

FACHWISSEN
für Facharbeiter
in der Wasserwirtschaft

Band 1

Wasserversorgung

mit 73 Bildern und 6 Tafeln

von einem Autorenkollektiv unter Leitung
von Ing.-Ök. K. Blume



VEB VERLAG FÜR BAUWESEN · BERLIN

Das Manuskript wurde im Auftrage des Amtes für Wasserwirtschaft beim Ministerrat der DDR von einem Autorenkollektiv der VVB Wasserversorgung und Abwasserbehandlung unter Leitung von Ing.-Ök. *K. Blume*, Inspektor für Berufsbildung bei der VVB Wasserversorgung und Abwasserbehandlung, verfaßt.

An der Ausarbeitung waren beteiligt:

Ing. <i>Eberhard Schuster</i>	(Abschn. 1)
Ing. <i>Klaus Peter</i>	(Abschn. 2)
Ing. <i>Harald Reiß</i>	(Abschn. 3)
Ing. <i>Erich Herold</i>	(Abschn. 3)
Meister <i>Heinz Wittig</i>	(Abschn. 4)
Ing. <i>Albert Haase</i>	(Abschn. 4)
Ing. <i>Hans Gruner</i>	(Abschn. 5)
Ing. <i>Hans-Otto Harnack</i>	(Abschn. 6)
Ing.-Ök. <i>Klaus Blume</i>	(Abschn. 7)

Vom Staatlichen Amt für Berufsausbildung als Lehrbuch für die Ausbildung von Facharbeitern anerkannt

Lektor: Dipl.-Gwl. *Manfred Kurth*

Redaktionsschluß: 3. 7. 1968

ES 20 E 7 DK 628.1 KB 451

Bestellnummer: 9/2/1003

Copyright 1969 by VEB Verlag für Bauwesen, Berlin

VLN 152 · Dg.-Nr. 905/4/69 · Deutsche Demokratische Republik

Umschlagentwurf: *Egbert Pratsch*, Berlin

Satz und Druck: Buchdruckerei Richard Pries KG, Leipzig

Buchbinderei: Carl Schremmel Nachf., Leipzig

GELEITWORT

Arbeiter, Ingenieure und Wissenschaftler der Wasserwirtschaft haben in den vergangenen Jahren gute Leistungen insbesondere auf dem Gebiet der großräumigen Wasserwirtschaft, des vorbeugenden Hochwasserschutzes, des Talsperrenbaus und der Wasserversorgung erzielt.

An diesen Leistungen haben auch die Werktätigen der VVB Wasserversorgung und Abwasserbehandlung maßgeblichen Anteil. Ihre Aufgabe besteht im wesentlichen

- in der Bereitstellung von Trink- und Betriebswasser in erforderlicher Menge und Güte für die Versorgung der Bevölkerung, der Industrie, der Landwirtschaft, für das Verkehrswesen und alle weiteren Wassernutzer
- in der Behandlung und Ableitung von häuslichen und industriellen Abwässern und
- in der Instandhaltung der wasserwirtschaftlichen Anlagen.

Die Werktätigen in den VEB Wasserversorgung und Abwasserbehandlung tragen eine hohe Verantwortung gegenüber der Bevölkerung und der Volkswirtschaft.

Jeder Produktionsarbeiter der Betriebe trägt die Verantwortung über etwa 1 Million Mark Grundmittelbestand.

Die Wasserversorgung von rund 80 Prozent der Bevölkerung der DDR ist durch öffentliche Wasserwerke zu jeder Zeit mengen- und qualitätsgerecht sicherzustellen, und die Abwasserreinigung des Anteils der Bevölkerung, der an das öffentliche Kanalisationsnetz angeschlossen ist und rund 60 Prozent der Einwohnerzahl beträgt, ist ständig zu gewährleisten, damit keine volkswirtschaftlichen Schäden entstehen.

Diese Aufgaben werden immer mehr durch die zum Einsatz gelangende neue Technik, wie Spezialfahrzeuge für Betrieb und Instandhaltung der Wasserversorgungs- und Abwasserbehandlungsanlagen, Fahrzeuge für den Meß- und Prüfdienst, neue Geräte für die Instandhaltung und Instandsetzung, moderne Nachrichtennittel usw. gelöst und erleichtern zielstrebig die heute z. T. noch körperlich schwere Arbeit.

In den kommenden Jahren werden zur weiteren Verbesserung der wasserwirtschaftlichen Verhältnisse in der DDR, zur Förderung des Wohnungsbaues, zur Entwicklung der Produktion der Industrie und Landwirtschaft umfangreiche neue Wasserwerke und Kläranlagen gebaut und vorhandene Anlagen rekonstruiert und rationalisiert. Die vorhandenen Anlagen sind planmäßig vorbeugend instand zu halten.

Die Erfüllung dieser Aufgaben erfordert hochqualifizierte Facharbeiter, Meister, Ingenieure und Ökonomen.

Die Bewältigung der Aufgaben im Bereich der Wasserversorgung und Abwasserbehandlung und die Profilierung des Ausbildungsberufes in Verwirklichung des Gesetzes über das einheitliche sozialistische Bildungssystem machten es erforderlich, ein neues Lehrbuch für die berufstheoretische Ausbildung der Facharbeiter im Unterrichtsfach „Technologie der Wasserwirtschaft“, das zugleich Lehrmaterial für die Erwachsenenqualifizierung ist, auszuarbeiten.

Das vorliegende Lehrbuch garantiert, daß die zu uns kommenden jungen Menschen zur Erfüllung der Aufgaben bei der Erhaltung, Bedienung und Erweiterung wasserwirtschaftlicher Anlagen zu gebildeten, qualifizierten, vielseitig einsetzbaren Fachkräften entwickelt werden. Es soll gleichzeitig dazu beitragen, sie zum neuen Denken und Handeln anzuregen und mit dem technischen Wissen, gekoppelt mit den manuellen Fertigkeiten für ihre künftige Arbeit, und mit dem Verständnis für neue Technologien auszurüsten.

Der Inhalt der Berufsausbildung und der Erwachsenenqualifizierung im Bereich der VVB Wasserversorgung und Abwasserbehandlung wird bestimmt von der Gestaltung des entwickelten gesellschaftlichen Systems des Sozialismus, der Zielsetzung der wissenschaftlich-technischen Revolution, der Durchsetzung der komplexen sozialistischen Rationalisierung und der höchsten Ökonomie, der Anwendung neuer Technologien und der Meß- und Regeltechnik. Die Lernenden werden in die Lage versetzt, ihr Wissen mit dem größten Nutzeffekt für die sozialistische Gesellschaft anzuwenden.

Die VVB Wasserversorgung und Abwasserbehandlung war mit der Ausarbeitung dieses Lehrbuches bemüht, jedem Mitarbeiter in der Wasserwirtschaft, besonders den Lehrlingen, die Grundlage zur Erlangung eines fundierten beruflichen Grundwissens zu schaffen.

Ich danke dem Autorenkollektiv, den sozialistischen Betrieben und den staatlichen Stellen für ihre Mitarbeit bei der Entwicklung dieses Lehrbuches. Möge es allen in der Berufsausbildung und bei der Erwachsenenqualifizierung im Bereich der Wasserversorgung und Abwasserbehandlung eine ständige Hilfe und Unterstützung sein.

Potsdam, im Mai 1968



Obering. Voigt
Generaldirektor
der VVB Wasserversorgung
und Abwasserbehandlung

VORWORT

Die weitere Entwicklung von Industrie und Landwirtschaft, die Entfaltung des gesellschaftlichen Lebens unserer Bevölkerung stellen an die Wasserversorgung und Abwasserbehandlung ständig höhere Anforderungen.

Neben den zu rekonstruierenden älteren Anlagen, die noch vorwiegend manuell betrieben werden, entstehen moderne Wasser- und Klärwerke, in denen die neue Technik mit hohem Nutzeffekt anzuwenden ist.

Diese Aufgaben zu meistern verlangt von den Facharbeitern in den Betrieben ein gediegenes Grundlagenfachwissen und vielgestaltige spezielle Kenntnisse über die Technologien und Verfahrenstechniken beim Betrieb ihrer Anlagen.

Das Lehrbuch „Fachwissen für Facharbeiter in der Wasserwirtschaft“, bestehend aus drei Bänden, behandelt den Lehrstoff lehrplanbezogen für diesen neuprofilierten Beruf. Es soll den Lernenden in der Berufsausbildung und den Arbeitern in der Erwachsenenqualifizierung zur selbständigen Erarbeitung wie auch zur Festigung und Vertiefung ihres speziellen Fachwissens dienen. Den Lehrern kann es eine gute Hilfe für die Vorbereitung und Durchführung eines intensiven Unterrichts sein.

Der vorliegende Band 1 umfaßt neben einem einführenden Abschnitt über Grundlagen und Aufgaben dieses Teilgebiets der Wasserwirtschaft solche Themenkomplexe wie Anlagen zur Wassergewinnung, Verfahren der Wasseraufbereitung, Mittel und Methoden zur Speicherung und Verteilung des Wassers, Maschinen und Geräte zum Betrieb und zur Wartung der Anlagen sowie Prinzipien des Arbeits- und Brand-schutzes.

Zur besseren Erarbeitung und Durchdringung des Stoffes sind in diesem Buch wichtige prinzipielle Aussagen, wie Unterscheidungsmerkmale, Vorzüge von Verfahren u. dgl., durch vorangestelltes kreisförmiges Symbol gekennzeichnet. Erläuterungen von Arbeitsabläufen sind durch vorangesetztes quadratisches Symbol hervorgehoben. Kernsätze und Gesetzmäßigkeiten wurden halbfett gedruckt.

Das Lehrbuch wurde in Zusammenarbeit mit der VVB Wasserversorgung und Abwasserbehandlung entwickelt, der für die Unterstützung des Autorenkollektivs gedankt sei.

Für ihr wertvolles Mitwirken bei der Ausarbeitung des Manuskripts danken wir ebenfalls den Gutachtern, Herrn Dipl.-Ing. *Volker Zeppernick*, Dresden, und Herrn Ing. *Dieter Nowe*, Magdeburg.

Hinweise unserer Leser zur Verbesserung des Buches nehmen wir jederzeit gern entgegen.

Potsdam/Berlin, im Juni 1968

Verfasser und Lektorat

INHALTSVERZEICHNIS

1. Einführung in die Wasserversorgung	9
1.1. Geschichtliche Entwicklung	9
1.2. Kreislauf des Wassers	10
1.3. Wasserbewirtschaftung und Planung	12
1.4. Wasserversorgung als Teilgebiet der Wasserwirtschaft	17
2. Wassergewinnung	19
2.1. Gewässer	19
2.1.1. Unterirdische Wasser	19
2.1.2. Oberirdische Wasser	22
2.2. Wassergewinnungsanlagen	24
2.2.1. Wassergewinnung aus Grundwasser	24
2.2.2. Wassergewinnung aus Oberflächengewässern	43
2.3. Trinkwasserschutzgebiete	44
2.4. Betrieb von Wassergewinnungsanlagen	46
2.4.1. Pflege und Wartung von Wassergewinnungsanlagen	47
2.4.2. Erfassung der Betriebsmeßwerte	47
2.5. Instandhaltung und Instandsetzung von Wassergewinnungsanlagen	49
2.6. Arbeitsschutz in Wassergewinnungsanlagen	51
3. Wasserwirtschaft und Wasseraufbereitung	52
3.1. Beschaffenheit des Wassers	52
3.1.1. Physikalische Beschaffenheit	52
3.1.2. Chemische Beschaffenheit	54
3.1.3. Bakteriologische und biologische Beschaffenheit	65
3.1.4. Richtwerte für Trinkwasser	66
3.2. Anforderung an Betriebswasser	66
3.3. Wasseraufbereitungsanlagen	68
3.3.1. Absetzverfahren	68
3.3.2. Filteranlagen	78
3.3.3. Anlagen zur Beseitigung gelöster Stoffe	80
3.3.4. Entkeimung des Trinkwassers	91
3.4. Einfache Wasseruntersuchungen	93
3.4.1. Probenentnahme	95
3.4.2. Sinnesprüfungen	96
3.4.3. Physikalische, physikalisch-chemische und chemische Untersuchungen	93
4. Speicherung und Verteilung des Wassers	103
4.1. Speicherung des Wassers	103
4.1.1. Zweck der Speicherung	103
4.1.2. Speicherarten	104

4.1.3. Erdbehälter	107
4.1.4. Wassertürme	115
4.1.5. Löschwasserbehälter	117
4.1.6. Überwachung des Füllstandes	118
4.1.7. Planmäßig vorbeugende Instandhaltung	120
4.2. Druckerhöhungsstationen	122
4.2.1. Zweck der Druckerhöhung	122
4.2.2. Möglichkeiten der Druckerhöhung	122
4.2.3. Druckkessel-Anlagen (Hydrophoranlagen)	122
4.3. Verteilung des Wassers	126
4.3.1. Aufgabe der Verteilung	126
4.3.2. Versorgungssysteme	127
4.3.3. Rohrleitungen, Formstücke und Armaturen	129
4.3.4. Störungen, ihre Ursache und Verhütung	143
4.3.5. Betriebsüberwachung	143
4.3.6. Mengenmeßgeräte	145
5. <i>Wasserabgabe</i>	150
5.1. Allgemeine Aufgaben	150
5.2. Aufbau und Funktion des Hausnetzes	151
5.2.1. Schutz des Wassers gegen Kälte, Wärme und Verunreinigungen	155
5.2.2. Druckerhöhungsanlagen	156
6. <i>Maschinen und ihre Instandhaltung</i>	158
6.1. Maschinen, Geräte, Werkzeuge	158
6.1.1. Baumaschinen	158
6.1.2. Wartung und Pflege	159
6.1.3. Spezialfahrzeuge	163
6.1.4. Schweißgeräte	165
6.1.5. Werkzeuge	168
6.2. Instandhaltung der maschinellen Anlagen	170
6.2.1. Wartung und Pflege	170
6.2.2. Instandsetzung	170
6.2.3. Planmäßig vorbeugende Instandhaltung (PVI)	171
6.2.4. Spezialisierung in der Instandhaltung	173
7. <i>Arbeitsschutz in der Wasserversorgung</i>	175
7.1. Sechs Prinzipien des Gesundheits- und Arbeitsschutzes	175
7.2. Wichtige Arbeitsschutzanordnungen sowie Arbeitsschutz- und Brandschutzanordnungen (ASAO, ABAO)	175
Literaturverzeichnis	180
Sachwörterverzeichnis	181

1. Einführung in die Wasserversorgung

Die Wasserversorgung ist ein Teilgebiet der Wasserwirtschaft. Alle Maßnahmen und Planungen auf dem Gebiet der Wasserversorgung müssen daher mit dem natürlichen Kreislauf des Wassers in Übereinstimmung gebracht werden.

Aufgabe der Wasserversorgung ist es, ständig für ausreichende Deckung des Wasserbedarfs der Wohn- und Arbeitsstätten zu sorgen.

1.1. Geschichtliche Entwicklung

Wasser gehört zum Grundbaustein jeglichen Lebens auf der Erde. So sind die ersten Siedlungsplätze der Menschen an Flußläufen, Seen und Quellen gefunden worden.

Die Kulturvölker des Altertums förderten das Trinkwasser bereits aus Zisternen, Brunnen und Stauweihern, von denen zahlreiche Überreste bis heute erhalten geblieben sind. In Ägypten und Vorderasien (z. B. in Mekka, bei Gizeh, Theben und in Kairo) werden noch immer einige dieser alten, vor Jahrtausenden angelegten Brunnen benutzt.

Im Niltal sind neben Bewässerungskanälen auch Dämme gebaut worden. Durch harte Sklavenarbeit entstand 4000 Jahre vor unserer Zeitrechnung der erste Steindamm. Auch die Gesetzmäßigkeit der kommunizierenden Röhren wurde schon im Altertum praktisch ausgenutzt, wie das Beispiel der großartigen Druckwasserleitung von Pergamon beweist. Diese Wasserleitung beförderte das in einem Gebirgsmassiv in 1174 m Höhe gefaßte Quellwasser nach einem 31 km entfernten, 360 m hoch liegenden Klärbassin. Von da aus gelangte das Wasser nach Durchquerung einer 152 m tiefer gelegenen Talmulde zur 332 m hoch gelegenen Burg von Pergamon.

Einen gewaltigen Aufschwung nahm die Technik der Wasserversorgung in der Blütezeit Griechenlands und des Römischen Reiches. In Rom wurden die ersten Aquädukte erbaut, die heute noch unsere Bewunderung verdienen. Die steinernen Rundbögen der ersten römischen Aquädukte hatten eine Spannweite von knapp 8 m. Erst später erhöhte sich diese auf 15 bis 25 m. Über die Aquädukte lief das Wasser in Kanälen mit rechteckigem Querschnitt und einer Breite von 1,00 bis 1,80 m. Die Kanäle wurden mit halbkreisförmigen Gewölben oder auch mit Platten abgedeckt.

Von insgesamt 438 km Wasserleitungen, die für die Wasserversorgung Roms gelegt wurden, verliefen etwa 55 km auf Aquädukten. Wo sich Berge dem Gefälle in den Weg stellten, wurden Stollen gegraben und von Rundbögen getragene Stein-

brücken mit Wasserrinnen, Rohren oder Kanälen gebaut. Berühmt ist die etwa 40 km lange Wasserleitung des Pont du Gard bei Nîmes in Frankreich.

Der Gard-Viadukt wurde von den Römern errichtet und ist bis heute erhalten geblieben. Er hat eine Höhe von 48 m und ist 275 m lang; seine größte Bogenspannweite beträgt 25 m. In seiner Größe könnte man das Bauwerk mit der Seidenbachtalsperre im Erzgebirge vergleichen.

Die im 17. und 18. Jahrhundert in vielen Städten entstandenen Wasserkünste können als Vorläufer der zentralen Wasserversorgung angesehen werden. Die Entwicklung der Wasserversorgungstechnik begann etwa ab 1790 mit der Einführung der Dampfmaschine, dem Bau von Pumpen und gußeisernen Druckrohren.

Hamburg nahm, veranlaßt durch den großen Brand von 1842, dem die privaten Alster- und Elbwasserkünste zum Opfer fielen, 1848 die erste zentrale Wasserversorgung in Betrieb. Es folgten Berlin 1856, Würzburg 1856, Magdeburg 1859, Altona 1859, Stuttgart 1861.

Bis 1890 hatten 42 deutsche Groß- und Mittelstädte eine zentrale Wasserversorgung erhalten.

1.2. Kreislauf des Wassers

Auf der Erde befinden sich etwa 1500 Mill. km³ Wasser. Sieben Zehntel der Erdoberfläche sind von Meeren bedeckt, drei Hundertstel von ewigem Eis. Seen, Flüsse, Sümpfe und Grundwasserreservoirs durchsetzen das Festland. Als Wolkenhülle mindert das Wasser die Wärmeausstrahlung und ist unsichtbar in der Lufthülle der Erde enthalten. Als Kristallwasser baut es die festen Gesteine mit auf.

Nach *Kalbe* verteilt sich das Wasser auf der Erde wie folgt:

Meer	83,510 %
Gesteinshülle	15,450 %
Eis (Polargebiete und Hochgebirge)	1,007 %
Grundwasser	0,016 %
Süßwasser (Seen, Flüsse)	0,016 %
Atmosphäre	0,001 %

Das Wasser der Erde befindet sich in einem ewigen Kreislauf. Die Sonnenwärme läßt das Wasser von der Oberfläche der Meere, Seen, Flüsse und des Bodens verdunsten und bewirkt die Assimilation der Pflanzen. Als Regen, Schnee, Graupel, Tau und Reif fällt das Wasser auf die Erde zurück. Von dieser Niederschlagsmenge verdunstet etwa die Hälfte wieder (kleiner Kreislauf). Der größte Teil der zweiten Hälfte fließt oberirdisch in die Weltmeere ab. Der Rest sickert in tiefere Bodenschichten ab und bildet das Grundwasser. Die ober- und unterirdisch abfließenden Niederschläge bezeichnet man auch als großen Kreislauf (Bild 1).

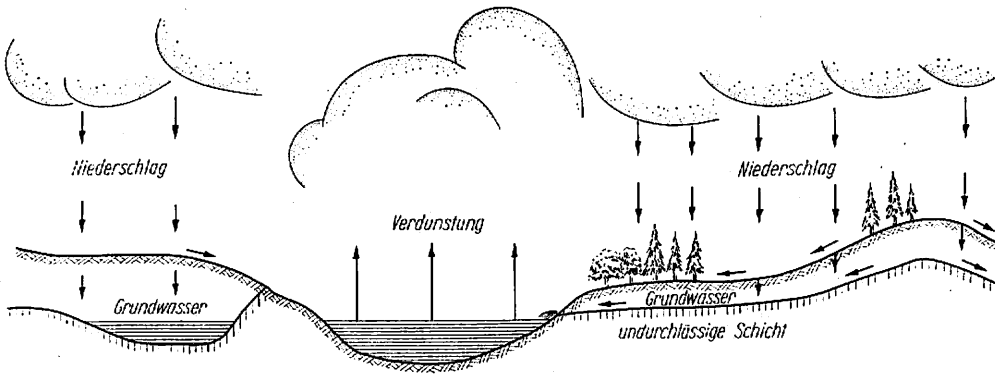


Bild 1. Kreislauf des Wassers

Beim oberirdischen Abfluß ist der Wald der beste Klima- und Wasserregulator. Er ist an der Auslösung der Niederschläge beteiligt, sammelt und speichert das Wasser. Die Flüsse haben ihren Ursprung meist in bewaldeten Bergen. Bei gutem Waldbestand werden die Flüsse während des ganzen Jahres fast gleichmäßig mit Wasser versorgt.

Im Sommer treten Trockenperioden ein, der Wasserstand in den Flüssen geht zurück, und der Grundwasserspiegel sinkt tiefer ab, als den Pflanzen nützlich ist. Der Boden trocknet aus und wird vom Wind verweht.

■ Eine geplante Forstwirtschaft hilft weitgehend bei der Wasserregulierung

Durch den Bau von Talsperren, Rückhalte- und Speicherbecken werden das im Frühjahr reichlich anfallende Schmelzwasser und die Niederschläge starker Sommergewitter zurückgehalten und während der Trockenperiode wieder gleichmäßig abgegeben.

Der zeitliche Verlauf des Wasserkreislaufes ist von den Jahreszeiten und den jeweiligen klimatischen Bedingungen abhängig. Schematisch läßt sich dieser Kreislauf stets nur für ein bestimmtes Gebiet darstellen.

■ Für die Wasserversorgung sind die quantitativen Untersuchungen des Wasserkreislaufes von Bedeutung.

Die Gesetzmäßigkeit, daß während des natürlichen Kreislaufes des Wassers weder Wasser verlorengehen noch zusätzlich geschaffen werden kann, läßt sich in der Wasserhaushaltsgleichung mathematisch formulieren:

$$N + Z_{ou} = A_o + A_u + V \pm R \quad (1)$$

Dabei ist:

N Niederschlag in mm

V Verdunstung in mm

R Speicherung (Rücklage bzw. Aufbruch) in mm

A_o Oberirdischer Abfluß in mm

A_u Unterirdischer Abfluß in mm

Z_{ou} Ober- oder unterirdischer Zufluß in mm

1.3. Wasserbewirtschaftung und Planung

Da die auf der Erde vorhandene Wassermenge weder vergrößert noch verkleinert werden kann, muß der Mensch mit der nutzbar zu machenden Wassermenge haushalten. Zielbewußte Ordnung aller menschlichen Einwirkungen auf das ober- und unterirdische Wasser ist die Wasserwirtschaft. Sie hat die Aufgabe, das Wasser zu erschließen, für die Nutzung bereitzustellen, aufzubereiten und nach volkswirtschaftlichen Gesichtspunkten zu verteilen.

Grundlage jeder wasserwirtschaftlichen Planung und Bewirtschaftung ist eine Bestandsaufnahme der zur Verfügung stehenden Wassermengen. Da der Wasservorrat eines Gebietes Schwankungen unterworfen ist, muß durch das Anlegen genügender Meß- und Beobachtungsstellen, wie Peilbrunnen, Meßpegel usw., dafür gesorgt werden, daß alle Bestandsveränderungen nicht nur quantitativ, sondern auch qualitativ turnusmäßig registriert werden.

Die Niederschlagsmengen werden meist mit dem *Regenmesser* nach *Hellmann* ermittelt (Bild 2). In einem Auffanggefäß, dessen scharfkantige obere Öffnung genau einer Fläche von 200 cm² entspricht, wird das Niederschlagswasser aufgefangen (Bild 3), täglich gemessen und in mm Niederschlagshöhe umgerechnet. Moderne Niederschlagsmesser (Bild 4) arbeiten mittels Schwimmer selbstschreibend.

Der Regenmesser muß frei stehen, so daß eine Beeinflussung der Niederschlagsmenge durch Bäume, Häuser usw. ausgeschlossen ist.

Mit Hilfe der Niederschlagsmengenmessung können Rückschlüsse auf die Grundwasserneubildung gezogen werden.

Die Ermittlung der Grundwasserreserven ist äußerst wichtig für die Wasserversorgung, denn man kann dem Grundwasserschatz eines Flußgebietes auf die Dauer nicht mehr Wasser entziehen, als ihm durch Niederschlag in einem bestimmten Zeitraum wieder zugeführt wird. Mittels künstlicher Grundwasseranreicherung können in gewissem Umfang Differenzen ausgeglichen werden.

Die Niederschlagsmenge, die jährlich auf das Gebiet der DDR fällt, beträgt im Mittel 60 Mrd. m³.

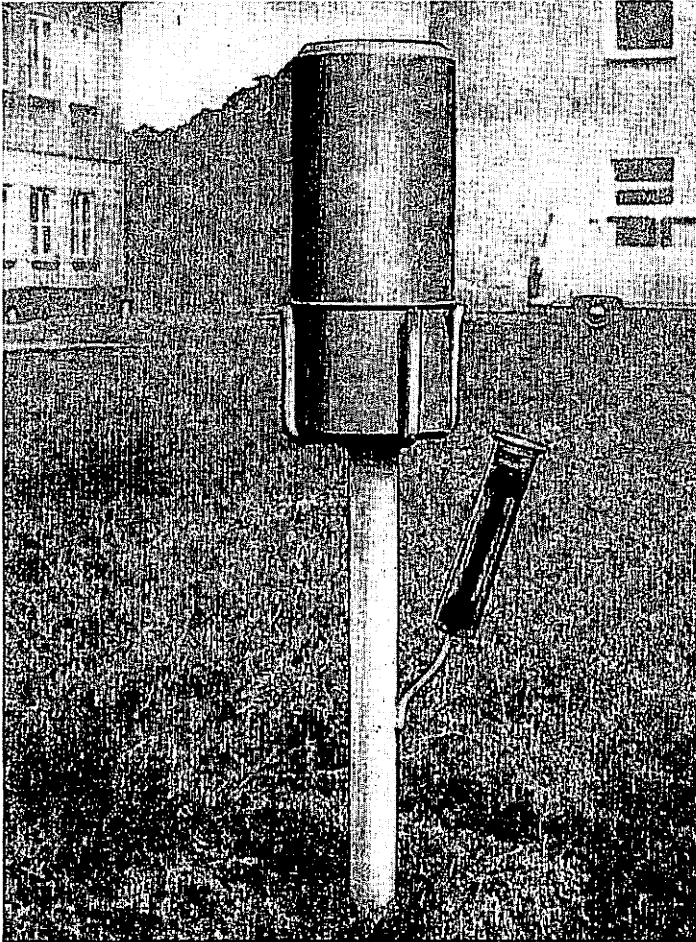


Bild 2. Regenmesser nach Hellmann

In niederschlagsreichen Jahren kann diese Menge auf das Doppelte ansteigen, in trockenen Jahren aber auch nur rd. 20 Mrd. m^3 betragen. Von diesen 60 Mrd. m^3 verdunsten im Durchschnitt 45 Mrd. m^3 , so daß praktisch nur 15 Mrd. m^3 als Oberflächen- oder Grundwasser zur wirtschaftlichen Nutzung für die Zwecke der Industrie, Landwirtschaft, Bevölkerung, Schifffahrt, Binnenschiffferei usw. zur Verfügung stehen.

In feuchten Jahren kann das nutzbare Wasserdargebot auf etwa 30 Mrd. m^3 ansteigen, in trockenen Jahren dagegen auf 6 Mrd. m^3 absinken. Diesem natürlichen Wasserdargebot steht der Bedarf der Gesellschaft an Trink- und Betriebswasser gegenüber.

Die Überleitung des Wassers von Überfluß- in Mangelgebiete erfolgt heute hauptsächlich durch großräumige Verbundwirtschaft.

Große Verbundsysteme in der Wasserversorgung gewährleisten zudem eine höchstmögliche Sicherheit für den Abnehmer.

Bei uns wurden Verbundwasserversorgungen für das mitteldeutsche Industriegebiet und für das Niederlausitzer Revier durchgeführt. Für den Raum Nordthüringen ist ein weiteres Verbundsystem im Bau. Das mitteldeutsche Verbundsystem erhält sein Wasser einmal aus den reichen Grundwasservorkommen der Elbaue und zum anderen aus der Rappbodetalsperre im Ostharz.

