzw. umgekehrt die Pumpe stillgesetzt und die Wasserleitung wieder geschlossen. Die

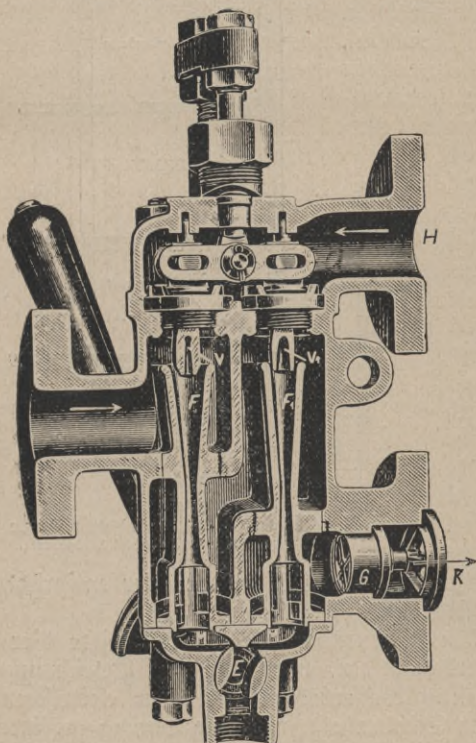
Pumpe fördert dann immer nur im Bedarfsfalle und bringt das Wasser unmittelbar nach derjenigen Verbrauchsstelle, an welcher durch den Schalterhahn der Wasserabfluß freigegeben ist. Um bei dem Anlassen des Motors einen unzulässig großen Stromstoß zu vermeiden, ist auf dem Motor ein Relais angeordnet, das durch die Schalterhähne mit betätigt wird. Die Anordnung bei einem dreistöckigen Gebäude ist aus Abbildung 69 ersichtlich.

Die Pumpe liefert bei etwa 925 Umdrehungen in der Minute etwa 25 Liter pro Minute. Um 1 cbm Wasser mittels elektrisch angetriebener Pumpe 25 m hoch zu heben, sind etwa 0,15 Kilowattstunden elektrischer Arbeitsleistung erforderlich. Bei einem Strompreise von 20 Pf. pro Kilowattstunde wird also 1 cbm Wasser auf 25 m zu heben 3 Pf. kosten.

7. Kolbenlose Dampfpumpen.

(Injektoren, Strahlpumpen, Pulsometer.)

Sie gehören zu einer besonderen Gattung von Pumpen, die mittels Dampf ansaugen und das Wasser nach dem Bestimmungs-



ort drücken. Injektoren kommen vorteilhaft bei der Speisung der Dampfkessel zur Anwendung, da sie das Kesselspeisewasser noch um weitere 50° C zu erwärmen vermögen.

Abbildung 70 stellt den Universalinjektor der Firma Gebr. Körting, Körtingsdorf bei Hannover, dar. Er besteht aus zwei in einem Gehäuse untergebrachten Düsensystemen, deren eines das Wasser empfängt bzw. ansaugt und es unter einen gewissen Druck setzt, so daß dem zweiten die Aufgabe überlassen bleibt, den Druck des Wassers so zu erhöhen, daß es den Druck im Kessel überwindet. Die Arbeitsweise beim Anlassen und beim Speisen ist

Abbildung 70.
Universalinjektor von Gebr. Körting.

folgende: Durch eine geringe Vormwärtsbewegung des Handhebels wird zuerst das die erste Düse schließende Ventil V etwas gehoben, dadurch das Wasser angesogen und anfangs durch den Kanal M ins Freie getrieben; durch weitere Fortbewegung des Hebels schließt der Hahn E diesen Kanal ab, so daß das Wasser in das Düsenystem F unter Druck eintritt und nun durch den Kanal M noch solange ins Freie ausfließt, bis das Ventil V₁ ganz geöffnet ist und gleichzeitig der Hahn E den Kanal M₁ abgeschlossen hat, worauf das Wasser durch das Speiseventil G in den Kessel strömt.

Restarting- oder Sicherheitsinjektoren besitzen nur ein Düsenystem und haben vor den eben beschriebenen den Vorzug, daß sie, falls der Dampf- oder Wasserzutritt aus irgend einem Grunde unterbrochen wurde, sofort von selbst wieder angehen, sobald die Störung aufgehört hat. Er speist kaltes Wasser bei Saughöhen bis 3½ m und warmes bis 42° C. Ein Regelung des Dampf- und Wasserzutritts ist nicht erforderlich.

Mannigfache Verwendung zur Wasserförderung finden auch die Wasserheber oder Elevatoren, auch Dampfstrahlpumpen genannt. Ihre Bauart gleicht den Restartinginjektoren.

Engverwandt mit Dampfstrahlelevatoren sind die Wasserstrahlelevatoren. Sie werden durch eine Hochdruckwasserleitung gespeist. Deshalb findet keine Erwärmung des geförderten Wassers statt.

Die Wirkungsweise der Strahlpumpen beruht darauf, daß ein Dampf- oder Wasserstrahl durch eine Düse A (vergl. Abbildung 71) in den nach unten hin kelch- oder kugelförmig erweiterten Raum B eintritt und hier ein Ansaugen der von C aus eintretenden Flüssigkeit bewirkt wird, wodurch das Wasser aufwärts getrieben wird. Die Nutzleistung dieser Apparate ist freilich keine sehr hohe (15 bis 30% der theoretischen), doch finden sie zur Wasserhebung wegen ihrer Einfachheit vielfach Verwendung. Die Elevatoren sind an der tiefsten Wasserentnahmestelle zu montieren, so daß sie vollständig mit Wasser bedeckt sind.

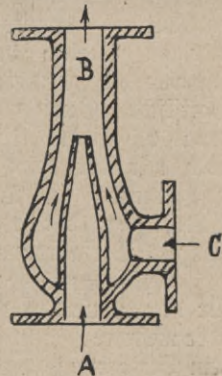


Abbildung 71.
Strahlpumpe.

Der Pulsometer stellt für Entwässerungs- und dergleichen Zwecke einen recht brauchbaren Apparat dar. Er ist in neuerer Zeit bezüglich seiner Bauart und Dekonomie wesentlich verbessert worden. Ohne auf die Einrichtung und Wirkungsweise der Pulsometer hier näher einzugehen, möchte ich noch bemerken, daß die Saughöhe 4—6 m nicht übersteigen soll. Der an seinem Aufstellungsplatze richtig montierte Pulsometer muß vor seiner Ingebrauchsetzung mit Wasser gefüllt werden; das geschieht entweder

durch eine Abzweigung des Druckrohres oder durch das Druckrohr selbst. Bei der Inbetriebsetzung wird zunächst das über dem Pulsometer angebrachte Dampfabsperrenteil plötzlich geöffnet und darauf wieder schnell geschlossen. Dadurch erfolgt die erste Entleerung derjenigen Pumpenkammer, in welche eben der Dampf einströmte und man hört das selbsttätige Dampfsteuerungsventil arbeiten und den Pulsometer ansaugen. Öffnet man nun das Dampfeinlaßventil von neuem, so wird der Pulsometer in regelmäßigen Gang kommen. Das Dampfeinlaßventil darf nur wenig geöffnet sein, denn durch ein zu weites Öffnen desselben tritt zu viel Dampf in den Pulsometer und dieser kann nicht ansaugen, weil kein Vakuum entstehen kann.

8. Pneumatische Brunnenanlagen.

Wegen allzutiefer Lage des Grundwasserspiegels oder wegen anderweiter Schwierigkeiten, wie weite Entfernung des Brunnens von der Betriebskraft usw., ist es häufig nicht möglich, das Wasser mittels über Tag stehender oder mittels Schachtpumpen aus dem Brunnen zu fördern. In diesen Fällen erfolgt die Hebung des Wassers mit Hilfe pneumatischer Brunnenpumpen, deren Anordnung in Abbildung 72 dargestellt ist.

Soll nun mittels Druckluft aus einer Tiefe von 40 m Wasser gehoben werden, so sind, da 10 m Wassersäule = 1 Atmosphäre darstellt, 4 Atmosphären erforderlich. Dieser Druck ist jedoch nur zu Beginn des Pumpens erforderlich. Später genügen dauernd 2 Atmosphären, da erfahrungsgemäß das mittlere spezifische Gewicht des Wasser- und Luftgemenges bis auf etwa 0,5 sinkt. Um nun die pneumatischen Brunnenanlagen auch mit der beim Dauerbetriebe vorhandenen geringeren Druckluftspannung in Tätigkeit setzen zu können, wendet die Firma Bettinger & Balcke, Frankenthal, folgendes gesetzlich geschütztes Verfahren an:

Außer der — wie bisher üblichen — Luftzuführungsstelle a für den Dauerbetrieb werden in gewissen Abständen über ihr eine oder mehrere Hilfszuführungsstellen a¹ a² usw. (siehe Abbildung) an dem Steigrohr b angebracht. Jede dieser Luftzuführungsstellen kann von oben aus eine besondere Luftzuführungsleitung c¹ c² neben dem Steigrohr erhalten oder die Luftzuführungsstellen können an eine gemeinschaftliche Luftleitung innerhalb des Steigrohres angeschlossen werden. Die Hilfsluftzuführungen werden durch geeignete Absperrungen über Tag geöffnet und geschlossen.

Der Hergang beim Anlassen der Brunnenpumpe ist nun folgender:

| | | |
|---|-----|------|
| Die Eintauchtiefe der untersten Luftzuführung | sei | 40 m |
| " " " ersten Hilfsluftzuführung a ¹ | " | 32 " |
| " " " zweiten " a ² | " | 24 " |
| Der Ausguß liege 4 m über dem normalen Wasserspiegel. | | |

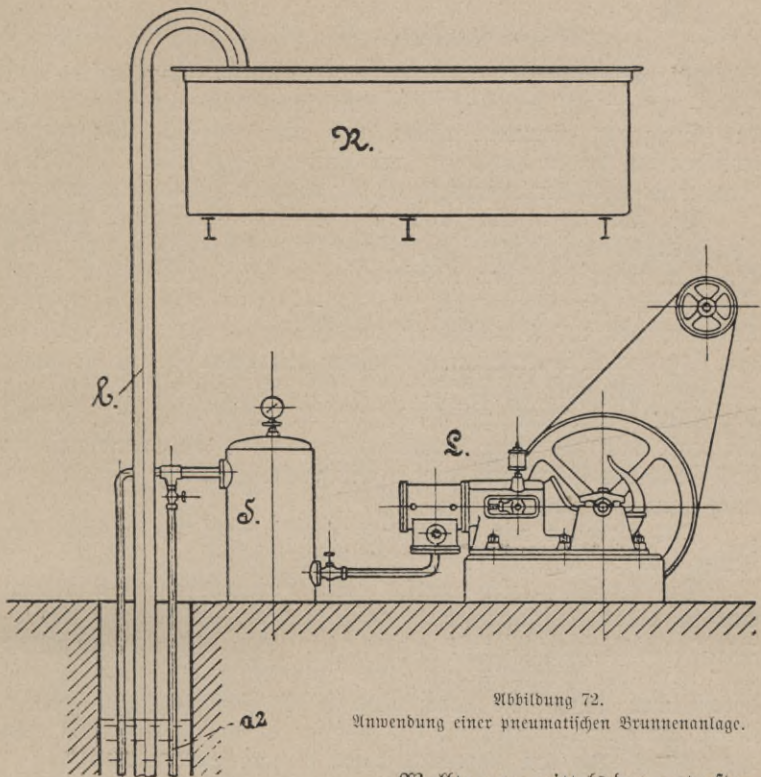


Abbildung 72.

Anwendung einer pneumatischen Brunnenanlage.

Wollte man mittels der untersten Düse die Pumpe in Betrieb setzen, dann wäre eine Luftspannung von etwa 4 Atmosphären nötig. Der normale Druck in der Luftleitung, von welcher noch mehrere Brunnenpumpen betrieben werden können, sei 2,6 Atmosphären auf einen Quadratcentimeter. Durch die unterste Düse kann also keine Luft in das Steigrohr *b* treten, wohl aber durch die obere zweite Hilfsdüse *a*², über welcher nur eine Wassersäule von 2,4 kg/qcm Gegendruck steht. Durch die hier eintretende Luft wird die darüber befindliche Wassersäule mit Luft gemischt und

die Höhe dieses Luftgemisches bis zum Ausguß ist $24 + 4 = 28$ m. Bei einem mittleren spezifischen Gewicht des Gemisches von 0,5 beträgt der auf die darunter befindliche Wassersäule ausgeübte

Druck $\frac{28 \times 0,5}{10} = 1,4$ kg/qcm. An der 8 m tiefer gelegenen

Hilfsdüse a¹ ergibt sich hieraus ein Gegendruck des Wassers von $1,4 + 0,8 = 2,2$ kg/qcm. Die Luft kann nun von hier aus in das Steigrohr eintreten, wobei auch die 8 m hohe Wasseräule zwischen den beiden Hilfsdüsen mit Luft gemischt wird. In diesem Augenblick wird der Luftzutritt an der obersten Hilfsdüse abgesperrt.

Die nun 36 m hohe, mit Luft gemischte Wasseräule übt auf die darunter befindliche einen Druck von 1,8 kg/qcm aus. An der 8 m tiefer liegenden Arbeitsdüse für den Dauerbetrieb ergibt sich hieraus ein Gegendruck von $1,8 + 0,8 = 2,6$ kg/qcm. Da Luftdruck von 2,6 Atmosphären zur Verfügung steht, so kann sie den Gegendruck überwinden. Nachdem dies geschehen, ist die ganze mit Luft gemischte Wasseräule bis zum Ausguß 44 m hoch und übt einen Gegendruck von $4,4 \times 0,5 = 2,2$ kg/qcm aus, so daß die Luft mit der beim Dauerbetrieb nötigen Geschwindigkeit in das Steigrohr b dringen kann. Die zweite Hilfsdüse a² muß nun auch ganz abgesperrt werden.

Das Arbeiten mit 2,6 statt 4 Atmosphären Luftpressung bedeutet selbstverständlich einen erheblichen Gewinn an Arbeit.

Die Preßluft wird mittels eines Luftkompressors L erzeugt und in einem Luftsammler S aufgespeichert, welcher mit Manometer und Sicherheitsventil versehen ist. Von diesem Luftsammler aus wird die Preßluft durch die Luftleitung a¹ a² usw. zu den betreffenden Düsen und durch diese in die Steigleitung b geleitet. Diese Steigleitung befördert das Wasser in das Reservoir R, von wo aus es nach den Gebrauchsstellen weitergeleitet wird.

Mitunter ist es zweckmäßig, mittels Druckluft gefördertes Wasser nur bis Bohrlochoberkante zu heben und es von dort mit besonderen Hochdruckpumpen eventuell höher gelegenen Bestimmungspunkten zuzuführen.

Wie bereits früher erwähnt, kommen Pumpenanlagen mit Druckluftbetrieb auch vorteilhaft zur Hebung eisenhaltigen Wassers zur Anwendung.

IV. Die Wasserversorgung der Städte.

1. Wasserbedarf.

Die Größe des Wasserbedarfs setzt sich nach den an verschiedenen Stellen angestellten Ermittlungen wie folgt zusammen:*)

A. Privatgebrauch.

| | |
|--|-------|
| 1. Gebrauchswasser in Wohnhäusern pro Kopf der Bewohner und pro Tag | Liter |
| a) zum Trinken, Kochen, Reinigen usw. | 20—30 |
| b) zur Wäsche | 10—15 |
| 2. Klosettspülung, einmalig | 8—15 |
| 3. Pissoirspülung | |
| a) intermittierend pro Stand und Stunde | 30 |
| b) kontinuierlich pro lfd. m Spülrohr und pro Stunde | 200 |
| 4. Bäder | |
| a) ein Wannenbad | 350 |
| b) ein Sitzbad | 30 |
| c) einmalige Brause oder Strahldusche | 40—80 |
| 5. Gartenbespaltung an einem trockenen Tage pro qm einmalig bespalteter Fläche | 1,5 |
| 6. Hofbegießung desgl. pro qm | 1,5 |
| 7. Ein Pferd, tränken und reinigen, ohne Stallreinigung pro Tag | 50 |
| 8. Ein Stück Vieh, tränken und reinigen, ohne Stallreinigung pro Tag | |
| a) Großvieh | 40 |
| b) Kleinvieh | 10 |
| Ein Kalb 8 l, ein Schaf 8 l, ein Schwein 13 l. | |
| 9. Ein Wagen zum Personentransport, Reinigung pro Tag | 200 |

*) Vergl. G. F. Schaars Kalender für das Gas- und Wasserfach. Die Angaben sind annähernde.