Obwohl alle Speicher- und Überleitungsmaßnahmen der Wasserwirtschaft von hervorragender Bedeutung für die volkswirtschaftliche Entwicklung in der DDR sind, kommt es für die künftige Deckung des Wasserbedarfes vor allem darauf an, daß das

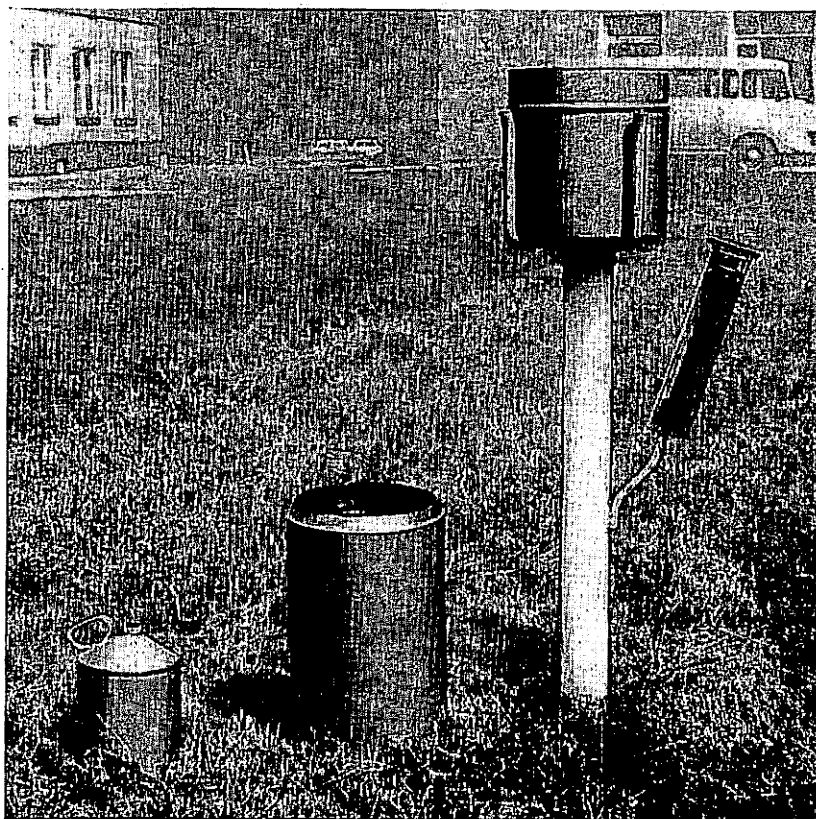


Bild 3. Teile des Hellmann'schen Regenmessers

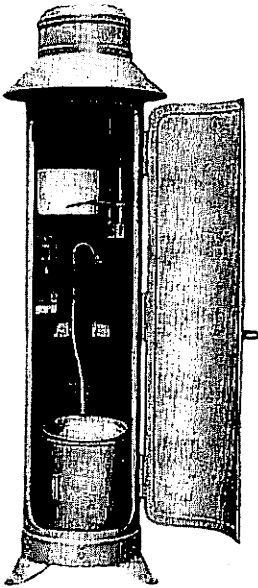


Bild 4. Moderner Niederschlagsmesser

gebrauchte Wasser wieder in einen guten Zustand versetzt wird, d. h. so gereinigt wird, daß es ohne hohe Aufbereitungskosten wieder verwendungsfähig ist (s. auch Teil II dieses Lehrbuches).

Die ständige Erhöhung des Lebensstandards bestimmt auch die Höhe des Wasserverbrauches.

Der Wasserbedarf ist abhängig von den klimatischen Verhältnissen, der Jahreszeit, der Art der Bebauung, der sanitären Ausstattung der Wohnungen, dem Vorhandensein einer zentralen Abwasserableitung, saisonbedingten Faktoren, wie Fremdenverkehr und Saisonbetriebe, vom Umfang der Garten- und Grünflächen und von anderen öffentlichen Bedarfsträgern.

Die Verbrauchergruppen werden wie folgt eingeteilt:

- Verbrauchergruppe A: Einwohner (einschl. Handwerk, Gewerbe und öffentliche Bedarfsträger)
- Verbrauchergruppe B: Groß- und Kleinvieh
- Verbrauchergruppe C: Industrie und andere Großverbraucher
- Verbrauchergruppe D: Rohrnetzverluste
- Verbrauchergruppe E: Eigenverbrauch

Für die Verbrauchergruppe A gelten als Anhalt folgende Werte in Liter je Einwohner und Tag (l/Ed):

	Mittelwerte l/Ed	Maximalwerte l/Ed
Ländliche Gemeinden	50–80	80–140
Orte bis etwa 5000 Einwohner	80–120	130–200
Orte bis etwa 20 000 Einwohner	100–140	150–240
Orte bis etwa 100 000 Einwohner	140–250	200–360
Großstadt über 100 000 Einwohner	180–280	240–400
Neue Wohnsiedlungen mit Bädern	120–180	180–280
Neue Wohnsiedlungen mit Bädern und Warmwasserversorgung	150–250	220–380

Bei ländlichen Gemeinden sowie in Orten mit nennenswertem Viehbestand gilt als Mittel- und zugleich als Maximalwert:

für Großvieh	60–80 l je Stück und Tag
für Kleinvieh	15–20 l je Stück und Tag

Bei Hühnerfarmen als Einzelanlagen ist mit 1 l je Stück und Tag zu rechnen.

Technisch-wirtschaftliche Kennziffern für den Wasserverbrauch einiger Industriezweige und anderer Großverbraucher (Verbrauchsgruppe C) können wie folgt angenommen werden:

Molkereien mit Kühlwasser	je 1000 l Milch	4 m ³
Brauereien	je hl Bier	1 m ³
Zuckerfabriken	je t Rüben	1 m ³
Woll-Kammgarnstoffe	je t	600 m ³
Papier	je t	100 m ³
Feinpapier	je t	max. 200 m ³
Stahl	je t	20 m ³
Roheisen	je t	50 m ³
Braunkohlenbriketts	je t	2 m ³

Der Wasserbedarf je Einheit eines Industrieerzeugnisses ist abhängig davon, welche Produktionstechnologie angewendet wird bzw. ob das einmal gebrauchte Wasser nach einer innerbetrieblichen Reinigung einer Wiederverwendung zugeführt wird.

Bei jeglicher Industrieproduktion sollte eine mehrmalige Verwendung des eingesetzten Wassers angestrebt werden. Durch das Wasserkreislauf- und -rücknahmeverfahren steigt der Wasserbedarf der Volkswirtschaft nicht proportional mit der Steigerung der

Industrieproduktion. Trotzdem erhöht sich der absolute Wassermehrbedarf von Jahr zu Jahr.

Die Rohrnetzverluste (Verbrauchergruppe D) werden im Durchschnitt mit 8 bis 12 Prozent des mittleren Tagesbedarfes der Gruppen A bis C angenommen. Bei der Festlegung der täglichen Rohrnetzverluste (ohne Wasserzählerverluste) sind Rohrmaterial, Länge sowie Alter und allgemeiner Zustand des Rohrnetzes zu berücksichtigen.

Der Eigenbedarf der Versorgungsanlagen (Verbrauchsgruppe E) erfaßt das Wasser für Rohrnetzspülungen, Filterspülungen, Behälterreinigung, Zählerprüfung usw. Er trägt rd. 1 Prozent des Tagesbedarfes.

Neben der Ermittlung des Wasserbedarfes ist eine ständige und genaue Kontrolle der verbrauchten Wassermengen erforderlich.

Das ist notwendig, um Wirtschaftlichkeitsberechnungen der Wasserversorgungsanlagen durchführen zu können, die Wasserverluste in den Hauptrohrnetzen festzustellen und den ständigen Ausbau der Rohrnetze und die Erweiterung bzw. den Neubau von Wasserwerken planen zu können.

1.4. Wasserversorgung als Teilgebiet der Wasserwirtschaft

Die Wasserversorgung durch private oder auch öffentliche Einzelbrunnen kann beim heutigen Entwicklungsstand nur noch als Übergangslösung angesehen werden.

Ziel ist es, in relativ kurzer Zeit bei wirtschaftlicher Anwendung der zur Verfügung stehenden Mittel alle Einwohner in einem fest umgrenzten Versorgungsgebiet an zentrale Wasserversorgungsanlagen anzuschließen.

Bei der Festlegung von Maßnahmen und Aufgaben zur Sicherung der Wasserversorgung darf nicht nur von der Quantität ausgegangen werden.

Trinkwasser unterliegt den Bestimmungen des Lebensmittelgesetzes und ist als wichtigstes Lebensmittel zu betrachten.

Zwischen Trinkwasser und Abwasser besteht ein enger Zusammenhang, denn die Qualität eines Wassers wird von seinem Herkommen bestimmt. Durch die einwandfreie Reinigung der Abwässer wird die wiederholte Nutzung der Oberflächengewässer ermöglicht.

Die Industrie als Hauptwassernutzer, aber auch als Hauptverschmutzer muß deshalb den Wasserbedarf senken und die höchstmögliche Reinigung ihrer Abwässer anstreben, damit eine erneute Wassergewinnung in flusnahen Gebieten ermöglicht wird.

Die Wasserversorgung darf nicht zu einem Engpaß der Produktionsentwicklung werden. Deshalb kommt die größte Bedeutung einer weitsichtigen Standortwahl zu, bei der früher häufig durch unüberlegte Eingriffe in den natürlichen Wasserkreislauf große Fehler begangen wurden.

Heute wird bei uns auf der Grundlage des Wassergesetzes [1] die Nutzung der Gewässer so vorgenommen, daß die für die sozialistische Entwicklung erforderliche Wasserversorgung der gesamten Volkswirtschaft und der Bevölkerung gewährleistet ist.

Aufgaben

1. Geben Sie einen kurzen geschichtlichen Überblick über die Entwicklung der Wasserversorgung!
2. Schildern Sie den Kreislauf des Wassers!
3. Inwiefern stehen Wasserversorgung und Abwasserbehandlung in Beziehung zueinander?

2. Wassergewinnung

Nutzbares Wasser ist nicht in unbegrenzter Menge vorhanden. Aus dieser Erkenntnis erwachsen dem Wasserwirtschaftler Aufgaben, die alle zum Ziel haben, durch sinnvolle Eingriffe in die natürlichen Wasservorkommen das zum Leben benötigte Wasser zu gewinnen, aufzubereiten und dem Verbraucher in der erforderlichen Menge und Qualität zur Verfügung zu stellen. Zusätzlich ergibt sich die besondere Aufgabe, das Wasser nicht nur zu gewinnen und bereitzustellen, sondern auch zu bewirtschaften. Unter den 10 größten Industriestaaten der Welt hat die DDR pro Kopf der Bevölkerung den größten Wasserbedarf, aber das kleinste natürliche Wasserangebot. Durch die rasche weitere Industrialisierung wird sich diese Situation noch weiter verschlechtern.

2.1. Gewässer

Unter dem Begriff Gewässer wird alles in der Natur fließende oder stehende Wasser des Festlandes zusammengefaßt.

2.1.1. Unterirdische Wasser

Das unterirdische Wasser befindet sich unterhalb der festen Erdoberfläche, unabhängig davon, in welcher Erscheinungs- oder Zustandsform es vorliegt. Bild 5 zeigt die ver-

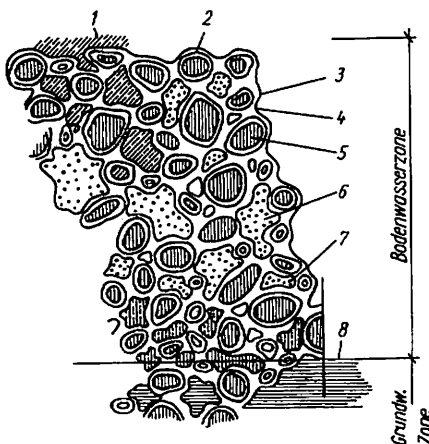


Bild 5. Zustandsformen des unterirdischen Wassers (nach Gießler)

1 Sickerwasser, 2 hygroscopisches Wasser, 3 Häutchenwasser, 4 Porenwinkelwasser, 5 Bodenteilchen, 6 Bodenluft mit Wasserdampf, 7 Potensaugwasser, 8 Grundwasseroberfläche

schiedenen Zustandsformen des unterirdischen Wassers. Für die Wassergewinnung ist das unterhalb der Bodenwasserzone liegende Grundwasser besonders wichtig; denn z. Z. werden noch 70 bis 85 Prozent der für die zentrale Wasserversorgung benötigten Wassermenge aus dem Grundwasser entnommen.

Grundwasser

Als Grundwasser wird das Wasser bezeichnet, das die Hohlräume der Erdrinde zusammenhängend ausfüllt und nur der Schwere (dem hydrostatischen Druck) unterliegt (TGL 92-007).

Die Erdrinde besteht aus Locker- und Festgestein. Obwohl auch Festgestein in gewissem Umfang wasserführend sein kann, wird der größte Teil des Grundwassers aus wasserführenden Lockersedimenten, wie z. B. Sanden und Kiesen, gewonnen. Diese wasserführenden Lockersedimente nennt man *Grundwasserleiter*.

■ *Die untere Grenze des Grundwasserleiters bildet die Grundwassersoble.*

Die *Grundwassersoble* – das Liegende genannt – ist aus weniger durchlässigen Bodenschichten als der Grundwasserleiter aufgebaut oder ist wasserundurchlässig.

Wird der Grundwasserleiter nach oben hin, im Hängenden, durch eine wasserundurchlässige Bodenschicht abgegrenzt, so nennt man diese Schicht *Deckschicht*.

■ *Im Untergrund ist ein oft regelloser Wechsel zwischen wasserführenden und wasserstauenden Schichten möglich.*

Man spricht dann von mehreren *Grundwasserstockwerken*. Sie werden von oben nach unten gezählt. Dabei kann das Grundwasser in den einzelnen Grundwasserstockwerken aus völlig verschiedenartigen Einzugsgebieten (Herkunft) stammen und damit verschiedenartig zusammengesetzt sein. Dies muß bei Erschließungsarbeiten beachtet und gegebenenfalls berücksichtigt werden.

Grundwasserfließgeschwindigkeit

Das Grundwasser befindet sich im allgemeinen in Bewegung. Diese Bewegung nennt man Grundwasserfließgeschwindigkeit; sie ist meßbar und wird in m/s angegeben.

Die Grundwasserfließgeschwindigkeit ist abhängig von der Durchlässigkeit der Wasserleiter. Nach *Darcy* wird die Grundwasserfließgeschwindigkeit mittels folgender Gleichung errechnet:

$$V_F = k_f \cdot J \quad (2)$$

Darin bedeuten:

k_f Durchlässigkeit in m/s

J Absolutgefälle der Grundwasseroberfläche in m/m

Die Grundwasserfließgeschwindigkeit ist im allgemeinen sehr niedrig. Sie beträgt in feinkörnigem Sand etwa bis 1 m/s, bei grobem Sand bis 5 m/s und bei grobem Kies bis 20 m/s.

Grundwasserfließrichtung

Für die Erschließung eines Grundwasservorkommens ist die Kenntnis der Fließrichtung des Grundwassers wichtig. Wird nämlich zur Grundwassergewinnung der Bau mehrerer Bohrbrunnen erforderlich, so sind die Bohransatzpunkte senkrecht zur Grundwasserfließrichtung anzuordnen, damit die gegenseitige Beeinflussung der Brunnen so gering wie möglich gehalten wird. Auch für die Festlegung der Trinkwasserschutzgebiete ist die Kenntnis der Grundwasserfließrichtung unumgänglich.

Die Ermittlung der Grundwasserfließrichtung ist verhältnismäßig einfach, jedoch infolge der dazu erforderlichen Vorarbeiten recht zeit- und vor allem kostenaufwendig.

Zu den Vorarbeiten gehört die Errichtung eines *hydrologischen Dreiecks*. Das sind drei Grundwasserbeobachtungsrohre, die bis in die ruhende Grundwasseroberfläche hineinreichen, am unteren Ende mit einem 1 m langen Filterrohr versehen sind und die Messung der exakten Tiefenlage der Grundwasseroberfläche gestatten.

Die Messung muß mit größter Sorgfalt vorgenommen werden, sind doch die Höhenunterschiede der Grundwasseroberfläche in den einzelnen Beobachtungsrohren oft sehr gering und betragen teilweise nur ein bis zwei Zentimeter. Graphisch lassen sich dann die Grundwasserhöhenlinien eintragen. Die Grundwasserfließrichtung verläuft senkrecht zu den Grundwasserhöhenlinien (Bild 6).

Jüngst wurden moderne Methoden zur Ermittlung der Grundwasserfließrichtung und der Grundwassergeschwindigkeit mit Hilfe radioaktiver Nuklide erfolgreich

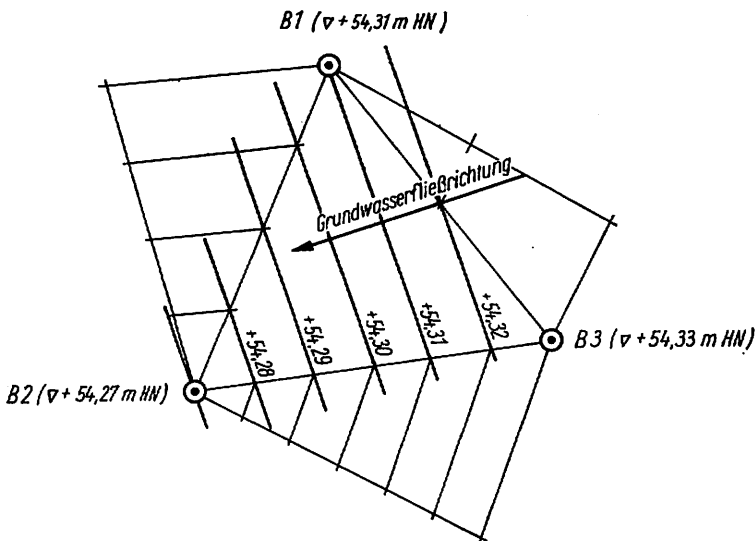


Bild 6. Graphische Ermittlung der Grundwasserfließrichtung aus den Wasserspiegelhöhen aus drei Beobachtungsrohren (B 1 bis B 3)

erprobt. Diese Verfahren sind wesentlich rationeller, da für die Messungen lediglich ein Beobachtungsrohr benötigt wird.

Ungespanntes Grundwasser

Ist ein Grundwasserleiter nicht durch wasserundurchlässige Bodenschichten im Hangenden begrenzt, so spricht man vom freien oder ungespannten Grundwasser.

In der oberen Begrenzung des ungespannten Grundwassers (Grundwasseroberfläche) ist der Wasserdruck gleich dem atmosphärischen Druck.

Der *Grundwasserspiegel* ist der Wasserspiegel, der sich nach Druckausgleich mit dem Grundwasser im Brunnen oder Beobachtungsrohr einstellt.

Die Höhe der Grundwasseroberfläche unterliegt natürlichen Schwankungen, die im wesentlichen niederschlagsabhängig sind.

Gespanntes Grundwasser

Wird ein unter Druck stehender Grundwasserleiter durch eine Bohrung oder einen Erdaufschluß angeschnitten, so steigt der Wasserspiegel über die Unterkante des Hangenden auf, bis der Druckausgleich stattgefunden hat. Findet dieser Druckausgleich erst nach Ausfließen des Grundwassers an der Erdoberfläche statt, so spricht man von artesisch gespanntem Grundwasser.

Bei Brunnen mit gespanntem Wasser ist die Leistung direkt proportional zur Absenkung. Bild 7 zeigt drei kennzeichnende Grundwasserleiter im Vertikalschnitt nach TGL 92-007.

2.1.2. Oberirdische Wasser

Oberirdisches Wasser sind alle stehenden und fließenden Gewässer auf dem Festlande, die eine freie Oberfläche haben.

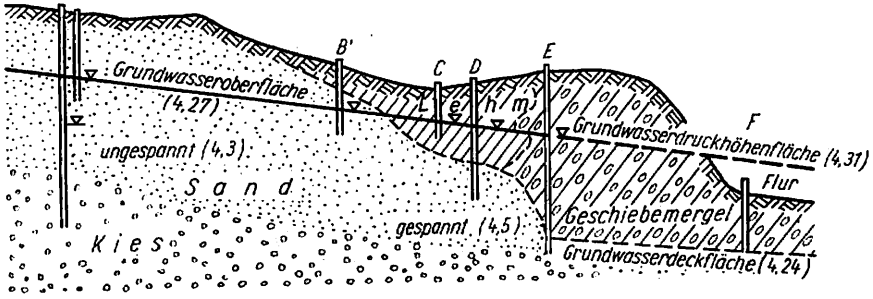
Stehende Gewässer

Zu ihnen gehören Seen, Teiche und auch künstliche Speicherbecken, die beispielsweise der Grundwasseranreicherung dienen.

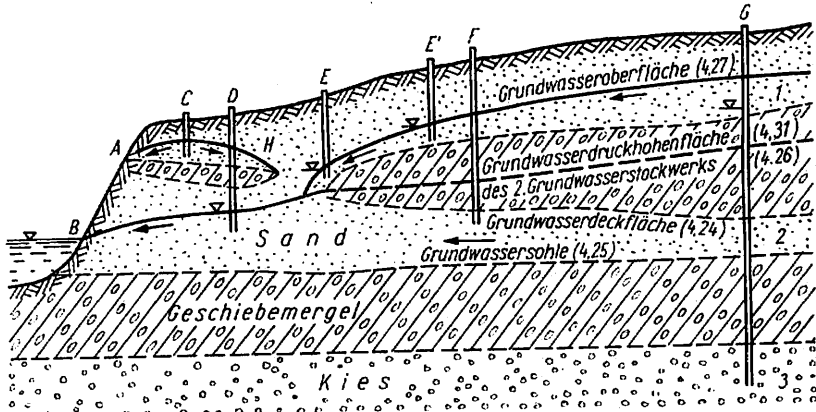
Fließende Gewässer

Zu ihnen gehören Bäche, Flüsse, Ströme, aber auch künstliche Kanäle.

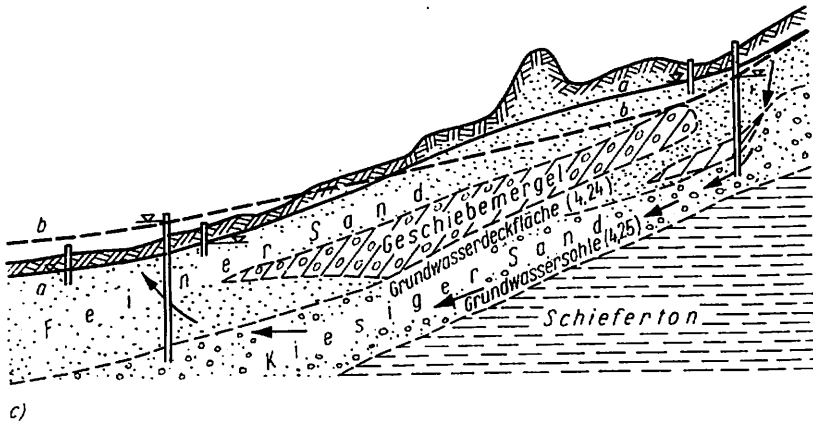
Für die Wasserversorgung muß mehr und mehr auf oberirdisches Wasser zurückgegriffen werden, wenn Grundwasser nicht in der erforderlichen Menge vorhanden ist. Für die Wassergewinnung hat es – z. B. bedingt durch größere Temperaturschwankungen und größere Verunreinigungsgefahren, die wiederum umfangreiche Aufbereitungsanlagen, aber auch große Schutzgebiete erfordern – gewisse Nachteile gegenüber reiner Grundwasserversorgung. Da die Rohwasserförderkosten bei oberirdischem Wasser jedoch im allgemeinen niedriger liegen (geringere Förderhöhe), wird ein Teil der Nachteile wieder ausgeglichen.



a)



b)



c)

Bild 7. Grundwasser im Vertikalschnitt

2.2. Wassergewinnungsanlagen

Die Anlagen zur Wassergewinnung unterscheiden sich in solche zur Gewinnung aus dem Grundwasser und solche zur Gewinnung aus dem oberirdischen Wasser.

2.2.1. Wassergewinnung aus Grundwasser

Quellen

Quellen sind örtlich begrenzte, natürliche, ständige oder zeitweilige Grundwasser-
austritte.

Der Wasserausfluß einer Quelle wird *Quellenschüttung*, das gesamte Schüttgebiet einer Quelle einschließlich des mit dem Wasser ausfließenden Sandes wird *Quellgut* genannt.

Verschiedene Quellformen und Quellentypen sind u. a. Thermalquellen, Mineral-
quellen, ferner – nimmt man die Regelmäßigkeit der Quellenschüttung als Kriterium
für eine Systematisierung – dauernd fließende, perennierend fließende oder periodisch
bzw. episodisch fließende Quellen.

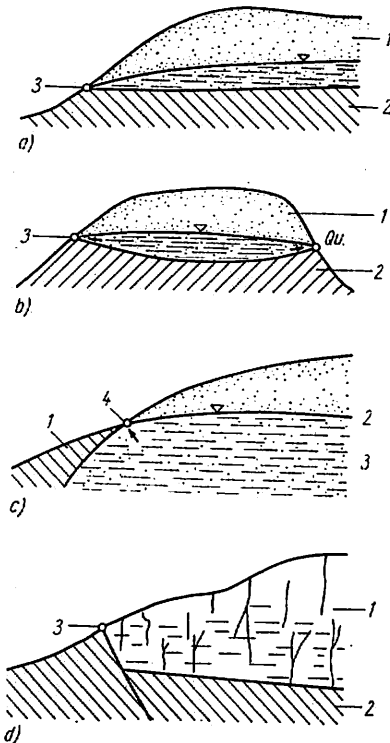


Bild 8. Quellenarten

a) Schichtquelle

1 Grundwasserleiter, 2 Sohl-schicht, 3 Quelle

b) Überfallquelle

1 Grundwasserleiter, 2 Sohl-schicht, 3 Quelle

c) Stauquelle

1 undurchlässige Schicht, 2 Grundwasseroberfläche, 3 Grundwasserleiter, 4 Quelle

d) Spaltenquelle

1 klüftiges Gestein mit Spaltenwasser, 2 undurchlässige Schicht, 3 Quelle

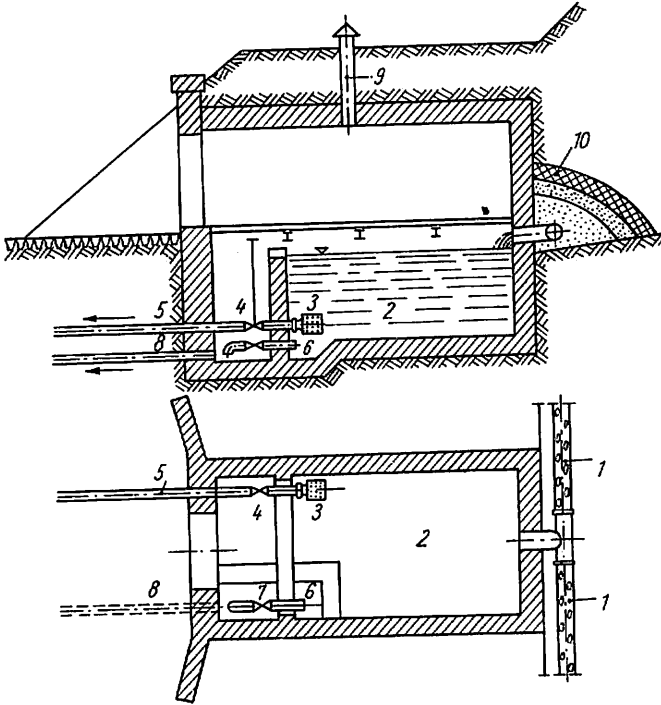


Bild 9. Fassung einer Schichtquelle mit Quellstube

1 Sickerrohr in Kiespackung, 2 Sammelraum, 3 Entnahmesieher, 4 Absperrschieber, 5 Entnahmeleitung, 6 Grundablaß, 7 Grundablaßschieber, 8 Entleerungsleitung, 9 Lüftung, 10 Tondichtung

In geologischer Hinsicht werden unter Berücksichtigung der Vielfalt der geologischen Boden- und physikalischen Lagerungsverhältnisse der Grundwasserleiter und der im Liegenden befindlichen Wasserstauer im wesentlichen unterschieden: Schichtquellen, Überfallquellen, Stauquellen und Spaltquellen.

Bei *Schichtquellen* tritt das Grundwasser dort aus, wo ein Grundwasserstauer und ein Grundwasserleiter in Hanglagen austreichen.

Überfallquellen treten am Rande großer Grundwasserbecken auf.

Stauquellen ergeben sich, wenn Grundwasser auf Sohlf lächen entlang fließt und durch Grundwasserstauer ein Aufstau und Austritt des Grundwassers erzwungen wird.

Spaltquellen treten häufig in Gebirgen mit starker Klüftbildung auf (Bild 8).

Die geplante Nutzung von Quellen setzt eingehende und umfangreiche Vorarbeiten voraus über

- die Quellschüttung und ihre Schwankungen
- die Temperaturentwicklung des Wassers

- die chemische, physikalische und bakteriologische Wasserbeschaffenheit, d. h. die geohydrologischen Verhältnisse in ihrer Gesamtheit.

Quellfassungen

Die Art und die Bodenbeschaffenheit der zu fassenden Quelle bestimmen die Konstruktion der Quellfassung (Bild 9 u. 10). Durch das geplante Bauwerk dürfen die Wasserqualität oder die Quellschüttung nicht beeinträchtigt werden, und das Quellwasser muß in seiner Gesamtheit erschlossen werden können. Dabei sind die natürlichen Verhältnisse so wenig wie möglich zu stören.

Nach *Hauschild* [2] ist bei der Herstellung von Quellfassungen folgendes zu beachten:

- Das Wasser darf durch die Fassung nicht verunreinigt werden.
- Die Brunnenstuben müssen zur Reinigung und Überwachung zugänglich sein und Entlüftungskanäle für die Abführung von Gasen und modriger Luft enthalten.
- Durch entsprechende Erdaddeckung und bauliche Ausführung der Brunnenstuben oder Quellschächte muß ein Einfrieren vermieden werden.
- Die Einstiegsöffnungen müssen mit verschließbaren Türen versehen und so angeordnet sein, daß kein Regenwasser eindringen kann.

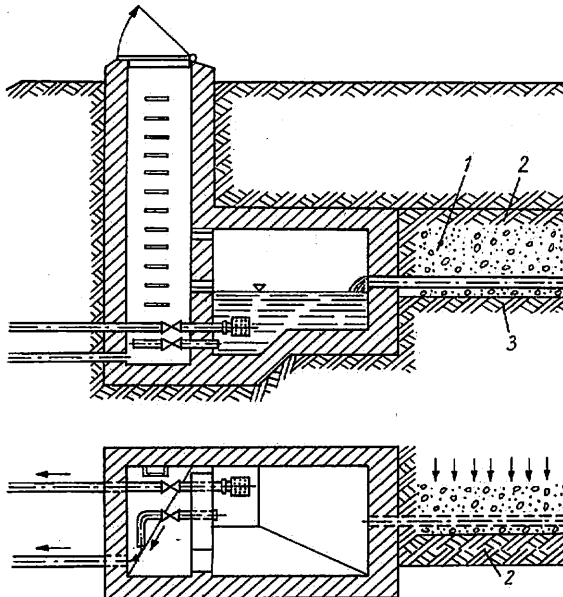


Bild 10. Fassung einer Quelle mittels Quellschacht

1 Kiespackung, 2 Tondichtung, 3 Sickerrohr

- Außer der Entnahmeleitung ist eine Entleerungs- und Überlaufleitung vorzusehen, und zwar mit Sieben, um ein Eindringen von Tieren zu verhindern.
- Die Entnahmeleitung muß am Wassereintritt einen Einlaufseiher mit einem Absperrschieber erhalten.
- Die Entleerungsleitung ist so tief anzuordnen, daß eine restlose Entleerung der Behälter möglich ist. Sie muß gleichfalls mit einem Seiher ausgerüstet sein.
- Bei sandhaltigem Wasser muß dem Sammelbehälter ein Sandfang vorgeschaltet werden, in dem die Wassergeschwindigkeit von 1 bis 5 cm/s nicht überschritten werden soll, um eine Ablagerung des Sandes oder anderer Schwebestoffe zu gewährleisten.

Schachtbrunnen

Schachtbrunnen, auch Kesselbrunnen genannt, finden häufig bei Einzelwasserversorgungsanlagen Verwendung. Sie dürfen nicht mit Sammelbrunnen verwechselt werden, obwohl sie diesen in der Bauform ähneln.

Schachtbrunnen dienen der Wassererschließung in Tiefen bis etwa 12 m, es sind aber auch Schachtbrunnen mit Tiefen von über 70 m bekannt. Das Grundwasser tritt entweder durch die offene Sohle der im allgemeinen im Durchmesser 1–2 m großen Schachtbrunnen ein oder aber durch die porösen oder geschlitzten Seitenwände im unteren, vom Grundwasser benetzten Bereich der Ringwand.

Abgedichtete Schachtbrunnen dienen als Sammelbrunnen, in gewissem Umfang auch zur Wasserspeicherung.

Folgende Forderungen müssen beim Bau und bei der Sanierung von Schachtbrunnen berücksichtigt werden (Verordnung über die hygienische Überwachung von Brunnen vom 23. August 1951, GBl. 1951 Nr. 102 einschl. DB):

- Der Bau oder die Veränderung von Brunnen ist sowohl durch die zuständige Wasserwirtschaftsdirektion als auch durch den zuständigen Rat des Kreises, Abt. Gesundheitswesen, genehmigungspflichtig.
- Die Entnahme von Grundwasser zu Trinkwasserzwecken darf nur aus Tiefen von über 3 m unter Gelände erfolgen. Daher sind die Umfassungswände von Schachtbrunnen bis mindestens 3 m unter Gelände wasserdicht herzustellen. Außen sind die Umfassungswände bis zu einer Tiefe von mindestens 2 m mit einer 50 cm dicken Schicht aus gestampftem Ton oder Lehm gegen das umliegende Erdreich abzdichten.
- Der Brunnen schacht ist oben mit einer festen Platte wasserdicht abzuschließen. Die Abdeckung muß über dem höchsten Grundwasserstand und mindestens 30 cm über der Erdoberfläche liegen, wobei die Umgebung der Brunnenabdeckung im Umkreis von 1 m mit reichlichem Gefälle abzupflastern ist.
- Schachtbrunnen sind zu ent- und belüften. Die Lüftungsrohre sind gegen das

Eindringen von Insekten zu sichern und müssen 30 cm über der Schachtabdeckung liegen.

- Pumpenteile und Rohrleitungen müssen wasserdicht durch die Wandung oder Abdeckung geführt werden. Das untere Ende des Saugrohres muß mindestens 30 cm über Schachtbrunnensohle angebracht werden.

Die Nutzung von Schachtbrunnen als Schöpfbrunnen ist unzulässig. Der Pumpenauslauf muß über den Rand der Schachtabdeckung hinausragen, etwaiges Tropfwasser ist durch eine wasserdichte Rinne mit gutem Gefälle mindestens 5 m vom Brunnen fortzuleiten.

Bohrtechnologien

Die Bohrverfahren werden nach folgenden Gesichtspunkten eingeteilt:

- nach der Struktur des beim Bohrfortschritt zu bearbeitenden Bodenmaterials in Bohrverfahren im Locker- und Festgestein,
- nach der Bohrtechnologie in Trocken- und Spülbohrverfahren sowie Seilschlag- und Rotationsbohrverfahren.

Die *Spülbohrverfahren* lassen sich weiter untergliedern in *Verfahren mit Rechts-spülung* (hierbei wird das Spülwasser durch das Gestänge auf die Bohrsäule gepreßt) und mit *Linksspülung* (das sind Saugbohr- und Lufthebebohrverfahren, in denen das Bohrgut mit dem Spülwasser durch das Bohrgestänge zutage gefördert wird).

Der größte Teil der über 8000 als Wasserbasis für die zentrale öffentliche Wasserversorgung genutzten Bohrbrunnen wurde im *Trockenbohrverfahren* hergestellt. Obwohl z. B. das Saugbohrverfahren rationeller ist, sind die Vorteile des Trockenbohrverfahrens besonders in hydrogeologisch wenig aufgeschlossenen Gebieten beträchtlich. Sie wiegen seine Nachteile, höhere Kosten und längere Bauzeiten, meist auf.

Das Trockenbohrverfahren geht wie folgt vor sich:

- Mit Hilfe eines Drei- oder Vierbockes und einer Bohrwinde wird durch seilbetriebene stoßende Bohrwerkzeuge (Meißel, Meißelbüchse, Schlammbüchse) oder über Gestänge drehend zu betätigende (Schappen, Krätzer oder Spiralen) das Bohrloch lotrecht in die feste Erdrinde vorgetrieben (abgeteuft).
- Der Zusammenfall des Bohrloches wird durch intermittierend zu den Bohrarbeiten in das Bohrloch eingebrachte Bohrrohre (Hilfsverrohrung) vermieden. Das Einbringen der Bohrrohre erfolgt durch Pressung mittels Belastungsbühne oder durch hydraulisch betriebene Preßstempel. Die dabei aufzuwendenden Kräfte betragen bis zu 70 Mp.
- Wird die äußere Bodenreibung der Bohrrohre zu groß, dann muß eine nächste kleinere Rohrfahrt lose durch die 1. Rohrfahrt gesteckt werden und die Bohr- und Rohrpreßarbeiten können fortgesetzt werden.

■ *Je nach der Tiefe der Bohrung entsteht so ein nach unten verjüngtes teleskopartiges Bohrloch.*

Sein Anfangsdurchmesser ist so groß zu wählen, daß in die kleinere Endverbohrung noch das Filterrohr einschließlich einer Kiesschüttung eingebracht werden kann.

- Nach erfolgtem Ausbau der Bohrung mit Filter- und Brunnenmantelrohren wird die Hilfsverrohrung mit Hilfe von Pressen wieder gezogen. (Es kann eine Hilfsrohrfahrt auch als Brunnenmantelrohr verwendet werden.)

Die beim Ziehen der Hilfsverrohrung aufzuwendenden Kräfte betragen 100 Mp und mehr.

Die Tiefe je Robrfahrt beim Abteufen einer Bohrung hängt im wesentlichen von der Quellfähigkeit des die Bohrrohre umgebenden Erdreiches, der Größe des Vorschnittes des Bohrschubes und des verwendeten Presszeuges ab.

Es wird durchschnittlich mit 20 m Tiefe je Bohrfahrt gerechnet, jedoch sind auch erhebliche Abweichungen davon möglich.

Ziel ist es, mit wenig Robrfahrten die erforderliche Tiefe mit dem notwendigen Enddurchmesser zu erreichen.

Nach diesem Bohrverfahren wurden im Norden unserer Republik Brunnen für die Trinkwasserversorgung bis zu Tiefen von 200 m hergestellt. Ihre Anfangsdurchmesser liegen zwischen 850 und 1500 mm, die Enddurchmesser nicht unter 318 mm.

Das zutage geförderte Bohrgut wird analysiert.

Jeder Wechsel der Bodenart, aber auch der Wechsel der Farbe, der Konsistenz und der Kornstruktur des Bohrgutes wird in das *Bohrregister* eingetragen. Auf diese Weise erhält man einen punktförmigen genauen Aufschluß des geologischen Bodenprofils mit seinem Wechsel von wasserführenden und wasserundurchlässigen Bodenschichten. Gleichzeitig werden Bodenproben entnommen und aufbewahrt. Auch die Wasserstände im Bohrloch sind jeweils vor Bohrbeginn und nach Anschnitt von wasserführenden Lockersedimenten laufend zu messen und zu vermerken, geben sie doch insbesondere bei mehreren Grundwasserstockwerken Anhaltspunkte für eine zu erwartende Fündigkeit und wichtige Hinweise für den späteren Brunnenausbau.

Das Trockenbohrverfahren läßt eine gute Abgrenzung der einzelnen Bodenschichten zu. Das ist insbesondere bei geringmächtigen Schichten und bei mehreren Grundwasserstockwerken wichtig. Ferner können den einzelnen Wasserleitern zugehörige Wasserstände einwandfrei ermittelt und die Probennahmen exakt durchgeführt werden. Dies ist vor allem in den wasserführenden Bodenschichten notwendig, da die Struktur der wasserführenden Lockersedimente ausschlaggebend für die Filterbemessung ist (Tafel 1).

Wichtige Brunnenfilter

Die für Brunnenfilter wichtigen Materialien sind in Tafel 2 zusammengestellt.

Oft wird bei kleineren Brunnen noch *Fillertresse* verwendet. Sie ist dann zweckmäßig, wenn der Bohrendurchmesser so klein ist, daß eine Kiesschüttung nicht mehr eingebaut werden kann, die Schlitze der zum Einbau vorgesehenen Filter jedoch so

Tafel 1 Bohrbrunnenausführungen

1. Bohrbrunnen ohne Filterrohre mit Standrohr	2. Bohrbrunnen mit Tresse-Filter und einer Hilfsrohrfahrt	3. Bohrbrunnen mit Tresse-Filter und einer Hilfsrohrfahrt	4. Bohrbrunnen mit Tresse-Filter und mehreren Hilfsrohrfahrten	5. Bohrbrunnen mit Tresse-Filter und mehreren Hilfsrohrfahrten	6. Kiesschüttungsbrunnen
---	---	---	--	--	--------------------------

in wasserführendem Festgestein

Filter und Filteraufsatzrohre verloren eingebaut Hilfsverrohrung als Brunnenmantelrohr verwendet

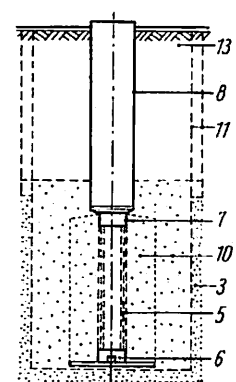
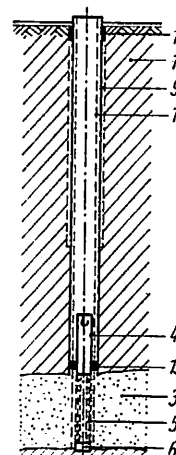
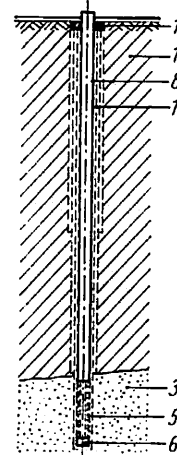
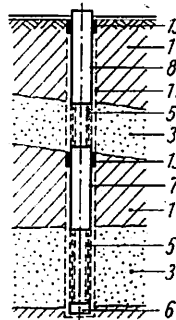
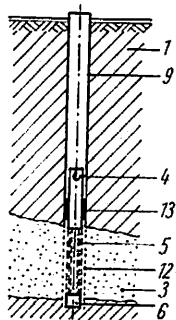
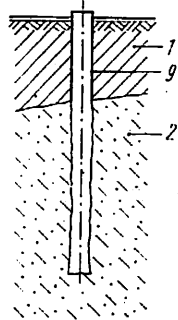
Filteraufsatzrohr gleichzeitig Brunnenmantelrohr 2 Grundwasserstockwerke wurden erschlossen und ausgebaut

Filteraufsatzrohre gleichzeitig Brunnenmantelrohr

Filter und Filteraufsatzrohre verloren eingebaut eine Hilfsrohrfahrt als Brunnenmantelrohr genutzt

Filter mit erweitertem Filteraufsatzrohr starr verbunden mit doppelter Kiesschüttung geringere Eintrittsverluste durch die künstliche Kiesschüttung, vor allem bei anstehenden Feinsanden günstige hydraulische Verhältnisse

Die Filtertresse aus Pe-Ce-U wird um das Filterrohr gewickelt, nachdem vorher das Filterrohr mit einem groben Unterlagsgewebe aus Pe-Ce-U umwickelt worden ist, um ein enges Anliegen der Filtertresse auf dem Filterrohr zu vermeiden. Bei Kunststoff- oder Schlitzbrückenfiltern kann bei Anpassung der Schlitzweite an die Körnung der auszubauenden Bodenschichten auf das Umwickeln mit Filtertresse verzichtet werden.



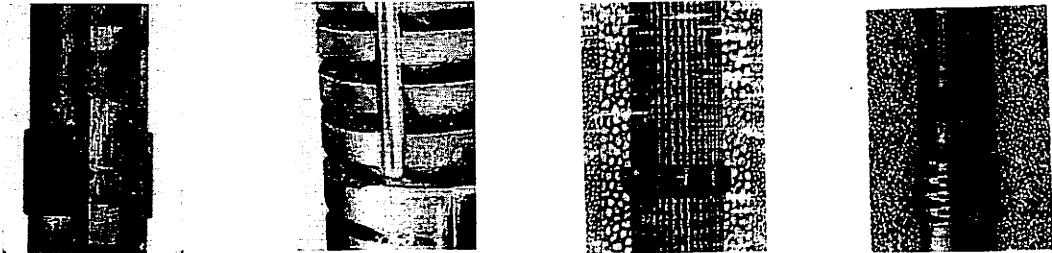
- 1 wasserundurchlässige Bodenschicht
- 2 wasserführendes Festgestein
- 3 wasserführende Lockersedimente
- 4 Filteraufsatzrohr
- 5 Filterrohr
- 6 Schlammfang mit Fangöse
- 7 Blindrohr
- 8 Filteraufsatzrohr = Brunnenmantelrohr

- 9 Brunnenmantelrohr = Hilfsverrohrung
- 10 Kiesschüttung bzw Kiesspackung
- 11 Hilfsverrohrung
- 12 nach Filtereinbau angezogene Hilfsverrohrung
- 13 Tondichtung

Tafel 2 Brunnenfilter

Bezeichnung	Holzschlitzfilter	Kiestaschenfilter	Steinzeugstabfilter	Plastschlitzfilter
Materialart	Eichenholz	Steinzeug	Steinzeug	Plaste
Charakteristik	<p>Faßdaubenartig, ohne Metallverbindung zusammengebauter Filter mit Wandstärken von etwa 15 mm, mittels wasserfestem Kunstharzleim unter hohem Druck zusammengeleimt. Schlitz erweitern sich konisch nach innen, Schlitzweite 1 mm und mehr. Verbindung mit Aufsatzrohren erfolgt durch Verzahnung und Verdübelung. Korrosionsfest, keine Versinterungsgefahr Nachteil: geringe freie Eintrittsfläche (unter 10 %)</p>	<p>1 m lange Steinzeugrohre mit plangeschliffenen Enden, Verbindung erfolgt mittels Vergußmasse. Einbau erfolgt mit Führungskörben. Einbautiefe bis etwa 50 m üblich, gelegentlich auch tiefer. Hohe Vertikaldruckfestigkeit, korrosionsfest, absolut sicherer Einbau der abgestuften Kiese möglich. Gute Sanierungsmöglichkeit durch Säuren (HCl) Nachteil: Material sehr spröde und schlagempfindlich, geringe freie Eintrittsfläche ($\approx 10\%$)</p>	<p>Die freien Eintrittsschlitz der 1 m langen Filterrohre werden durch Steinzeugstäbe mit verschiedenartiger Schlitzweite vor unbeabsichtigtem Kieseintritt gesichert. Im übrigen gilt das unter Kiestaschenfilter Gesagte, die Rohre sind jedoch ohne Kiestaschen. Die Wassereintrittsöffnungen sind schräg nach oben gerichtet</p>	<p>Diese Filter werden aus Plastrohren (PVC, Polyäthylen) hergestellt, die längsschlitz werden. Schlitzweite 0,2-2,5 mm. Im Außendurchmesser z. Z. noch begrenzt bis 160 mm. Baulänge 3-4 m. Korrosionsfest, statisch und hydraulisch nicht immer günstig. Freie Eintrittsfläche 8-15 %, altersbeständig. Gute Eignung z. B. als Peilfilter.</p>

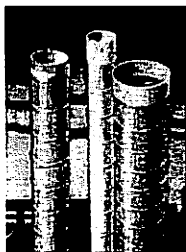
bildliche Darstellung



**Metallstabfilter
(Lafiro)**

Eisen-, Kupfer-,
Messingdraht

Diese Filter bestehen aus rohrförmig zusammengeschweißten Metallstäben mit 0,1-0,3 mm Schlitzweiten. Die Verbindung der einzelnen Filterrohre erfolgt mittels angeschweißter Gewindeverschraubung. Messing- und Kupferfilter korrosionsfest, große freie Eintrittsfläche.



Stahlschlitzfilter

Eisen

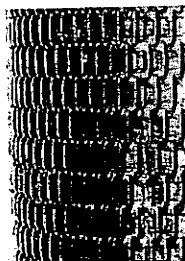
Die Herstellung erfolgt aus gestanzten Stahlblechen. Die ausgestanzten Öffnungen betragen jeweils etwa 25×5 mm. Die Filterrohre werden in Längs- und Querlochung hergestellt. Bei Querlochung ist die Einbeulfestigkeit infolge der sich bildenden durchgängigen Ringelemente erheblich größer als bei Längslochung. Freie Eintrittsfläche 25-30%. Gute Isolierung erforderlich, nicht korrosionsfest.



Streckmetallfilter

Eisen

Die Herstellung erfolgt derart, daß ein sägeförmiges Stanzmesser Öffnungen in ein Stahlblech einschneidet, wobei eine Seite des durchtrennten Filterbleches nach innen gedrückt wird. Beim nächsten Schnitt wird das zu bearbeitende Stahlblech etwas verschoben und seitlich versetzt. Dadurch wird das Filterblech etwas gestreckt. Es tritt kein Materialverlust auf. Hohe Einbeulfestigkeit. Große freie Eintrittsfläche mit $\approx 40\%$. Gute Isolierung erforderlich.



Stahl-Schlitzbrückenfilter

Eisen

Die Filter werden aus gestanzten Stahlblechen hergestellt, wobei jedoch kein Materialverlust auftritt, sondern durch die Stanzmesser doppelseitig offene Stahlschlitzbrücken entstehen. Die Schlitzweite kann variabel gestaltet werden. Gute Isolierung erforderlich. Gute statische Festigkeit, hohe freie Eintrittsfläche zwischen 25-35%. Auch bei kleinen Endbohrdurchmessern ist die Verwendung von Filtertressen u. a. nicht erforderlich.



**Stahlschlitzfilter
(Hagusta)**

Eisen mit Gummi-
isolierung

Es handelt sich um Stahlschlitzfilter, die durch einen Hartgummiüberzug eine hohe Beständigkeit gegen korrosierende Einflüsse aufweisen. Der Überzug besitzt eine hohe Elastizität und Haftfestigkeit. Verockerungs- und Versinterungsgefahr ist gegenüber mit normalen Schutzanstrichen versehenen Stahlfiltern stark gemindert.



groß sind, daß die auszubauenden Sandschichten durch die Filterschlitze in den Brunnen eindringen würden. Die Filterrohre werden dann mit Tressengewebe umwickelt,

Tressen sind sich rechtwinklig kreuzende dünne Drähte, die in der Längsrichtung Kette und in der Querrichtung Schuß heißen. Bei dem Gewebe ist zwischen den Schußfäden kein Zwischenraum gelassen. Die Anzahl der Kettenfäden auf einen Zoll ergibt die Nummer der Tresse.

Für die *Durchlaßfähigkeit einiger Filtertressen* gelten folgende Richtwerte:

- Tresse Nr. 6: Durchlaß etwa 0,40 mm Korndurchmesser
- Tresse Nr. 8: Durchlaß etwa 0,35 mm Korndurchmesser
- Tresse Nr. 10: Durchlaß etwa 0,30 mm Korndurchmesser
- Tresse Nr. 12: Durchlaß etwa 0,25 mm Korndurchmesser
- Tresse Nr. 14–16: Durchlaß etwa 0,20 mm Korndurchmesser

Prüfen Sie vor Verwendung der Tresse die Durchlaßfähigkeit durch Kontrollsiebung!

Filterkies soll rein, gewaschen, möglichst rund und seine Oberfläche glatt sein. Der reine Quarzanteil soll mindestens 90 Prozent betragen. Der zulässige Anteil von Über- und Unterkorn darf nicht überschritten werden. Der Filterkies darf keine organischen Bestandteile enthalten und muß vor dem Einbau desinfiziert werden. Erzhaltiges Gestein darf nicht enthalten sein, Gebrochener Kies darf nicht als Filterkies verwendet werden.

Bemessung von Bohrbrunnen

Die Durchführung von hydrologischen Berechnungen ist Aufgabe des Ingenieurs. Jedoch steht der Facharbeiter in der Wasserversorgung öfter vor der Aufgabe, bei Havariebeseitigungen, vor allem aber bei Brunnensanierungsarbeiten, eine Brunnendimensionierung nach konstruktiven Gesichtspunkten vornehmen zu müssen. Dazu sind die vorliegenden Bodenprofile sowie die bei den Bohrarbeiten entnommenen Bodenproben auszuwerten.

Bei der konstruktiven Filterbemessung muß in chronologisch richtiger Reihenfolge wie folgt vorgegangen werden:

- *Verrohrungsplan.* Zunächst muß man sich einen Überblick über den Verrohrungsplan der Hilfsverrohrung, der zweckmäßigerweise graphisch aufgetragen wird, verschaffen. Es sind die Rohrdurchmesser und die Tiefenlage jeder Rohrfahrt unter Gelände einzutragen. Diese Arbeit ist notwendig, um entscheiden zu können, welche Brunnenkonstruktion am zweckmäßigsten gewählt wird, d. h., ob z. B. eine Hilfsrohrfahrt als Brunnenmantelrohr im Boden verbleiben kann und sollte.
- *Geologisches Schichtenprofil.* Neben den Verrohrungsplan trägt man graphisch das geologische Schichtenprofil im gleichen Höhenmaßstab auf, wie es sich aus den Bodenproben mit den dazugehörigen Tiefenangaben ergibt.

Schichten wasserführender Lockersedimente sind durch Siebanalysen besonders exakt zu erfassen.

In das Schichtenprofil sind ferner alle während der Bohrarbeiten erkannten Besonderheiten einzutragen, wie z. B. die Tiefenlage etwaiger Sprengungen, der Auftrieb einzelner Bodenschichten, das Vorkommen von Steinhindernissen, die unter Umständen zum Absetzen einer Rohrfahrt geführt haben.

■ *Wasserstandsbewegung.* In das Schichtenprofil sind alle Veränderungen des Wasserstandes einzutragen, vor allem die den einzelnen Grundwasserstockwerken zugehörigen Ruhewasserstände. Dabei muß gesichert sein, daß bei mehreren Grundwasserstockwerken die echten Wasserstände erfaßt wurden. Angaben über die Zeitdauer des Auspendelns gespannter Wasserspiegel nach Anschnitt unter Druck stehender wasserführender Bodenschichten sind ebenfalls einzutragen.

■ *Einschätzung der Brunnenkonstruktion.* Anhand der überprüften vorgenannten Unterlagen kann eine erste Einschätzung über die zu wählende Brunnenkonstruktion in ihren Hauptabmessungen vorgenommen werden. Je nach den erforderlichen und erwarteten Wassermengen kann zu diesem Zeitpunkt mit einiger Sicherheit gesagt werden, ob zunächst ein Probepumpversuch mit Hilfe eines Probefilters durchgeführt werden soll oder ob mit dem Einbau des endgültigen Filters zu beginnen ist.

Unter Berücksichtigung des Endbohrrohrdurchmessers, der Tiefenlage der Hilfsverrohrung, der Wasserstände, der Bodenschichten und der benötigten Wassermenge sind daraufhin der Durchmesser des Filters, die Länge des Filters und des Schlammfanges sowie Länge und Durchmesser der Filteraufsatzrohre festzulegen. (Bild 11)

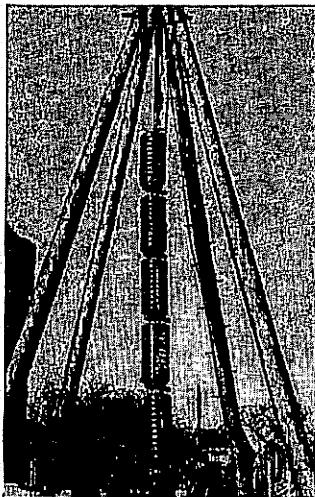


Bild 11. Im Robrbock hängende und zum Einbau vorbereitete Steinzeugkiestaschenfilter, 300 mm Dmr.

- *Durchführung der Siebanalyse.* Die Wahl des Filtergewebes kann nur nach Siebanalysen der Bodenproben erfolgen. Die getrockneten Proben, die in wasserführenden Bodenschichten von Meter zu Meter oder bei Wechsel der Erdschichten entnommen wurden, sind einzeln in Rüttel- oder Vibrationsiebmaschinen zu sieben. Auf jedem Sieb bleibt der der Kornstufe entsprechende Sand- oder Kiesanteil liegen. Er wird gewogen und das Ergebnis tabellarisch erfaßt. Dann erfolgt die Umrechnung der Einzelmengen auf den prozentualen Gesamtanteil der Bodenprobe.

Die Addition der Massen der Einzelproben muß mit der Masse der vorher gewogenen Gesamtprobe übereinstimmen (s. Tafel 3). Nun wird die Spalte „Rückstand in %“ umgerechnet in „Durchgang in %“. Das Ergebnis wird auf doppeltlogarithmisch eingeteiltem Papier graphisch aufgetragen. Dabei ergibt sich eine mehr oder weniger steile Kurve (Kornverteilungskurve).