B. Öffentliche Anstalten.

| | |
|--|------------|
| 1. Schulen, pro Schüler und Schultag, ohne Zerstäubung für Luftbefeuchtung | 2 |
| 2. Kasernen | |
| a) pro Mann und Verpflegungstag | 40 |
| b) pro Pferd | 50 |
| 3. Kranken- und Versorgungshäuser pro Person und Verpflegungstag | 250—650 |
| 4. Gasthöfe pro Person und Verpflegungstag | 100 |
| 5. Badeanstalten mit nur Wannen- und Duschbädern pro abgegebenes Bad | 500 |
| 6. Waschanstalten pro 100 kg Wäsche | 800 |
| 7. Schlachthäuser pro Jahr und pro Stück geschlachtetes Vieh | 300—400 |
| 8. Markthallen pro qm bebaute Fläche und pro Markttag | 5 |
| 9. Bahnhöfe, Speisewasser für Lokomotiven pro Tenderfüllung | 8000—18000 |

C. Kommunale Zwecke.

| | |
|--|------|
| 1. Straßenbesprengung pro qm einmal besprengte Fläche | |
| a) gepflasterte Straßen | 1 |
| b) haussierte Straßen | 1,5 |
| 2. Öffentliche Gartenanlagen an einem trockenen Tage pro qm einmal begossener Fläche | 1,5 |
| 3. Öffentliche Ventilbrunnen ohne ständigen Abfluß, pro Auslauf und Tag | 3000 |
| 4. Öffentliche Pissoire | |
| a) intermittierende Spülung pro Stand und Stunde | 60 |
| b) kontinuierliche Spülung pro lfd. m Spülrohr und Stunde | 200 |

D. Gewerbe und Industrie.

| | |
|---|-----|
| Brauereien, Gesamtverbrauch pro hl gebrauten Bieres ohne Eisbereitung | 500 |
|---|-----|

Badeanstalten.

| | | |
|---|-----------|-----------|
| Für 1 Wannenbad mit Spülung und Reinigung | 500—600 l | stündlich |
| " 1 Brause darüber | 70—100 l | " |
| " 1 Brause im Schwimmbad | 500—600 l | " |
| " 1 Brause in Volksbädern | 350—400 l | " |
| " 1 Reinigungsbad im Schwimmbad | 400—800 l | " |
| Schwimmbad tägliche Erneuerung pro qm | 2,5 cbm. | |

Ueber den Wasserbedarf für Dampffesselbetriebe lassen sich nur allgemeine Angaben geben. Kleine Auspuffmaschinen benötigen pro PS/std. 25—30 l, mittlere 12—15 l und Kondensationsmaschinen 6—10 l. Das zum Kondensatorbetrieb nötige Wasser beträgt etwa das 25fache des Speisewassers für die PS/std.

Bei Ueberschlagsrechnungen kann man nach einer Statistik des Vereins deutscher Gas- und Wasserfachmänner die 24stündige Wasserabgabe pro Kopf der Einwohner wie folgt annehmen:

| | |
|-----------------------|----------|
| im Durchschnitt . . . | 23—312 l |
| „ Mittel | 91 l |

Die 24stündige Maximalabgabe 25—291 l, im Mittel 147 l, die 24stündige Minimalabgabe 3—172 l, im Mittel 55 l. Das Bedürfnis kleiner Landstädte ist oft mit 70—80 l, das von Dorfgemeinden und Marktflecken mit 50—60 l pro Kopf leicht befriedigt.

Der Wasserverbrauch ist, nach den einzelnen Monaten berechnet, am größten im Juni und Juli, am geringsten im Januar und Februar. Der Sonnabend weist den größten, Sonn- und Feiertage den geringsten Verbrauch auf. Tagsüber findet in der Zeit von 10 Uhr vormittags bis 4 Uhr nachmittags der größte Wasserverbrauch statt.

Nach diesen Angaben läßt sich für jeden Ort der Kopfverbrauch in 24 Stunden feststellen. Selbstverständlich ist auf das Wachstum der Bevölkerung durch einen entsprechenden Zuschlag auf die ermittelte Gesamtwassermenge Rücksicht zu nehmen.

Zur Feststellung der Leistungsfähigkeit der Wasserwerkanlage wird man also einen Sonnabend im Juli wählen als den Tag, der den größten Stundenverbrauch hat. Dieser ist der Berechnung der Leistung (ausgedrückt in Sekundenliter) zugrunde zu legen.

Beträgt beispielsweise der Tageshöchstverbrauch 150 l pro Kopf der Bevölkerung, so ist der Stundenhöchstverbrauch $\frac{150}{24} = 6,2$ l, was einer Leistung von $\frac{6,2}{3600} = 0,0017$ Sekundenliter entspricht.

2. Das Wasserwerk.

Ist so der höchste Wasserverbrauch eines Ortes festgestellt, unter Berücksichtigung späterer Erweiterung, dann ist die Lage des Wasserwerkes und der Bauplan festzulegen. Ausschlaggebend für die Lage dürfte stets das Vorhandensein guten Wassers in ausreichender Menge sein. Mit den Probebohrungen oder der Erschließung von Quellen gehen Wassermengenmessungen und Untersuchungen des Wassers Hand in Hand. Nach dem Ergebnis dieser Arbeiten bestimmt sich die weitere Einrichtung des Wasserwerkes.

Zu einem kompletten Wasserwerk gehören:

1. die Gebäude mit Wasserbehälter,
2. die Pumpen und Antriebsmaschinen,
3. eventuell Wasserreinigungseinrichtungen,
4. das Rohrnetz.

Bei Anlage der Gebäude muß auf Betriebserweiterung Rücksicht genommen werden. Für die Aufstellung neuer Maschinen ist entsprechender Platz vorzusehen. Genügen dann später die aufgestellten Pumpen nicht mehr, so kann man ohne große Mehrkosten eine Erhöhung der Leistung erzielen, während An- und Umbauten nachher sehr viel teurer werden.

Ueber die Aufstellung des Hochbehälters für Reinwasser (Wasserturm) sei noch bemerkt, daß seine Abmessungen so zu wählen sind, daß er die Schwankungen im Tagesverbrauch möglichst auszugleichen imstande ist, sowie dem im Rohrnetz erforderlichen Versorgungsdruck entspricht. Man nimmt die Größe des Behälters gleich der Hälfte des maximalen täglichen Verbrauches. Als Ersatz für Turmbehälter dient mitunter ein auf den Hauptdruckstrang aufgesetztes Standrohr. In diesem Falle muß die Pumpenleistung dem wechselnden Bedarf angepaßt werden.

Gestatten es die natürlichen Bodenverhältnisse des Versorgungsgebietes, so kann man auch statt der üblichen Wassertürme Erdbehälter als Wasserreservoir herstellen. Sie werden aus Klinkermauerwerk oder Beton wasserdicht (mit Tonumhüllung) errichtet.

Hochbehälter kommen dort zur Anwendung, wo eine genügende Erhöhung fehlt. Sie mitten ins Versorgungsgebiet zu setzen, wo sie eigentlich hingehören, ist nicht immer möglich. Ihre Höhe ist so zu bemessen, daß zur Zeit des maximalen Verbrauches bei tiefstem Spiegel am entferntesten Punkte des Versorgungsgebietes noch ein Wasserdruck von mindestens 2 Atmosphären = 20 m Wasserjähle über Pflaster herrscht.

In Abbildung 73 ist ein Hochbehälter mit Grundwasserent-eisenung nach G. Osten dargestellt. Die Einrichtung bietet gewisse wirtschaftliche Vorteile und hat sich als sehr zweckmäßig erwiesen, was mehrere nach diesem System ausgeführte Anlagen beweisen. Eine im unteren Raume des Turmes aufgestellte, elektrisch angetriebene Pumpe fördert das Wasser aus dem Brunnen C durch das Rohr D nach einem ringförmigen Verteilungsrohr. Hier fällt das Wasser durch mehrere Lüftungsbrausen als Regen in den Wasserspiegel des schmiedeeisernen Wasserbehälters B, wo das Eisen ausgefällt wird. Das belüftete Wasser tritt durch das Rohr R in ein oder zwei im Zwischenstock stehende geschlossene Riesfilter, wo es von dem Eisen befreit wird. Von hier fließt das Wasser gefiltert den Verbrauchstellen zu. Die Reinigung der Filter erfolgt durch Gegenpülung. Durch eine Treppe sind alle Teile bequem

zugänglich. Besondere Vorzüge dieser Einrichtung sind: Nur einmalige Hebung des Wassers; Gedrängtheit der ganzen Anlage und geringer Bedarf an überbauten Räumen; das ganze Wasserwerk ist im Turm vereinigt; eine Wiederverunreinigung des schon gereinigten Wassers ist ausgeschlossen, was von einem offenen Reinwasserbehälter nicht gesagt werden kann; im Hochbehälter hat das Wasser reichlich Zeit zur Oxydation des Eisens; die Eisenflocken bilden sich in vollkommenster Weise aus, was insofern wichtig ist, als dadurch die Filtration sehr beschleunigt und erleichtert wird; die Filter können in ihrer Leistung dem Stundenverbrauch entsprechend eingerichtet werden. Da die Pumpen bei Wasserwerken durchschnittlich 10—12 Stunden im Betriebe sind, der Verbrauch sich aber auf 24 Stunden verteilt, so wird die durchschnittliche Inanspruchnahme der Filter geringer, wenn sie hinter dem Hochbehälter liegen, als wenn sie davor liegen.

Der Boden des Eisenbehälters zeigt die sehr oft angewandte Bauart nach Prof. Inze. Die Uebertragung der Behälterlast auf das Mauerwerk wird durch einen gußeisernen Druckring vermittelt. Die Behälter erhalten Absperrovorrichtungen, Ueberlauf und Entleerungsleitungen.

Zur genauen Regelung des Wasserstandes ist ein elektrischer Wasserstandsfernmelder, eventuell in Verbindung mit selbsttätiger Schalt- und Anlafvorrichtung, erforderlich.

Sollte sich einer meiner geehrten Leser eingehend über den Bau von Wassertürmen informieren wollen, so empfehle ich das Studium des Geschäftsalbums der bekannten westdeutschen Bau-

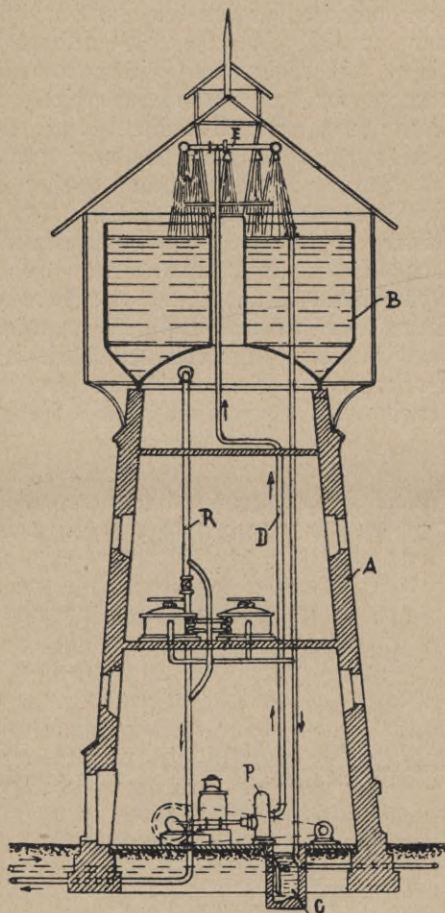


Abbildung 73.

Wasserturm mit Pumpenanlage und Enteisungssystem von H. Dren.

firma für Inbetriebnahme J. A. Neumann, Eichweiler. Es enthält eine reichliche Wiedergabe ausgeführter Türme.

Die Lage des Behälters zum Versorgungsgebiet kann eine verschiedene sein. Der Behälter kann vor oder hinter dem Versorgungsgebiet liegen. Im ersteren Falle wird das Versorgungsgebiet unmittelbar von den Pumpen bzw. von den Quellen gespeist, nur der nicht abgegebene Teil gelangt in den Sammler und wird diesem bei Mehrbedarf wieder entnommen. Liegt der Behälter dagegen vor dem Versorgungsgebiet, so übernimmt er allein die Versorgung. Der Querschnitt der Zuleitung vom Sammler zum Versorgungsgebiet muß dem maximalen Verbrauch entsprechen.

In der Regel wird das Wasser dem Sammelbehälter durch ein Pumpwerk zugeführt. Man hat es in der Hand, die Pumpenleistung so zu bemessen, daß der Sammelbehälter nur einen kleinen Teil Wasser aufzunehmen hat. Es empfiehlt sich jedoch aus ökonomischen Gründen und auch der Betriebssicherheit wegen, den Sammelbehälter möglichst groß zu wählen.

Es hängt mehr von den örtlichen Verhältnissen ab, ob das Wasser in den Sammelbehälter gepumpt und durch ein Fallrohr verteilt oder aber direkt in das Rohrnetz gepumpt und der Behälter an dieses angeschlossen wird. Nach der ersten Anordnung, siehe Abbildung 74, bildet der Behälter ein direktes Reservoir mit konstantem Wasserpiegel. Der Behälter läßt sich nach Entleerung unabhängig vom Netz schnell wieder auffüllen, indem der Behälter durch einen Absperrschieber geschlossen wird.



Abbildung 74.

Anordnung des Wasserturmes vor dem Rohrnetz.

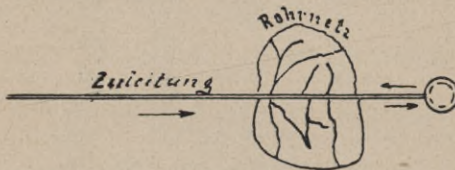


Abbildung 75.

Anordnung des Wasserturmes hinter dem Rohrnetz.

gewissermaßen als Sicherheitsorgan bei stark schwankendem Tageskonsum mit ungleichem Wasserpiegel. Bei ausgedehnten Rohrnetzen muß in der Nähe der Pumpen ein Hydrant offen bleiben, um den Ueberdruck fortzuschaffen, damit kein Rohrbruch passiert. Befindet sich am Druckwindkessel ein Sicherheitsventil, so ist diese Vorsicht nicht nötig. Tritt ein Bruch der Hauptleitung ein, so ist bei dieser Anordnung eine sofortige Füllung des Behälters nicht möglich. Bei diesem System ist dagegen der Bedarf an Rohrleitung und Schiebern nicht so groß, als bei dem zuerst genannten, auch arbeitet die Maschine

ruhiger. Die Arbeitsleistungen der Maschinen können in beiden Fällen dieselben sein.

Die zur Hebung des Wassers dienenden Pumpen sind bereits im Abschnitt II ausführlich beschrieben. Für Wasserwerkzwecke kommen hauptsächlich die in Abbildungen 64, 65, 67, 68 dargestellten Pumpen in Betracht.

3. Das Rohrnetz.

Die Wasserverteilung vom Wasserwerk nach den Verbrauchsstellen beruht auf dem Prinzip der kommunizierenden Röhren. Füllen wir mehrere vertikal stehende Röhren, die unten durch ein Rohr miteinander verbunden sind, mit Wasser, so ist der Wasserspiegel in allen Röhren gleich hoch. Wird das Wasser dem Rohrnetz von einem hochgelegenen Punkte aus zugeführt, so kann das Wasser an den Verbrauchsstellen selbstverständlich nicht höher steigen, als der Wasserspiegel im Wasserturm steht. Der Wasserspiegel wird im Gegenteil infolge der Reibungsverluste im Rohrnetz stets tiefer stehen (siehe die Tabelle über Gefällverluste Seite 113). Darauf ist bei Errichtung eines Hochbehälters zu achten.

Da nun eine Wassersäule von ca. 10 m (genau 10,33 m) dem Druck einer Atmosphäre = 1 kg pro qcm entspricht, so folgt, daß der Wasserdruck in den unteren Geschossen stärker ist als in den höheren, und in den tieferen Stadtteilen größer als in den höheren. Um nun zu vermeiden, daß bei sehr hügeligem Gelände der Druck im Rohrnetz zu sehr ansteigt, teilt man das Versorgungsnetz in eine Hochzone und eine Niederzone, in beiden Zonen ist dann der Wasserleitungsdruck gleich stark.

Ueber die bei der Berechnung von Wasserleitungsrohren maßgebende Wassergeschwindigkeit äußert sich Herr Wolfgang Koch*) treffend wie folgt:

„In Wasserleitungsrohren nimmt man nicht gern eine Wassergeschwindigkeit, die größer ist als 1 m. Wenn das Wasser aus recht hoch liegenden Quellen kommt und es sich darum handelt, die übermäßig große Druckhöhe zu vermindern, kann man die Wassergeschwindigkeit jedoch höher als 1 m nehmen. Um für Pumpen geringe Abmessungen zu erhalten, haben die Rohranschlüsse an Pumpen vielfach nur Weiten, die einer Wassergeschwindigkeit von 2 und mehr Metern entspricht. Es empfiehlt sich aber sehr, die anschließende Rohrleitung, auch wenn es sich nur um einen Druckstrang innerhalb eines Fabrikgebäudes handelt, weiter zu nehmen und den Uebergang mittels eines Reduktionsrohres zu bewerkstelligen. Der Verlust durch die Reibung des Wassers an den Rohrwänden wächst nämlich mit dem Quadrat der Wassergeschwindigkeit und im linearen Verhältnisse der Länge der Rohr-

*) Deutsche Techniker-Zeitung 1906 Seite 424 und 425.

leitung. — Geschwindigkeit unter 0,4 m kann man nicht gut nehmen, weil sonst die Kosten für die Rohrleitung zu gewaltig werden. 0,7 bis 0,65 m Wassergeschwindigkeit ist ein guter Durchschnitt bei Quellwasserleitungen, 0,8 m bei Leitungen mit Pumpwerk.

Nachdem auf Grund der vorläufigen Annahme der Geschwindigkeit die Rohrweiten bestimmt sind, ist eine Kontrollrechnung anzustellen, ob überall im Rohrnetze die erforderliche Druckhöhe über Straßenpflaster erreicht wird. Bei der Druckhöhe kommt es vielfach nicht nur darauf an, daß das Wasser bis in die höchsten Stockwerke steigt, sondern auch, daß an den Hydranten der für Feuerlöschzwecke erforderliche Druck vorhanden ist, durch den es ermöglicht werden soll, über die Dächer hinwegzuspritzen. — Da beim Minimum der Baukosten diese Druckhöhe überall erreicht werden soll, empfiehlt es sich, auf möglichst geradem Wege mit verhältnismäßig weiten Rohren, in denen geringe Wassergeschwindigkeit herrscht, nach den hochgelegenen Stellen zu gehen und von diesen Rohrsträngen aus mit verhältnismäßig engeren Rohren, in denen die größere Wassergeschwindigkeit höhere Reibungsverluste herbeiführt, nach den tiefer gelegenen Ortsteilen.