- *Wahl der Maschenweite eines Filters.* Jede natürliche Sand- oder Kiesschicht setzt sich aus Korngrößen verschiedener Durchmesser zusammen. Das Filtergewebe darf nicht so eng bemessen werden, daß der gesamte Sand oder Kies aus der wasserführenden Bodenschicht am Eindringen in den Filter gehindert wird. Es soll vielmehr erreicht werden, daß ein bestimmter Prozentsatz der feinsten Bestandteile beim „Entsanden“ des Brunnen durch die Maschen des Filtergewebes in den Brunnen gelangt und während des Klarpumpens aus dem Brunnen entfernt wird. Auf diese Weise werden im unmittelbaren Bereich des Filters günstigere Strömungsverhältnisse für das Grundwasser geschaffen, die Vorteile für den Betrieb und die Lebensdauer des Brunnens bringen.

Der Anteil des Sandes oder Kieses, der durch die Maschen des Filtergewebes gerade noch hindurchgehen soll, beträgt etwa

bei sehr groben Kiesen 20 . . . 30 Prozent

bei mittelgroben Kiesen 30 . . . 40 Prozent

bei Sanden 40 . . . 60 Prozent

Komplizierter ist die Festlegung der Maschenweite bei gleichförmigen Bodenschichten, auf die hier jedoch nicht eingegangen wird.

Ist der Prozentsatz festgelegt, der durch die Gewebemaschen hindurchgehen soll, so ermittelt man mit Hilfe der zugehörigen Kornverteilungskurve die Maschenweite des Filtergewebes. (Die Waagerechte des gewählten Prozentsatzes mit der Kornverteilungskurve zum Schnitt bringen und das Lot auf die Abszissenachse fallen.) Der Zahlenwert auf der Abszisse zeigt unmittelbar die zu wählende Maschenweite in Millimeter an.

Da die so ermittelte Maschenweite selten handelsüblich ist, muß festgestellt werden, ob die nächst größere oder kleinere Maschenweite für den Einbau vorgesehen werden soll. Dazu ermittelt man in rückläufiger Reihenfolge die Prozentsätze des durch die Maschen hindurchgehenden Sand- oder Kiesanteiles bei Verwendung der

Legende zu Tafel 3

Im vorliegenden Beispiel wurde in einer zu einem Kiesschüttungsbrunnen auszubauenden Bohrung gemäß Siebanalyse von 13,00 bis 17,50 m u. Gel. Feinsand und von 17,50 bis 22,00 m u. Gel. mittelsandiger Grobsand angetroffen.

Für beide Bodenproben sind die Kornverteilungskurven aufzutragen (in der Praxis sind Bodenproben alle Meter zu entnehmen).

1. Filterkiesbestimmung im Bereich des Feinsandes

Für Feinsand vorgewählter Durchgang durch den Filterkies 85 Prozent. Für einen Durchgang von 85 Prozent ergibt sich aus der Kornverteilungskurve des Feinsandes ein Korndurchmesser von 0,2 mm.

Um ein Korn von 0,2 mm durch eine Kiesschüttung gerade noch hindurchgehen zu lassen, muß der Korndurchmesser der Kiesschüttung das 4,4fache betragen, das sind $0,2 \cdot 4,4 = 0,88$ mm. Gewählter Filterkiesdurchmesser 1 mm.

Bei einem Kieskorndurchmesser von 1 mm beträgt der Anteil der feineren durch die Kiesschüttung hindurchgehenden natürlichen Bodenbestandteile (ermittelt aus der Kornverteilungskurve) 90 Prozent.

Der Kieskorndurchmesser für die 2. Kiesschüttung beträgt das 4,4fache der ersten, also $1,0 \cdot 4,4 = 4$ bis 5 mm.

2. Filterkiesbestimmung im Bereich des Grobsandes

Die Berechnung erfolgt analog wie 1.

Für einen vorgewählten Durchgang von 85 Prozent ergibt sich ein Korndurchmesser von 1,3 mm, multipliziert mit 4,4 ergibt 5,7 mm als theoretischen Kieskorndurchmesser. Der handelsübliche Filterkies in dieser Größenordnung liegt bei 5 bis 7 mm Dmr., somit also i. M. 6 mm. Bei diesem mittleren Kieskorndurchmesser beträgt der theoretische Durchgang 87 Prozent, liegt also unter dem zulässigen.

Die Vorwahl des Korndurchganges durch den Filterkies ist von einer Reihe bodenphysikalischer Grundwerte abhängig, auf die hier nicht eingegangen wird.

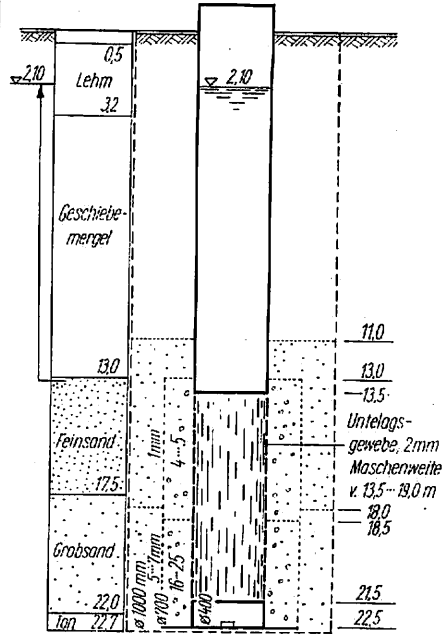
Nach der Festlegung der Brunnenabmessungen einschl. des Filterkieses wird die Brunnenausbauzeichnung gefertigt. Dabei ist auf die Überlappung der jeweils feineren Bodenschichten gegen einen unbeabsichtigten seitlichen Eintrieb zu achten.

Tafel 3 Filterkiesbestimmung eines Kiesschüttungbrunnens

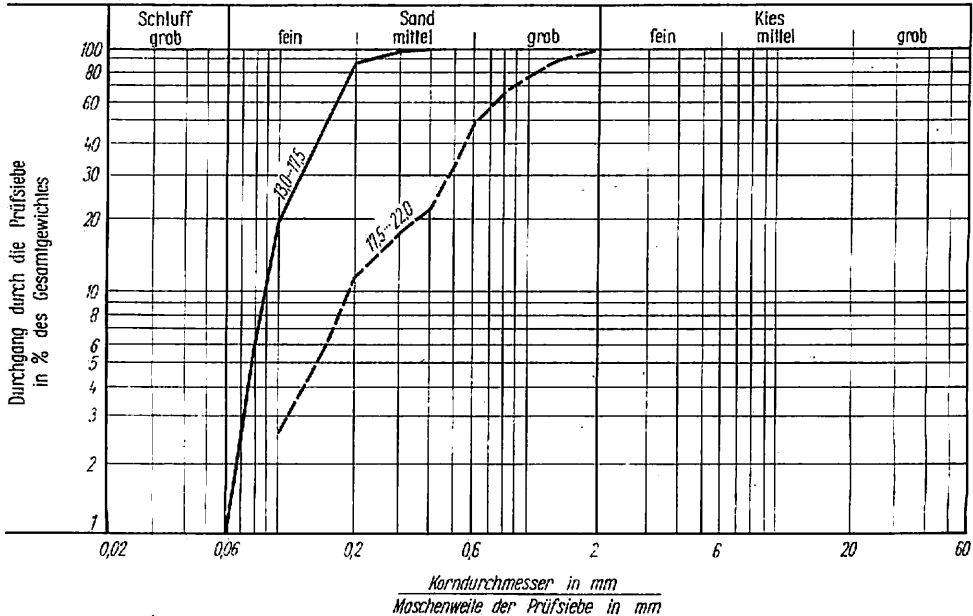
Siebanalyse

Korn- Ø in mm	von 13,0 bis 17,5 m u. Gel.				von 17,0 bis 22,0 m u. Gel.			
	Rückstand g	Durchgang %	Korn- gruppen %		Rückstand g	Durchgang %	Korn- gruppen %	
Mittelkies								
20								
15								
10								
6								
Feinkies								
5								
4								
3					—	100,0	2	
2					10	2,0	98,0	
Grobsand								
1,5					37	7,4	90,6	
1,0					70	14,0	76,6	50
0,8					67	12,2	64,4	
0,6					82	16,4	48,0	
Mittelsand								
0,5					76	15,2	32,8	
0,4	—		100,0	14	50	10,0	22,8	36,2
0,3	2	10	99,0		2,5	5,0	17,8	
0,2	26	13,0	86,0		3,0	6,0	11,8	
Feinsand								
0,15	90	45,0	41,0	85	31	6,2	5,6	
0,1	45	22,5	18,5		15	3,0	2,6	11,8
0,06	35	17,5	1,0		13	2,6	0	
< 0,06	2	1		1	—	—	—	
Σ	200	100		100	500	100		100

Brunnenausbau



Kornverteilungskurve



handelsüblichen Maschenweiten oberhalb und unterhalb der erforderlichen Maschenweite und trifft dann seine Entscheidung.

Grundsätzlich gilt: Eher eine etwas längere Entsandungsdauer infolge des höheren Anteiles auszuspülenden Feinmaterials in Kauf nehmen als das Filtergewebe zu klein bemessen.

- *Wahl des Kieskornes bei Kiesschüttungsbrunnen.* Auch beim Kiesschüttungsbrunnen erfolgt wie beim Gewebebrunnen das sorgfältige Sieben und Auftragen der Kornverteilungskurven. Durch intensives Abpumpen soll neben der künstlichen Kiesschüttung noch eine gewisse natürliche grobkörnige Kiesschicht in den Bodenschichten des unmittelbaren Filterbereiches erzielt werden, die das Leistungsvermögen des Brunnen vergrößert.

Als Durchgangswerte bei Kiesschüttung gelten:

bei feinen und gemischtkörnigen Sanden 85 . . . 95 Prozent, bei größeren Kiesen 60 bis 75 Prozent.

Die Filterslitze des Filterrohres sollen nicht kleiner sein als $\frac{1}{4}$ des Durchmessers des an dem Filter anliegenden künstlichen Kieskornes.

Die Dicke der Kiesschicht soll 80 mm nicht unterschreiten.

Muß sehr feiner Sand für die Wassergewinnung genutzt werden, dann reicht eine Kiesschüttung nicht aus. Es muß eine zweite, ebenfalls mindestens 80 mm dicke Kiesschicht zusätzlich um den Filter angeordnet werden. Das Verhältnis der Korndurchmesser der 1. und der 2. Kiesschüttung soll etwa 1 : 4,4 betragen.

Die gröbere Kiesschüttung ist unmittelbar am Filterrohr einzubringen.

Wechselt die Kornstruktur eines Wasserleiters in unterschiedlicher Tiefenlage, so muß die jeweils erforderliche Maschenweite oder der erforderliche Korndurchmesser ermittelt und beim Filtereinbau entsprechend berücksichtigt werden (Bild 12).

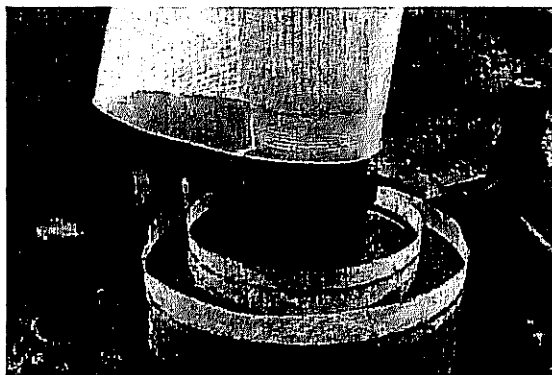


Bild 12. Einbau eines Steinzeugrippenfilters, 200 mm Dmr., mit doppelter Kiespackung

Da eine einwandfreie Zentrierung der Kiesschüttungen bei größeren Tiefen und bei mehreren Schüttungen Schwierigkeiten bereitet, kann statt der Kiesschüttung auch eine Kiespackung angewendet werden. Dazu wird der Filterkies bereits vor dem Einbau in vorbereitete Gewebekörbe um den Filter gepackt. Filter und Packung werden dann gemeinsam in die vorgesehene Tiefe gebracht. Der dann noch verbleibende Zwischenraum zwischen äußerer Kiespackung und der Hilfsverrohrung wird mit Filterkies bei gleichzeitigem Freiziehen des Filters verschüttet. Ein Berechnungsbeispiel ist Tafel 3 zu entnehmen.

- *Probepumpenversuch.* Durch diesen wird die Leistungsfähigkeit des Brunnens nachgewiesen.

Nach Feststellung des Ruhewasserspiegels im Brunnen wird der Pumpversuch mit zunächst geringer Pumpleistung begonnen. Wasserstände und geförderte Wassermenge sind zu messen und zu registrieren. Erst nach Erreichen des Beharrungszustandes des Wasserspiegels im Brunnen ist die Pumpenleistung zu steigern. Dazu muß das Wasser aber klar und sandfrei sein.

Der Probepumpversuch ist in der letzten Phase mit einer Pumpenleistung durchzuführen, die das $1\frac{1}{2}$ fache der des vorgesehenen Dauerbetriebs beträgt.

Während des Pumpversuchs sind Wasserproben für Analysen zu entnehmen. Alle Wasserstände von in der Nähe liegenden Brunnen oder solche in Peilrohren (Grundwasserbeobachtungsrohren) sind dabei zu messen und zu notieren.

Nach dem Pumpversuch sind die Wiederanstiegsmessungen so lange fortzusetzen, bis der ursprüngliche Ruhewasserspiegel wieder erreicht wurde.

Wassergewinnung aus Horizontalfilterbrunnen

Durch einen horizontalen Vortrieb von Filtern von einem Vorschacht aus wird ein Grundwasserleiter großflächig erschlossen und genutzt.

Diese Art der Grundwassergewinnung wurde durch den Amerikaner *Ranney* 1934 eingeführt und seit dieser Zeit wiederholt angewendet. Auch in der DDR gibt es mehrere Horizontalfilterbrunnen (HFB) (Bild 13).

Der zylindrische Sammelbrunnen besteht aus Stahlbeton mit einem Durchmesser zwischen 4 bis 8 m l. W. und einer Wanddicke von 400 bis 500 mm.

Im Senkverfahren wird er möglichst auf das Liegende des Wasserleiters abgesenkt, gegebenenfalls unter Verwendung thixotroper Flüssigkeiten zur Herabsetzung der Bodenreibung. Schon während der Schachtbetonierarbeiten werden z. B. 1 bis 2 m über der vorgesehenen Sammelbrunnensohle im Schachtmantel in 1 bis 1,5 m Abstand kreisrunde Löcher von etwa 40 cm Dmr. ausgespart. Sie werden während der Absenkarbeiten provisorisch abgedichtet.

Nach abgeschlossener Senkarbeit und Herstellung einer wasserdichten Schachtsohle werden durch die Aussparungen die Fassungsrohre mittels hydraulischer Pressen in den Grundwasserleiter vorgetrieben. Die Abdichtung zwischen Fassungsrohr und Schachtwand erfolgt durch Gummimanschetten.

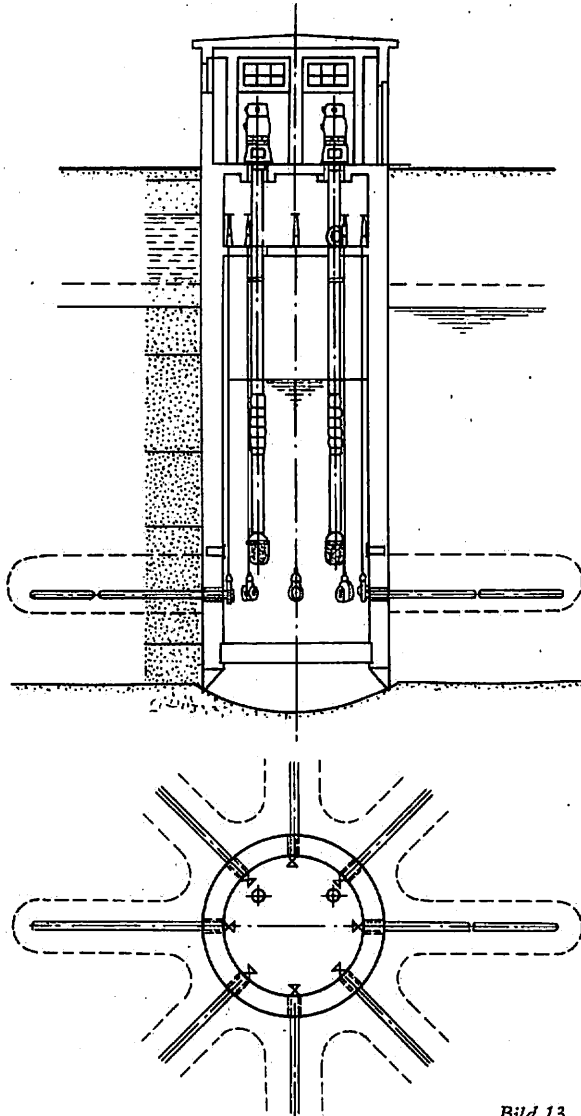


Bild 13. Horizontalfilterbrunnen

Jedes Fassungsrohr, dessen Durchmesser z. B. 200 mm hat, das aus gelochtem oder geschlitztem Edelstahl besteht und dessen Länge bis zu 50 m betragen kann, wird nach Beendigung der Vortriebsarbeiten im Innern des Sammelschachtes mit einem Schieber abgesperrt. Neuerdings werden Versuche mit Fassungsrohren aus Kunststoff unternommen. Die Fassungsrohre sind an ihrer Spitze mit einem gelochten Piloten versehen, durch den während des Vortriebes ein Wasser-Sand-Gemisch eintritt. Dadurch

werden die Vortriebsarbeiten erleichtert, und es bildet sich um das Fassungsrohr eine Art natürlicher Kiesfilter. Das Wasser-Sand-Gemisch gelangt in den Sammelschacht; von dort wird es zutage gepumpt.

Dieses Vortriebsverfahren, bei dem das Fassungsrohr und der Pilot unmittelbar in den Grundwasserleiter gepreßt werden und darin verbleiben, nennt man *Ranney-Verfahren*.

Im Unterschied dazu wird beim *Feblmann-Verfahren* zunächst jeweils ein Bohrrohr horizontal in den Grundwasserleiter gepreßt, das dann später nach erfolgtem Filtereinbau wieder gezogen wird.

HFB bieten gegenüber Vertikalbrunnen folgende Vorteile:

- Gewinnung großer Wassermengen auf kleinstem Raum, vorausgesetzt, daß das Grundwasserdargebot dies zuläßt. (HFB Tettau im Großpunktversuch 60 000 m³/d)
- kleine Schutzzonen
- geringe Betriebs- und Förderkosten
- niedrige Unterhaltungskosten bei guter Überwachung

HFB erfordern jedoch umfangreiche hydrologische Vorarbeiten, sind nicht geeignet, wenn der Grundwasserleiter verhältnismäßig tief liegt, weil dann die Abteufkosten für den Sammelschacht zu groß werden.

Voraussetzungen für den Bau eines HFB nach dem *Ranney-Verfahren* sind lockere und nicht verfestigte Sedimente mit einem Korndurchmesser $d_{50} \geq 1,0$ mm.

Der k_f -Wert sollte 10^{-3} m/s betragen.

Wassergewinnung durch künstliche Grundwasseranreicherung

Prinzip bei der künstlichen Grundwasseranreicherung ist es, durch eine Reihe baulicher und technischer Maßnahmen den ungenutzten Abfluß von geeigneten oder vorgereinigten Oberflächengewässern in einen Grundwasserleiter zu führen, aus dem es wiederum nach Durchströmen einer bestimmten unterirdischen Strecke durch geeignete Fassungsanlagen als echtes Grundwasser gewonnen wird.

Voraussetzung ist, daß ausreichend mächtige und genügend wasserdurchlässige Bodenschichten im vorgesehenen Versickerungs- und Wiedergewinnungsgebiet vorhanden sind.

Die künstliche Grundwasseranreicherung erfolgt mittels Schluckbrunnen, Versickerungsbecken oder Rückhaltebecken.

Schluckbrunnen (Versickerungsbrunnen)

Sie werden als Kiesschüttungsbrunnen ausgeführt, denen Oberflächenwasser zur Versickerung zugeleitet wird. Für die Festlegung der Größe von Versickerungsbrunnen müssen Infiltrationsversuche vorgenommen werden. Es bildet sich um den Schluckbrunnen im Untergrund ein Versickerungskegel im umgekehrten Verhältnis eines Ab-

senkungstrichters beim Versorgungsbrunnen. Die Gewinnung des infiltrierten Oberflächenwassers erfolgt unterhalb der Grundwasserfließrichtung durch geeignete Wasserfassungsanlagen (Bohrbrunnen, Sickergalerie o. ä.).

Versickerungsbecken

Oberflächenwasser wird in der Sohle durchlässigen Versickerungsbecken zugeführt, zum Aufstau gebracht und gelangt so zur Versickerung in einen Grundwasserleiter, aus dem es wiederum unterhalb der Grundwasserfließrichtung gewonnen wird (z. B. Grundwasseranreicherung Letzlinger Heide für die Wasserversorgung der Stadt Magdeburg).

Rückhaltebecken

In Gebirgsgegenden mit schwierigen Wasserversorgungsverhältnissen kann das dort reichliche Niederschlagswasser in Rückhaltebecken vorübergehend aufgefangen werden. Durch deren durchlässige Sohle gelangt es zur Versickerung in den Untergrund und kann in niederschlagsarmen Zeiten durch Sickergalerien als Grundwasser wieder gewonnen werden.

Für die oft schwierigen Regenerierungsarbeiten müssen jeweils geeignete Technologien festgelegt werden.

Probleme können sich aus der Zusammenführung zweier in ihrer Zusammensetzung unterschiedlicher Wässer ergeben. Ferner ist zu beachten, daß die Versickerungsrate in offenen Versickerungsbecken in kalter Jahreszeit durch die Veränderung des Bodendurchlässigkeitsbeiwertes k_f erheblich niedriger als in warmer Jahreszeit ist. (In den Versickerungsbecken der Wasseranreicherung Letzlinger Heide versickern im Winter z. B. nur 50 Prozent der Sommermengen.)

Wassergewinnung aus uferfiltriertem Grundwasser

In Talauen von Flüssen bietet sich gelegentlich die Wassergewinnung von uferfiltriertem Grundwasser an.

Dazu werden je nach dem Wasserbedarf und den hydrologischen Bedingungen meist mehrere vertikale Bohrbrunnen parallel zum Flußlauf angeordnet.

Bei der Festlegung der Brunnenabstände sind zu berücksichtigen:

- die Mächtigkeit des Wasserleiters
- die Kornstruktur des Wasserleiters
- die erforderliche Wassermenge
- die Fassungslänge der Brunnengalerie
- die Wassergüte des Wasserleiters und des Flusses
- die Temperatur des Flußwassers (Ein Ausgleich der Temperatur des warmen Flußwassers mit dem kühleren Grundwasser wird durch Verweildauer des

Flußwassers im Untergrund erreicht. Überchlagsmäßig kann je 10 d Verweildauer mit einer Temperatursenkung um 1 °C gerechnet werden.)

- die Verweildauer des Flußwassers im Untergrund, die 50 bis 60 d betragen soll
- die Verschlammung der Uferzone und die Flußbettbeschaffenheit
- die Wasserstandsbewegung des Flusses.

Uferfiltration liegt vor, wenn der Betriebswasserspiegel in der Brunnen-galerie unter dem des Flusses liegt.

Dabei kann der Widerstand, den ein verschlammtes Ufer oder Flußbett dem Wasser beim Durchtritt entgegensetzt, beträchtlich sein und muß bei Ergiebigkeitsberechnungen unbedingt berücksichtigt werden. Der durchschnittliche Durchtrittswiderstand der Elbe beträgt z. B. 1 bis 1,5 m.

Die Gewinnung von uferfiltriertem Grundwasser bietet sich besonders im Bereich der Urstromtäler an.

2.2.2. Wassergewinnung aus Oberflächengewässern

Besonders für industriellen Gebrauch, aber auch zur Aufbereitung von Trinkwasser wird über geeignete Entnahmestellen aus Flüssen, Seen und Talsperren die Wassergewinnung betrieben.

Wassergewinnung aus Flußwasser

Flußwasser wird infolge des steigenden Verschmutzungsgrades der Flüsse immer weniger für die Gewinnung von Trinkwasser verwendet. Dagegen weist die Nutzung von Flußwasser für industrielle Zwecke eine steigende Tendenz auf. Trotz der allgemein schlechten Flußwasserqualität und der daraus resultierenden hohen Aufbereitungskosten sind auch heute noch Städte, wie z. B. Rostock, gezwungen, Flußwasser in großen Mengen zu Trinkwasser aufzubereiten. Für *Flußwasserentnahmestellen* gelten folgende Grundsätze:

- sie sollen möglichst oberhalb von Verunreinigungsstellen, wie z. B. Abwassereinläufen von Siedlungen und der Industrie und oberhalb von natürlichen Entwässerungsgebieten (z. B. Moorniederungen), bei denen der Fluß als Vorfluter genutzt wird, angelegt werden
- sie sollen möglichst im Bereich höherer Fließgeschwindigkeit des Flusses liegen, um Ablagerungen in der Nähe der Entnahmestelle zu vermeiden
- sie sollen nicht in der Nähe oder weit genug oberhalb von Schiffsanlegestellen angeordnet werden, um den Eintritt aufgewirbelter Schlammassen in das Einlaufbecken zu verhindern
- sie sollen möglichst im Bereich größerer Flußtiefen angeordnet werden

Der *Einlauftrichter* ist von Fischen, Schwimm- und sonstigen groben Schwebestoffen durch geeignete technische Maßnahmen frei zu halten und möglichst tief unter der Wasseroberfläche, aber hoch genug über der Flußsohle anzuordnen.

Flußwasser erfordert nur verhältnismäßig niedrige Rohwasserförderkosten, aber hohe Aufbereitungskosten.

Die Entnahmestellen müssen vor Eisgang und Schifffahrt geschützt werden.

Wassergewinnung aus Binnenseen

Binnenseen können für zentrale Wasserversorgungsanlagen eine gute Wasserbasis darstellen, besonders wenn

ihr Zufluß aus ergiebigen Grundquellen kommt und ihre Lage einen weitgehenden Schutz gegen äußere Verunreinigungen bietet.

Seewasser unterliegt in größeren Tiefen nur geringen Temperaturschwankungen, so daß die Entnahmeleitung so tief wie möglich, aber noch in genügendem Abstand über dem Seegrundschlamm angeordnet wird.

Seewasser ist meist weich und eisen- und manganfrei. Muschelbewuchs an der Entnahmeleitung kann durch jeweils kurzfristige Rückspülung mit vorgechlortem Seewasser in Abständen von etwa 4 Wochen verhindert werden.

Die biologischen Verhältnisse in Seen müssen bei Nutzung als Trinkwasser besonders beachtet werden. Ein eindrucksvolles Beispiel für die Seewassergewinnung ist die Gewinnung von Trinkwasser aus dem Bodensee.

Wassergewinnung aus Talsperren

Talsperren sind Speicherbecken, die unter Ausnutzung natürlicher Tallagen mittels eines Abschlußbauwerkes (Staumauer, Staudamm) errichtet wurden. Talboden und Talhänge müssen möglichst wasserdicht sein.

Talsperren dienen der Rückhaltung schädlicher Hochwasser, der Anreicherung des Niedrigwasserabflusses von Flüssen, der Wasserkraftgewinnung sowie der Trink- und Wirtschaftswassergewinnung. Bei Verwendung als Trinkwasser müssen die biologischen Verhältnisse wie im Seewasser beachtet und entsprechende Schutzmaßnahmen vor Verunreinigungen getroffen werden.

Besondere Aufmerksamkeit ist der Bedienung und der Kontrolle der Bauwerke und ihrer technologischen Anlagen zu widmen.

2.3. Trinkwasserschutzgebiete

Trinkwasser unterliegt wie jedes andere Lebensmittel bestimmten hygienischen Anforderungen.

Hauptforderung ist, Trinkwasser vor Verunreinigungen jeder Art zu schützen.

Daher sind die Trinkwasser-Schutzbestimmungen besonders streng einzuhalten.

Wenn z. B. 1 l Benzin in Trinkwasser gelangt, werden 1 Million l Trinkwasser ungenießbar. Dieses Verhältnis verdeutlicht die Gefahr.

In der Industrie steigt der Verbrauch flüssiger Treibstoffe sprunghaft an. Da die flüssigen Treibstoffe per Schiff, Eisenbahn, LKW und Fernrohrleitungen transportiert werden, erhöht sich im Havariefall die Verunreinigungsgefahr durch flüssige Treibstoffe infolge unbeabsichtigter Versickerung und Eintritt ins Grundwasser erheblich.

Tatsächlich erhöht sich die Anzahl der Öl- und Treibstoffhavarien von Jahr zu Jahr. Beim Amt für Wasserwirtschaft wurden z. B. gemeldet:

1963	51 Öl- und Treibstoffhavarien
1964	69 Öl- und Treibstoffhavarien
1965	100 Öl- und Treibstoffhavarien
1966	129 Öl- und Treibstoffhavarien
1967 (1. Halbjahr)	45 Öl- und Treibstoffhavarien
<hr/>	
	394 Öl- und Treibstoffhavarien

Bei diesen rd. 400 Schadensfällen seit 1963 wurden etwa 25 Wasserversorgungsanlagen direkt gefährdet.

Die Kosten für die Beseitigung der Schäden sind sehr hoch. Sie betragen allein in einem Havariefall, bei dem 30 t Roherdöl in den Untergrund gelangten, rd. 250 000 M.

Jede Mineralölhavarie ist daher bei der zuständigen Wasserwirtschaftsdirektion zu melden, da das Verhalten der Mineralöle im Untergrund unterschiedlich ist. Oft müssen die von Mineralölen verunreinigten Bodenmassen abgebaggert und in abflußlose Tongruben transportiert werden.

Grundwasserverunreinigungen können ferner hervorgerufen werden

- durch Eindringen von Jauche oder Abwasser in den Untergrund
- durch unvorschriftsmäßige Lagerung von Kunststoffdünger im Freien
- durch intensive Weidewirtschaft
- durch undichte Abfallgruben (z. B. Phenolabwasser) und
- durch unvorschriftsmäßig ausgeführte bzw. abgedichtete Bohrungen.

Hinzu kommt bei Trinkwassertalsperren oder -seen zusätzliche Verunreinigungsgefahr durch Erosionserscheinungen an den Hanglagen, durch Bade-, Angel- und Bootsverkehr, mutwillige oder unbedachte Verunreinigung der Uferzone, Seen oder Speicherbecken durch Unratstoffe, durch Weide- und Viehwirtschaft in Uferbereichen u. a. m.

Da die Verunreinigungsgefahr nicht nur im Fassungsbereich, sondern auch im Einzugsgebiet besteht, müssen die Schutzmaßnahmen auf das gesamte Einzugsgebiet ausgedehnt werden.

Unter Beachtung des natürlichen Reinigungsvermögens des Bodens sowie der hydrogeologischen Verhältnisse im Bereich des Einzugsgebietes sind für Wasserfassungsanlagen *Trinkwasser-Schutzzonen* festzulegen.

Folgende *Schutz*zonen werden bei *Grundwassergewinnung* unterschieden:

- Fassungszone (je nach hydrogeologischen Verhältnissen mindestens der Bereich des Absenkungstrichters bei maximaler Entnahme)
- engere Schutzzone (vom Anschluß an die Fassungszone je nach hydrogeologischen Verhältnissen, in Extremfällen bis zur Grenze des ober- und unterirdischen Einzugsgebietes)
- weitere Schutzzone (vom Anschluß an die engere Schutzzone bis maximal an die Grenze des ober- oder unterirdischen Einzugsgebietes)

Folgende *Schutz*zonen werden bei *Talsperren- oder Seewassergewinnung* unterschieden:

- Fassungszone (der Stauraum bzw. der See einschließlich der Uferzone, die bis zu 200 m breit sein kann)
- engere Schutzzone (die Zuflüsse und deren Uferzone sowie alle Gewässer, die mit ihnen in Verbindung stehen)
- weitere Schutzzone (von der engeren Schutzzone bis an die Grenze des Einzugsgebietes)

Die Schutzmaßnahmen haben zum Ziel, alle das Trinkwasser beeinträchtigenden Stoffe vom Untergrund sowie vom Quell- und Stauwasser fernzuhalten, wie

- Lebewesen (z. B. Bakterien, Viren usw.)
- Abwasser sowie anorganische Abbauprodukte menschlicher und tierischer Ausscheidungen
- toxische Stoffe (z. B. Gifte aus Galvanikanlagen, chemischer Industrie usw.)
- Trübstoffe (z. B. Schwebstoffe aus Oberflächenwasser, Ausspülungen von der Erdoberfläche usw.)
- Farb-, Geruchs- und Geschmacksstoffe (z. B. Humusstoffe, Phenole usw.)
- Nährstoffe (z. B. Stickstoff, Phosphor usw.)
- andere das Trinkwasser beeinträchtigende Stoffe (z. B. Mineralöle, Kraftstoffe usw.)

2.4. Betrieb von Wassergewinnungsanlagen

Wassergewinnungsanlagen müssen betrieben und überwacht, d. h. bedient werden.

Dabei soll erreicht werden:

- die technischen Anlagen der Wassergewinnung ständig in funktionsfähigem Zustand zu halten, damit sie ihrer Aufgabe, der Fassung und Gewinnung von ausreichenden Mengen Wassers in einwandfreier Qualität, stets gerecht werden;
- die technischen Anlagen vor Alterungserscheinungen weitgehend zu schützen, ihrem vorzeitigen Verschleiß vorzubeugen, die nicht vermeidbare Alterung sorgfältig zu registrieren, um Auswertungsunterlagen für Reparaturen, Hauptinstandsetzungen, Generalreparaturen oder etwa erforderliche Rekonstruktion zu schaffen.

Die *Hauptaufgaben* des Betriebsdienstes von Wassergewinnungsanlagen sind:

Pflege und Wartung der Anlagen zur Gewährleistung eines kontinuierlichen Betriebes sowie Erfassung, Registrierung und Auswertung bestimmter Betriebsmeßwerte.

2.4.1. Pflege und Wartung von Wassergewinnungsanlagen

Zur Pflege und Wartung gehören alle Maßnahmen, die der Verminderung der Abnutzung dienen, wie z. B.

- das Schmieren und Reinigen von Teilen der Maschinen und Anlagen sowie
- die Gebäudereinigung.

Weiterhin umfassen die Wartungsarbeiten die Überprüfung, Herstellung und Erhaltung der unmittelbaren Betriebsbereitschaft der Anlagen, wie z. B.

- das Füllen und Nachfüllen von Kühlwasser und Kraftstoffen
- das Einstellen von Bremsen und Kupplungen
- das Nachspannen und Einstellen von Befestigungsteilen
- die Kontrolle der Lager auf Erwärmung

2.4.2. Erfassung der Betriebsmeßwerte

Alle Betriebsmeßwerte sind regelmäßig in Berichtsbögen mit vorgeschriebener Nomenklatur einzutragen.

Zu den Meßwerten gehören im wesentlichen (ohne Energieverbrauchswerte)

bei Quellenfassungen

die Quellschüttung in l/s	tägliche Messung
die Niederschlagsmenge in mm	tägliche Messung
die Wassertemperaturmessung	wöchentliche Messung
die allgemeinen Witterungsverhältnisse	tägliche Registrierung
die Kontrolle der chemischen und bakteriologischen Beschaffenheit des Quellwassers	jeweils besonders festzulegen

bei Bohrbrunnen

die Brunnenleistung in m ³ /h und m ³ /d	tägliche Messung mittels Zählern und unter Verwendung von Schreibgeräten
der Ruhewasserspiegel	quartalsweise Messung
der abgesenkte Wasserspiegel zur möglichen Erkennung einer Brunnenalterung	monatliche Messung, u. U. durch Schreibgeräte

die Gesamttiefe des Brunnens zur rechtzeitigen Erkennung einer Brunnenversandung	quartalsweise
die Kontrolle der chemischen und bakteriologischen Beschaffenheit des Grundwassers	jeweils besonders festzulegen

Bei *Mehrbrunnenanlagen* und beim Vorhandensein von Grundwasserbeobachtungsrohren muß ein den jeweiligen Verhältnissen angepaßtes Meßprogramm festgelegt werden. Bei einzelnen Messungen muß jeweils der gleiche Betriebszustand herrschen, um eine Vergleichbarkeit der verschiedenen Meßwertergebnisse zu sichern.

bei Oberflächenwassernutzung

die Entnahmemenge in m ³ /h	tägliche Messung
der Pegelstand des Flusses oder Sees	tägliche Messung
die mittlere Tagestemperatur	tägliche Messung
die Wassertemperatur	wöchentliche Messung
die Kontrolle der chemischen, biologischen und bakteriologischen Wasserqualität	jeweils besonders festzulegen

Der Bereich von Wassergewinnungsanlagen ist bezüglich der zulässigen Wasserentnahmemenge und gegebenenfalls bezüglich der zulässigen maximalen Grundwasserabsenkung mit der zuständigen Wasserwirtschaftsdirektion und der Bezirksstelle für Geologie abzustimmen.

Die Entnahme von Wasser aus dem Wasserdargebot ist nach dem Wassergesetz [3] durch die Wasserwirtschaftsdirektion genehmigungspflichtig.

Vor Nutzung eines Gewässers zu Trinkwasserzwecken muß außerdem die Freigabe durch den zuständigen Kreishygienearzt vorliegen.

Um einem frühzeitigen Leistungsrückgang vor allem infolge Verockerung vorzubeugen, ist beim Betreiben von Bohrungen zu beachten:

- Bohrbrunnen sind möglichst als Durchläufer, in jedem Fall aber mit großen Schaltintervallen der Pumpen zu betreiben (besonders bei Brunnen wichtig, die mit großer Wasserspiegelabsenkung betrieben werden müssen).
- Uta-Pumpen bzw. Einlaufseiherr von Pumpen dürfen nicht in den Brunnenfilter eingebaut werden, um turbulente Strömungen im Filterbereich zu vermeiden.
- Die Absenkung des Wasserspiegels bei eisen- und manganhaltigem Grundwasser darf nicht bis in den Filter erfolgen; sie sollte so klein wie möglich gehalten werden.
- Der Rücklauf belüfteten Wassers in den Brunnen ist auszuschließen, um einer Verockerung vorzubeugen.

- Alle metallenen Einbaustoffe (auch die Pumpen, Steigleitungen sowie Befestigungsschellen des Kabels der Uta-Pumpen an der Steigleitung) sind gut zu isolieren, um Eisenkontaktstoffe zu reduzieren.

2.5. Instandhaltung und Instandsetzung von Wassergewinnungsanlagen

Selbst die pfleglichste Behandlung und die sorgfältigste Betriebsweise können die Alterungs- und Abnutzungserscheinungen der einzelnen Anlagenteile auf die Dauer nicht verhindern, so daß nach bestimmten Zeitabständen Regenerierungsarbeiten erforderlich werden.

Die bisherige Form der Organisation der Instandhaltung beruhte auf dem Prinzip der Schadensreparatur (Instandsetzung). Diese Organisationsform ist heute völlig unzulänglich.

Sie hatte ihre Berechtigung, als in unserer Wirtschaft einfache, unkomplizierte Produktionsmittel verwendet wurden, als die Organisation der Produktion noch nicht so straff war und als im Betrieb der zeitweilige Ausfall von Maschinen und Anlagen einfach überbrückt oder eine Unterbrechung der kontinuierlichen Wasserversorgung in gewissem Maße in Kauf genommen werden konnte. Jede Unterbrechung der Versorgung bringt heute jedoch erhebliche und nicht mehr vertretbare Beeinträchtigungen für die Wasserabnehmer mit sich, so daß neue Wege in der Organisation der Vorbereitung, Durchführung und Kontrolle der Instandhaltungsarbeiten zu gehen sind.

Der richtige Weg ist die Einführung des Systems der planmäßig vorbeugenden Instandhaltung (PVI). Die Anwendbarkeit dieses Systems in den Industriebetrieben und sein ökonomischer Nutzeffekt wurden untersucht und wissenschaftlich begründet. In der Sowjetunion ist es seit Jahren eingeführt, erprobt und hat seine Wirksamkeit bewiesen.

Die Einführung des PVI-Systems bedingt eine grundlegende Änderung der Arbeitsweise der Reparaturschlosser und der Instandhaltungsbrigaden.

War bisher die schnelle Beseitigung eines aufgetretenen Schadens (Instandsetzung) vorherrschend, so tritt nun das systematische Suchen nach Fehlerquellen, die in der nächsten Zeit zum Ausfall der Maschinen führen würden, in den Vordergrund.

Infolge der technischen Vielfalt der Wassergewinnungsanlagen und ihrer unterschiedlichen Betriebsweise gibt es für sie keine einheitlichen Instandsetzungszyklen. Instandhaltungszyklus ist der Zeitabstand zwischen 2 Instandhaltungsmaßnahmen einer Instandhaltungsgruppe.

Am Beispiel der Bohrbrunnen, die den zahlenmäßig umfangreichsten Teil der Wassergewinnungsanlagen darstellen, lassen sich erforderliche Regenerierungsmaßnahmen wie folgt ableiten:

Der Leistungsrückgang eines Brunnens ist an einer Verminderung der spezifischen Brunnenenergiebigkeit (Leistung des Brunnens in m^3/h je Meter Absenkung) erkennbar.

Die Ursachen des Leistungsrückganges des Brunnens können sein:

- Versandung (Verschlammung) des Filters infolge Bemessungsfehler beim Brunnenbau (zu grober Filterkies, zu hoher Anteil Unterkorn im Filterkies, zu schwache Entsandungsleistung).
- Versinterung des Filters infolge Ausscheidens von im Grundwasser gelösten Karbonaten und Hydrogenkarbonaten im Filterbereich und allmählichen Verdichtens der freien Eintrittsöffnungen (Störung des chemischen Gleichgewichts des Grundwassers).
- Verockerung des Filters durch Ausscheiden der im Grundwasser gelösten Eisenverbindungen, Ablagerung am und im Filter und Verdichtung der Filteröffnungen.
- Korrosion des Filters, d. h. Zerstörung des metallischen Filters infolge elektrochemischer Vorgänge.

Die Ermittlung der Ursachen der Brunnenalterung (eine Überlastung des Grundwasserleiters wird dabei unberücksichtigt gelassen) ist schwieriger.

Im allgemeinen empfiehlt es sich, folgende Reihenfolge in der Untersuchung zu wählen:

- Vergleich der spezifischen Ergiebigkeit des Brunnens nach der Herstellung und vor der beabsichtigten Regenerierung.
Regenerierungsarbeiten sollten bei einem Leistungsrückgang von mehr als 25 Prozent vorbereitet und durchgeführt werden.
- Lotung der Brunnentiefe und Vergleich mit den Daten der Brunnenausbauzeichnung.
Wird die ursprüngliche Tiefe voll oder annähernd erreicht, so kann eine Filterkorrosion nahezu und eine Filterversandung vollständig ausgeschlossen werden, d. h., es liegt entweder eine Versinterung oder Verockerung des Filters vor.
- Feststellung der Verockerung oder Versinterung des Filters mittels Unterwasserkamera. Verockerungen treten viel häufiger auf als Versinterungen.
- *Verockerungen werden durch mechanische oder chemische Mittel beseitigt.*

Zunächst wird der Filter durch Stahlrundbürsten, die genau passen müssen, abgebürstet. Danach ist der Brunnen zu stöpseln.

Beim Stöpseln wird ein genau in den Filter passender Kolben mehrmals abschnittsweise mit etwa 0,5 bis 0,8 m Hub im Filter bewegt. Bei der Aufwärtsbewegung entsteht im dichten Filter ein beträchtlicher Sog, der die Filteröffnungen teilweise freispült.

Daraufhin wird der Brunnen mittels Salzsäure „gesäubert“, um den Eisenocker, der sich durch die mechanischen Reinigungsmittel nicht beseitigen ließ, ebenfalls zu entfernen. Nach einer Einwirkzeit der Säure von etwa 24 h wird der Brunnen abgepumpt (Neutralisation beachten).

■ **Untersuchung der Brunnenversandung**

Ein korrodierter Filter kann die Ursache sein, wenn seine Versandung infolge Bemessungsfehler ausgeschlossen ist.

Korrodierte Filter müssen entweder mit einem Einschubfilter versehen werden (führt zur Leistungsminderung des Brunnens), oder der alte Filter ist zu ziehen, der Brunnen nachzubohren und ein neuer Filter zu setzen.

Dieses Verfahren ist nur bei Brunnen mit verloren eingebautem Filter möglich. Letzteres Verfahren ist sehr zeit- und kostenaufwendig, der Erfolg des Filterziehens nicht immer garantiert.

Die Brunnenalterung ist im Prinzip langfristig erkennbar, so daß rechtzeitig entsprechende Regenerierungsmaßnahmen vorbereitet und durchgeführt werden können.

2.6. Arbeitsschutz in Wassergewinnungsanlagen

Grundsätze des Arbeitsschutzes in der Wasserversorgung werden im Abschnitt 7 zusammenhängend behandelt.

Hier sei jedoch ausdrücklich auf größere Vorsicht beim Begehen von Quellstuben und vor allem von Brunnenschächten hingewiesen (ASAO 616 – Befahren von Behältern). In diesen Anlagen sammeln sich öfter Giftgase (Methan, Schwefelwasserstoff, Kohlendioxid) an, die bei Außerachtlassung der Schutzmaßnahmen (Anseilen, Beobachtungsposten, Gasnachweis) zu Todesfällen führen können. Die Gefahr ist deshalb so groß, weil Gasansammlungen bzw. Gasaustritte oft jahrelang nicht bemerkt werden, was leicht zur Sorglosigkeit beim Bedienen dieser Anlagen führt.

Deshalb: Vorsicht beim Besteigen von Brunnenstuben und Quellfassungsanlagen, Gasgefahr! Sorgen Sie für ausreichende Be- und Entlüftung dieser Anlagen!

Aufgaben

- Bestimmen Sie die Grundwasserfließrichtung und das Grundwassergefälle aus einem hydrologischen Peildreieck!
Gegeben: Ruhewasserspiegel im Grundwasserbeobachtungsrohr A + 51,87 m NN, im Rohr B + 51,81 m NN und im Rohr C + 51,83 m NN. Die Ansatzpunkte der Grundwasserbeobachtungsrohre bilden ein gleichseitiges Dreieck mit einer Seitenlänge von 45 m. Rohr A liegt genau südlich von Rohr B, Rohr C südöstlich von Rohr B.
- Welche technischen und ökonomischen Vorteile bieten Kiesschüttungsbrunnen gegenüber Gewebebrunnen?
- Begründen Sie, warum die Trinkwassergewinnung aus Grundwasser gegenüber der aus Oberflächenwasser vorteilhafter ist!

3. Wasserwirtschaft und Wasseraufbereitung

Bei der Gewinnung von Trink- und Betriebswasser soll nach Möglichkeit Wasser gewählt werden, das von Natur aus den gestellten Qualitätsanforderungen weitestgehend entspricht. Die Zunahme des Wasserbedarfs in Bevölkerung, Industrie und Landwirtschaft zwingt jedoch dazu, Wasservorkommen zu nutzen, die höhere Anforderungen an die Aufbereitungsverfahren stellen.

Art und Umfang der Aufbereitung richten sich nach der Beschaffenheit des Rohwassers und nach den Qualitätsansprüchen an das Reimwasser für den jeweiligen Verwendungszweck.

3.1. Beschaffenheit des Wassers

Chemisch reines Wasser (H_2O) kommt in der Natur nicht vor. Wasser ist für die meisten Gase, Flüssigkeiten und festen Stoffe (vorwiegend Salze) ein ausgezeichnetes Lösungsmittel und nimmt diese beim Durchgang durch die Atmosphäre und den Boden in sich auf. Daher weichen die physikalischen, chemischen und biologischen Eigenschaften des in der Natur vorkommenden Wassers von denen des reinen Wassers ab. Der Grad der Abweichung ist u. a. von der Beschaffenheit der passierten Luft- und Bodenschichten, der Temperatur, der Herkunft (Regen-, Grund-, Quell- oder Oberflächenwasser) und anderen Einflußfaktoren abhängig.

Im folgenden werden die wichtigsten Kriterien zur Beurteilung der Wasserbeschaffenheit erläutert.

3.1.1. Physikalische Beschaffenheit

Farbe

Die Färbung des Wassers wird durch Verunreinigungen hervorgerufen.

Ungelöstes Eisen und Mangan färben das Wasser rot bis braun, Huminstoffe gelb bis rot, Mikroorganismen und Algen grünlich.

Trinkwasser soll farblos sein. Bei großer Schichthöhe und im durchfallenden Licht kann es bläulich erscheinen.

Klarheit

Die Klarheit eines Wassers wird durch suspendierte Stoffe, wie Ton, Lehm, Mikroorganismen, ungelöste Eisen- und Manganverbindungen, und andere Stoffe gemindert.

Färbung und Trübung des Wassers verändern sich meist gemeinsam. Plötzlich auftretende Trübungen im sonst klaren Grund- oder Quellwasser nach Niederschlägen deuten auf eingedrungenes Oberflächenwasser und damit auf nicht ausreichende Bodenfiltration hin.

Leicht gefärbtes oder getrübbtes Wasser kann zwar hygienisch einwandfrei sein, es ist jedoch unappetitlich.

Da häufig von Trübstoffen auch Bakterien eingeschlossen werden, soll Trinkwasser klar und durchsichtig sein.

Geruch

Der Geruch des Wassers läßt oft die Herkunft der Verschmutzung erkennen. Tintiger Geruch deutet auf hohen Eisengehalt; muffiger, jauchiger oder fauliger Geruch weist auf organische Verunreinigungen hin. Erdiger oder fischiger Geruch kann in Talsperren oder Seewasser durch Plankton und Algen hervorgerufen werden. Gerüche nach Teer, Öl, Phenol, Ammoniak u. a. stammen von Industrieabwassereinleitungen.

Trinkwasser soll völlig geruchlos sein.

Geschmack

Geschmacks- und Geruchsbeeinträchtigungen haben oft die gleichen Ursachen. Stark eisenhaltige Wässer schmecken tintig, organisch belastete Wässer faulig. Ein hoher Salzgehalt läßt das Wasser brackig schmecken.

In phenolhaltigen Wässern bilden sich beim Chloren Chlorphenole, die bereits in Konzentrationen von wenig über 2 g/l einen typischen jodoformartigen Arzneigeschmack hervorrufen. Die Phenole können durch Abwassereinleitungen oder als Abbauprodukte bestimmter Blaualgenarten ins Wasser gelangen.

Weiche und kohlenensäurearme Wässer schmecken fade.

Viele dieser Geschmacksbeeinträchtigungen verstärken sich mit zunehmender Wassertemperatur.

Trinkwasser soll frisch und angenehm schmecken.

Temperatur

Die Temperatur der Oberflächenwässer ist durch Einfluß der Außentemperatur starken Schwankungen unterworfen. Ein Ausgleich kann durch längeren Aufenthalt im Boden bei der Grundwasseranreicherung erreicht werden.

In genügend tiefen Talsperren und Seen bildet sich im Sommer und Winter eine Temperaturschichtung aus, wobei die Temperaturen unterhalb der Sprungschicht in diesen Jahreszeiten um 4 bis 6 °C liegen. Unbeeinflusstes Grundwasser hat ab etwa 8 m Tiefe eine nahezu konstante Temperatur von 8 bis 10 °C, die im wesentlichen von der mittleren Jahrestemperatur beeinflusst wird. Ab etwa 40 m Tiefe steigen die Wassertemperaturen alle 30 m um etwa 1 °C an.

Stärkere Temperaturschwankungen bei Grund- und Quellwässern weisen auf den Zufluß ungenügend filtrierten Oberflächenwassers hin.

Gutes Trinkwasser soll eine Temperatur von 7 bis 12 °C haben. Zu warmes Wasser schmeckt fade, zu kaltes Wasser kann Magen- und Darmerkrankungen hervorrufen.

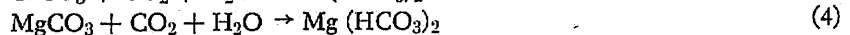
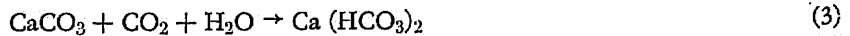
3.1.2. Chemische Beschaffenheit

Kohlensäure

In jedem natürlichen Wasser ist Kohlensäure in freier und gebundener Form vorhanden.

Freie Kohlensäure ist vorwiegend als Kohlendioxid (CO₂) gelöst und nur zu etwa 0,7 Prozent als hydratisierte Kohlensäure (H₂CO₃) im Wasser enthalten, die sich weiter in H⁺-Ionen und HCO₃⁻-Ionen aufspaltet (dissoziiert). In der Praxis der Wassergewinnung spricht man jedoch in diesem Zusammenhang nur von Kohlensäure. Diese führt die fast wasserunlöslichen Kalzium- und Magnesiumkarbonate in wasserlösliche Bikarbonate über.

Die Reaktionsgleichungen dafür sind:



In den Karbonaten ist Kohlensäure als *festgebundene*, in den Bikarbonaten als *halbgebundene Kohlensäure* enthalten. Um den Zerfall des Kalziumbikarbonates in Kohlensäure und Karbonat, der auch ohne Kochen des Wassers erfolgt, zu verhindern, ist noch eine weitere Menge Kohlensäure im Wasser erforderlich, die sogenannte *freie zugehörige Kohlensäure*.

Wasser, das neben der gebundenen nur zugehörige freie Kohlensäure enthält, befindet sich im sogenannten Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht. Ein solches Wasser ist in der Lage, in Rohrleitungen eine Kalk-Rost-Schutzschicht zu bilden.

Ist darüber hinaus noch weitere, *freie überschüssige Kohlensäure* enthalten, so greift dieses Wasser Kalkstein (CaCO₃) an; daher wird dieser Teil der Kohlensäure auch als *aggressive* oder *schutzschichtverhindernde* Kohlensäure bezeichnet.

Die Berechnung der kalkaggressiven Kohlensäure erfolgt nach Tafel 4 bzw. Bild 14.

An der Korrosion von Metallen ist die gesamte freie Kohlensäure beteiligt. Kalkaggressiv wirkt aus vorgenannten Gründen nur ein Teil der freien überschüssigen Kohlensäure.

Tafel 4 Berechnung der kalkaggressiven Kohlensäure

S	G	S	G	S	G	S	G
1	1	51	48,2	101	85,3	151	113,7
2	2	52	49,0	102	85,9	152	114,2
3	3	53	49,9	103	86,5	153	114,7
4	4	54	50,7	104	87,2	154	115,3
5	5	55	51,6	105	87,6	155	115,8
6	6	56	52,4	106	88,4	156	116,3
7	7	57	53,2	107	89,1	157	116,6
8	8	58	54,0	108	89,7	158	117,3
9	9	59	54,8	109	90,4	159	117,6
10	10	60	55,7	110	90,9	160	118,1
11	11	61	56,5	111	91,6	161	118,6
12	12	62	57,2	112	92,8	162	119,1
13	13	63	58,1	113	93,2	163	119,6
14	13,9	64	58,8	114	93,4	164	120,1
15	14,9	65	59,6	115	94,0	165	120,6
16	15,9	66	60,4	116	94,6	166	121,0
17	16,9	67	61,2	117	95,1	167	121,5
18	17,8	68	62,0	118	95,8	168	122,0
19	18,8	69	62,8	119	96,3	169	122,5
20	19,8	70	63,5	120	97,0	170	123,0
21	20,8	71	64,3	121	97,6	171	123,4
22	21,7	72	65,0	122	98,1	172	123,9
23	22,7	73	65,8	123	98,6	173	124,3
24	23,7	74	66,5	124	99,2	174	124,7
25	24,6	75	67,3	125	99,8	175	125,2
26	25,6	76	68,0	126	100,4	176	125,7
27	26,5	77	68,8	127	100,9	177	126,2
28	27,5	78	69,5	128	101,5	178	126,6
29	28,4	79	70,3	129	102,1	179	127,0
30	29,4	80	71,0	130	102,6	180	127,5
31	30,3	81	71,1	131	103,2	185	129,7
32	31,2	82	72,4	132	103,7	190	131,9
33	32,2	83	73,1	133	104,3	195	134,0
34	33,1	84	73,8	134	104,8	200	136,0
35	34,0	85	74,5	135	105,4	210	141,6
36	34,9	86	75,2	136	105,9	220	145,6
37	35,9	87	75,9	137	106,5	230	149,8
38	36,8	88	76,6	138	106,9	240	153,8
39	37,7	89	77,3	139	107,5	250	157,5
40	38,6	90	78,0	140	108,1	260	161,2
41	39,5	91	78,7	141	108,6	270	164,9
42	40,3	92	79,3	142	109,1	280	168,5
43	41,2	93	80,0	143	109,6	290	171,9
44	42,1	94	80,8	144	110,2	300	175,3
45	43,0	95	81,4	145	110,7	320	182,1
46	43,9	96	82,1	146	111,2	340	188,3
47	44,7	97	82,7	147	111,7	360	194,2
48	45,6	98	83,3	148	112,2	380	199,9
49	46,5	99	84,0	149	112,5	400	205,7
50	47,3	100	84,6	150	113,2		

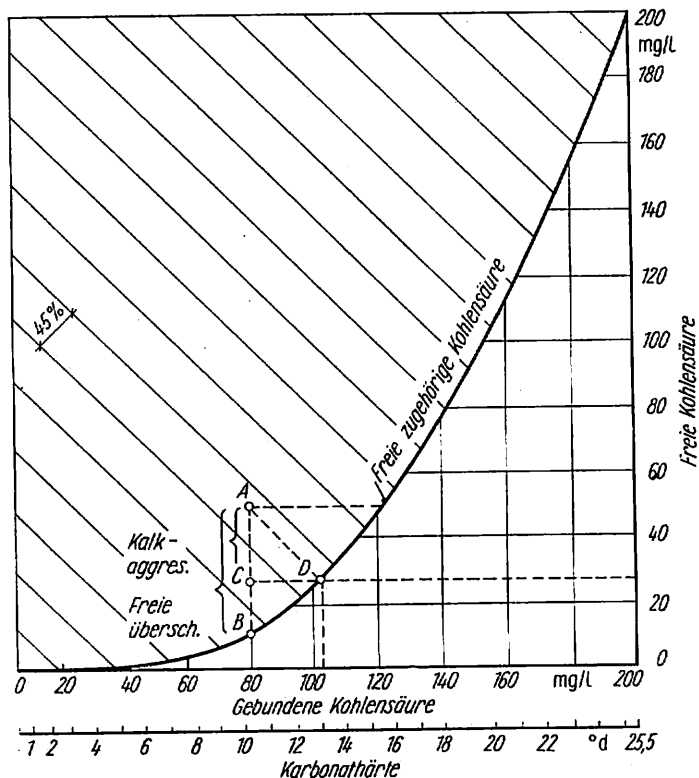


Bild 14. Abhängigkeit von freier und gebundener Kohlensäure

Analysenwert: 80 mg/l gebundene KS

bzw. 10,2 °dH Karbonathärte

50 mg/l freie KS

Nach Bild 14 enthält das Wasser im Augenblick der Untersuchung

11 mg/l freie zugehörige KS (B)

39 mg/l freie überschüssige KS (AB)

22 mg/l kalkaggressive KS (AC)

Der Punkt A ergibt sich als Schnittpunkt der Analysenwerte von gebundener und freier KS. Die Gerade, die von A unter 45° zu AB ausgeht, schneidet die Kurve in D. Der Punkt C entsteht durch den Schnitt der Horizontalen in D und der Vertikalen in A.