Ferner ist es für die Annahme der Durchflusgeschwindigkeit wichtig, ob eine maximale Druckhöhe etwa durch die Höhenlage eines Behälters oder einer Quelle festgelegt ist, oder ob die Druckhöhe durch Maschinenkraft erzeugt wird. Im ersteren Falle müssen die Rohre von vornherein so weit genommen werden, daß beim Wachstume der Bevölkerung und der daraus entspringenden Steigerung des Wasserverbrauches der Druckhöhenverlust durch Reibung nicht zu groß wird. Im anderen Falle kann man sich später durch Erhöhung des Druckes an der Pumpe helfen. Ferner kommt es darauf an, ob das Wasser absetzt. Ist das Wasser sehr eisenhaltig, so ist man gezwungen, eine geringe Geschwindigkeit in den Röhren zu wählen, weil sich mit der Zeit Inkrustationen an den Innenrohrwandungen absetzen und die Rohre dadurch enger werden.

Hat man einen geraden Strang, so ist die Berechnung der Weite des Stranges auf Grund der Wassergeschwindigkeit verhältnismäßig leicht. Man teilt den Strang in Abteilungen. In der ersten Abteilung, dem Zuleitungsstrange, fließt die ganze zu verbrauchende Wassermenge durch den Strang. In der nächsten Abteilung, in der die Entnahme beginnt, empfiehlt es sich, die Rohrweite des Zuleitungsstranges noch beizubehalten. In der dritten Abteilung kann dann eine Verringerung des Querschnittes eintreten, bis in der letzten Abteilung der Rohrstrang nur noch die geringste vorkommende Weite der Verteilungsleitungen erhält. — Diese geringste Weite kann, falls das Wasser nicht absetzt und falls Bevölkerungszunahme der Straße nicht in Aussicht steht, zu 7 cm angenommen werden. Steht Zunahme der Bevölkerung in

Ausicht, so ist die Weite von 8 cm oder 10 cm als geringste zu nehmen.“

Für eine rationelle Wasserversorgung ist die zweckentsprechende Dimensionierung der Leitung von großer Bedeutung. Hiervon kann zum großen Teil die Wirtschaftlichkeit der Anlage abhängen. Daneben ist für bestimmte Zwecke (schlechte Bodenverhältnisse oder dergleichen) die Materialfrage von Bedeutung. Es empfiehlt sich, als Grundlage für die Berechnung der Leitungen das doppelte Tagesmittel des Wasserverbrauches anzunehmen.

Um die ziemlich umständliche Berechnung der Rohrleitung zu umgehen, wendet man Tabellen an, die gestatten, bei einer gegebenen Wassermenge (Q), gemessen in cbm pro Minute, und der Wassergeschwindigkeit (v) in Meter pro Sekunde den dazugehörigen Durchmesser (d) der Leitung einfach abzulesen, vergl. Tabelle Seite 113. Zur Erläuterung dieser Tabelle sei folgendes bemerkt:

Die Wassermenge Q ist bestimmt nach der Formel $Q = v \frac{d^2 \pi}{4}$.

Der Wert $\frac{d^2 \pi}{4}$ bezeichnet den Querschnitt des Rohres. In den Kreisinhaltstabellen, die in jedem technischen Kalender enthalten sind, findet man die Querschnitte der Zahlen von 1 bis 100 ausgerechnet.

Der Wert h gibt das Gefälle bzw. den Druckverlust an.

Er ist berechnet nach der Formel $h = \alpha \frac{l \cdot v^2}{d \cdot 2g}$.

Darin bezeichnet $g = 9,81$ die Beschleunigung der Schwerkraft; $\alpha =$ Widerstandskoeffizient $= 0,063$; $l =$ Länge der Leitung für 100 m lfd. Rohrlänge; $d =$ Durchmesser der Leitung in mm.

Beispiel. Es sollen 0,30 cbm Wasser pro Minute mit einer Geschwindigkeit von 0,8 m 400 m weit befördert werden. Wie groß ist der Durchmesser der Leitung zu nehmen und wie groß ist der Druckverlust?

Lösung. Wir suchen in der ersten Vertikalspalte den Wert 0,8 und unter Q den Wert 0,30. Zu dieser Wassermenge gehört ein innerer Rohrdurchmesser $= 90$ mm. Der Gefällverlust ist bei 100 m $=$ Rohrlänge $h = 0,96$, bei 400 m also $4 \times 0,96 = 3,84$ m.

Die Zuführung des Wassers zu den einzelnen Stadtteilen erfolgt in der Regel durch gußeiserne Muffenrohre. Ich lasse die Frage, ob Gußeisen oder Schmiedeeisen für Rohrleitungszwecke den Vorzug verdient, offen, möchte hier jedoch feststellen, daß von einem Zerfressen schmiedeeiserner Rohre durch elektrische Ströme, beispielsweise bei Anschluß eines Blitzableiters, keine Rede sein kann, vorausgesetzt, daß Eisen mit Eisen verbunden ist. Es sind in der Regel säurehaltige Flüssigkeiten, sowie abwechselnde Nässe und Trockenheit bei Luftzutritt, die die Zerstörung der Rohre herbeiführen. Rohrabmessungen schmiedeeiserner Rohre siehe Seite 114.

Man unterscheidet zwei verschiedene Verteilungssysteme, nämlich das Verästelungssystem und das Kreislaufsystem. Bei größeren Anlagen kommt nur noch das Kreislaufsystem zur Anwendung, da es eine bessere Wasserzirkulation gestattet. Beim Kreislaufsystem werden sämtliche Zweigleitungen untereinander durch Nebenstränge von mindestens 80 mm Lichtweite verbunden, während bei dem Verästelungssystem sich alles vom Hauptrohr abzweigt.

Letztere Verlegungsart ist berüchtigt wegen der häufig vorkommenden toten Stränge (ganz zu vermeiden sind sie auch beim Kreislaufsystem nicht). Sie geben, namentlich im Sommer, zu häufigen Klagen der Wasserkonsumenten über schlechtes Wasser Veranlassung. Beim Ausbau neuer Straßen sind tote Stränge oft unvermeidlich, wenn der Strang nicht gerade am letzten Hausanschluß endigt. Man sucht der Stagnation des Wassers in solchen Leitungen dadurch vorzubeugen, daß man die Ablagerung der durch das Wasser mitgeführten Fremdstoffe verhindert. In der Regel ist an der äußersten Stelle jedes Rohrstranges ein Hydrant vorhanden, durch den ein Ausspülen der Rohrstrecke möglich ist. Leider wird jedoch die Benutzung der Hydranten für Spülzwecke wenig beachtet. Auch die Sprengwagen benutzen in der Regel nur die bequem liegenden Hydranten. So kann es denn vorkommen, daß derartige Stränge oft erst nach Jahren einmal ausgespült werden. Man wird mir erwidern, daß ja die ganze Leitung zeitweise entleert und gespült wird. Damit werden jedoch keineswegs alle Ablagerungen entfernt. Nur durch eine regelmäßige Spülung durch Deffnen der Hydranten der Reihe nach, wenn das Rohrnetz unter Druck ist, kann der Verschlechterung des Wassers in toten Strängen wirksam begegnet werden.

Wenn irgend möglich, sind Klingleitungen anzuwenden. Sie sind in bezug auf die Gesundheitspflege besser, weil in ihnen ein Stagnieren des Wassers bei sorgfältiger Verlegung nicht eintritt. Bei Rohrbrüchen ist die Klingleitung nur auf einer Seite gesperrt, dagegen ein durchgehender Strang vollständig.

An jeder Abzweigleitung müssen Schieber angebracht werden, um im gegebenen Falle jede einzelne Leitung abstellen zu können. Bei Kreislaufrohrnetzen setzt man an die Kreuzungsstelle größerer Leitungen Teilkasten, um der Bewegung des Wassers möglichst geringen Widerstand entgegenzusetzen. Hierbei werden Teilkasten und Schieber in Einsteigeschächte verlegt.

Lage der Rohrstränge bei öffentlichen Wegen und Straßen seitlich unter dem Straßenpflaster 1,3 m tief, um sie Erschütterungen und Stößen, hervorgerufen durch den Fuhrwerksverkehr, sowie Frosteinwirkungen zu entziehen. Man legt auch wohl in neuerer Zeit an jeder Seite der Straße ein Rohr.

Bei Druckleitungen ist eine Rücksichtnahme auf die Gefälllinie nur insoweit erforderlich, als kein Punkt der Leitung höher

liegen darf, wie durch die hydrostatische Druckhöhe überwunden werden kann.

Besondere Hindernisse stellen sich der Verlegung oft durch Flüsse und Schiffahrtswege entgegen. Sind Verkehrsbrücken nicht vorhanden, so hilft man sich durch Herstellung von Röhrenbrücken oder durch Dückerleitungen. Straßeneinschnitte werden durch Heberleitungen überbrückt.

Die über eine Brücke führende Leitung muß an jeder Seite mit Absperrschieber und Entleerungsvorrichtung versehen werden. Die Leitung ist außerdem gegen äußere Temperatureinflüsse durch Umhüllen mit Isoliermaterial zu schützen, auch ist dafür Sorge zu tragen, daß die Rohre den Längenänderungen und Schwankungen der Brücke folgen können. Man erreicht dies durch Einbau beweglicher Rohrverbindungen (Kugelmuffen).

Einen Flußlauf unterdückern heißt, eine Leitung quer durch ein Flußbett verlegen. Das Einbetten der Leitung soll in möglichst steinfreien, gewachsenen Boden erfolgen. Die Leitung wird über Wasser zusammengeschaubt und dann an Gerüsten vorsichtig versenkt. Man kann die Versenkung durch äußere Belastung unterstützen. Als Material dieser Röhren dient ausschließlich Schmiedeeisen.

Im allgemeinen sei über Verlegung der Rohre noch bemerkt, daß Rohrgräben gut zu ebnen sind, damit das Rohr auf seiner ganzen Länge sicher aufliegt. Es darf aber auch kein Punkt fester sein als der andere, weil sonst ungleiche Beanspruchungen durch Grundwasser oder Verkehrsbelastung die Leitung leicht zerstören können. Allein das Gewicht der Leitung und die in bogenförmigen Leitungen auftretenden Zentrifugalkräfte stellen an die Rohrverlegung weitgehendste Ansprüche. Größte Vorsicht ist am Platze, wenn es sich um Tonschluff oder moorhaltigen Untergrund handelt. Hier sind oft Einfüllungen aus Kies in den vorher ausgehobenen Graben, Betonmauerwerk oder dergl. der einzige Erfolg versprechende Weg. Gute Erfolge erzielt man auch mit dem



Abbildung 76.

Bettung eines Wasserrohres in Mauerwerk.

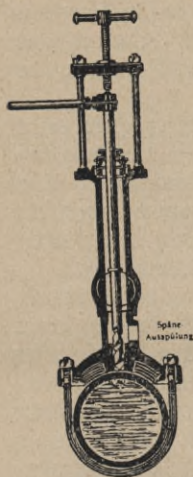
so genannten Naßstampfverfahren. Ueberhaupt sollte von dem Stampfen bei Leitungsverlegung in die Erde weitgehendster Gebrauch gemacht werden. Bei Kreuzungen von altem Fundamentmauerwerk oder anderem festen Mauerwerk ist eine Zwischenschicht von Sand oder Kies in etwa 5 cm Stärke herzustellen, (vergl. Abbildung 76).

Der Anschluß an die einzelnen Gebäude erfolgt durch einen Abzweig (Sauger) oder, wenn der Anschluß später hergestellt wird, durch eine Schelle. Bei Hausanschlüssen mittels Rohrschelle ist folgendes zu beachten:

Die zum Anbohren des Rohres zu benützende Schelle soll das Gewinde für die Abzweigleitung enthalten; das Gewinde soll nicht

in die Rohrwand eingeschnitten werden; das Anbohren soll mit Spiralbohrern, nicht mit Flachbohrern geschehen. Wasserverlust darf beim Anbohren nicht entstehen; das Einfallen der Bohrspäne in das anzubohrende Rohr ist zu verhindern; die Absperrung muß direkt am Hauptrohr zu bewerkstelligen sein, so daß man die Zweigleitung zu beliebiger Zeit fertigstellen und auch reparieren kann, ohne das Hauptrohr absperrern zu müssen.

Die verbesserte Rohrschelle von Bopp & Reuther, Mannheim, Abbildung 77, ist einer der besten Anbohrapparate. Ihre Anwendung ist folgende: „Die Rohrschelle wird mit untergelegtem



Dichtungsring durch einen Schaltbügel auf dem anzubohrenden Rohr festgeschraubt, der Bohrerapparat darauf gesetzt und durch zwei Gelenkketten, welche das Rohr umspannen, befestigt. Alsdann wird bei geöffnetem Hahn die Bohrstange mit Bohrer in den Apparat eingeführt, der Stopfbuchsenbajonettverschluß angezogen, die Bohrrätche auf die Bohrstange gesetzt und die obere Brücke geschlossen. — Hierauf Bohren mittels Rätche und Zuspansschraube. — Für die Dauer der Anbohrung schraubt man in den seitlichen Abgang der Schelle provisorisch einen Hahn ein, den man etwas geöffnet hält; es werden hier, sobald der Bohrer durch die Rohrwand dringt, die Bohrspäne durch das Druckwasser ausgespült, hierauf wird der Hahn geschlossen. Ist das Loch in das Rohr gebohrt, so wird der Bohrer, soweit es der Bund an der Stange gestattet, hochgezogen, der Hahn des Apparates geschlossen, der Bajonettverschluß gelöst und dieser mit Stange und Bohrer heraus-

Abbildung 77.

Anbohrung des Rohres mit Ventilschelle.

genommen. Mittels Schlüsselstange, in deren unteres Ende man den Ventilkörper steckt, wird letzterer in den Apparat eingeführt. Hierauf schließt man den Bajonettverschluß, öffnet das Hahnkufen des Anbohrapparates und schraubt den Ventilkörper mit Hilfe der Bohrrätche in die Rohrschelle fest ein. Die Anbohrung ist damit fertiggestellt und der Apparat wird, nachdem die Schlüsselstange herausgenommen, von der Schelle entfernt, die Einbaugarnitur auf die Schelle gesetzt und der Rohrgraben zugefüllt.“

In Abbildung 78 ist der Hausanschluß mit Ventilrohrschelle fix und fertig montiert dargestellt. Das Ventil ist für den Gebrauch städtischer Beamter bestimmt und bezweckt den Anschluß der Regulierung des Durchflusses der Zweigleitung direkt am Hauptrohr.

In Fällen, wo von einer Absperrung der Zweigleitung Abstand genommen wird, fällt das Ventil fort. Das Anbohren des Hauptrohres bei Anwendung der Rohrschelle ohne Ventil gestattet

sich genau so, wie vorhin beschrieben, nur daß nachher statt des Ventiles der Verschlußstopfen oben eingeführt wird.

Statt des Schellenbügels kann man auch eine Ventilhilfsmuffe anwenden. Sie findet hauptsächlich dort Verwendung, wo schlechter Untergrund vorhanden und das Rohr an der durch die Anbohrung geschwächten Stelle eine ausgleichende Verstärkung erhalten muß. Sie wird ein- oder zweiteilig ausgeführt.

Innerhalb des zu versorgenden Hauses liegt an bequem zugänglicher Stelle ein sogenannter Privathaupthahn. Er ist mit einem Gewindezapfen oder mit Zapfen für Bleirohranschluß versehen, zum Anschluß des Entwässerungsrohres. Das ausfließende Wasser gelangt in die Ableitungsröhre der Kanalisation. Eine solche Entleerung ist bei einigen Reparaturarbeiten und starkem

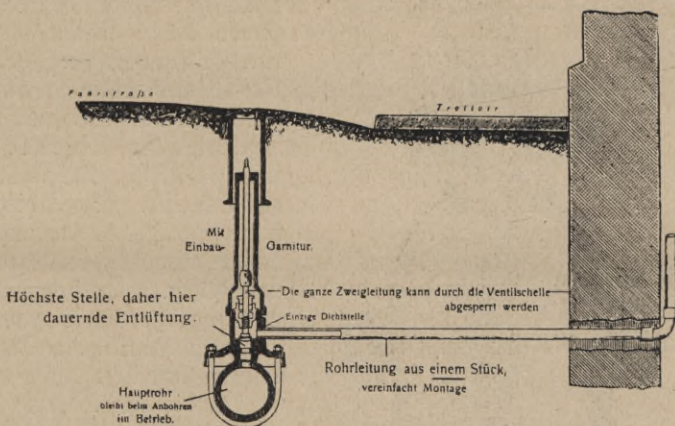


Abbildung 78.
Hausleitung mit Straßenventil.

Frost notwendig. Beim Entleeren der Leitung müssen aber sämtliche Zapfstellen geöffnet werden, weil sonst das Wasser nicht entweicht. Bei Vorhandensein eines Entlüftungventils ist das Deffnen der Zapfhähne nicht erforderlich.

Unmittelbar hinter dem Haupthahn befinden sich in der Regel der oder die Wassermesseranschlüsse. An diese schließt sich dann die Hausleitung. Sie liegt am besten frei und leicht zugänglich auf der Wand. Frontwände, freistehende Giebelwände usw. sind zur Rohrverlegung wegen Frostgefahr nicht geeignet. Aus Schönheitsrückichten wird die Zuleitung vielfach verputzt. Man darf sich allerdings nicht wundern, wenn so installierte Rohre gelegentlich mal vernagelt werden, was besonders bei Bleirohren leicht vorkommen kann. Vergl. auch das Kapitel: Aus der Montagepraxis.

Eine zweckmäßig verlegte Leitung muß an ihrer höchsten Stelle mit Entlüftungventil versehen sein, um die in Wasserleitungen

sich sammelnde Luft selbsttätig und ohne Wasserverlust abzulassen. Es dient ferner beim Ab- und Anlassen der Leitung als Luft- einlaß- bzw. Luftauslaßventil und macht das Öffnen der Zapf- stellen beim Entleeren der Leitung überflüssig. An jeder tiefsten Stelle ist ferner eine Entleerungsvorrichtung anzubringen, zur Entleerung des sich ansammelnden Schlammes.

Als Absperrvorrichtungen kommen in Betracht: Schieber, Hähne, Ventile, Klappen.