Nach dem Angriff auf Kalk enthält das Wasser:

10,2 mg/l gebundene KS (D)

28 mg/l freie zugehörige KS (D)

0 mg/l freie überschüssige KS

Berechnung der kalkaggressiven KS nach Tafel 4:

Man addiert die Werte für gebundene und freie KS und sucht die erhaltene Summe in der Tafel unter S. Vom danebenstehenden Wert G zieht man die gebundene KS ab und erhält die kalkaggressive KS.

$80 + 50 = 130 = S$

$G = 102,6$

$102,6 - 80 = 22,6$

22,6 mg/l kalkaggressive KS

geb. KS + fr. KS = S

S → G

G - geb. KS = kalkaggr. KS

Gesundheitlich ist der Gehalt eines Wassers an freier Kohlensäure bedeutungslos; jedoch schmeckt kohlenäurereiches Wasser frischer und angenehmer.

Im Trinkwasser soll schutzschichtverbindernde Kohlensäure fehlen, d. h., es soll ein sogenanntes Gleichgewichtswasser sein.

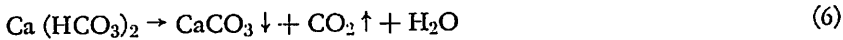
In ihm ist jeder Metallangriff der zugehörigen freien Kohlensäure mit einem Kalkausfall verbunden, und es kommt zur Bildung der Kalk-Rost-Schutzschicht.

Dieser Vorgang kann vereinfacht wie folgt dargestellt werden:

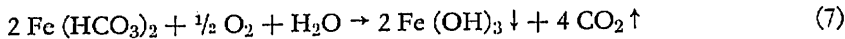
Die zugehörige freie Kohlensäure löst einen Teil des Eisens an der Rohrrinnenwand zu Eisen(II)-bikarbonat.



Da die im Wasser verbleibende freie zugehörige Kohlensäure nicht mehr das gesamte Kalziumbikarbonat in Lösung halten kann, fällt Kalziumkarbonat aus.



Das Eisen(II)-bikarbonat wird von im Wasser gelösten Sauerstoff in Eisen(III)-hydroxid übergeführt, das zusammen mit CaCO_3 ausfällt und die Kalk-Rost-Schutzschicht bildet.



CO_2 geht mit Wasser in Lösung als freie überschüssige Kohlensäure und verhindert zunächst in den folgenden Rohrabschnitten die Schutzschichtbildung. Diese geht demnach vom Beginn der Leitung aus und schiebt sich langsam durch das gesamte Rohrnetz vor.

Wässer mit überschüssiger freier Kohlensäure müssen daher entsäuert werden. Sind sie dazu noch sehr weich, müssen Verfahren angewendet werden, die die Karbonathärte erhöhen (s. Härte).

Außerdem ist zur Schutzschichtbildung, wie aus den Reaktionsgleichungen ersichtlich, in Wasser gelöster Sauerstoff erforderlich.

Sauerstoff

Bei der Berührung zwischen Wasser und Luft wird Sauerstoff im Wasser gelöst. Da bei biologischen Abbauvorgängen vor allem in den oberen Bodenschichten Sauerstoff verbraucht wird, ist der Gehalt an gelöstem Sauerstoff in Grundwässern oftmals sehr gering und kann bis zur völligen Sauerstofffreiheit absinken.

Der Sauerstoffgehalt bildet jedoch keinen Maßstab für die Reinheit eines Grundwassers.

Sauberes Oberflächenwasser ist mit Sauerstoff nahezu gesättigt.

In technischer Beziehung hat der Sauerstoff zwiespältige Bedeutung. In Verbindung mit der freien überschüssigen Kohlensäure greift er metallische Baustoffe, besonders Eisen, Blei und Zink an, wobei die Bleiverbindung in giftiger Menge gelöst werden

kann. Wird jedoch die überschüssige Kohlensäure beseitigt, so bewirkt der Sauerstoff die Schutzschichtbildung aus Kalk und Rost. Dabei ist ein Sauerstoffgehalt von etwa 6 mg O₂ je Liter erforderlich.

Ist die im Wasser gelöste Menge O₂ geringer, so muß belüftet werden. Entsäuerung allein ohne ausreichenden Sauerstoffgehalt führt zur Wiedervereisung des Wassers im Rohrnetz mit Trübung und Rostfärbung des Wassers.

Ebenso wird zur Enteisung und Entmanganung des Wassers Sauerstoff benötigt. Die dazu erforderliche Menge ist zwar theoretisch sehr gering, jedoch ist ein Sauerstoffüberschuß zur Beschleunigung der Reaktion notwendig.

Trinkwasser soll mindestens 6 mg O₂ je Liter enthalten.

Kesselspeisewasser für Hochdruckanlagen müssen wegen Korrosionsgefahr vollständig sauerstofffrei sein.

Schwefelwasserstoff (H₂S)

Da Schwefelwasserstoff schon in Spuren dem Wasser einen widerlichen Geruch und Geschmack verleiht, soll Trinkwasser keinen Schwefelwasserstoff enthalten.

Außerdem ist Schwefelwasserstoff giftig.

Durch Bildung von Schwefelsäure kann er zur Zerstörung von Werkstoffen führen.

Schwefelwasserstoff kann als Produkt von Fäulnisvorgängen in das Wasser gelangen und ist dann ein Indikator für fäkale Verunreinigung.

Er kann aber auch geologischen Ursprungs sein, z. B. bei der Zersetzung von Schwefelkies durch Kohlensäure.

Durch Belüften ist H₂O vollständig aus dem Wasser zu entfernen.

Eisen (Fe)

Eisenverbindungen kommen in vielen Grund- und Quellwässern und in geringer Menge auch in Oberflächenwässern vor. Eisen tritt am häufigsten als Eisenbikarbonat Fe(HCO₃)₂ und seltener als Eisensulfat FeSO₄ im Wasser auf. In diesen Formen ist es leicht ausfällbar.

Schwieriger aufzubereiten sind Wässer, die Eisen an Huminsäure gebunden enthalten.

Schon bei einem Eisengehalt von etwa 0,3 mg/l schmeckt das Wasser tintig.

Gesundheitliche Bedeutung hat der Eisengehalt nicht. Technisch und auch hauswirtschaftlich ist ein erhöhter Gehalt an Eisen und Mangan außerordentlich störend, da bei der Berührung mit Luftsauerstoff das wasserunlösliche Eisenhydroxid Fe(OH)₃ ausfällt. Dadurch wird die Produktion in Papier- und Zellulosefabriken, Bleichereien, Färbereien und Molkereien stark beeinträchtigt (Brunnen, Rohrleitungen, Behälter und Wasserzähler verschlammten und verhärteten; Wäsche wird gelb und fleckig; Getränke leiden im Geschmack).

Man unterscheidet folgende Stufen des Eisengehaltes im Wasser:

geringer Eisengehalt	0,2 ... 0,5 mg/l
mittlerer Eisengehalt	0,5 ... 1,0 mg/l
hoher Eisengehalt	1 ... 3 mg/l
sehr hoher Eisengehalt	über 3 mg/l

■ *Im Trinkwasser beträgt der zulässige Fe-Grenzwert 0,1 mg/l.*

- Bei Überschreitung dieses Grenzwertes im Rohwasser muß eine Enteisung durchgeführt werden.

Mangan (Mn)

Mangan tritt häufig zusammen mit Eisen auf, jedoch meist in geringerer Menge. Es liegt im Wasser in den gleichen Verbindungen vor wie Eisen und verursacht auch die gleichen Störungen.

■ *Der Mangan Gehalt im Trinkwasser darf nicht größer als 0,05 mg/l sein.*

- Geringe Manganmengen können in der Aufbereitung gemeinsam mit dem Eisen in den gleichen Anlagen ausgefällt werden.
- Bei hohen Mangangehalten im Rohwasser wird z. T. auch die biologische Entmanganung durchgeführt, wobei bestimmte Manganbakterien und -algen die gelösten Mangan(II)-Verbindungen oxydieren und das gebildete Mangandioxidhydrat in ihrer Zellmembran speichern.

Ammoniumverbindungen

Die Stickstoffverbindungen spielen bei der Beurteilung der Wassergüte eine große Rolle, da sie als Abbau- und Zerfallprodukte organischer Verbindungen (besonders der Eiweiße) auf fäkale Verunreinigung oder eingedrungene häusliche Abwässer hinweisen. Organische Stickstoffverbindungen werden von Mikroorganismen schrittweise über Ammoniak (NH_3), Ammoniumverbindungen und Nitrite zu Nitraten abgebaut. Dieser Vorgang heißt Mineralisation.

■ *Am Grad der Mineralisation kann man die Stärke bzw. die zeitliche Entfernung der Verunreinigung abschätzen.*

Ammoniumverbindungen deuten meist darauf hin, daß die Verunreinigung so massiv war, daß die Selbstreinigungskraft des Wassers nicht oder noch nicht für die weitgehende Mineralisation ausreichte oder daß die Verunreinigung in der Nähe der Entnahmestelle erfolgte.

Ammoniumverbindungen können jedoch auch auf chemischem Wege durch Reduktionsvorgänge zwischen Eisen(II)-Verbindungen stark eisenhaltiger Wässer oder Bodenschichten und Nitraten ins Wasser gelangen.

■ *Im Trinkwasser sollen Ammoniumverbindungen höchstens in Spuren nachweisbar sein.*

Nitrite (NO_2^-)

Auch Nitrite sollen im Trinkwasser nur in Spuren auftreten, da ihr Vorhandensein in den meisten Fällen auf fäkale Verunreinigungen zurückzuführen ist.

Sie können jedoch auch auf rein chemischem Wege durch Reduktion von Nitraten entstehen.

Für die hygienische Beurteilung nitrithaltiger Wasser ist neben der Einschätzung anderer Faktoren, die auf organische oder fäkale Verunreinigungen hinweisen (Ammoniumverbindungen, Nitrate, Chloride, Colititer, Keimzahl), die genaue Herkunft der Nitrite im Wasser zu klären.

Nitrate (NO_3^-)

Nitrate stellen die Endstufe der oxydativen Stickstoff-Mineralisation dar und bilden mengenmäßig den Hauptbestandteil der anorganischen Stickstoffverbindungen. Durch die wachsende Belastung der Gewässer mit Abfallstoffen und durch Auswaschung von Kunstdünger aus dem Boden ist in den letzten Jahren der Nitratgehalt vieler Wasser gestiegen.

Im Trinkwasser dürfen höchstens 50 mg/l enthalten sein.

Wegen der Bildung von Methämoglobin im Blut durch nitrathaltiges Wasser darf der Höchstwert im Trinkwasser, das bei der Herstellung von Säuglingsnahrung verwendet wird, nur etwa 30 mg/l betragen.

Chloride (Cl^-)

Chloride sind für den menschlichen Genuß unschädlich. In Trinkwasser beträgt der zulässige Grenzwert 250 mg/l.

Ein erhöhter Chloridgehalt im Wasser (ab 30 mg/l) kann ein Anzeichen von Verunreinigung durch Abwasser sein, er kann aber auch geologische Ursachen haben (Salzlagerstätten) oder bei Grundwasserfassungen in Meeresnähe auftreten. Erhöhter Chloridgehalt beeinträchtigt den Geschmack des Trinkwassers.

Fluoride (F^-)

Fluoride kommen in natürlichen Wässern häufig vor und sind geologischen Ursprungs oder stammen in Oberflächenwässern auch von Industrieabwasser-Einleitungen.

Fluor ist als Spurenelement im Trinkwasser in Konzentrationen um 1 mg/l und in Nahrungsmitteln erwünscht, da es für die Knochenbildung notwendig ist und der Caries (Zahnfäule) entgegenwirkt.

Sehr niedrige und auch hohe Fluoridgehalte im Trinkwasser führen zu Zahnschäden.

Eine Fluoridierung des Trinkwassers wird in größerem Ausmaß in der DDR in Karl-Marx-Stadt und in Westdeutschland in Kassel durchgeführt, indem der natür-

liche Fluoridgehalt des Wassers durch Zugabe von Fluoridverbindungen auf etwa 1 mg/l angehoben wird.

Sulfate (SO_4^{--})

Sulfate können sowohl durch Einleitung industrieller und häuslicher Abwässer (Detergentien) als auch durch Lösevorgänge und chemische Umsetzungen im Boden ins Wasser gelangen.

Da sie in höheren Konzentrationen gesundheitsschädlich sind, beträgt der Grenzwert für Trinkwasser 250 mg/l.

In Konzentrationen über 300 mg/l beginnt unter den in der TGL „Beton in aggressiven Wässern“ genannten Bedingungen die Zerstörung von Beton durch Bildung des sogenannten Zementbazillus.

Sulfite (SO_3^{--})

Sulfite kommen in natürlichen unbeeinflussten Wässern nicht vor.

Sie stammen meist aus Abwässern der Zellstoffindustrie und der Gaswerke.

Phosphate (P_2O_5)

In reinen natürlichen Wässern sind Phosphate höchstens in Zehntel-Milligramm-Konzentrationen enthalten.

Höhere Gehalte weisen direkt auf Verschmutzung durch tierische und menschliche Abfallstoffe, besonders Jauche, oder auf mit Phosphat-Kunstdünger überdüngte Böden hin.

Gesundheitliche Schäden entstehen auch durch höhere Phosphatgehalte nicht. Deshalb kann man die korrosionshemmende Wirkung dieses Salzes mittels der Phosphatierung des Reinwassers auf 1 bis 5 mg/l ausnutzen.

Cyanide (CN)

Cyanide dürfen auf Grund ihrer hohen Giftigkeit im Trinkwasser nicht nachweisbar sein.

Sie stammen stets aus Industrieabwässern (Härtereien, Galvaniken).

Blei (Pb)

Blei tritt im Grund- und Oberflächenwasser selten auf.

Es kann jedoch aus Bleileitungen bei Vorhandensein von Sauerstoff und freier überschüssiger Kohlensäure Bleibikarbonat entstehen und im Wasser gelöst werden. Dies geschieht verstärkt in Hausanschlußleitungen und Installationen aus Blei während der Wasserstillstandszeit in den Nachtstunden.

Gleichgewichtswasser mit einer Karbonathärte von mindestens 7°dH ist in der Lage, eine Schutzschicht aus basischem Bleikarbonat und Kalziumkarbonat zu bilden.

Wegen der Giftigkeit der Bleiverbindungen beträgt der zulässige Gehalt im Trinkwasser 0,1 mg/l.

Der sicherste Schutz gegen Bleivergiftungen ist das Nichtverwenden von Bleirohren.

Chromverbindungen

Chromverbindungen im Wasser sind stets auf Industrieabwasser-Einleitungen zurückzuführen.

Vor allem die Chrom(III)-Verbindungen sind starke Gifte und müssen daher von Trinkwasser völlig ferngehalten werden.

Arsenverbindungen

Arsen (As) kommt im Grundwasser selten vor.

Erhöhte Gehalte haben geologische Ursachen oder stammen aus Industrieabwässern.

Müssen arsenhaltige Grundwässer für die Trinkwassergewinnung genutzt werden, so ist unbedingt eine Entarsenierung bis auf einen Restgehalt von 0,2 mg/l durchzuführen, oder das Wasser ist mit nichtarsenhaltigem zu verschneiden.

Phenole

Phenole können sich als Zersetzungsprodukte absterbender Algen oder bei der Verwesung von Holz und Laub bilden. Stark phenolhaltig können die Abwässer von chemischen Betrieben, Kokereien und Gaswerken sein.

*Nach den Bemessungsgrundlagen des Amtes für Wasserwirtschaft [3] gelten zwei höchstzulässige Richtwerte für Phenole im Trinkwasser:
bei Chlorung 0,005 mg/l
ohne Chlorung 0,05 mg/l*

Bei der Chlorung phenolhaltigen Wassers bilden sich Chlorphenole, die selbst in sehr großen Verdünnungen noch zu erheblichen Geschmacksbeeinträchtigungen (Apothekengeschmack) führen.

- Die Bildung von Chlorphenolen im Wasser kann teilweise verhindert werden, wenn vor der Chlorung Ammoniak zugesetzt wird. In diesem Fall verbindet sich das Chlor wegen der größeren Affinität mit dem Ammoniak zu Chloraminen.
- Auch die oxydative Zerstörung der Phenole mittels Hochchlorung mit nachfolgender Entchlorung ist möglich.

Härte

Die Härte des Wassers wird durch dessen Gehalt an Kalzium- und Magnesiumverbindungen bestimmt.

Die Karbonate und Bikarbonate dieser Erdalkalimetalle bilden die sogenannte *Karbonathärte* (KH), die mineralsauren Salze (Chloride, Sulfate, Phosphate, Nitrate) des Kalziums und Magnesiums die sogenannte *Nichtkarbonathärte* (NKH).

Die KH wird beim Erhitzen des Wassers stark herabgesetzt, da durch das Entweichen der freien Kohlensäure die Bikarbonate zerfallen und als Karbonate ausflocken [vgl. Gl. (9)].

Im Wasser verbleibt nur die von den Karbonaten gebildete KH, die jedoch sehr gering ist. Die ausfallenden Karbonate bilden den sogenannten Kessel- oder Wasserstein.

Aus diesem Grund wird die KH auch als *vorübergehende* oder *temporäre Härte* bezeichnet.

Im Gegensatz dazu nennt man die NKH *bleibende* oder *permanente Härte*.

Die Summe von KH und NKH ist die *Gesamthärte* (GH).

Als Maß für die Härte sind Härtegrade (°H) festgelegt worden. Die als Index hinzugesetzten kleinen Buchstaben kennzeichnen die Herkunft der Maßeinheiten, z. B.

1 deutscher Härtegrad (°dH) = 10 mg CaO/l Wasser = 7,14 MgO/l

1 französischer Härtegrad (°fH) = 10 mg CaCO₃/l Wasser

1 englischer Härtegrad (°eH) = 10 mg CaCO₃/0,7 l Wasser

1 amerikanischer Härtegrad (ppm) = 1 mg CaCO₃/l Wasser

Für die Umrechnung der Maßeinheiten gelten folgende Faktoren:

1° dH = 1,79° fH = 1,25° eH = 17,8 ppm (Abkürzung für parts per million).

Da sich sämtliche Maßeinheiten für Härtegrade auf Kalziumverbindungen beziehen, sind die Magnesiumsalze, die meist mit weniger als 20 Prozent an der Härtebildung beteiligt sind, entsprechend umzurechnen.

Die Härte des Wassers wird im wesentlichen von der geologischen Beschaffenheit der durchflossenen Bodenschichten beeinflusst, jedoch können auch Abwassereinleitungen oder Auslaugungen von Industrierückständen und Müllkippen an der Aufhärtung beteiligt sein. Nach Klut werden folgende Härtestufen unterschieden:

Gesamthärte in °dH	0 ... 4	4 ... 8	8 ... 12	12 ... 18	18 ... 30	>30
Bezeichnung des Wassers	sehr weich	weich	mittelhart	ziemlich hart	hart	sehr hart

Die Bemessungsgrundlagen [3] sehen für die Gesamthärte als Richtwert mindestens 4°dH und höchstens 30°dH vor. Der Mittelwert liegt bei 8 bis 10°dH.

Die Karbonathärte soll mindestens 2 bis 3°dH betragen, um die Bildung einer Kalk-Rost-Schutzschicht zu gewährleisten.

Von wesentlicher gesundheitlicher Bedeutung ist die Härte des Wassers nicht.

Der Gehalt des Wassers an Ca- und Mg-Salzen ist jedoch in technischer und wirtschaftlicher Beziehung außerordentlich wichtig. Seifen, die aus fettsauren Salzen be-

stehen, bilden mit den Härtebildnern die sogenannte Kalkseife, die in grauen Flocken ausfällt und damit nicht nur dem eigentlichen Waschvorgang verlorenggeht, sondern auch durch die Ablagerungen zu Schwierigkeiten führt.

- Wasser zum Kesselspeisen und für einige gewerbliche Zwecke muß enthärtet oder vollentsalzt werden. In technischem Maßstab geschieht das durch die Zugabe alkalischer Salze (Kalk, Soda), Trinatriumphosphat oder mittels des Basenaustauschverfahrens.

pH-Wert (Reaktion)

Die Reaktion eines Wassers wird meist vom Verhältnis der freien Kohlensäure zur Karbonathärte bestimmt. Der pH-Wert, das Maß für die Reaktion, liegt bei der Mehrzahl der natürlichen Wässer in der Nähe des Neutralpunktes (etwa zwischen pH 6,5 und 7,5).

Ein pH-Wert von < 7 bedeutet saure und von > 7 alkalische Reaktion. Der pH-Wert 7 kennzeichnet den Neutralpunkt.

Schwach saure Reaktion findet man bei weichen, kohlensäurereichen Wässern, wie sie in den Talsperren des Erzgebirges und bei huminsäurehaltigen Wässern aus Moor-gebieten anzutreffen sind. Werden Mineralsäuren im Wasser festgestellt, liegt eine Verunreinigung durch Abwässer vor.

Der pH-Wert des Trinkwassers soll dem Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht entsprechen.

Einige Werte für die KH, freie zugehörige Kohlensäure und den pH-Wert von Gleichgewichtswässern zeigt die folgende Übersicht.

Karbonathärte in °dH	freie zugehörige Kohlensäure in mg/l	pH-Wert
25,5	199,5	6,8
19,4	98,0	7,0
15,8	51,9	7,2
12,9	27,1	7,4
10,7	14,1	7,6
8,8	7,2	7,8
4,7	1,5	8,2
3,1	0,6	8,4
1,9	0,2	8,6

- Die Messung des pH-Wertes ist bei der Wasseraufbereitung ein ausgezeichnetes Mittel, um den Reaktionsablauf verschiedener Reinigungsverfahren, wie Fällungs- und Flockungsreaktionen, Entsäuerung und Enthärtung, zu kontrollieren.

3.1.3. Bakteriologische und biologische Beschaffenheit

Trinkwasser als wichtigstes Lebensmittel muß frei sein von Krankheitserregern und darf keine gesundheitsschädigenden Eigenschaften haben. Auf den direkten Nachweis der Erreger der durch verunreinigtes Wasser übertragbaren Krankheiten, wie Typhus, Paratyphus, Cholera und Ruhr, wird bei den erforderlichen Kontrolluntersuchungen verzichtet.

Moderne Verfahren gestatten den Nachweis pathogener (krankmachender) Keime, sind jedoch recht kompliziert und sehr zeitraubend. Da die genannten Krankheitserreger mit den Ausscheidungen von Mensch und Tier zusammen mit allen anderen darmbewohnenden Organismen in das Wasser gelangen, werden die Darmbakterien *Escherichia coli* als Anzeiger einer fäkalen Verunreinigung benutzt; denn wo *Coli* ist, kann Typhus sein.

Als Kriterium für die allgemeine bakterielle Verunreinigung gilt die Gesamtkeimzahl, die keine Rückschlüsse auf die vorhandenen speziellen Bakterienarten zuläßt.

Der Keimgehalt des Oberflächenwassers, das besonders bakterienreich ist, verringert sich durch die Filterwirkung des Bodens beim Eindringen in den Untergrund. Daher ist Grundwasser aus größeren Tiefen in nichtklüftigen Gesteinen nahezu keimfrei. Quellwässer und uferfiltriertes Grundwasser werden in ihrem Bakteriengehalt stark von großen Niederschlägen und extrem hohen Wasserständen beeinflußt.

Gesamtkeimzahl

Die Gesamtkeimzahl erfaßt schädliche und unschädliche Bakterien und ist daher ein guter Indikator für die allgemeine bakterielle Verunreinigung und für die Reinigungskraft der durchflossenen Bodenschichten. Die noch zulässige Keimzahl beträgt bei Oberflächenwasser 100 Keime/ml und bei Grundwasser 20 Keime/ml.

Bacterium coli

Colibakterien selbst sind als normale Bewohner des Warmblüterdarmes nicht gesundheitsgefährdend. Ihr Vorkommen im Wasser ist jedoch ein Warnzeichen für fäkale Verunreinigungen und die Möglichkeit des Vorhandenseins pathogener Keime.

Der Nachweis von *Bacterium coli* ist bei der bakteriologischen Wasseruntersuchung das wichtigste Verfahren, da es unmittelbar fäkale Verunreinigungen erkennen läßt.

Bei der Untersuchung von abgestuften Wassermengen auf *Bacterium coli* gibt die geringste Wassermenge, in der noch *Coli* nachgewiesen wurde, den Colititer an.

Für Trinkwasser soll der Colititer größer als 100 sein, d. h., in 100 ml Wasser darf kein *Bacterium coli* gefunden werden.

Plankton

Um ein umfassendes Bild über ein zu beurteilendes Wasser zu bekommen, müssen neben den physikalischen, chemischen und bakteriologischen Analysen auch biologische

Untersuchungen angestellt werden. Der Vorteil einer biologischen Begutachtung eines Wassers liegt darin, daß sie nicht wie andere Methoden einen Augenblickszustand fixiert, sondern den durch die Entwicklung bedingten Gesamtzustand erkennen läßt und auch Rückschlüsse auf nicht ohne weiteres erkennbare, räumlich entfernte oder zeitlich zurückliegende Verunreinigungen erlaubt.

Die vor allem in den Oberflächenwässern ständig stattfindenden biologischen Prozesse führen zu fortwährenden Veränderungen der Wasserbeschaffenheit. Daran sind alle Mikroorganismen, also auch die im Wasser schwebenden kleinsten Pflanzen und Tiere, das Plankton, beteiligt.

Planktonten halten sich vorwiegend in den oberen Schichten von stehenden und langsam fließenden Gewässern auf und sind in ihrem Wachstum stark vom Nährstoffgehalt des Gewässers abhängig. Schwellenwerte, die maßgeblich ihre Entwicklung beeinflussen, sind meist der Phosphatgehalt oder die Menge an verwertbaren Stickstoffverbindungen.

Um das Algenwachstum in Trinkwassertalsperren einzuschränken, ist es deshalb notwendig, das Einzugsgebiet in Schutzzonen einzuteilen und den Zufluß von stark nährstoffhaltigem Abwasser und von Auswaschungen der mit Kunst- und Naturdünger behandelten Nutzungsflächen zu unterbinden.

Massenentwicklung von Plankton führt besonders bei der Aufbereitung durch Verkürzung der Filterlaufzeiten zu großen Schwierigkeiten und ist oftmals Ursache für Geschmacksbeeinträchtigungen des Trinkwassers.

3.1.4. Richtwerte für Trinkwasser

Im folgenden werden die Richtwerte für Trinkwasser, die in den Bemessungsgrundlagen des Amtes für Wasserwirtschaft [3] festgehalten sind, wiedergegeben. Abweichungen von den gegebenen Richtwerten erfordern eine eingehende Stellungnahme. Nicht in jedem Fall ist bei Nichteinhaltung dieser Richtwerte das untersuchte Trinkwasser zu beanstanden, da nicht nur die Menge, sondern auch die Art der Entstehung der Verunreinigungen (z. B. NH_4 und NO_2) für die Beurteilung maßgebend ist (Tafel 5).

3.2. Anforderung an Betriebswasser

Die in den Richtwerten für Trinkwasser angegebenen Kriterien gelten ebenso für Wasser, das zur Bereitung von Lebensmitteln und zur Reinigung von damit in Berührung kommenden Geräten und Gefäßen verwendet wird.