Schieber werden sowohl mit flachem als auch mit ovalem oder zylindrischem Gehäuse ausgeführt, letztere besonders für hohen Druck. Sie erhalten, wenn sie in der Erde liegen, eine Einbau-

garnitur und Hilfsrohrver- längerung, wie Abbildung 77 zeigt. Der Abschluß an der Erdoberfläche erfolgt durch eine Straßenkappe. Das Öffnen und Schließen erfolgt durch einen Schieber Schlüssel. Drehung der Spindel im Sinne des Uhrzeigers schließt den Schieber. Die Schieber werden für lichte Durchgangs- weiten von 15—1000 mm ausgeführt. Schieber mit noch größerer Lichtweite müssen durch äußere Quer- rippen versteift werden.

Abbildung 79 zeigt die bekannte Form des Wasser- absperrschieber aus Gußeisen, während Abbildung 80 eine kleinere Type gedrängter Bauart darstellt. Das Ge-

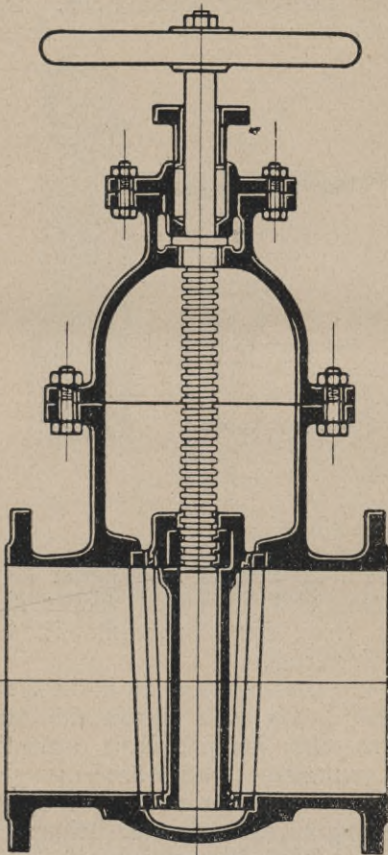


Abbildung 79.

Absperrschieber aus Gußeisen.

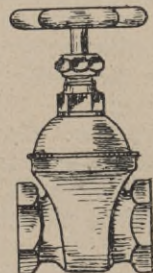


Abbildung 80.

Absperrschieber aus Bronze.

häufe des in Abbildung 80 dargestellten Schiebers besteht nur aus zwei Teilen.

Eine besondere Art sind die Schnellschlußschieber. Sie finden dort Verwendung, wo es auf raschen Abschluß ankommt; die Schieberplatte wird hierbei durch einen Handhebel bewegt.

Hähne für Hausleitungen können verschiedenen Zwecken dienen (Haupt-, Durchgang-, Entleerungshähne). Sie bestehen aus Hahnkörper und Rücken bzw. Ventilspindel. Das konisch gedrehte Hahnkörpers hat einen der lichten Durchgangweite des Hahnes entsprechenden länglichen Schlit. Die „Auf“- und „Zu“-Stellung wird durch einen Stift begrenzt, der in eine Ausparung des Hahnkörpers eingreift. Ventilhähne sind in ihrer äußeren Bauart den Hähnen nachgebildet, besitzen aber eine dem Ventil nachgebildete Niederschraubspindel. Bei selbstschließenden Ventilauslaufhähnen wird die Ventilspindel durch eine Feder auf den Sitz gedrückt. Mittels Hebeldruckknopf (vergl. Abbildung 81) kann das Ventil in Tätigkeit gesetzt werden.

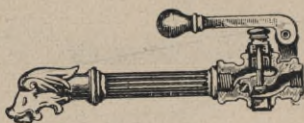


Abbildung 81.
Ventilhahn mit Selbstschlußvorrichtung.

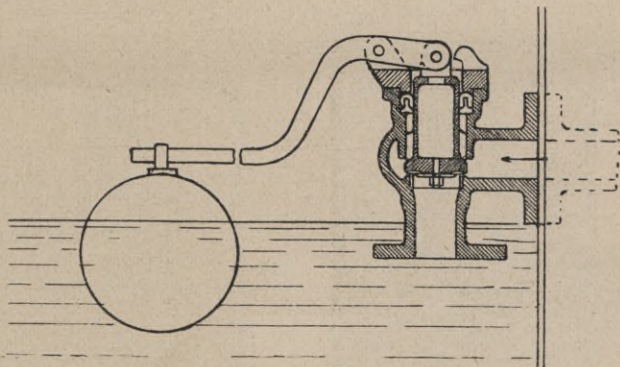


Abbildung 82.
Selbsttätiger Schwimmfugelhahn.

Es gibt noch eine große Anzahl ganz speziellen Zwecken dienende Hähne; ich nenne hier nur: Feuer-, Garten-, Ventil-, Schwimmfugel-, Klosettähne. Schwimmerausflußventile dienen dazu, den Zufluß des Wassers in einen Behälter bei einer bestimmten Höhe selbsttätig zu regulieren. Ein solches Ventil ist in Abbildung 82 dargestellt. Es besteht aus dem gußeisernen Gehäuse mit Kolbenventilkegel, welcher nach oben durch eine Manschette abgedichtet wird. Mit dem Kolben ist die Schwimmfugel durch einen Hebel verbunden. Der Hebel ist um den Bolzen drehbar. Eine Nase am Deckel dient zur Hubbegrenzung. Das Ventil,

Bauart Bopp & Reuther, besitzt folgende Vorzüge: Sicheres selbsttätiges Öffnen sowie Schließen, stetig verlangsamter stoßfreier Ventilabschluß bei jeder Druchhöhe, erreicht durch den entlasteten Kolbenventilkegel.

Mannigfache Verwendung finden auch die Klappen. Abbildung 83 zeigt ein Klappenventil mit Metallventilsitz und Gummidichtung für horizontale und vertikale Leitungen. Abbildung 84 zeigt den Klappenverschluß mit Scharnier- und Gummidichtung für

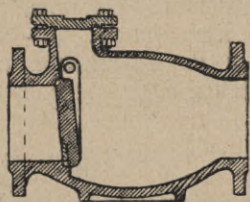


Abbildung 83.
Klappenventil.

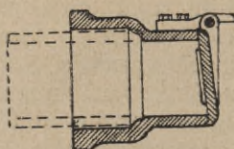


Abbildung 84.
Klappenverschluß.

Durchlässe, Kanäle usw. Schließlich sei noch auf die Rohrbruch-Sicherheitsklappe und Rückschlagventile hingewiesen, die den Zweck haben, im Falle eines Rohrbruches die Leitung selbsttätig zu schließen oder eine angesaugte Wassersäule nicht zurücktreten zu lassen.

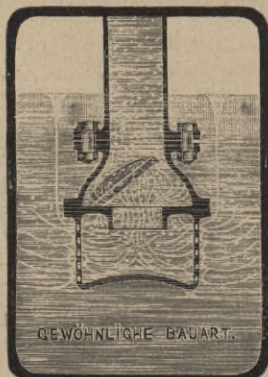
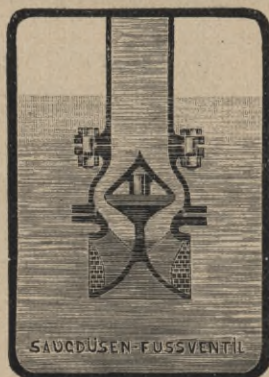


Abbildung 85 u. 86.
Fußventile.

Eine eigenartige Ausbildung zeigt das in Abbildung 85 wiedergegebene Saugdüsen-Fußventil System Künzli, geeignet für Pumpenanlagen aller Art. Es besteht aus einem Ventilkörper mit doppeltem Auslauf, um welchen zwecks Abhaltung von Unreinigkeiten ein Gazestrumpf gelegt ist. Mit der Konstruktion dieses Saugdüsen-Fußventils wird bezweckt, die Widerstände in Saugleitungen zu verringern bei weitgehendster Betriebssicherheit. Die in Abbildung 86

dargestellten, bei einem gewöhnlichen Fußventil auftretenden Wirbelbildungen sollen die Vorteile noch näher erläutern.

Es kommt zuweilen vor, daß einzelne an ein Rohrnetz angeschlossene Gebäude derart tief liegen, daß infolge des hohen Druckes häufig Rohrbrüche eintreten und zwar nicht nur an den Endungen der Zweigleitungen, sondern auch mitten in der Leitung. Man begegnet diesem Uebelstande dadurch, daß man in das zu schützende Rohr einen Druckminderer einschaltet, der auch bei ungleichem Wasserzufluß und wenn sämtliche Zapfstellen geschlossen sind, noch sicher funktionieren muß. Die Anwendung derartiger Druckregler ist seit Jahren bekannt und gibt es eine ganze Anzahl brauchbarer Apparate. Eine Druckreduktion läßt sich auch dadurch erreichen, daß man im Keller zwischen zwei Absperrhähne einen Durchgangsküfenhahn mit runder Oeffnung einschaltet und diesen auf einen solchen Druck einstellt, daß sich ein 10 Liter-Eimer in ca. 30 Sekunden unter dem höchstgelegenen Zapfhahne im Hause füllt.

Ich möchte dieses Kapitel nicht schließen, ohne der Rohrformstücke Erwähnung zu tun. Abbildung 87 zeigt einen Krümmer mit Erweiterung des Rohrquerschnittes. Er hat den Zweck, den Reibungswiderstand im Krümmer zu vermindern. *) Um dies zu veranschaulichen, ist der durch Kontraktion entstehende Wirbel eingetragen. Abbildung 88 zeigt eine Gewindeverbindung für Hochdruckleitungen. Die eingeschraubten

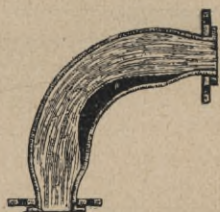


Abbildung 87.
Erweitertes Rohrformstück zur
Herabminderung des
Reibungswiderstandes.

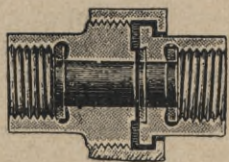


Abbildung 88.
Gewindeverbindung für Hoch-
druckleitung.

Rohrende werden je durch einen Dichtungsring abgedichtet und die beiden Schraubennüssen werden durch einen dritten Dichtungsring gegenseitig abgedichtet, gegen den sie mittels einer Ueberwurfmutter angezogen werden.

Für viele Zwecke dürften auch die in Abbildungen 89—91 dargestellten kegelförmig gestalteten Dichtungen gute Dienste leisten. Da sie ohne erheblichen Zeitaufwand leicht hergestellt werden können, ergibt ihre Einführung eine lohnende Spezialität.

Die Herstellung ist folgende: Man weitet das anzuschließende Rohrende kegelförmig auf und paßt entsprechend geformte Rohr- oder Anschlußstücke dagegen, entweder mit Hilfe von Schrauben oder durch keilsförmige Anzugstücke. Bei Bleirohren genügt die kegelförmige Rohrerweiterung als Abdichtung. Bei schmiedeeisernen

*) D. R. G. M. 144932.

oder kupfernen Rohren wird eine ringförmige Einlage aus Blei, Gummi oder dergleichen als Einlage benutzt. Abbildung 87 zeigt den Anschluß eines Schmiedeeisenrohres an ein gußeisernes Flanschenrohr. Die Verbindung mit einem Muffenrohr erfolgt derart, daß statt des Flanschstückes b ein Endstößel benutzt wird, der in Verbindung mit dem konischen Deckelstück c das Rohrende a umschließt. In Abbildung 90 ist die Verbindungsweise mittels Bügel an einem

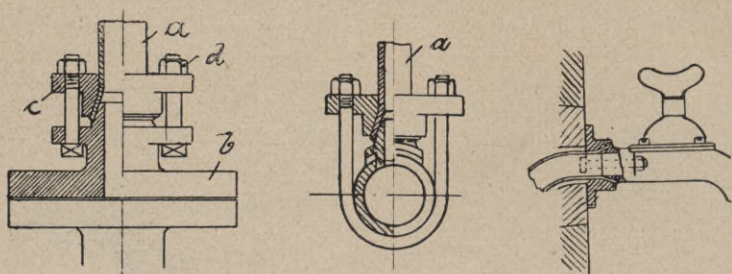


Abbildung 89—91.
Regelförmig gestaltete Dichtungen.

glatten Rohr dargestellt, dessen Enden die Stelle der Schrauben d in Abbildung 89 ersetzen. Abbildung 91 zeigt den Anschluß der Leitung an einen gewöhnlichen Niederschraubzapfhahn.

4. Das Wichtigste über Kanäle.

Als Kanäle bezeichnet man diejenigen Wasserleitungen, in denen das Wasser mit luftberührtem Spiegel fließt, während bei einem Rohr der ganze Querschnitt mit Wasser gefüllt ist. Kanäle kommen hauptsächlich zur Anwendung, wenn es sich um größere Gefälleleitungen mit geringen Niveauunterschieden, um eine Verbindungsleitung zweier Gewässer oder um Abflußleitungen handelt. Die städtischen Abwässer werden ausschließlich durch solche Kanäle abgeführt.

Kanäle werden auf äußeren Druck beansprucht und können verschiedene Form erhalten, je nachdem sie begehbar oder nicht begehbar eingerichtet sind. Ihr Querschnitt ist entweder rund oder eiförmig. Als Material dient Ton, Steinzeug oder Zement bzw. Beton und Moniermauerwerk. Steinzeug und Tonrohre werden aus demselben Material gefertigt, doch ist die Art der Tone von wesentlichem Einfluß auf das Fertigfabrikat. Steinzeugrohre sind ein etwas edleres Fabrikat.

Kanäle aus säurefesten Kanalbausteinen und Zementstampfbeton erfreuen sich neben Verwendung gut gefinterter Steinzeug- oder Tonröhren mit Muffen großer Beliebtheit.

Große Vorsicht ist bei Verlegung von Kanälen dort geboten, wo sie durch schwefelsaure Grundwasser (Moorwässer) geführt werden. Die in solchen Bodenschichten stets vorhandene freie Schwefelsäure zerstört Betonkanäle nach sehr kurzer Zeit, wie es beispielsweise der Stadt Osnabrück mit ihrem Hauptsammellkanal passierte.

Die Dichtung der Kanäle erfolgt durch Einlegen eines Teerstrickes und darauffolgendes Vergießen mit Zement, Ton oder Asphalt bzw. Asphaltmörtel. Die Asphaltmörtel hat verschiedene Vorzüge, nämlich: Säurebeständigkeit, Nachgiebigkeit bei Senkungen und Durchbiegungen, Undurchdringlichkeit für Baumwurzeln, und als wichtigsten Vorteil, ihre unbedingte Dichtigkeit und große Widerstandsfähigkeit gegen inneren Wasserdruck.

Die von der Stadt Berlin zur Abdichtung der Tonrohrkanäle benutzte Masse besteht aus einem Teil Gasteer, zwei Teilen Asphaltpech, sieben Teilen Chamottmehl feiner Mahlung. Dieser Mörtel kostet einschließlich aller Nebenarbeiten 8 Mk. pro 100 kg.

Die Dichtung wird wie folgt ausgeführt: Nachdem die in Frage kommenden Rohrteile mit Putzwolle gereinigt und getrocknet sind, erhalten sie einen Anstrich mit Dachlack oder Asphaltpech. Bei nassem Rohrgraben ist unter der Muffe ein Kopfloch von solcher Größe herzustellen, daß der Arbeiter darin stehen und die Dichtungsmasse in die Muffe einbringen und feststopfen kann. Das sich im Loche ansammelnde Wasser ist durch Pumpen zu entfernen. Der zu verwendende Teerstrick muß sich nach dem Verstemmen lückenlos der Muffe anschließen, eine gewisse Plastizität muß ihm also eigen sein. Er soll sauber und trocken aufbewahrt werden. Nachdem die Riffung auf $\frac{1}{3}$ Länge mit einem Teerstrick umwickelt und in die Muffe gesteckt ist, wird der vorher erwärmte Asphaltmörtel mit einer Dachkelle fest eingestrichen und mit einer Stopfkelle verstopft. Abbildung 92 gibt ein Bild

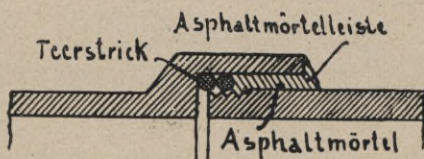


Abbildung 92.

Dichtung eines Rohrkanals mittels Asphaltmörtel.

der so hergestellten Dichtung. Dachkelle sowie Stopfkelle sind bei Benutzung anzuwärmen, um die leicht erstarrende Dichtungsmasse besser handhaben zu können.

Bei Anwendung von reinem Asphalt als Vergußmasse wird die Muffenöffnung zunächst durch einen Gießring abgeschlossen. Hierzu hat sich auch der Unnasche Korkring gut bewährt. Der Eingustrichter am Gießring, vergleiche Abbildung 93,



Abbildung 93.

Eingustrichter bei Asphaltmörtel.

wird aus Ton hergestellt und erhält eine seitliche Lage, damit der Asphalt in einem Guß um die Muffe herumläuft, so daß die Luft vor ihm entweichen und keine Blasen bilden kann. Der obere Rand des Trichters muß die Oberkante der Muffe einige Zentimeter überragen.

Der zur Verwendung gelangende Asphalt muß rein sein und beim Kochen einen dünnen Brei geben. Zu starkes und lang-

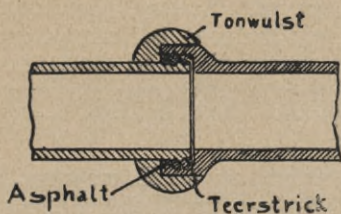


Abbildung 94.

Fertige Asphaltabdichtung mit Tonchuhring.

Triebhand verdient die oben beschriebene Asphaltmörteldichtung den Vorzug.

Die Reinigung der Abflußkanäle bzw. der Gullis vom Schlamm erfolgt am besten durch einen Schlammheber. Ich erwähne hier den Apparat von A. Furcht, Saalfeld a. S.