In vielen Fällen wird in der Industrie Trinkwasser in der Produktion verwendet, obwohl dafür Wasser mit geringeren Qualitätsansprüchen genügen würde. Für manche Verwendungszwecke werden von der Industrie jedoch auch höhere Ansprüche an das Wasser in chemischer Hinsicht gestellt, als für Trinkwasser notwendig ist. So stellen

Tafel 5 Richtwerte für Trinkwasser

Eigenschaften	Dimension	Minimalwert	Mittelwert	Höchstwert
<i>physikalische</i>				
Farbe				farblos
Klarheit				klar
Geruch				geruchlos
Geschmack				frisch
Temperatur		5 °C	7 ... 12 °C	
Abdampfrückstand	mg/l	–	500	1000
Absiebbares	ml/m ³			0,5
<i>chemische</i>				
Kohlensäure	mg/CO ₂ /l	schutzsäureschichtverhindernde Kohlensäure soll fehlen		
Sauerstoff	mg O ₂ /l	6	–	–
Schwefelwasserstoff	mg H ₂ S/l	0	–	–
Eisen	mg Fe/l	–	–	0,1
Mangan	mg Mn/l	–	–	0,05
Ammoniumverbindungen	mg NH ₄ /l	–	–	Spuren
Nitrite	mg NO ₂ /l	–	–	Spuren
Nitrate	mg NO ₃ /l	–	–	50
Chloride	mg Cl/l	–	30	250
Sulfate	mg SO ₄ /l	–	70	250
Phosphate	mg P ₂ O ₅ /l	–	–	Spuren
Blei	mg Pb/l	–	–	0,1
Kaliumpermanganatverbrauch	mg KMnO ₄ /l	0	4 ... 6	12
Gesamthärte	°dH	4	8 ... 10	30
Karbonathärte	°dH	2 ... 3	–	–
pH-Wert		soll dem Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht entsprechen		
<i>Phenole</i>				
bei Chlorung	mg/l	–	–	0,005
ohne Chlorung		–	–	0,05
<i>bakteriologische und biologische</i>				
Keimzahl bei				
Oberflächenwasser	ml	–	20	100
Grundwasser	ml	–	–	20
Bacterium coli		soll in 100 ml Wasser fehlen		

Bei größeren Anlagen und bei Oberflächenwasserfassung ist grundsätzlich ein biologisches Gutachten einzuholen.

z. B. Bleichereien, Färbereien, Papier- und Zellstofffabriken, Stärke- und Zuckerfabriken sowie Brauereien und Wäschereien an den Eisen- und Manganengehalt des Wassers weitergehende Forderungen.

Für Kesselspeisewasser gelten hinsichtlich des Gehaltes an Kohlensäure, Sauerstoff und Gesamthärte besondere Bedingungen.

Industrie-eigene Aufbereitungsanlagen, die häufig nach in der Wasserwirtschaft nicht üblichen Spezialverfahren arbeiten, müssen dann die weitergehenden Qualitätsansprüche garantieren.

3.3. Wasseraufbereitungsanlagen

Die Aufbereitung des in der Natur vorkommenden und erschlossenen Wassers hat den Zweck, es für bestimmte spezielle Verwendungsarten nutzbar zu machen. Dies geschieht, indem chemische und physikalische Verfahren angewendet und biologische Prozesse genutzt werden, die in verschiedener Weise zu dem gewünschten Reinigungseffekt bzw. zu chemisch einwandfreiem Wasser für den menschlichen Genuß oder sonstigen Gebrauch führen.

Robwasser soll schon im allgemeinen weitestgehend den Anforderungen an Trink- und Betriebswasser entsprechen.

Auf natürliche Art gereinigtes und biologisch aufbereitetes Wasser, das keiner weiteren Behandlung bedarf, nimmt heute eine untergeordnete Stellung im Gesamtwasserhaushalt ein.

Der steigende Bedarf zwingt dazu, auch Wasser minderer Qualität zu verwenden, wodurch an die Aufbereitung höhere Anforderungen gestellt werden. Die verschiedenen physikalischen, chemischen und biologischen Eigenschaften des Rohwassers erfordern eine individuelle Behandlung des jeweils verwendeten Naturproduktes.

In erster Linie wird die Aufbereitung von Trink- und Betriebswasser behandelt. Auf spezielle Aufbereitungsmethoden für Industriekesselspeisewasser usw. wird auf die hierfür besonders herausgegebene Literatur verwiesen.

Die genannten drei Hauptverfahren der Wasseraufbereitung bilden die Grundlage zur

- physikalischen Aufbereitung durch Verfahren zur Entfernung der ungelösten und kolloidalen Stoffe,
- chemischen Aufbereitung durch Verfahren zur Beseitigung der gelösten Stoffe,
- biologischen bzw. bakteriologischen Aufbereitung durch Verfahren zur Entfernung der unerwünschten und schädlichen biologischen Bestandteile und Entkeimung des Wassers.

Die Lösung solcher Probleme verlangt die Zusammenarbeit von Ingenieuren, Chemikern, Biologen und Hygienikern.

3.3.1. Absetzverfahren

Mechanische Sieb- und Absetzverfahren werden mittels Rechen, Sandfängen, Siebbändern, Siebtrommeln und Absetzbecken durchgeführt.

Rechen

Die Stäbe der Rechen haben meist einen Abstand von 20 bis 50 mm. Zuweilen ist ein Feinrechen nachgeschaltet, dessen Abstand etwa 2 bis 5 mm beträgt.

Es werden vorwiegend noch einfache feststehende Rechenanlagen mit Handbedienung betrieben. Künftig sollen jedoch mehr automatische Greiferrechen mit Rechengutzerkleinerern Anwendung finden. Es ist besonders darauf zu achten, daß bei mechanischen Anlagen dem Wärter Blockierungen und Störungen durch sperrige Güter mittels Signalsystems kenntlich gemacht werden. Ferner müssen alle beweglichen Teile, Lager usw. gut gefettet sein.

Sandfänge werden für besondere Fälle den Einläufen zum Absetzbecken vorgeschaltet.

Je nach den mitgeführten schweren Sinkstoffen und der Größe der Sandfänge erfolgt die Reinigung. Die Größenberechnung richtet sich nach den mitgeführten Mengen der schweren Sinkteilchen.

Siebbänder laufen um 2 rotierende Achsen, die aus Maschendraht von Kupfer, Bronze oder Kunststoffgewebe hergestellt sind.

■ *Je nach Grad der Verschmutzung und erwünschtem Reinigungseffekt beträgt die Maschenweite 0,6 bis 2 mm.*

Eine volle Abdichtung zwischen Band- und Dichtleiste ist nicht möglich, so daß die Verwendung feineren Gewebes wenig Zweck hat.

Die Reinigung geschieht entweder durch Bürsten oder Spülrohre bzw. Düsen in umgekehrter Fließrichtung. Dabei leiten Rinnen das Schmutzwasser ab.

Siebtrommeln oder *Mikrosiebtrommeln* sind aus Siebbändern entwickelt worden. In England erstmals angewendet, haben diese Anlagen für Industriezwecke und als Vorfilter für Aufbereitungsanlagen von Trinkwasser künftig große Bedeutung. Die Siebtrommel läuft um eine zweiseitig gelagerte Hohlwelle mit einer offenen und einer geschlossenen Stirnseite. Die Trommel ist mit einem Stützgerüst umgeben, auf dem einzelne Rahmen mit dem Siebgewebe befestigt sind.

■ *Die Maschenweite ist sehr klein, in der Regel 30 bis 50 μ m, und liegt auf einem Stützgewebe von nichtrostendem Metall von \approx 2,5 mm Maschenweite.*

Es soll einem vorzeitigen Verschleiß des sehr feinen Gewebes (Dederon) vorgebeugt werden.

Der Antrieb befindet sich an der geschlossenen Stirnseite (Bild 15 und 17).

Der Filtervorgang läuft wie folgt ab:

- Das Rohwasser fließt in den inneren Raum der Trommel ein und durch das Gewebe nach außen ab. Dabei wird mit einem Wasserüberdruck von 0,15 m WS hinreichende Wirkung erzielt. Die Schwebestoffe und ungelösten Stoffe werden an der Innenseite des Gewebes zurückgehalten und durch immerwährende Drehung der Trommel nach oben gebracht.
- An diesem Punkt wird durch ein Spülrohr oder Düsensystem Reinwasser mit 0,3 at Druck von außen auf das Gewebe gebracht. Der anhaftende Schmutz gelangt in eine angebrachte Spülwasserrinne und wird durch die Hohlachse abgeleitet. Die benötigte Reinwassermenge für Spülzwecke beträgt etwa 1 bis 1,3 Prozent.

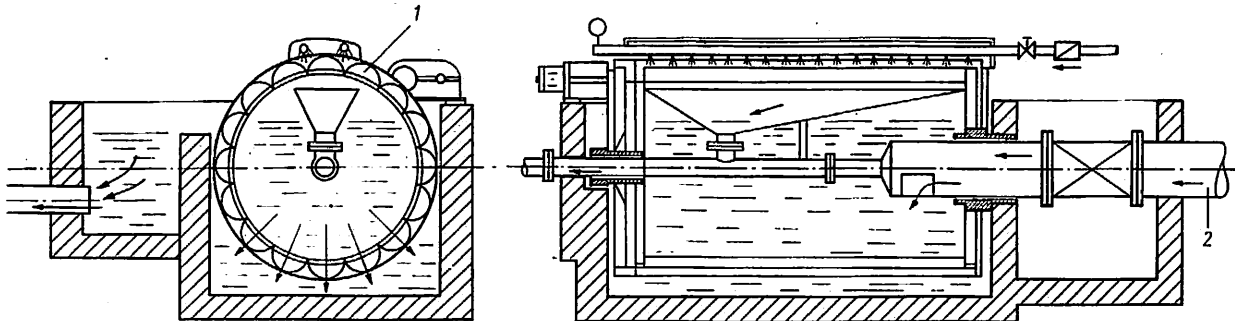


Bild 15. Trommelsiebfilter – System „Passavant“
 1 Korbbogensieb, 2 Einlauf

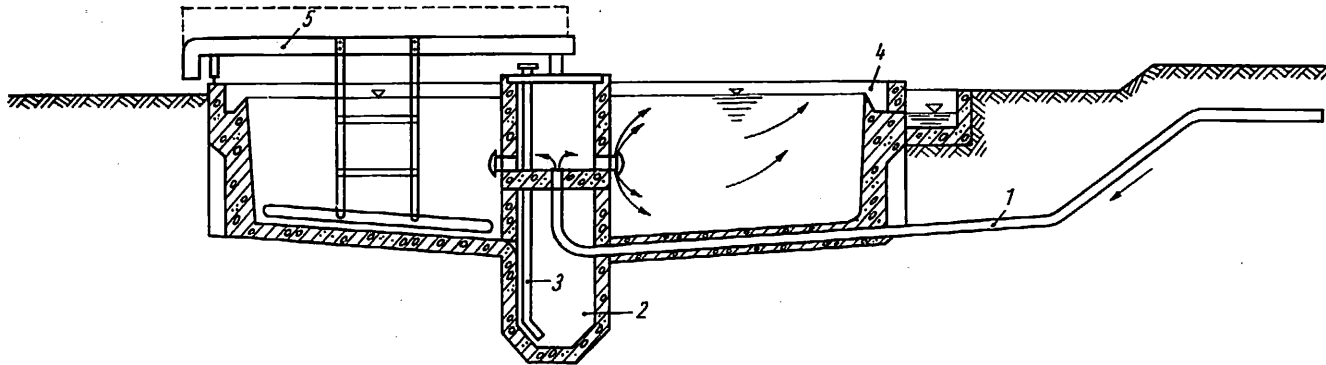


Bild 16. Absetzbecken (rund) mit Schlammräumer
 1 Zulauf Rohwasser, 2 Schlammraum, 3 Schlammabzugrohr, 4 Klarwasserrinne, 5 Schlammräumer

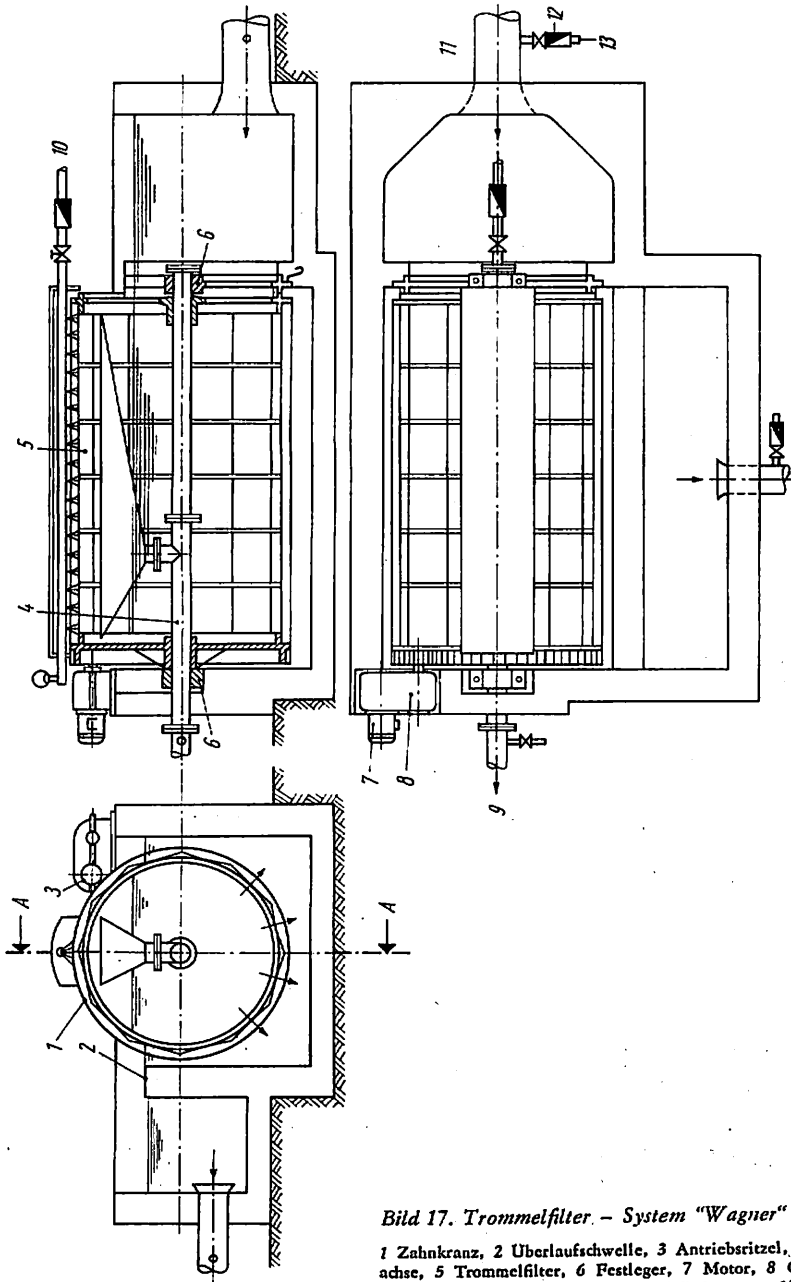


Bild 17. Trommelfilter. – System "Wagner"

- 1 Zahnkranz, 2 Überlaufschwelle, 3 Antriebsritzel, 4 Hohlachse, 5 Trommelfilter, 6 Festleger, 7 Motor, 8 Getriebe, 9 Schlammwasser, 10 Spülwasser, 11 Rohwasser, 12 Flügelradzähler, 13 Planktonentnahmestelle

Die Drehzahl der Trommel wird mit einem stufenlosen Getriebe geregelt, dies ist erforderlich, da die Qualität des Rohwassers jahreszeitlich verschieden ist. Vor allem treten in Talsperren verschiedene Mengen von Plankton auf, die eine entsprechende Einstellung der Umlaufgeschwindigkeiten erfordern.

Die Durchlaufmenge ist abhängig von der Maschenweite des Gewebes, der Umlaufgeschwindigkeit, dem Verschmutzungsgrad des Rohwassers und dem zu erzielenden Effekt. Sie schwankt von $0,08 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$ bis $28 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$.

Bei den angegebenen Werten ist freie Siebfläche zugrunde gelegt.

Absetzbecken natürlicher Form sind Seen, Talsperren, Teiche u. ä.

Die Wirkung der Absetzbecken beruht darauf, daß die Durchflußgeschwindigkeit des Wassers durch Querschnittserweiterung verringert wird. Dadurch können sich die ungelösten Stoffe (Schwebestoffe) absetzen.

Die Größenbestimmung von *Absetzanlagen* ist kompliziert, da der Absetzvorgang durch Rohwasserqualität, Temperatur, Reinwassergüte, hydraulische Verhältnisse u. a. beeinflußt wird. Zugrunde zu legende Werte beruhen auf Erfahrungen.

Im Prinzip kann das Absetzbecken nach der Aufenthaltszeit des Rohwassers oder nach der sogenannten Oberflächenbelastung ermittelt werden.

$$t_a = \frac{V}{Q}$$

Darin bedeuten:

V Rauminhalt des Absetzbeckens in m^3

Q Durchfluß in m^3

t_a Aufenthaltszeit in h

Oberfläche = Durchfluß dividiert durch kleinste Sinkgeschwindigkeit.

Kleinste Sinkgeschwindigkeit ist die Geschwindigkeit, welche die kleinsten Schwebestoffe benötigen, um am Ende des Absetzvorganges den Boden des Beckens gerade zu erreichen.

Daraus wird dann die Flächenbelastung definiert; sie entspricht der kleinsten Sinkgeschwindigkeit.

$$\text{Flächenbelastung in } \text{m}^3/\text{m}^2\text{h} = \frac{\text{Durchfluß}}{\text{Oberfläche}}$$

Die Berechnung nach der Sinkgeschwindigkeit ist schwierig, weil in der Trinkwasseraufbereitung die Schwebestoffe in Flockenform mit stark wechselnden Eigenschaften auftreten. Die Absetzzeit schwankt zwischen 1 bis 3 h.

Von besonderer Bedeutung sind die hydraulischen Verhältnisse im Absetzbecken. Es wird laminares Fließen und stabiles Strömen verlangt.

Diese Forderungen führen bei Rechteckbecken zu langen, schmalen und flachen Formen. Ihre Wassertiefe beträgt etwa 2 m, die Breite 5 m und die Länge oft über 50 m. Ältere Becken weisen oft ein Verhältnis von Breite zu Länge wie etwa 1 : 4 auf.

Wichtig ist bei Absetzanlagen auch die gleichmäßige Belastung.

Dazu müssen die Zu- und Abläufe der Becken richtig ausgebildet werden. In den Zulaufgerinnen darf ein Absetzen der Schweb- und Sinkstoffe nicht erfolgen.

Ungünstig beeinflusst wird der Wirkungsgrad von Absetzbecken durch:

- Windströmungen an der Oberfläche
- Einwirkung der auftretenden Temperaturunterschiede auf die Strömung
- Einwirkung auf die Strömung durch Turbulenz, hervorgerufen durch schlechte Einlaufkonstruktion oder Widerstände im Becken

Es werden drei maßgebliche Bereiche im technologischen Ablauf des Absinkens der Schmutzstoffe unterschieden.

- Auswirkung des Einlaufes
- Auswirkungen innerhalb des Absetzbereiches
- Einflüsse am Auslauf des Beckens

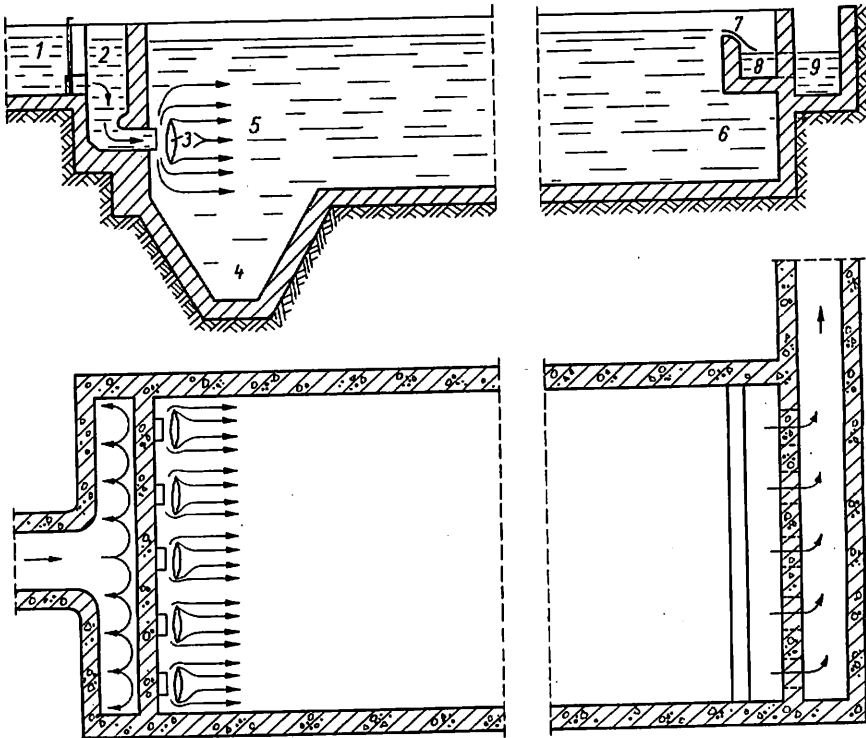


Bild 18. Absetzbecken (rechteckig) mit Pralltellereinlauf (Stengeleinlauf)

1 Rohwasserzulauf, 2 Verteilrinne, 3 Prallteller, 4 Schlammraum, 5 Eintrittsseite, 6 Austrittsseite, 7 Überlaufschwelle, 8 Entnahmerinne, 9 Klarwasserablauf

Der *Einlauf* ist so anzulegen, daß die turbulente Strömung herabgesetzt und eine gleichmäßige Verteilung zum Beckenquerschnitt erzielt wird. Man ist dabei von Tauchwänden abgekommen und bevorzugt Rohwasserverteilungs Kanäle an der Stirnseite des Rechteckbeckens. Weiterhin gibt es Pralltellereinläufe (Bild 18), gelochte Verteilungswände, T-Rohre und andere Ausführungen.

Die Verteilkanäle oder Rinnen für mehrere Absetzbecken müssen so bemessen sein, daß die Stoffe nicht absinken. Die Geschwindigkeit beträgt in diesen Kanälen 0,3 m/s.

Im *Absetzbereich* sinken die absetzbaren Stoffe zu Boden. Der vorzusehende Schlammammelraum muß aus der anfallenden Menge und der vorzusehenden Stapelzeit berechnet werden.

Der Absetzbereich ist so zu bemessen, daß der Absetzvorgang unbedingt beendet wird.

Im *Auslaufbereich* wird das abgesetzte Wasser über Auslaufeinrichtungen gesammelt und zur weiteren Behandlung oder Nutzung weitergeleitet. Die den gleichen physikalischen Gesetzen entsprechenden Vorgänge im Rechteckbecken laufen auch im Rundbecken ab.

- Ein wesentlicher Vorteil des Rundbeckens ist, daß die Sinkstoffe zentral gesammelt und abgeführt werden können. Zumeist wird das Wasser in der Mitte eingeleitet und strömt gleichmäßig bei Geschwindigkeitsverminderung der am Rand befindlichen Entnahmerinne zu. Wichtig ist eine genaue horizontale Anordnung der Überlaufschwelle zur Wasserrinne mit eventuellen Dreieck-Verzahnungen (Bild 16).

Die Aufenthaltszeiten im Rundbecken entsprechen etwa denen im Rechteckbecken.

Die Kosten für das Anlegen von Rundbecken sind höher als die für Rechteckbecken.

Bei gleichen Aufenthaltszeiten sind in der Praxis stabilere Strömungsverhältnisse im Rechteckbecken erzielt worden. Außerdem ist für jedes Rundbecken größerer Leistung ein mechanisches Räumgerät notwendig, während für rechteckige Anlagen ein solches für mehrere Becken verwendet werden kann.

Neuerdings werden Mehretagenbecken gebaut mit Zwischenwänden und Bandkratzern. Dadurch sollen der hydraulische Wirkungsgrad und der Entschlammungseffekt erhöht werden.

Mechanisch-chemische Absetzverfahren

Mechanisch-chemische Vorgänge finden in den Absetzvorgängen statt, wenn durch Zugabe von Fällungsmitteln ein größerer Effekt erzielt werden soll. Fast alle Absetzverfahren werden heute in dieser Art durchgeführt, da die meisten Schwebstoffe und Kolloide nur durch Chemikalienzusatz zum Absetzen kommen.

Die bekanntesten Flockungsmittel sind:

Aluminiumsulfat	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18 \text{H}_2\text{O}$
Eisensulfat	$\text{Fe}(\text{SO}_4) \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$
Eisenchlorid	Fe_2Cl_3

Diese Chemikalien vereinigen sich mit den zunächst noch nicht absetzbaren Stoffen bzw. Kolloiden (elektrische Entladung und Neutralisation), bilden mit ihnen Flocken und sinken als größere Teilchen zu Boden.

Die Temperaturen und der pH-Wert spielen eine beachtliche Rolle beim Flockungsprozeß. Günstige Resultate werden erzielt bei Verwendung von

Aluminiumsulfat pH-Wert	5,5 ... 6,5 und 8 ... 9
Zugabe:	10 ... 50 g/m ³
Eisenchlorid pH-Wert	5,5 ... 6,5 und 8 ... 9
Zugabe:	10 ... 30 g/m ³
Eisensulfat pH-Wert	5,5 ... 6,5
Zugabe:	20 ... 50 g/m ³

Die Verschiedenheit des Rohwassers erfordert fast immer eine individuelle Behandlungsmethode. Es ist festgestellt worden, daß bei zu niedriger Temperatur die Flockung ganz aussetzt oder zu kleine Flockung entsteht, die nicht zum Absetzen führt.

Neuerdings werden zusätzlich aktivierte Kieselsäure, Kalziumkarbonat oder feine Tonteilchen als Flockungshilfsmittel bzw. -beschleuniger angereichert. Die Zugabe erfolgt in gelöstem Zustand.

Aluminiumsulfat wird in Blöcken oder Pulver bezogen, in säurefesten Lösebehältern zu 10 %iger oder 20 %iger Lösung nach etwa 6 h Lösezeit zubereitet und nach errechneter Zugabe dosiert.

Die verwendeten Pumpen müssen säurefest sein; der Betrieb kann automatisch geregelt werden.

Die Lösebottiche sind meist mit einem elektrisch betriebenen Rührwerk ausgerüstet.

Eisenchlorid wird in Pulverform oder granuliert geliefert. Die Lösung wird ebenfalls in säurefesten Behältern hergestellt.

Das Flockungsmittel wird in das Wasser geschüttet und nicht umgekehrt! Infolge seiner hygroskopischen Eigenschaft ist eine Trockendosierung nicht möglich.

Eisensulfat besteht aus leichtlöslichen feinkörnigen Kristallen. Es wird ebenfalls in Wasser in Lösebehältern mit Rührvorrichtung eingefüllt und die Lösung dosiert zugegeben. Durch Zugabe von Chlor aus normaler Chloranlage kann eine wirksame Eisensulfatchloridlösung dem Rohwasser zur Flockenbildung zugeführt werden. Alle zugegebenen Lösungen sind Säuren, die mehr oder weniger ätzend wirken.

Es ist Schutzkleidung, Schutzbrille zu tragen. Für gute Entlüftung des Raumes ist zu sorgen.

Nach der Chemikalienzugabe erfolgt eine intensive Vermischung mit dem Rohwasser.

Die Zugabe des gelösten Flockungsmittels geschieht teilweise in Mischrinnen oder mittels Turbomischern. In den Flockungsbecken befinden sich langsam rotierende Paddel.

Die Aufenthaltszeit beträgt zwischen 20 und 40 min.

Die Zuführung zum Absetzbecken soll strömungstechnisch gut ausgeführt sein, um nicht durch zu hohe Turbulenz die gebildeten Flocken zu zerstören.

Schlammkontaktanlagen

Die Erkenntnis, daß die Erhöhung der Kontaktfolge der Frischflocken mittels langsamlaufenden Rührwerken und der Kontakt mit aktiven Altschlammteilchen die Absetzbarkeit der Schwebestoffe erheblich beschleunigt, hat zur Entwicklung der Schlammkontaktanlagen geführt. In diesen sind die Arbeitsgänge Mischung, Flockung und Absetzen vereinigt. Dadurch wird eine weitgehende Automatisierung des Betriebes erreicht, und Raum und Chemikalien können eingespart werden.

In der Verfahrenstechnik wird dabei unterschieden zwischen

- Schwebefilterverfahren und
- Schlammkontaktverfahren mit starkem Schlammwasserkreislauf

Beim Schwebefilterverfahren durchströmt das bereits mit den Chemikalien versetzte Rohwasser das Aggregat von unten nach oben und passiert eine Zone, in der sich Flocken in Schwebefilter befinden.

Nach diesem Prinzip arbeitet die in der Sowjetunion entwickelte sogenannte Korridor-Anlage (Bild 19).

Die Schwebefilterzone mit einer Höhe von mindestens 2,0 m wird oben von den Überleitungsöffnungen zum Eindickungsraum begrenzt. Die Querschnittserweiterung in dieser Ebene bewirkt eine plötzliche Verringerung der Aufstiegs geschwindigkeit, wodurch eine scharfe Trennung zwischen Klarwasser- und Schwebefilterzone eintritt. Das Klarwasser wird über die Klarwasserabzüge, die im Mittelteil regulierbar sind, abgezogen.