5. Aus der Montagepraxis. *)

Bei Verlegung der Rohre ist hauptsächlich darauf zu achten, daß sie innen sauber sind. Das Reinigen gußeiserner Leitungsrohre geschieht mittels Rohrbürste, welche für die gebräuchlichen Dimensionen der Rohre vorhanden sein muß. Die an einer 5 m langen Rundeisenstange befestigte Rohrbürste wird ein oder mehrere Mal durch das Rohr gezogen, bis es rein ist.

Die Dichtung der gußeisernen Muffenrohre geschieht bei Wasserleitungen mittels ungeteertem Hanfstrick und Blei. Das Hanfseil wird in mehreren Windungen in die Dichtungsuge der Muffe reichlich bis zur Hälfte mittels Strickeisen fest eingekleidet. Ist dies geschehen, so wird der Gießstrick vor die Muffe gelegt und mit Ton umhüllt. Ist der Ton gut um das Rohr gepackt, so wird der Gießstrick wieder entfernt. Der Gießstrick muß, bevor er angelegt wird, etwas angefeuchtet werden; geschieht das nicht, so wird beim Herausziehen des Strickes der Ton losgerissen. Ist der Gießstrick entfernt und sitzt der Tonring an allen Seiten fest, so

*) Die Bearbeitung dieses Kapitels stützt sich im wesentlichen auf Angaben, die mir der städtische Rohrmeister Herr Wilhelm Böthe in Kottbus in liebenswürdiger Weise zur Verfügung stellte. D. B.

kann der Bleiguß erfolgen. Das Blei wird langsam eingegossen. Nach Erkalten wird der Tonring abgenommen.

Das Einformen des Gießstrickes hat den Zweck, daß ein Bleifranz vor der Muffe stehen bleibt. Dieser Bleifranz wird dann mittels Sezer in die Dichtungsfuge hineingetrieben.

Nach dem Abdichten wird die Leitung gut unterstampft und mit einer Lage steinfreiem Boden versehen. Hierauf kann der Graben wieder zugeschüttet werden. Man achte darauf, daß beim Zuschütten der Boden fest eingestampft wird; geschieht dies nicht, so zeichnet sich nach kurzer Zeit der Rohrgraben ab.

In Nord- und Mitteldeutschland werden Wasserleitungen hauptsächlich aus Bleirohr hergestellt, auch Bleimantelrohre werden zuweilen benutzt. Bleirohr läßt sich leicht verarbeiten, nur ist das unnötige Klopfen und Biegen zu vermeiden. Zum Löten gehört einige Geschicklichkeit. Am schwierigsten zu machen sind die Abzweiglötfstellen. Es ist darauf zu achten, daß der Abzweig nicht in das Anschlußrohr hineinragt, wie man es bei leichtsinnigen Arbeiten vielfach findet. Sitzt der Abzweig gut am Anschlußrohr, dann lege man um die Lötstelle etwas gemahlenes Kolophonium, erhitze dann die Lötstelle mittels Lötlampe und setze so das Lötzinn daran. Ist die Lötstelle gut mit Zinn besetzt, so erwärme man die Lötstelle nochmals und wische sie mittels Talglappen glatt.

Die gewöhnlichen Wasserleitungsbleirohre, die keinen Druck auszuhalten haben, lassen sich ohne jedes Hilfsmittel nach jeder Richtung biegen. Jedoch ist es schwieriger, schwachwandige Bleirohre, z. B. Abflußrohre für Spülkasten usw., zu biegen. Diese Rohre werden mit feinem Sand gefüllt, der Sand wird gut eingeklopft und beide Rohrenden alsdann verschlossen. Dort, wo das Rohr gebogen wird, muß es mittels Lötlampe angewärmt werden. Die Firma Volk & Wittmer, Straßburg i. E., und auch wohl andere größere Firmen machen bei Bleirohren größeren Durchmessers für Entwässerungsanlagen und Klosettstränge die Lötstellen kräftiger. Zur Herstellung von Leitungsbogen bedient man sich bei größeren Dimensionen einer Spiralfeder, welche in das Rohr hineinpakt. Man bringt sie genau an die Stelle, wo das Rohr gebogen wird, wärmt es an der Stelle an und zieht die Feder nach dem Biegen wieder heraus.

Da das Rohr beim Biegen im inneren Bogen etwas stärker wird, so treibe man das Blei, wenn es gut angewärmt ist, mit dem Bleiklopfer vom inneren Bogen nach außen. Der Bogen muß langsam herumgezogen und bei jeder Veränderung des Bogens der Bleiklopfer in Anwendung gebracht werden. Fachleute, die viel mit stärkeren Bleirohren arbeiten, ziehen das Blei so viel bei einem Bogen nach außen, daß die äußere Wandstärke stärker ist als die innere.

Die Verlegung schmiedeeiserner Rohre ist nicht schwieriger. In Süddeutschland kommen mehr verzinnte Eisenrohre als Bleirohre für Wasserleitungen in Anwendung. Im Preise ist Eisenrohr bedeutend billiger als Bleirohr. Die Güte des verzinnten Eisenrohres steht dem des Bleirohres nicht nach.

Von den vielen Arten Gewindefschneidfluppen ist die deutsche Kluppe, bei der jede Sorte Schneidbacken aus zwei Hälften besteht, in der Praxis am brauchbarsten. Ist das Gewinde geschnitten, so ist das Ende des Rohres gut auszufräsen.

Das Dichten der schmiedeeisernen Rohre geschieht mittels Hanf, welcher fest in die Gewindegänge eingelegt wird. Danach wird der eingelegte Hanf mit etwas Talg bestrichen. Dichtung mittels Hanf und Mennige, wie man sie leider sehr häufig findet, ist schlechte Arbeit. Ein Installateur, der auf gute Arbeit hält, wird nie mit Mennige dichten.

Verzinkte Eisenrohre dürfen nicht im Feuer gebogen werden, weil an der Stelle, wo das Rohr erwärmt wird, sich sehr bald Rost bildet, der das Wasser verschlechtert.

Schmiedeeiserne Rohrleitungen sind schwerer dicht zu bekommen als eine Bleirohrleitung. Kleine Undichtigkeiten und poröse Stellen kann man durch Verstemmen beseitigen. Beim Verstemmen benutze man einen kleinen Hammer und kleinen Stemmer. Die Schläge müssen möglichst leicht fallen. Gelötet darf an schmiedeeisernen Rohren nicht werden.

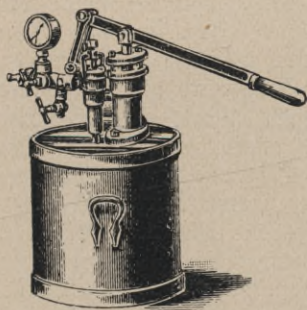


Abbildung 95.
 Presspumpe zum Prüfen der Leitungen.

Die Prüfung der Leitung erfolgt mittels Presspumpe (Abbildung 95) mit Manometer für 12—15 Atmosphären, und zwar in der Weise, daß man die ganze Leitung oder einzelne Stränge mit einem Blindflansch schließt und ein Ende der Leitung mit der Presspumpe verbindet. Auf die Dauer von 20 Minuten soll das Wasser bei einer Trinkwasserleitung nicht mehr als 1 Atmosphäre, bei Hydrantenleitungen nicht mehr als 2 Atmosphären innerhalb der ersten 10 Minuten sinken, dann nicht mehr.

Nachstehend seien kurz die wichtigsten Punkte über Installation von Privatwasserleitungen zusammengefaßt.

Zu Hausleitungen bis 40 mm verwendet man Bleirohre von doppelt raffiniertem Weichblei. Größere Leitungen werden aus gußeisernen und besonders starken schmiedeeisernen verzinkten Rohren gefertigt. Prüfungsdruck 10 Atmosphären.

Bei Wahl der Durchmesser der Leitungsrohre ist ihre Länge und die Zahl der Ausflußöffnungen sowie ihre Höhenlage be-

stimmend. Bei weniger als 20 mm Länge nimmt man den Durchmesser:

| | | | | | | |
|-------|-----|-----|-----------|-----|----------|-----------|
| 15 mm | für | 1—3 | Zapfhähne | von | 10—12 mm | Hahnweite |
| 20 | " | " | 8—7 | " | " | " |
| 25 | " | " | 8—14 | " | " | " |

Ein Klosett sowie Pissoir mit Wasserspülung und eine Badewanne mit Wasseranschluß ist gleich eine Zapfstelle zu rechnen.

Bei über 20 m langen Leitungen ist der Durchmesser 5—10 mm größer zu nehmen. Erdleitungen von mehr als 30 m Länge nimmt man nicht unter 40 mm. Steigrohrleitungen erhalten zweckmäßig bis zur höchsten Entnahmestelle nicht unter 20 mm Durchmesser.

Für Zapfhähne empfehlen sich unter Berücksichtigung des geringeren Druckes in den höheren Etagen:

| | | | |
|-------------|------------------|-------------|-----------------|
| Erdgeschosß | und I. Stockwerk | 8—10 mm | Weite |
| | II. | 10—12 | " |
| | III. | und darüber | 12—15 mm Weite. |

Für Badeeinrichtungen soll die Hahnweite mindestens 15 mm, für Waschküchen, Hof- und Gartenhähne mindestens 20 mm betragen.

Um Rückschläge auf die Leitungsröhren und dadurch entstehende Schädigungen der Rohrleitungen zu verhüten, sind nur Niederschraubhähne anzuwenden.

Alle Zapfstellen einzelner Wohnungen sind von einer absperrbaren Zuleitung abzuzweigen. Bei geschlossenem Haupthahn muß sich die ganze Leitung und deren Abzweige durch den hinter dem Wassermesser befindlichen Entleerungshahn vollständig entleeren lassen. Es ist besonders darauf Rücksicht zu nehmen, daß sämtliche Leitungen ein ununterbrochenes Gefälle nach dem Haupthahn bzw. nach der Zapfstelle hin haben. Wo dies ausnahmsweise nicht möglich ist, sind in den betreffenden Leitungstrecken besondere Entwässerungsvorrichtungen anzubringen. Durch Fußböden und Decken gehende Bleileitungen müssen, um sie vor Beschädigungen zu schützen, mit Mantelröhren umgeben sein.

Für das verbrauchte Wasser sind Abflußrohre mit einem gut funktionierenden Wasserverschluß vorzusehen. Der gebräuchlichste Wasserverschluß besteht aus einem S-förmig gebogenen Rohrstücke von Eisen oder Blei nebst Reinigungsschraube am untersten Punkte. Ebenso erhalten alle Wasch- und Ausgußbecken, Badewannen usw., bei welchen der Abfluß zeitweise abgesperrt werden kann, ein genügend weites Ueberlaufrohr.

Abflußleitungen bestehen aus Gußeisen oder Blei von geringer Wandstärke. Für Küchen und Badezimmer genügen Abflußrohre von 40—50 mm Durchmesser, Klosettrohre müssen mindestens 100 mm weit sein. Diesen Durchmesser muß auch das Hauptabflußrohr eines Grundstückes mindestens besitzen. Soweit Ab-

flußleitungen nicht vertikal gelegt sind, müssen sie 1:100 Gefälle haben.

Die Entlüftung der Abflußleitungen geschieht in der Regel vom Geruchverschluß aus. Besitzt eine Abflußleitung nur ein Becken oder Klosett, so kann die Entlüftung an denselben Rohrstrang angeschlossen werden. Wo dies nicht der Fall ist, muß eine besondere Lüftungsleitung gelegt werden.

Es sei an dieser Stelle noch auf die sogenannten Rohrunterbrecher hingewiesen; sie dienen dazu, bei Klosettspülanlagen eine Saugwirkung im Wasserleitungsrohr dadurch zu verhindern, daß Luft in einem düsenförmig gestalteten Raum von außen angesaugt wird.

6. Wassermesser.

Das von den Wasserwerken an die Konsumenten abgegebene Wasser wird heute fast allgemein durch Wassermesser ermittelt. Die durch den Messer angezeigten Wassermengen werden nach Volumeneinheiten, z. B. Liter oder Kubikmeter, berechnet.

Man versteht unter Volumenmessern solche, bei denen das durchgeführte Wasser auf seinem Wege einen Hohlraum von bestimmten Volumen füllt, worauf der Hohlraum sich nach der Abflußseite hin entleert, sich wieder füllt und so in ununterbrochenem Spiel wechselnd arbeitet. Wird die Anzahl der Füllungen bzw. Leerungen gezählt, so kann man hieraus das Volumen des durchgeleiteten Wassers ermitteln. Zu diesem System gehören die Kolben- und Scheibenmesser. Sie sind in Deutschland weniger beliebt.

Am verbreitetsten sind die Flügelradmesser. Bei diesen wird das Volumen nicht direkt gemessen, sondern sozusagen die Länge der durch einen Rohrquerschnitt durchgeführten Wassersäule. Man unterscheidet zwei Arten von Flügelradmessern, nämlich Trockenläufer und Naßläufer. Bei ersteren ist der Wasserstrom geteilt, d. h. der Eintritt des Wassers in den eigentlichen Meßraum, welcher das vertikal gelagerte Schaufelrad eng umschließt, findet durch den im Wassermessergehäuse sitzenden Einlaß statt — und zwar durch die am Umfang des Einlaßes symmetrisch angeordneten Einströmöffnungen. Das durch den Apparat strömende Wasser setzt das Flügelrad mit Triebwelle in Umdrehung. Diese Umdrehungszahl wird zur Registrierung auf ein Zählwerk übertragen und ist stets proportional der durchfließenden Wassermenge.

Unter Naßläufer versteht man Wassermesser mit vollem Wasserstrom, d. h. der Eintritt des Wassers erfolgt direkt in vollem Trommel- bzw. Meßraumquerschnitt.

Der Wassermesser soll sowohl die kleinsten als auch die größten Wassermengen, welche durch den Apparat gehen, mit gleicher Genauigkeit registrieren.

Auf Beschluß des Deutschen Vereins der Gas- und Wasserfachmänner ist statt der bisherigen Einteilung der Wassermesser nach dem lichten Durchmesser der Rohranlässe eine solche nach der stündlichen Durchgangsfähigkeit bei 10 m Druckverlust eingeführt, und zwar:

| | | | | | | | |
|----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Stündliche Durchlässigkeit | 2 | 3 | 5 | 7 | 10 | 20 | cbm |
| Bisherige Rohrweite . . . | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 40 | mm |
| Lichter Durchmesser der | | | | | | | |
| Verschraubung | 20 | 20 | 20 | 25 | 25 | 40 | " |
| Baulänge | 220 | 220 | 220 | 260 | 260 | 300 | " |

Der in nebenstehender Abbildung dargestellte Wassermesser ist ein verbesserter Flügelrad-Wassermesser der Breslauer Metallgießerei, Breslau. Er besteht im wesentlichen aus vier Teilen:

1. dem Gehäuse mit Schlammfang und Sieb,
2. dem Einfaß, bestehend aus Meßraum mit Meßrad und Stauflügeln sowie Unterwerkbecher,
3. dem unteren und oberen Zählwerk mit Zifferblatt und Stopfbüchse,
4. dem Wassermesserkopf mit Deckel.

An Hand der Abbildungen 96—98 will ich eine kurze Beschreibung des Apparates zu geben versuchen. 1 ist das Gehäuse, 2 das Sieb, 18 Einfaßoberteil, 19 Einfaßunterteil, 27 Meßrad, 20 Stauflügel, 28 Flügelradwelle, 12 Abschlußdeckel, 13 Glasplatte, 49 kleine Zeiger, 50 großer Zeiger, 48 Zifferblatt. Die Zifferblätter bestehen in der Regel aus emailliertem Kupferblech. Sie haben je nach dem Durchflußquerschnitt bzw. der zu messenden Wassermenge einen Meßbereich von 1 Liter bis 100 000 cbm. Das in Abbildung 96 dargestellte hat beispielsweise 10 000 cbm Meßbereich. Es veranschaulicht gleichzeitig die Anordnung eines feststehenden Zifferblattes. Außer feststehenden Zifferblättern gibt es jedoch noch bewegliche. Die Uebertragung des Meßergebnisses wird durch die bewegliche Anordnung sehr vereinfacht. Die Anzahl der Teile ist eine wesentlich geringere, wodurch die Lebensdauer günstig beeinflusst wird. Die in Abbildungen 97 und 98 eingezeichneten Pfeile geben die Durchflußrichtung des Wassers an. Es durchfließt also vor Eintritt in den Meßraum zunächst Schlammfassen mit Sieb, wodurch das Eindringen etwa im Wasser mitgeführter grober Bestandteile in den inneren Mechanismus verhindert wird. Sodann gelangt es durch die am Umfang des Einfaßes (18) symmetrisch angeordneten Einströmungskanäle in den Meßraum. Der Bohrrichtung der Einströmungskanäle entsprechend strömt das Wasser so in den Meßraum, daß es fast senkrecht auf die äußersten Enden der Schaufeln des Flügelrades (27) auftrifft, wodurch das Flügelrad in Umlauf gesetzt wird. Die Uebertragung dieser Bewegung nach den Zeigern geschieht in der Weise, daß der auf der Flügelradwelle sitzende Trieb in ein unterhalb der Zählerwerkplatte (31)

liegendes Uebersehungsräderwerk eingreift, das die hohe Umdrehungszahl des Flügelrades beträchtlich herabmindert. Die so herabgeminderte Umdrehungszahl wird schließlich durch eine Welle (36) stufenweise auf das Zeigerwerk übertragen.

Die Regulierung des Wassermessers geschieht in einfacher Weise durch Verdrehen des Stauflügels (20) im Grundbecher (19), und zwar hat ein Verdrehen der diametralen Trennungswände (siehe die gestrichelte Wand 20) nach den dreieckigen Ausströmöffnungen hin (die rechte Ausströmöffnung ist punktiert gezeichnet) stets ein langsames Gehen des Messers zur Folge, während das Entfernen der Stauflügel von den dreieckigen Ausströmöffnungen ein schnelleres Gehen des Messers bewirkt. Diese Einstellung bezweckt also im Grunde genommen weiter nichts, als das Durchfließen des Wasserstromes zu verlangsamen oder zu beschleunigen. Es ist aber auch bis zu einem gewissen Grade möglich, durch einfaches Drehen des ganzen Einsazes im Wassermessergehäuse eine Regulierung des Wassermessers herbeizuführen.

In gewissen Zeiträumen ist jeder Wassermesser auf seine Angaben hin zu untersuchen. Dazu dienen sorgfältig eingerichtete Prüfungsstationen, in denen die zu untersuchenden Apparate auf einen Tisch gestellt und direkt an die Zuflußleitung angeschlossen werden. Vollständige Prüfungsstationen zum Prüfen von Messern von 7 bis 250 mm liefern u. a. Breslauer Metallgießerei, Breslau, Siemens & Halske, Berlin.

7. Hydranten.

Hydranten sind unter oder über Flur befindliche Ventilgehäuse mit Schlauchanschlußstutzen. Sie dienen dazu, bei Ausbruch eines Feuers in dessen Nähe schnell und sicher Schläuche mit dem Rohrnetz in Verbindung zu setzen, um dem Brandherd mit Wasser zu Leibe zu gehen. Je schneller der Angriff erfolgt, um so sicherer kann das Feuer bekämpft werden. Daraus folgt, daß Hydranten in möglichst großer Anzahl über das ganze Rohrnetz eines Ortes verteilt sein müssen, um die anzuschließenden Schläuche möglichst kurz zu bekommen.

Es ist von wesentlicher Bedeutung, daß die Hydranten zweckmäßige Entleerungsvorrichtungen besitzen, um ein Einfrieren im Winter zu verhindern, wodurch der Hydrant unbrauchbar und bald zerstört wird. Klagen über mangelhafte Entleerungsvorrichtungen gehören bei vielen Hydrantenanlagen nicht zu den Seltenheiten.

Neben einer zweckmäßigen Entleerungsvorrichtung ist die Wahl des Systems, ob Ueber- oder Unterflurhydrant, bei derartigen Anlagen von Wichtigkeit. Unterflurhydranten gestalten sich in der Anlage billiger, weil das Standrohr über der Erde wegfällt. Sie

besitzen aber geringere Betriebsicherheit, weil die Anschlußstellen im Dunkeln oft schwer zu finden und die Verschlußdeckel bei Schnee und Glätte schwer zu entfernen sind. Aus Gründen der Feuer- sicherheit empfiehlt sich deshalb der Oberflurhydrant.

In Abbildung 99 ist der Pichler'sche Ueberflurhydrant der Süddeutschen Wasserwerke A.-G., Frankfurt a. M., dargestellt. Er besteht aus dem Ständer mit Schlauchanschlüssen, Ventil mit Entleerungsvorrichtung und Fußstück zur Aufnahme des Ventils und zum Anschluß an die Rohrleitung. Der Anschluß an die Rohrleitung kann auf verschiedene Weise erfolgen. Die Abbildung zeigt das Ventil direkt in den Fußkrümmer eingebaut. Der Ventil- abschluß liegt mit der Oberkante der Rohrleitung in gleicher Ebene, so daß der Hydrant durch die Erddeckung genau den gleichen Schutz erhält wie die Rohrleitung selbst. Diese Konstruktion bildet die Normalausführung. Die Fußstücke werden jedoch auch vielfach mit Eingang von unten ausgeführt. Der Vorteil der unverringerten Erddeckung geht jedoch dadurch verloren. Man kann aber die Hydranten auch zwischen die Leitung einbauen und verbindet damit neben unbedingter Frostsicherheit zugleich den schätzenswerten Vorteil, daß bei Rohrleitungen nach Zirkulationsystem der Hydrant nicht nur von einer Seite, sondern von beiden Seiten gespeist werden kann, was namentlich beim Gebrauch der Dampfpumpe und bei engen Rohrleitungen höchst willkommen ist.

Abbildung 100 stellt ein Hydrantenventil mit Entleerung in etwas größerem Maßstabe dar. Die Wirkungsweise ist folgende:

Der als Stempel ausgebildete untere Teil c der Schraubens- spindel wird bei der Ingebrauchnahme des Hydranten durch Drehen der Spindel zuerst in dem Ventilkopfe nach unten bewegt, bis der Stempel mit seiner unteren Fläche d aufliegt und somit das Entleerungsrohr e durch ihn verschlossen wird. Nun erst drückt die immer noch abwärts gedrehte Spindel den Ventilkopf von seinem Sitze f fort. Das über der Lippe b befindliche Metall- polster g löst hierbei ganz allmählich die Lippe ab. Ist dies geschehen, dann hat das Ventil immer noch einen kleinen Weg nach unten zurückzulegen, bis das Wasser in größeren Mengen die Ventilöffnung passieren kann; zuletzt steht mehr noch als der freie Hydrantenquerschnitt mit Berücksichtigung aller Reibungs- und Krümmungsverluste dem ungehinderten Durchflusse zur Verfügung.

Der Schluß des Ventils vollzieht sich in folgender Weise: Die Spindel sucht sich, sobald sie im Sinne des Schließens ge- dreht wird, von dem Ventilkopfe zu entfernen, da dieser mit einer Kraft, die gleich dem Produkt des Wasserdrucks und dem äußeren Querschnitt des Entleerungsrohres e ist, nach unten strebt. Gleich- zeitig wirkt aber eine Kraft auf den Ventilkopf im umgekehrten

Sinne nach oben, die gleich ist dem Produkt aus dem Querschnitt des Spindelstempels *c* (des Unterteils der Spindel) und dem Wasserdrucke. Bei der zur Besprechung stehenden Konstruktion folgt der Ventilkopf der Spindel in ihrem Hochgange, wenn ein Betriebsdruck von 2 Atmosphären vorhanden ist mit einer Kraft von 19,2 kg; wenn ein Betriebsdruck von 5 Atmosphären vorhanden ist mit einer Kraft von 48 kg und zwar so lange, bis die kombinierte Hart- und Weichdichtung den Hydranten völlig abgeschlossen hat; erst jetzt zieht sich die Spindel *F*, dem elementaren Zwange gehorchend, von der Entleerungsöffnung ab und die Entleerung erfolgt.

Das Entleerungsrohr *e* ist nach unten durch die Lederstulpe *l* abgeschlossen, die Kanäle *m* lassen den vorhandenen Wasserdruck auf die Stulpe dauernd wirken, so daß vollkommene Abdichtung erzielt wird. Es kann niemals Wasser mit Druck direkt durch die Entleerung entweichen.

Bei Wassermangel hat man es ganz in der Hand, die Entleerung nach Belieben in und außer Funktion zu setzen.

8. Ueber Härtebestimmung des Wassers.

„Reines oder weiches Wasser wird schon bei einem nur geringen Zusatz an Seife durch Schütteln schaumig, hartes Wasser dagegen muß erst mit großen Mengen von Seife versetzt werden, ehe es Schaum bildet, und viel Seife geht dabei nutzlos verloren.“

Die das Wasser hart machenden mineralischen Bestandteile setzen sich beim Zusammentreffen mit den fettsauren Verbindungen des Kalis und des Natrons mit der Seife um, indem das Alkali an die stärkeren Säuren gebunden wird, welche mit dem gelösten Salze in Verbindung waren, soweit diese letzteren selbst nicht zu den Alkalien gehören, und indem die Fettsäure an die härtenden Stoffe übergeht. So lange nun, als solche das Wasser härtende Erdsalze in Lösung sein werden, müssen sich unlösliche und unwirksame Erdseifen bilden, ebenso lange wird die Seife zerstört und Schaumbildung verhindert werden. Wenn aber erst diese erdigen Substanzen durch die erforderliche Seifenmenge neutralisiert sind, dann muß der Schaum erscheinen, weil sich das Wasser dann wie weiches verhalten wird.“

Mit diesen Worten charakterisiert Professor Haas treffend das eigenartige Verhalten harter Wasser in der Wäsche. Mittels geeigneter Seifenlösungen ist man nun auch in der Lage, das Wasser auf seinen Härtegrad hin zu untersuchen und die Härte des Wassers festzustellen. Professor Haas erläutert den Gang der

Untersuchung nach den Darstellungen von Professor S. König wie folgt:

Bestimmung der Gesamthärte.

Die zu benutzende Seifenlösung wird auf eine Gipslösung eingestellt, welche bei 20° C gesättigt ist. Man gebraucht hierzu 142 ccm und füllt diese mit destilliertem Wasser auf 1 Liter auf. 100 ccm dieser Lösung enthalten genau so viel Gips, als 0,012 Gramm Kalk = 12 Härtegraden entsprechen. Die Seifenlösung muß so dargestellt werden, daß genau 45 ccm derselben 100 ccm der genannten Gipslösung, also 12 Härtegraden entsprechen. Dieselbe wird folgendermaßen zubereitet:

Man nimmt 150 Gramm Bleipflaster und erweicht diese auf dem Wasserbade, um sie dann mit 40 Gramm Kaliumcarbonat zu zerreiben, bis eine völlig gleichförmige Masse entstanden ist, die mit starkem Alkohol ausgezogen wird, worauf man absetzen läßt und dann filtriert. Hierauf destilliert man den Alkohol aus dem Filtrat ab und trocknet die zurückgebliebene Seife im Wasserbade. Für die Titerstellung löst man 20 Gramm dieser Seife in 1000 Teilen verdünnten Alkohols von 56 Volumen-Prozent. 100 ccm des zu untersuchenden Wassers, oder nur 10 ccm, wenn daselbe voraussichtlich sehr hart ist, werden in ein 200 ccm fassendes Stöpselglas eingebracht. Hat man nur 10 ccm Wasser genommen, so muß man bis zur Marke 100 ccm mit destilliertem Wasser auffüllen. Zu diesen 100 ccm gibt man anfangs reichlich, später nur 1 ccm oder $\frac{1}{2}$ ccm, zuletzt nur noch tropfenweise der Seifenlösung zu, bis daß nach kräftigem von oben nach unten erfolgendem Schütteln des Glases ein dichter, zarter Schaum entsteht, welcher sich, ohne wieder zusammenzusinken, mindestens 5 Minuten lang wesentlich unverändert auf der Oberfläche der Flüssigkeit hält. Der Verbrauch an Seifenlösung soll 45 ccm nicht übersteigen und sich annähernd bei der Zahl halten. Hat man daher zur Verdünnung eines als hart vermuteten Wassers weniger Seifenlösung verbraucht, so nimmt man, nach diesem Vorversuch, statt 10 ccm etwa 20 bis 50 ccm Wasser und verdünnt dieselbe mit der entsprechenden Menge destillierten Wassers auf 100 ccm, so daß annähernd 45 ccm Seifenlösung verbraucht werden. Die Anzahl der Kubikzentimeter Seifenlösung werden sodann mit dem Verdünnungsfaktor multipliziert und die entsprechenden Härtegrade folgender Tabelle entnommen:

| Kubik- zentimeter Seifenlösung | Härtegrade | Differenz | Kubik- zentimeter Seifenlösung | Härtegrade | Differenz |
|--------------------------------------|------------|-----------|--------------------------------------|------------|-----------|
| 1,4 | 0 | — | 24 | 5,87 | 0,27 |
| 2 | 0,15 | 0,15 | 25 | 6,15 | 0,28 |
| 3 | 0,40 | 0,25 | 26 | 6,43 | 0,28 |
| 4 | 0,65 | 0,25 | 27 | 6,71 | 0,28 |
| 5 | 0,90 | 0,25 | 28 | 6,99 | 0,28 |
| 6 | 1,15 | 0,25 | 29 | 7,27 | 0,28 |
| 7 | 1,40 | 0,25 | 30 | 7,55 | 0,28 |
| 8 | 1,65 | 0,25 | 31 | 7,83 | 0,28 |
| 9 | 1,90 | 0,26 | 32 | 8,12 | 0,29 |
| 10 | 2,16 | 0,26 | 33 | 8,41 | 0,29 |
| 11 | 2,42 | 0,26 | 34 | 8,70 | 0,29 |
| 12 | 2,68 | 0,26 | 35 | 8,99 | 0,29 |
| 13 | 2,94 | 0,26 | 36 | 9,28 | 0,29 |
| 14 | 3,20 | 0,26 | 37 | 9,57 | 0,29 |
| 15 | 3,46 | 0,26 | 38 | 9,87 | 0,30 |
| 16 | 3,72 | 0,26 | 39 | 10,17 | 0,30 |
| 17 | 3,98 | 0,27 | 40 | 10,47 | 0,30 |
| 18 | 4,25 | 0,27 | 41 | 10,77 | 0,30 |
| 19 | 4,52 | 0,27 | 42 | 11,07 | 0,30 |
| 20 | 4,79 | 0,27 | 43 | 11,38 | 0,31 |
| 21 | 5,06 | 0,27 | 44 | 11,69 | 0,31 |
| 22 | 5,33 | 0,27 | 45 | 12,00 | 0,31 |
| 23 | 5,60 | 0,27 | | | |

**Tabelle X. Wassermengen und Gefälle bzw. Druckverluste
für Wasserleitungsröhre.**

Q in Kubikmeter pro Minute, h in Meter für 100 Meter laufende Röhrlänge.

| Geschwindigkeit V in Meter pro Sekunde | | Innerer Röhrendurchmesser in Millimeter | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|------------------|---|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|------|-------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 125 | 150 | 175 | 200 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Q = | h = | Q = | h = | Q = | h = | Q = | h = | Q = | h = | Q = | h = | Q = | h = | Q = | h = | Q = | h = | Q = | h = | Q = | h = | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,10 | 0,0075 0,0566 | 0,0118 0,0452 | 0,0170 0,0377 | 0,0231 0,0323 | 0,0302 0,0283 | 0,0382 0,0251 | 0,0471 0,0226 | 0,0736 0,0181 | 0,1060 0,0151 | 0,1443 0,0066 | 0,1885 0,0057 | 0,15 | 0,0113 0,1115 | 0,0177 0,0892 | 0,0254 0,0743 | 0,0346 0,0637 | 0,0452 0,0557 | 0,0573 0,0496 | 0,0707 0,0446 | 0,1104 0,0357 | 0,1590 0,0297 | 0,2165 0,0149 | 0,2827 0,0128 | 0,20 | 0,0151 0,1661 | 0,0236 0,1227 | 0,0339 0,0965 | 0,0462 0,0789 | 0,0603 0,0668 | 0,0763 0,0578 | 0,0942 0,0510 | 0,1470 0,0391 | 0,2121 0,0317 | 0,2886 0,0366 | 0,3770 0,0228 | 0,25 | 0,0189 0,2596 | 0,0294 0,1918 | 0,0424 0,1509 | 0,0577 0,1233 | 0,0754 0,1043 | 0,0954 0,0903 | 0,1178 0,0796 | 0,1841 0,0611 | 0,2651 0,0495 | 0,3608 0,0415 | 0,4712 0,0357 | 0,30 | 0,0226 0,3738 | 0,0353 0,2761 | 0,0509 0,2171 | 0,0693 0,1776 | 0,0905 0,1502 | 0,1145 0,1300 | 0,1414 0,1117 | 0,2209 0,0880 | 0,3181 0,0712 | 0,4330 0,0598 | 0,5655 0,0514 | 0,40 | 0,0302 0,6646 | 0,0471 0,4909 | 0,0678 0,3860 | 0,0924 0,3157 | 0,1206 0,2671 | 0,1527 0,2311 | 0,1885 0,2039 | 0,2945 0,1564 | 0,4241 0,1266 | 0,5773 0,1062 | 0,7540 0,0913 | 0,50 | 0,0377 1,0385 | 0,0589 0,7671 | 0,0848 0,6031 | 0,1155 0,4933 | 0,1508 0,4173 | 0,1909 0,3610 | 0,2356 0,3185 | 0,3681 0,2444 | 0,5301 0,1979 | 0,7216 0,1660 | 0,9425 0,1427 | 0,60 | 0,0452 1,4954 | 0,0707 1,1046 | 0,1018 0,8685 | 0,1386 0,7103 | 0,1810 0,6009 | 0,2290 0,5199 | 0,2827 0,4587 | 0,4418 0,3519 | 0,6362 0,2850 | 0,8659 0,2390 | 1,1310 0,2055 | 0,70 | 0,0528 2,0354 | 0,0825 1,5035 | 0,1187 1,1821 | 0,1616 0,9668 | 0,2111 0,8179 | 0,2672 0,7076 | 0,3299 0,6244 | 0,5154 0,4790 | 0,7422 0,3879 | 1,0102 0,3254 | 1,3195 0,2797 | 0,80 | 0,0603 2,6585 | 0,0942 1,9637 | 0,1357 1,5440 | 0,1847 1,2627 | 0,2413 1,0683 | 0,3051 0,9642 | 0,3770 0,8155 | 0,5890 0,6256 | 0,8442 0,5066 | 1,1545 0,4250 | 1,5080 0,3655 | 0,85 | 0,0641 3,0012 | 0,1001 2,2168 | 0,1442 1,7430 | 0,1963 1,4255 | 0,2564 1,2060 | 0,3245 1,0434 | 0,4006 0,9206 | 0,6258 0,7063 | 0,9013 0,5719 | 1,2267 0,4798 | 1,6022 0,4124 | 0,90 | 0,0679 3,3647 | 0,1060 2,4853 | 0,1527 1,5941 | 0,2078 1,5982 | 0,2714 1,3520 | 0,3435 1,1697 | 0,4241 1,0321 | 0,6627 0,7918 | 0,9543 0,6412 | 1,2989 0,5379 | 1,6965 0,4624 | 0,95 | 0,0716 3,7489 | 0,1119 2,7691 | 0,1616 2,1773 | 0,2194 1,7806 | 0,2865 1,5065 | 0,3626 1,3032 | 0,4477 1,1499 | 0,6995 0,8823 | 0,0073 0,7144 | 1,3710 0,5993 | 1,7906 0,5152 | 1,00 | 0,0754 4,1539 | 0,1178 3,0683 | 0,1697 2,4125 | 0,2309 1,9731 | 0,3016 1,6692 | 0,3817 1,4441 | 0,4712 1,2742 | 0,7363 0,9776 | 1,0603 0,7916 | 1,4432 0,6640 | 1,8850 0,5708 | 1,05 | 0,0792 4,5797 | 0,1237 3,3828 | 0,1781 2,6598 | 0,2425 2,1753 | 0,3167 1,8403 | 0,4008 1,5921 | 0,4948 1,4048 | 0,7731 1,0778 | 1,1133 0,8725 | 1,5153 0,7321 | 1,9792 0,6293 | 1,10 | 0,0829 5,0262 | 0,1295 3,7126 | 0,1860 2,9191 | 0,2540 2,3874 | 0,3317 2,0197 | 0,4199 1,7494 | 0,5184 1,5418 | 0,8099 1,1829 | 1,1663 0,9578 | 1,5875 0,8035 | 2,0733 0,6907 | 1,15 | 0,0867 5,4936 | 0,1355 4,0578 | 0,1951 3,1905 | 0,2655 2,6093 | 0,3468 2,2075 | 0,4390 1,9098 | 0,5420 1,6851 | 0,8467 1,2929 | 1,2194 1,0469 | 1,6579 0,8782 | 2,1677 0,7549 | 1,20 | 0,0905 5,9816 | 0,1414 4,4183 | 0,2036 3,4740 | 0,2771 2,8412 | 0,3619 2,4037 | 0,4581 2,0795 | 0,5655 1,8349 | 0,8835 1,4077 | 1,2723 1,1399 | 1,7318 0,9562 | 2,2620 0,8220 | 1,25 | 0,0942 6,4904 | 0,1473 4,7942 | 0,2121 3,7695 | 0,2886 3,0829 | 0,3770 2,6081 | 0,4772 2,2564 | 0,5891 1,9906 | 0,9204 1,5275 | 1,3254 1,2369 | 1,8040 1,0375 | 2,3562 0,8919 | 1,50 | 0,1131 9,3463 | 0,1767 6,9036 | 0,2545 5,4281 | 0,3463 4,4394 | 0,4524 3,7557 | 0,5726 3,2492 | 0,7069 2,8670 | 1,1045 1,996 | 1,5904 1,7811 | 2,1648 1,4941 | 2,8274 1,2844 | 1,75 | 0,1319 12,7213 | 0,2062 9,3967 | 0,2969 7,3883 | 0,4011 6,0425 | 0,5278 5,1120 | 0,6680 4,4226 | 0,8247 3,9023 | 1,2885 2,9938 | 1,8555 2,4243 | 2,5256 2,0336 | 3,2987 1,7482 | 2,00 | 0,1508 16,6157 | 0,2356 12,2732 | 0,3393 9,6500 | 0,4618 7,8922 | 0,6032 6,6769 | 0,7634 5,7764 | 0,9425 5,0968 | 1,4726 3,9104 | 2,1206 3,1664 | 2,8864 2,6562 | 3,7699 2,2834 | 2,50 | 0,1885 25,9253 | 0,2945 19,1769 | 0,4241 15,0781 | 0,5773 12,3316 | 0,7590 10,4326 | 0,9543 9,0256 | 1,1781 7,9638 | 1,8407 6,1100 | 2,6507 4,9475 | 3,6080 4,1503 | 4,7124 3,5678 | 3,00 | 0,2262 37,3324 | 0,3534 27,6147 | 0,5089 21,7125 | 0,6927 17,7575 | 0,9048 15,0229 | 1,1452 12,9969 | 1,4137 11,4679 | 2,2089 8,7963 | 3,1809 7,1244 | 4,3295 5,9764 | 5,6549 5,1376 |

Tabelle XI. Maße der Gasgewinde (Eisenrohrgewinde).

| Nomineller lichter Rohrdurchmesser | | Äußerer Gewinde- durchmesser | | Gewindetiefe | | Gänge pro | 1 m wiegt |
|--|--------|---------------------------------|--------|--------------|------|--------------|--------------|
| engl. Zoll | mm | engl. Zoll | mm | engl. Zoll | mm | engl. Zoll | kg |
| 1/8 | 3,175 | 0,382 | 9,715 | 0,023 | 0,58 | 28 | 0,4 |
| 1/4 | 6,350 | 0,518 | 13,156 | 0,034 | 0,86 | 19 | 0,6 |
| 3/8 | 9,525 | 0,656 | 16,669 | 0,034 | 0,86 | 19 | 0,9 |
| 1/2 | 12,700 | 0,825 | 20,972 | 0,046 | 1,17 | 14 | 1,2 |
| 5/8 | 15,875 | 0,982 | 22,915 | 0,046 | 1,17 | 14 | 1,5 |
| 3/4 | 19,050 | 1,041 | 26,440 | 0,046 | 1,17 | 14 | 1,7 |
| 7/8 | 22,225 | 1,189 | 30,200 | 0,046 | 1,17 | 14 | 2,1 |
| 1 | 25,400 | 1,309 | 33,247 | 0,058 | 1,47 | 11 | 2,5 |
| 1 1/4 | 31,749 | 1,650 | 41,909 | 0,058 | 1,47 | 11 | 3,5 |
| 1 1/2 | 38,099 | 1,882 | 47,814 | 0,058 | 1,47 | 11 | 4,3 |
| 1 3/4 | 44,499 | 2,047 | 51,992 | 0,058 | 1,47 | 11 | 5,0 |
| 2 | 50,799 | 2,347 | 59,612 | 0,058 | 1,47 | 11 | 6,0 |
| 2 1/4 | 57,149 | 2,587 | 65,721 | 0,058 | 1,47 | 11 | 7,1 |
| 2 1/2 | 63,499 | 3,001 | 76,231 | 0,058 | 1,47 | 11 | 8,2 |
| 2 3/4 | 69,849 | 3,247 | 82,472 | 0,058 | 1,47 | 11 | 9,0 |
| 3 | 76,199 | 3,485 | 88,517 | 0,058 | 1,47 | 11 | 10,0 |
| 3 1/2 | 88,898 | 3,997 | 100,01 | 0,058 | 1,47 | 11 | 13,0 |
| 4 | 101,60 | 4,485 | 112,71 | 0,058 | 1,47 | 11 | 15,0 |

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW



Sachverzeichnis.

| | Seite |
|--|--------|
| Abdichtung der Kanäle | 101 |
| Abessinierbrunnen | 38 |
| Abflußleitung | 105 |
| Abenkung des Wasserspiegels | 39 |
| Abperrschieber | 96 |
| Abperrventile | 96 |
| Antriebsmaschinen für Pumpen | 68 |
| Artesische Brunnen | 15 |
| Asphaltnörtel | 101 |
| Atmosphäre | 9. 54 |
| Ausgußrohr | 105 |
| Auswahl des Bohrpunktes | 21 |
| | |
| Bakterien | 44 |
| Belüftung des Wassers | 49 |
| Berkefeldfilter | 46 |
| Bleirohranschlußstücke | 100 |
| Bleirohre | 103 |
| Bodenverhältnisse | 12. 15 |
| Bohrgeräte | 30 |
| Bohrgerüst | 35 |
| Bohrrohre | 24 |
| Bohrrohrnormalien | 25 |
| Bohrschwengel | 33 |
| Brunnen, Atmende | 10 |
| Brunnenfilter | 41 |
| | |
| Chemikalien zur Enteisung | 50 |
| Chemikalien zur Wasserreinigung | 52 |

| | |
|--|----------|
| Dichtungen, Kegelförmige | 100 |
| Dreißein | 35 |
| Druckreduzierventil | 99 |
| Druckverlust (Tabelle) | 113 |
| Dückerleitungen | 93 |
| | |
| Einbaugarnitur für Schieber | 95 |
| Einsteigeschacht | 92 |
| Eisengehalt des Wassers | 48 |
| Enteisener | 50 |
| Enteisungspumpe | 49 |
| Entlüftungsröhr | 106 |
| Entwässerung für Hydranten | 108 |
| Entwässerungshahn | 105 |
| Erzenterpumpwerk | 70 |
| | |
| Filter | 41 |
| Filterschicht, Künstliche | 42 |
| Filtration, Natürliche | 12 |
| Flaschenzug | 36 |
| Freifallbohrer | 32 |
| Fräser | 33 |
| Fußventil | 55. 98 |
| | |
| Gefällverlust | 113 |
| Geologische Unterlagen | 21 |
| Geothermische Tiefenstufe | 9 |
| Gewindeschneider | 104 |
| Gewindeverbindung für Hochdruckleitung | 99 |
| Gießring | 101. 103 |
| Göpelpumpe | 70 |
| Grundwasser | 13 |
| | |
| Hähne | 97 |
| Härte des Wassers | 13 |
| Härtebestimmung | 110 |
| Heißluftpumpe | 71 |
| Hochdruckschieber | 96 |
| Hospumpe mit Enteisener | 49 |
| Hydranten | 108 |
| Hydraulischer Rohrprobierapparat | 104 |
| Hydraulischer Widder | 57 |
| Hydrostatische Steighöhe | 16 |

| | Seite |
|--|--------|
| Injektoren | 78 |
| Installation von Privatwasserleitungen | 104 |
| Kanäle | 100 |
| Kernbohrer | 33 |
| Riesfilter | 41. 42 |
| Klappenventil | 98 |
| Klarbehälter | 44 |
| Koksfilter | 46 |
| Kraftaufwand | 56 |
| Leer- und Ueberläufe | 105 |
| Löten von Bleirohrleitungen | 103 |
| Luftauslassventil | 95. 96 |
| Mantelrohre für Wasserleitungen | 105 |
| Meißel | 32 |
| Mineralien | 12 |
| Niederschläge | 11 |
| Oberflächenwasser | 12 |
| Oxydation der Eisenwasser | 12 |
| Ozonsterilisation | 51 |
| Probierapparat | 104 |
| Pumpen, Aufstellung | 53 |
| — Berechnung | 56 |
| — Dampf- | 74 |
| — Expreß- | 73 |
| — Hand- | 49. 64 |
| — Kesselspeise- | 63 |
| — Membran- | 65 |
| — Perleo- | 72 |
| — Plunger- | 63 |
| — Preßluft- | 80 |
| — Saug- und Druck- | 63 |
| — Säure- | 55 |
| — Strahl- | 79 |
| — Wasserstrahl- | 79 |
| — Zentrifugal- | 75 |
| Pulsometer | 79 |
| Quellen | 13 |

| | Seite |
|---|------------|
| Reduzierventil | 99 |
| Regenwasser | 12 |
| Rettungsvorrichtungen beim Bohren | 34 |
| Rohrbettung | 93 |
| Rohrbrunnen | 23 |
| Rohre, Blei | 103 |
| — Schmiedeeisen- (Tabelle) | 114 |
| Rohrproben | 93 |
| Rohrschelle | 93 |
| Rohrunterbrecher | 106 |
| Rohrverlegung | 91 |
| Rückschlagflappe | 98 |
| | |
| Sandwäsche | 45 |
| Saugdüsen-Fußventil | 98 |
| Saugheber | 61 |
| Saughöhe | 53 |
| Saugkorb | 55 |
| Saugleitung | 53 |
| Schachtbrunnen | 20 |
| Schieber | 96 |
| Schlagbohren | 38 |
| Schlammheber | 102 |
| Schwimmerventil | 97 |
| Spezifisches Gewicht des Wassers | 8 |
| Sprengen | 34 |
| Spülbohrung | 33. 37. 39 |
| Spülen der Wasserleitungen | 92 |
| Spülkopf | 38 |
| Steinzeugröhren | 100 |
| Stollen | 20 |
| Stoßheber | 57 |
| | |
| Teilkasten | 92 |
| Teleskopische Verrohrung | 37 |
| Tiefzylinder | 55 |
| | |
| Ventilationsrohre | 106 |
| Ventile | 96 |
| Ventilrohrschellen | 93 |
| Verdunstung des Wassers | 9 |
| Verteilungssystem | 92 |

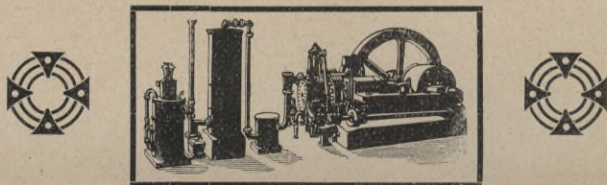
| | Seite |
|--|-------|
| Wasserbedarf | 83 |
| Wasserdampf | 54 |
| Wasserfassung | 19 |
| Wassergeschwindigkeit | 89 |
| Wasserleitung | 91 |
| Wassermesser | 106 |
| Wassermessung | 18 |
| Wasserreinigung | 43 |
| Wasserpiegels, Absenkung des | 39 |
| Wasserturm | 87 |



Sauggasmotoren- Anlagen

für Anthrazit, Braunkohlenbriketts,
Koks usw.

Rönlgl. Preuß. Staatsmedaille und viele andere
Auszeichnungen.



Ueber 50 000 PS in Betrieb.

≡ Präzisionsmotoren ≡
für Gas, Benzin, Spiritus usw.

Modell 1908.

Gasmotorenfabrik A.-G.

≡ Köln-Ehrenfeld ≡

(vormals C. Schmitz).

==== Vermittler gesucht. ====

*** KEULA ***

Muffen- u. Flanschenrohre

bis 1200 mm l. W. stehend nahtlos gegossen.

**Formstücke + Wasserleitungs-
apparate + Filterapparate + Filter-
rohre + Kanalisationsartikel
Pumpmaschinen + Transmissionen
Krane + Aufzüge**

Eisenhüttenwerk Keula

Act.-Ges.

Keula bei Muskau.



Windmotore

mit kompletter Anlage
zur Wasserversorgung
von Landhäusern, Guts-
höfen und Gemeinden
liefert auf Grund
30 jähriger Erfahrung

**Sächsische Stahl-
Windmotorenfabrik**

von **G. R. Herzog,**
DRESDEN-A., 209/1.

Gold. u. silb. Medaille.
Prospekte usw. gratis.



Bohr-Rohre in allen Dimensionen und mit jeder gewünschten Verbindung

Gestänge-, Pumpen-, Brunnen-, Gas-
und Wasserleitungs-Röhren.

Fabrikation von Pumpen-Tiefbohrwerk-
zeugen und Materialien für Brunnenbau

Büge & Heilmann

Vertretung d. Rhein. Metallwaaren- u. Maschinenfabrik i. Düsseldorf

Berlin SO. 26, Bethanien-Ufer 6.



Ausführliche Prospekte

Prima Referenzen

Bleiwolle

für

Bühne's Patent-Muffendichtung
an Gas-, Wasserleitungs- u. Kanalisationsröhren

Aug. Buhne & Cie.
Metallzerkleinerungswerk
FREIBURG i. B.

Erdborher verschied., nur eigener
bestbewährter Systeme
Leichte Handhabung — große Leistung

In 3 Sfdn. 10 m tief, 10 cm Dehm. — Prospekt umsonst.

H. Meyer, Hannover h.
Im Moore 14.

Handwerker-Bibliothek.

Einem jeden Fachmann empfehlen wir an-
gelegentlichst die Anschaffung unserer
HANDWERKER-BIBLIOTHEK:

Band I: **Eisenkonstruktion f. d. Schlosser.**

Berechnung und Anleitung zur Ausführung ein-
facher Eisenkonstruktionen in leichtverständlicher
Weise bearbeitet von der Schriftleitung der
Allgemeinen Schlosser-Zeitung in Dresden.
PREIS 1 MARK.

Band II: **Die Herstellung von Gittermasten.**

Leicht faßliche Anleitung zur Herstellung von
Gittermasten als Leitungsdrahträger, Straßen-
bahnmasten zum Befestigen des Fahrdrahtes,
Bogenlampenmasten usw., mit vielen Konstruk-
tionszeichnungen, bearbeitet von Ingenieur
O. Prohaska. PREIS 1 MARK.

Band III: **Konstruktion des Blitzableiters.**

Anlegung zur Herstellung und Prüfung von
Blitzableiteranlagen an Gebäuden jeder Art für
Schlosser, Mechaniker, Installateure usw. mit
vielen Illustrationen, bearbeitet von Ingenieur
R. Pöthe. PREIS 1 MARK.

Band IV: **Verbrennungskraftmaschinen. :**

Mit einem Anhang: „Was muß der Maschinen-
bauer vom Indikator wissen?“ Reich illustriert
und in leicht faßlicher Weise behandelt von
Ingenieur Albert Täschner. PREIS 1 MARK.

Band V: **Schaukastenkonstruktionen. :::**

Zahlreiche Konstruktions- und Musterzeichnungen
zur Herstellung von Schaukasten aller Art nebst
Kostenberechnung von Ingenieur A. Bodenweber
und Architekt H. Dröher. — PREIS 1 MARK.

VERLAG VON GUSTAV WOLF

:: :: Dresden-A. 1, Kreuzstraße 1. :: ::



Der **Allgemeine**
Schlosser-Kalender

ist der **beste und billigste** Kalender der Schlosserbranche und deren Nebenzweige. Zum Gebrauch für Schlosser, Maschinenbauer, Installateure, Monteure, Werkführer, Techniker usw. unentbehrlich. Er nimmt durch seine **Vollkommenheit**, sowie durch seine **Reichhaltigkeit** (ca. **425 Seiten**) die **erste** Stelle ein und erscheint jedes Jahr in einer garantierten Auflage von **mindestens 5000 Exemplaren**. Derselbe kostet **nur Mk. 1.20** pro Stück und ist zu beziehen von

Gustav Wolf, Verlags-Anstalt
1 Kreuzstr. Dresden-A. I. Kreuzstr. 1.



Reinsch's patentierte

Windmotoren



sind die **besten der Welt** z. selbsttätigen und **kostenlosen Wasserförderung** für alle Zwecke, wo Wasser gebraucht wird oder fortzuschaffen ist, als auch zum Betriebe aller landwirtschaftl. und kleingewerbl. Maschinen u. zur Erzeugung elektr. Lichts.

Wasserleitungen für Gemeinden u. Private.

Gegen 5000 Anlagen ausgeführt.

3 Staatsmedaillen.

54 höchste Auszeichnungen.

Tausende Referenzen.

Ausführliche Kataloge direkt von

Carl Reinsch, Dresden-N. 17

H. S.-A. Hoflieferant. — Gegr. 1859.

Die
Gesellenprüfung
:: für Schlosser ::

bearbeitet in leichtfaßlicher Darstellung von

Emil Riedl u. F. Riedl jr.

Empfehlenswertes Buch zum Gebrauch beim Ablegen d. Gesellenprüfung für Schlosser in Fragen und Antworten.

= Preis 50 Pf. =

Zu beziehen von

GUSTAV WOLF

Verlags-Anstalt

Dresden-A. I., Kreuzstr. 1.

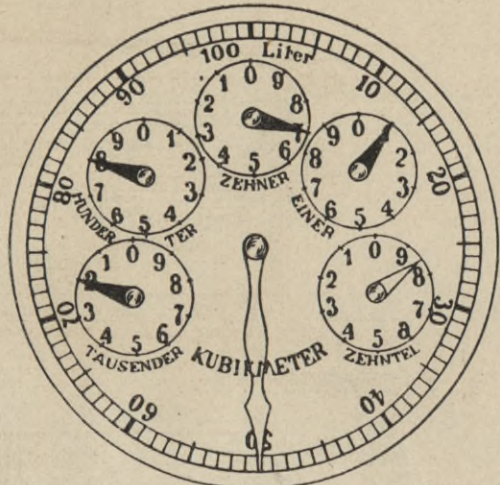


Abbildung 96.

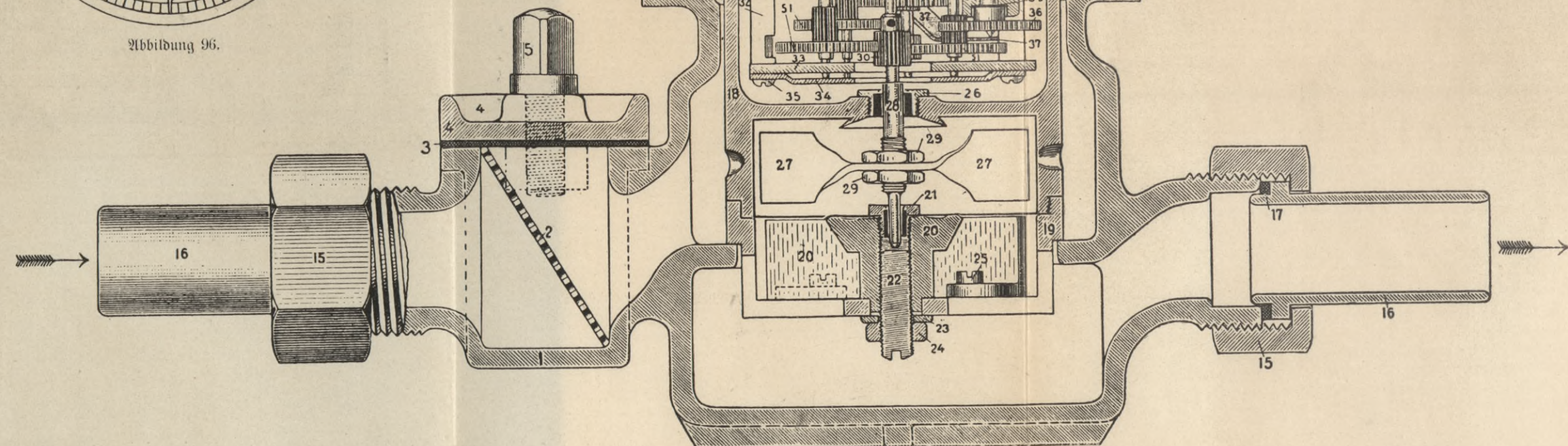


Abbildung 97.

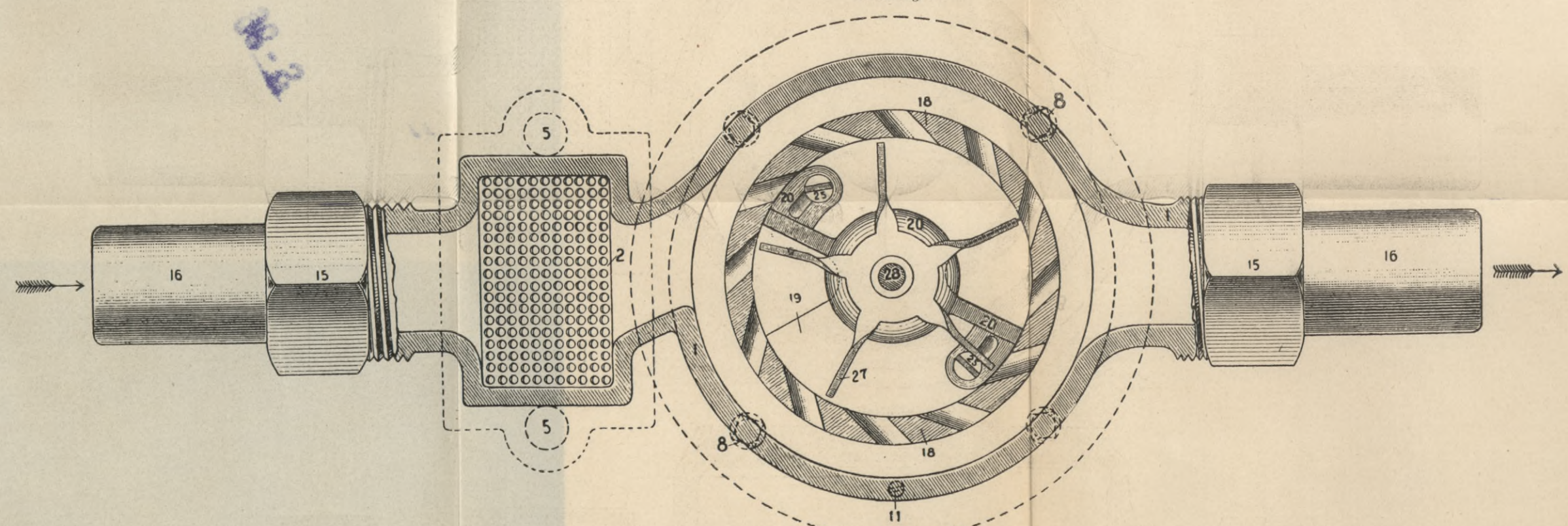
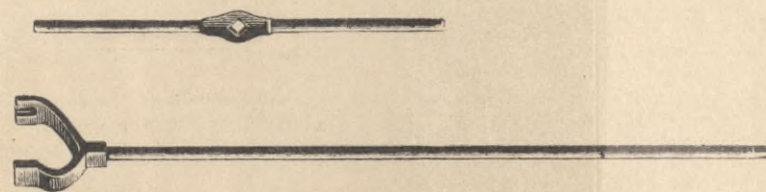
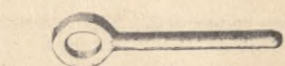


Abbildung 98.

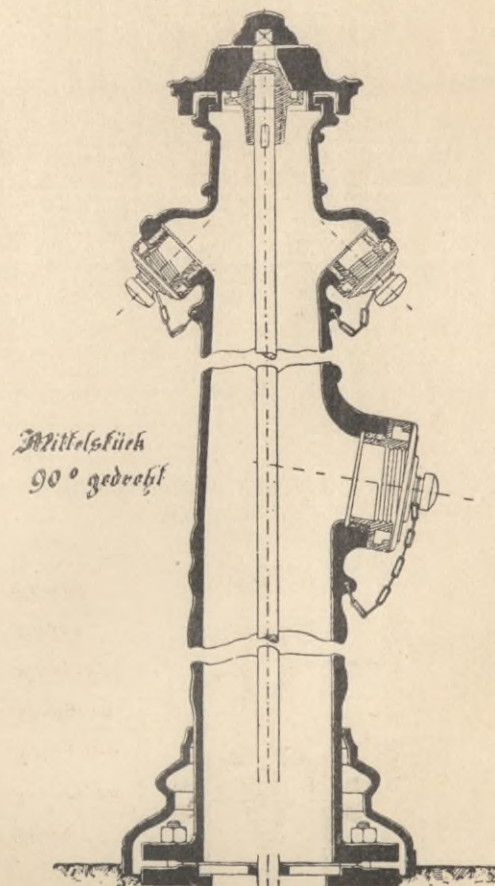
Abbildung 96-98. Flügelradwassermeßer „Trockenläufer“ der Breslauer Metallgießerei Breslau.



Zu Abbildung 99.
Schlüssel zum Lösen des Ventils.



Zu Abbildung 99.
Schlüssel zum Abschrauben der Entgedel.



- Guss
- Gusseisen
- Kolzguss
- Messing
- Kupfer
- Leder
- Gummi

Schnitt.

Abbildung 99.
Heberhydrant System Pichler.

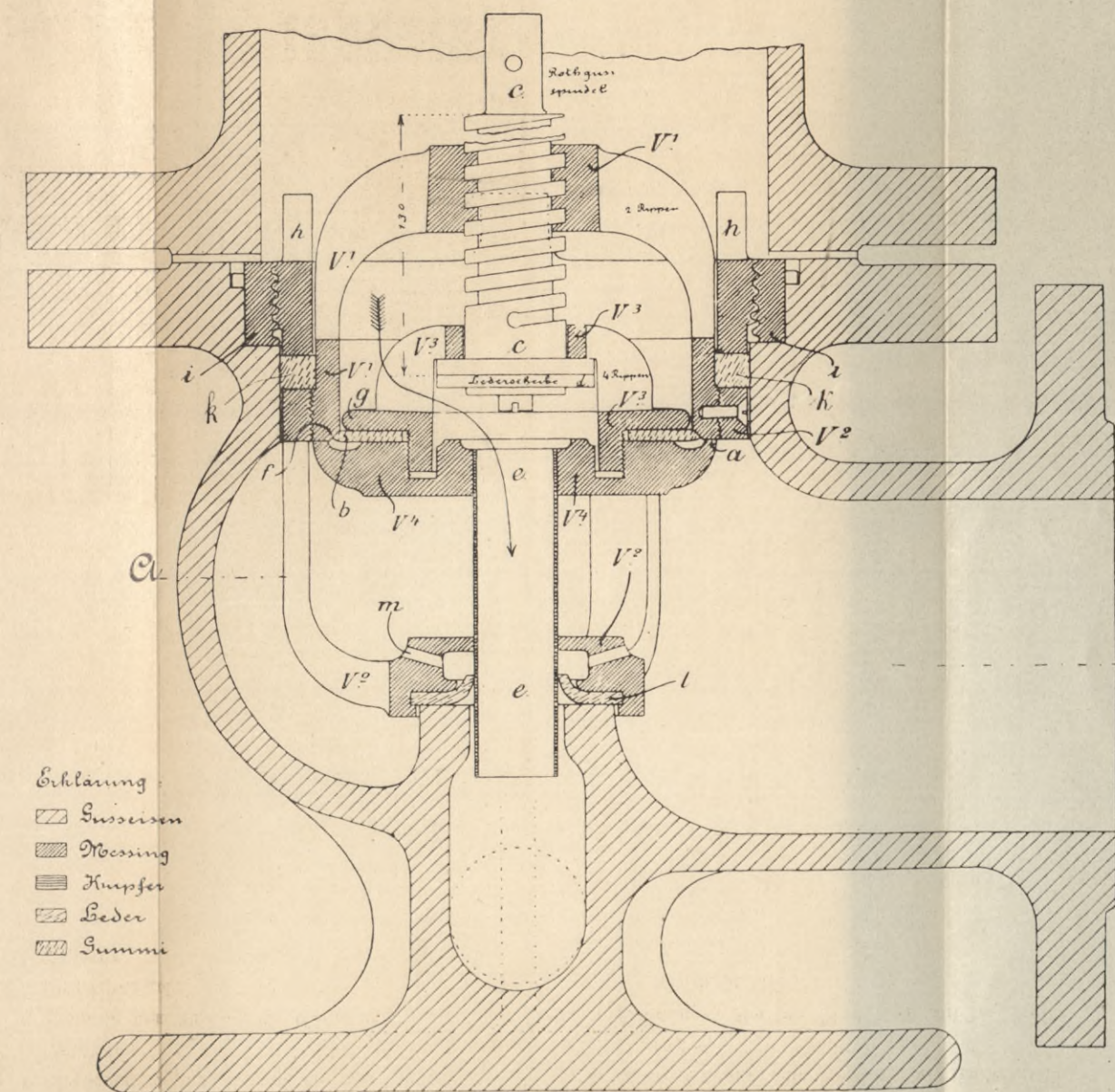
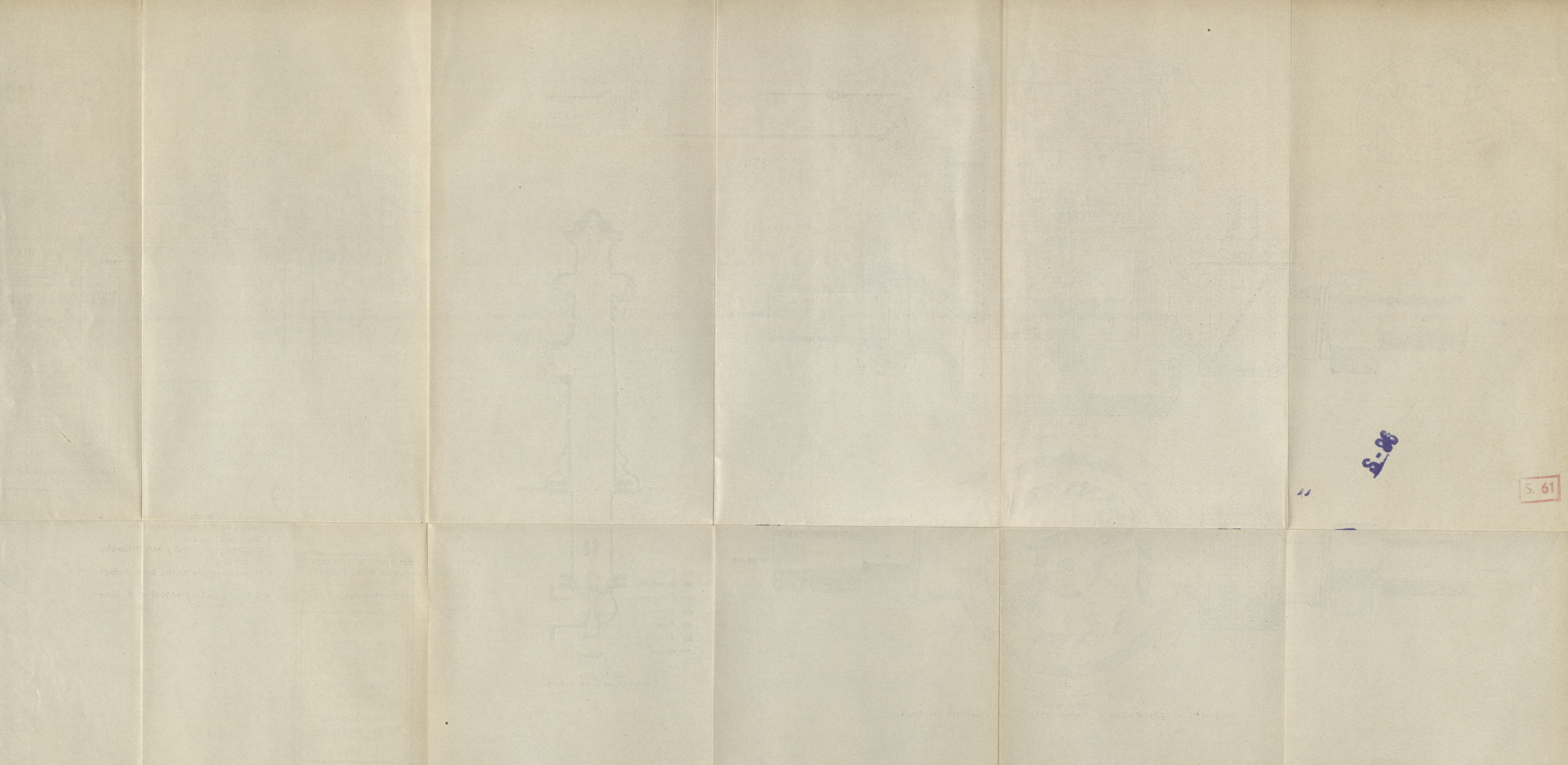


Abbildung 100.
Hydrantventil.

- Erklärung
- Stahlguss
 - Messing
 - Kupfer
 - Leder
 - Gummi

- V¹ Oberes Ventilgehäuse.
- V² Unteres Ventilgehäuse.
- V³ Ventilkrone.
- V⁴ Ventilteller.
- a Metallabdichtung zum Abschluß des Durchgangs.
- b Weichdichtung zum Abschluß des Durchgangs.
- c Spindel.
- d Dichtung zum Abschluß der Entleerung.
- e Entleerungsrohr.
- f Ventilsitz.

- g Bund der Ventilkrone.
- h Stellring mit 4 Knaggen (2 zur Reserve).
- i Mutter-Gewindring dazu.
- k Ringdichtung zum Abschluß zwischen Fußstrücker und Ventil.
- l Stulpdichtung zum Abschluß des Entleerungsrohres.
- m Öffnungen, um den Druck direkt auf die Stulpe wirken zu lassen.



8-28

S. 61

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000297489