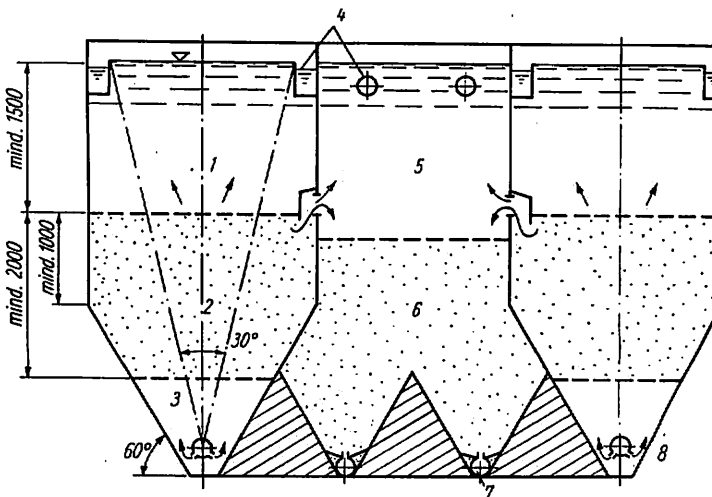


Bild 19. Schlammkontakt-Kläraggregat Typ „Korridor“

1 Klarwasserzone, 2 Schwebefilterzone, 3 Reaktionszone, 4 Klarwasserabzug, 5 Klarwasserzone, 6 Schlammmeindickzone, 7 Schlammwasserabzug, 8 Rohwasserzulauf

Das Entfernen des eingedickten Schlammes erfolgt kontinuierlich aus dem Mittelteil (Korridor).

Die zulässige Aufstiegs geschwindigkeit in der Rohwasserzone beträgt 1,8 bis 3,6 m/h und ist von Rohwasserqualität, Art und Menge der eingesetzten Flockungsmittel abhängig.

Schwebefilteranlagen sind sehr empfindlich gegenüber wechselnden Betriebsbedingungen, wie Unter- und Überbelastungen und Schwankungen der Rohwassergüte.

Beim Schlammkontaktverfahren mit starkem Schlammwasserkreislauf bewirkt eine Umwälzpumpe das Mischen mit den zugesetzten Chemikalien und dem Kontaktschlamm. Sie erzeugt einen Kreislauf innerhalb der Anlage, der etwa das 2- bis 5fache der Rohwassermenge ausmacht. Dadurch wird die Höhe der Reinwasseraustrittsflächen, eine plötzliche Veränderung der Fließrichtung und der Wassergeschwindigkeit erreicht, die zur Trennung von Schlammwasser und Reinwasser führt. Der Überschussschlamm wird mittels eines langsam laufenden Schlammräumers dem Schlammtrichter zugeführt und von dort abgezogen.

Die Aufstiegs geschwindigkeiten liegen bei 2,9 bis 4,3 m/h. Anlagen dieser Art sind der Accelator und der Reaktivator (Bild 20).

- Gegenüber den Schwebefilteranlagen erfordern Anlagen mit starkem Schlammwasserkreislauf einen höheren Ausrüstungsaufwand, jedoch sind sie gegen Schwankungen der Wassergüte und der Wassermenge weitgehend unempfindlich.

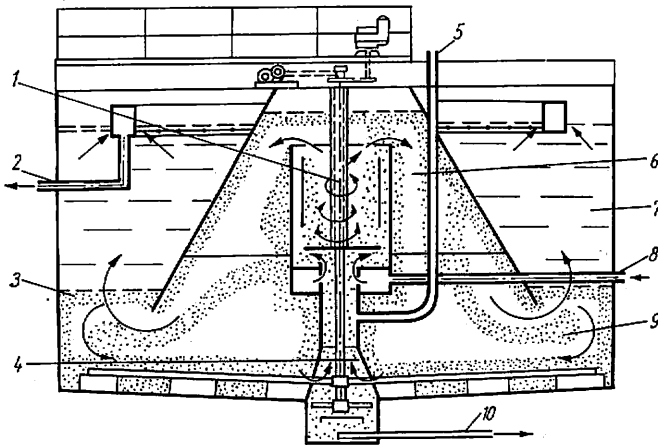


Bild 20. Reaktivator

1 Schnellmischung und Umwälzung, 2 Reinwasserabfluß, 3 Reinwasseraustrittsfläche, 4 Kontaktschlammumwälzung, 5 Chemikalienzusatz, 6 Langsam Mischung und Flockenbildung, 7 Reinwasser, 8 Rohwasserzulauf, 9 Absatzzone, 10 Schlammwasser

3.3.2. Filteranlagen

Filtration ist die wichtigste Verfahrenstechnik in der Wasseraufbereitung. Ungelöste feste Substanzen werden beim Durchgang durch poröses oder anderes Filtermaterial von dem flüssigen Medium getrennt. Diese Substanzen, wie z. B. Kolloidal oder gelöste Eisenverbindungen, sollen entsprechend vorbehandelt und in eine gelöste Form übergeführt werden.

Die Filteranlage kann in der Wasseraufbereitungsanlage als Kernstück bezeichnet werden.

Im wesentlichen dienen die Filter zur Entfernung von Farbe, Geruchs- und Geschmacksbeeinträchtigungen sowie zur Enteisung, Entmanganung, Entsäuerung, Enthärtung und Entsalzung.

Die Filter sollen folgende Verunreinigungen aus dem Rohwasser zurückhalten:

- anorganische und organische, belebte und unbelebte Sink- und Schwebstoffe
- kolloidale Trübstoffe
- Farbe, hervorgerufen durch feste kolloidale und gelöste Stoffe
- Hydroxide (entstehen erst bei der Enteisung und Entmanganung)

Arten der Filter

Grundlage für die Entwicklung der Filtertechnik in der Wasseraufbereitung bildet der Langsandsandfilter. Das Prinzip der Langsandsandfiltration ist mit der in der Natur vorkommenden natürlichen Bodenfiltration gleichzusetzen. Um schneller und rationeller die Aufgaben, die hauptsächlich auf die Schönung und Entkeimung des Wassers begrenzt sind, lösen zu können, wurden Schnellfilter entwickelt.

Wesentliche Vorteile des Schnellfilters gegenüber dem Langsamfilter sind:

- höhere Filtergeschwindigkeiten
- betrieblich vorteilhaftere Reinigung des Filterbetts
- größere Schlammaufnahmefähigkeit

Schnellfilter werden unterteilt:

nach der Bauweise in

offene und geschlossene Schnellfilter

nach der Betriebsweise in

Einstufen- oder Mehrstufenfilter sowie Einkammer- und Mehrkammerfilter.

Einstufenfilter

Die Filtration erfolgt nur in einer Stufe, d. h., das Wasser durchläuft nur ein Filterbett und wird dann dem Verwendungszweck zugeführt. Einstufenfilter sind dann Einkammerfilter, wenn nur ein Filterbehälter betrieben wird.

Mehrkammerfilter werden dadurch charakterisiert, daß sie zwei oder mehrere Filterbehälter oder zwei oder mehrere Filterkammern in einem gemeinsamen Behälter parallelgeschaltet haben.

Mehrstufenfilter

Bei Mehrstufenfiltern sind zwei oder mehrere Filterbehälter oder -kammern in einem gemeinsamen Behälter hintereinandergeschaltet. Daraus ist zu erkennen, daß Mehrstufenfilter dann angewendet werden, wenn die an das Reinwasser gestellten Qualitätsforderungen erhöht werden.

Ein-, Zwei- und Mehrschichtfilter

Grundlage für das Charakteristikum der Ein-, Zwei- oder Mehrschichtfilter ist der Filterbettaufbau, Einschichtfilter sind aus gleichartiger Filtermasse bezüglich Material- und Korngröße, Mehrschichtfilter mit gleichartigem Material verschiedener Korngrößen aufgebaut. Zweischichtfilter besitzen in der Regel ein Filterbett aus verschiedenartiger Filtermasse in bezug auf Material und Korngröße, wie z. B. Quarzkies- und Anthrazit-Filtermaterial.

In diesem Zusammenhang wird es nicht für erforderlich gehalten, auf weitere Filterarten einzugehen, wie z. B. Immediumfilter, Ionenaustauscher, Anschwemmfilter und Kerzenfilter.

Filtration mit Langsamfiltern

In Langsamfiltern erfolgt eine gleichzeitige mechanische und biologische Reinigung.

Der *mechanische Effekt* beruht auf der Durchdringung der bis zu 1,5 m hohen Sandschicht des Filters, wobei sich das Wasser mit einer Geschwindigkeit von 0,15 bis 0,30 m/h bewegt. Im Wasser enthaltene Schwebe- und Quellstoffe werden dabei fast restlos zurückgehalten.

Die *biologische Reinigung* vollzieht sich in einer gallertartigen Schicht aus organischen Stoffen, die sich an der Filteroberfläche bildet. Fast alle im Wasser enthaltenen Keime werden in dieser Schicht zurückgehalten.

Die Reinigung der Langsamfilter erfolgt, indem von Zeit zu Zeit die biologisch aktive Schicht einschließlich der darunterliegenden Sandschichten von etwa 5 cm Dicke beseitigt werden. Hat die Kiesschicht ein bestimmtes Mindestmaß erreicht, so wird der Filter wieder aufgefüllt. In bestimmten Zeitabständen, die ein bis fünf Jahre betragen können, ist das gesamte Filtermaterial auszuräumen und zu waschen. Die 0,4 bis 0,5 m hohe Stützsicht sollte hierbei ebenfalls gereinigt und neu gesetzt werden.

Wegen der geringen Filtergeschwindigkeit benötigen die Langsamfilter eine große Filterfläche. Sofern ungünstige Platzverhältnisse vorliegen, können Langsamfilter nicht eingesetzt werden. Aus diesem Grund ist der an sich sehr gut und wirtschaftlich arbeitende Langsamfilter mehr und mehr vom Schnellfilter ersetzt worden.

Filtration mit Schnellfiltern

Der Filtrationsvorgang mit Schnellfiltern erfolgt durch Sieb-, Absatzwirkung, durch katalytische und adsorptive Vorgänge sowie durch chemische Wirkung.

Folgende Faktoren beeinflussen den Filtrationsvorgang:

- die Korngröße des Filtermaterials
- die Filtergeschwindigkeit
- die Filterbettiefe
- die Rohwasserbeschaffenheit

3.3.3. Anlagen zur Beseitigung gelöster Stoffe

Bei der Gewinnung von Industrierwasser müssen vor allem besonders schädliche gelöste Stoffe aus dem Rohwasser entfernt werden. Das sind hauptsächlich

- die freie bzw. hochaggressive Kohlensäure,
- Schwefelwasserstoffgase, die beton- u. eisenzerstörend wirken, sowie
- die gelösten Eisen- und Manganverbindungen.

Für Trinkwasser ist eine Entkarbonisierung (Enthärtung) nicht so notwendig wie für Kesselspeisewasser, Wasser für die chemische und Textilindustrie.

Sauerstoff ist ebenfalls eisen- und betonzerstörend, allerdings muß zu einer Schutzschichtbildung für metallische Rohre bei sauerstoffarmem Wasser Sauerstoff zugeführt werden.

Mechanische und chemische Entsäuerung

Durch Zufuhr von Luft mit hohem CO_2 -Gehalt findet im Rohwasser eine Entsäuerung statt. Schwefelwasserstoffgase werden entfernt, und das Wasser wird geruch- und geschmacklich verbessert.

Die Oxydation von Eisen und Mangan führt zur Flockung und zur besseren Ausscheidung dieser Stoffe.

Eine intensive Berührung mit Luft setzt voraus, daß das Rohwasser in feinsten Strahlen oder Tropfen versprüht wird.

Man verwendet dazu verschiedene Düsen, Kaskaden, Riesler, Stabwalzen usw.

Die Verdüsung kann sowohl im Freien als auch in geschlossenen Kammern erfolgen. Das Wasser wird durch ein Rohrverteilsystem entweder von oben nach unten oder umgekehrt durch eingesetzte Düsen verschiedener Art versprüht. Es werden Pralltellerdüsen, Horndüsen, Kreiselkraftdüsen, Injektordüsen und andere verwendet. Für die Belüftung zum Ausscheiden von Eisen genügen Pralltellerdüsen, während für das Binden der gasförmigen Stoffe Düsen mit guter Feinsprühung bevorzugt werden.

In geschlossenen Räumen ist eine gute Durchlüftung vorzusehen, die entweder durch Fenster mit Jalousien oder mittels Ventilatoren erreicht wird. Um einer Vereisung der Wände des Belüftungsraumes im Winter vorzubeugen, wird eine zweite Wand mit Abstand, eventuell als Umgang, gebaut. Da die abzuleitenden Gase aggressiv wirken,

muß für Fenster, Rahmen, Luftkanäle, Maueröffnungen usw. beständiges Material verwendet werden, wie z. B. Plaste, Keramik oder besondere Schutzanstriche (Bild 21).

Für Berechnungen der Verdüsung gilt:

- Düsenabstand etwa 1,0 m,
- Flächenbelastung allgemein 3 bis 6 m³/m²h.

Technische Daten

- für Pralltellerdüsen
 - Vordruck etwa 250 mm WS, Durchsatz etwa 4 bis 6 m³h.
 - Sprührichtung von oben nach unten, Fallhöhe 3 bis 4 m.
 - Entsäuerungseffekt 50 bis 70 Prozent.

Zur Belüftung für die Enteisung:

- für Kreiselkraftdüsen
 - Vordruck etwa 10 m WS, Durchsatz je nach Anschlußquerschnitt 3,5 bis 8,0 m³/h, Verdüsung von unten nach oben, Spritzhöhe etwa 3 bis 4 m. Hauptanwendung Entgasung, Wirkungsgrad 50 bis 70 Prozent.
- für Horndüsen
 - 2 schräg nach oben gerichtete Wasserstrahlen prallen an eine Zwischenwand.
 - Durchsatz etwa 2,5 bis 5,0 m³/h.
 - Vordruck 5 bis 10 m WS, Spritzhöhe etwa 2 bis 2,5 m.
 - Horndüsen werden wenig verwendet, Nachteile durch Verockerung.
- für Injektordüsen
 - Durchsatz von oben nach unten, Leistung wie bei Pralltellerdüsen. Durch injektorähnliche Ausführung soll Luft aus der Umgebung dem Wasserstrahl sofort beigemischt werden (Bild 22, 23 u. 24).

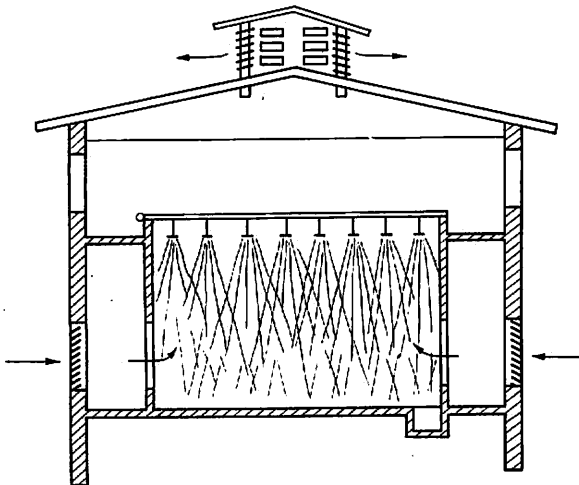


Bild 21. Pralltellerverdüsung mit natürlicher Belüftung

Kaskadensystem

Bei dieser Anlage (Bild 25) gelangt das Wasser von oben über eine Anordnung von Stufen fein verteilt nach unten und nimmt dabei meist so viel Sauerstoff auf, wie für die Enteisenung notwendig ist.

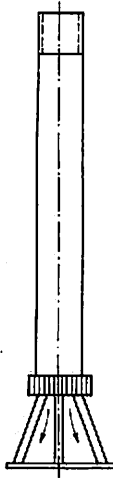


Bild 22
Pralltellerdüse

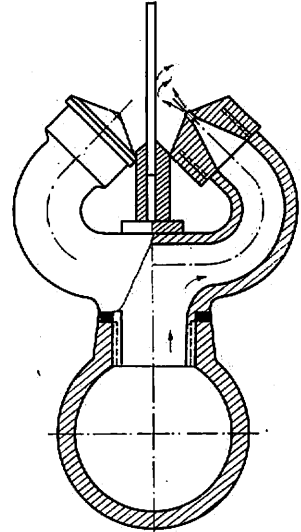


Bild 23
Amsterdamerdüse

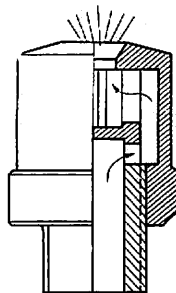


Bild 24
Kreiseldüse

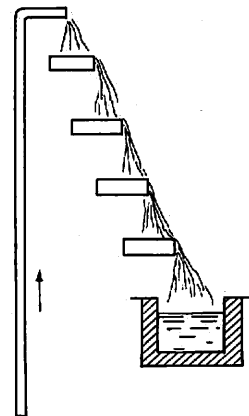


Bild 25. Kaskadenverdüsung
(Schema)

Der Berechnung werden die Überlaufkanten zugrunde gelegt, man nimmt etwa eine Belastung bis 70 m³/mh Überlauf an. Vergleiche haben gezeigt, daß der Durchsatz dem von Pralltellerdüsen annähernd gleicht.

Bau und Betrieb von Kaskadenanlagen sind im Vergleich zu Düsenkonstruktionen billiger.

Rieselanlagen

Sie werden nur noch in Sonderfällen angewendet.

Das zu belüftende Wasser läuft über eine Schicht von Koks, Holz, Ziegeln oder Schlackenmaterial.

Teilweise wird das Wasser über dem Füllmaterial auch durch Düsen versprüht, so daß sowohl ein Entgasen als auch ein Zurückhalten von ungelösten Stoffen erfolgt. Das Reinigen des verschmutzten Füllmaterials ist jedoch sehr aufwendig.

Eine weitere Art der Belüftung ist die Anwendung von Stabwalzen. Sie werden hauptsächlich für die biologische Behandlung von Abwasser eingesetzt. Versuche zur Entfernung der aggressiven Kohlensäure sind dabei sehr erfolgreich verlaufen.

Druckbelüftung

Dem Rohwasser wird zur Entfernung von gelösten Eisenverbindungen Luft in die unter Druck stehenden Förderleitungen zugeführt. Mittels Verdichters wird die Luft bei etwa 2 at Überdruck in die Druckwasserleitung oder in die Druckfilter gepreßt. Zur guten Vermischung mit dem Rohwasser befindet sich ein Luftmischer (Bild 27) in der Leitung. Das ist ein kleiner Kessel mit eingebauten Leit- oder Prallblechen.

Eine andere Art der Druckbelüftung wird durch Verwendung von Filterkerzen aus porösem keramischen Material erreicht. In den inneren Hohlraum der Kerzen wird Luft gedrückt, die Kerzen werden vom Rohwasser umflossen, wobei durch die feineren Poren die Luft austritt und eine gute Vermischung erzielt wird. Für größeren Sauerstoffbedarf wählt man Druckgefäße, als Oxydatoren bekannt. In diese Kessel wird ein Kontaktmaterial (Kies oder Basalt) gefüllt. Das Wasser fließt von unten nach oben durch einen Düsenboden. Ebenfalls von unten wird die Druckluft zugeführt. Die Kessel werden so berechnet und gebaut, daß Geschwindigkeiten von 70 bis 100 m/h erzielt werden. Die meist zuviel eingebrachte Luft muß durch gute Entlüftung im oberen Teil des Oxydatoren entfernt werden (Bild 26).

Chemische Entsäuerung

Die chemische Entsäuerung in der Trinkwasseraufbereitung bewirkt hauptsächlich ein Entfernen der kalkaggressiven Kohlensäure. Dies wird erreicht durch Zugabe von Chemikalien oder durch Filterung über alkalische Materialien. Dabei erhöht sich die Karbonathärte des Wassers.

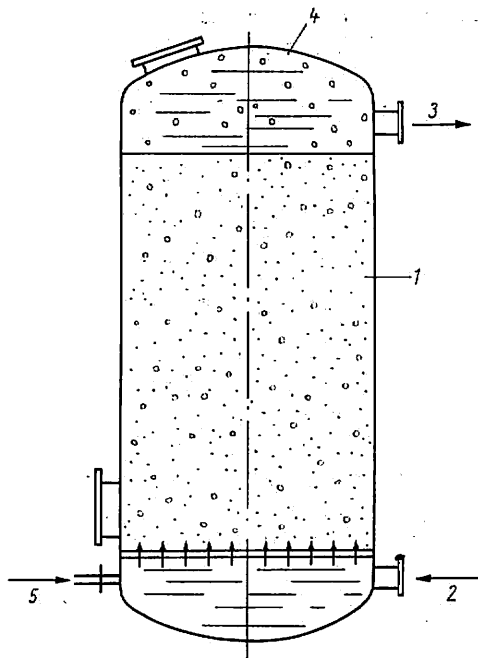


Bild 26. Luftmischer Oxydator

1 grober Kies oder Splitt, 2 Wasserzulauf, 3 Wasserablauf, 4 Entlüftung, 5 Luftzuführung

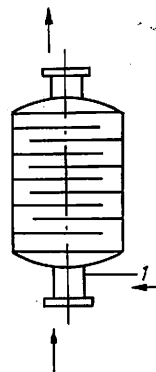


Bild 27. Luftmischer

1 Luftzuführung

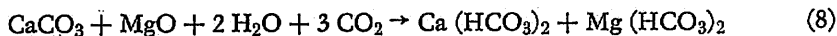
Marmorentsäuerung

Obwohl heute kaum noch mit Marmor (CaCO_3) entsäuert wird, soll diese Art erwähnt werden.

Der Anwendungsbereich beschränkt sich auf weiches Wasser, das eisen- und manganfrei ist und keinen zu hohen CO_2 -Gehalt aufweist. Die Reaktionszeit ist beträchtlich, so daß hohe Filterschichten erforderlich sind. Obwohl bei Marmorentsäuerung nur geringe Wartung nötig ist und sich von selbst ein Gleichgewichtszustand einstellt, überwiegen doch die Nachteile gegenüber anderen Verfahren.

Decarbolithentsäuerung

Decarbolith ist ein aus Dolomit bei etwa 700°C gebranntes Filtermaterial. Es besteht aus CaCO_3 und MgO und wird in verschiedenen Körnungen geliefert. Die Reaktionsgleichung dieser Entsäuerung lautet:



Zur Bildung von 1 g kalkaggressiver Kohlensäure je Liter werden 1,3 bis 2,0 g Decarbolith benötigt. Dabei steigt die Karbonathärte um etwa $0,1^\circ$.

Decarbolith wird in offenen oder geschlossenen Schnellfiltern als Füllmaterial eingebracht.

Über den Düsen ist eine Stützschrift von etwa 20 cm Höhe erforderlich. Es wird dafür Kies oder Rohcarbolith mit einer Körnung von 4 bis 6 mm verwendet. Die darüberliegende Schicht ist bei offenen Schnellfiltern 1,0 bis 1,5 m und bei geschlossenen bei 2,5 m hoch, die Korngröße 0,5 bis 3,0 mm.

Die Filtergeschwindigkeit ist je nach Rohwasserqualität verschieden. Sie läßt sich rechnerisch festlegen. Für Rohwasser mit mehr als 10 bis 12 °dH soll Decarbolith nicht verwendet werden.

Bei Wasser mit mehr als 30 bis 40 mg Kohlensäure je Liter soll zweistufig gefahren oder eine Belüftung vorgeschaltet werden.

Decarbolith verbraucht sich und muß nach 10 Prozent Schwund nachgefüllt werden.

Die Rückspülung erfolgt wie beim Kiesfilter. Das Filtrat kann erst nach Einstellung des pH-Wertes 9 zum Reinwasserbehälter geleitet werden. Die Spülzeit wird nach den örtlichen Verhältnissen sowie entsprechend der Aufbereitungsart festgelegt.

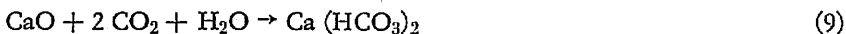
Decarbolithanlagen weisen den größten ökonomischen Nutzen bei Kapazitäten von 500 bis 1500 m³/d auf. Das Entfernen der kalkaggressiven Kohlensäure soll dabei selbsttätig vor sich gehen, so daß nur eine geringe Wartung nötig ist.

Das Ein- und Nachfüllen von Decarbolith soll unter Wasser erfolgen (Vermeidung von Staubeentwicklung und zur Düsenschonung). Während des Einfüllvorganges soll der Filter öfter rückgespült werden; während der ersten Woche des Betriebes einmal täglich.

Kalkzugabe

Die Kalkbehandlung wird nur für mittlere und größere Anlagen angewandt, da sie genau überwacht werden muß. Die Zugabe ist so zu bemessen, daß Kalkablagerungen im Rohrsystem vermieden werden. Zur Herstellung von Kalkmilch oder Kalkwasser, die dem Rohwasser zugeführt werden, wird Branntkalk (CaO), am häufigsten Kalkhydratmehl verwendet.

Die Reaktionsgleichung dazu ist:



Um 10 g kalkaggressive Kohlensäure zu binden, werden 6,4 g Branntkalk benötigt. Die Härte steigt, da 1 °dH \cong 10 mg CaO/l, um 0,64 °dH.

Bei hohem Gehalt an freier überschüssiger Kohlensäure wird vor der Kalkzugabe eine Belüftung vorgeschaltet, so daß weniger Chemikalien erforderlich sind. In größeren Betrieben wird noch stückiger Branntkalk zu Kalkmilch oder Kalkwasser aufbereitet. Weil dieses Verfahren aber einen großen Aufwand an technischen Anlagen erfordert, setzt sich immer mehr die Anwendung des fertigen Kalkhydratmehles [Ca(OH)₂] durch.

Kalkhydrat wird in Papiersäcken angeliefert oder für großen Bedarf lose in Silofahrzeugen transportiert und pneumatisch in Bunker befördert. Von dort wird es den Kalklösebehältern zugeleitet.

In Kalklösebehältern (TGL 27-67161) werden Wasser und Kalkhydrat mittels Rührwerken gemischt. Nach den Betriebsdaten wird eine bestimmte, für eine Betriebsperiode reichende Kalkmilch gewünschter Konzentration in diesen Behältern angesetzt. Man füllt erst Wasser ein und gibt Kalkmehl bei laufendem Rührwerk hinzu. Rückstände sind durch Entleeren zu entfernen. Es sollen nicht mehr als 50 kg Ca(OH) in 1 m³ Wasser gelöst werden. Diese Kalkmilch wird nur in speziellen Fällen direkt verwendet. Durch weitere Zugabe von Wasser erhält man Kalkwasser mit einer Konzentration von 1,0 bis 1,1 kg/m³, die Härte des Kalkwassers beträgt bei einer Temperatur von 10 bis 20 °C etwa 100 °dH.

Dieser Vorgang findet in Kalksättigern statt, die aus Stahlblech gefertigt sind, deren unterer Teil spitzkegelig, der obere Teil zylindrisch ist. Die Kalkmilch und das Lösewasser werden von unten zugeführt.

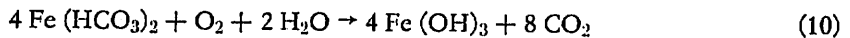
Die Geschwindigkeit soll im zylindrischen Teil 0,7 bis 0,8 m/h betragen. Die Verweilzeit darf nicht kleiner als 3 h sein.

Neuerdings wird Kalkmilch dem Kalksättiger kontinuierlich zugegeben, wodurch ein besserer Wirkungsgrad erreicht wird.

Da alle mit Kalk betriebenen Aufbereitungsanlagen durch Ausscheiden der Rückstände verschlammten und verstopfen, sind immerwährende gründliche Reinigungsarbeiten erforderlich (Bild 28).

Enteisung

Enthält Rohwasser mehr Eisen als 0,1 mg/l, so muß das Eisen entfernt werden. Am meisten ist es als Eisenbikarbonat Fe(HCO₃)₂ im Wasser gelöst enthalten. Durch Zuführung von Luft geht es leicht in die unlösliche Form des Eisenhydroxids über.



Bei Eisensulfat führt die gleiche Methode zum Ziel. Dabei frei werdende Schwefelsäure wird durch Zugabe von Kalk neutralisiert.

Man unterscheidet folgende drei Vorgänge:

- Umwandlung des gelösten zweiwertigen Eisens durch Zuführung von Luft in unlösliches dreiwertiges Eisen
- Ausflockung, begünstigt durch Zugabe von Flockungsmitteln
- Zurückhaltung in Absetzanlagen oder Schnellfiltern

Für die Enteisung haben sich Filter mit Düsenboden bewährt.

Als Filtermaterial für geschlossene Druckfilter wird Kies mittlerer Korngröße von 0,8 bis 1,2 mm und einer Schichthöhe von 2 m eingebracht. Bei höherem Eisengehalt wird eine zweistufige Filtration vorgenommen.

Die Filtergeschwindigkeiten sind abhängig vom Filtermaterial, von der Schütthöhe, von der Rohwasserbeschaffenheit und liegen bei 5 bis 15 m/h.

Zur Oxydation von 1 mg Fe werden 0,14 mg O₂ benötigt.

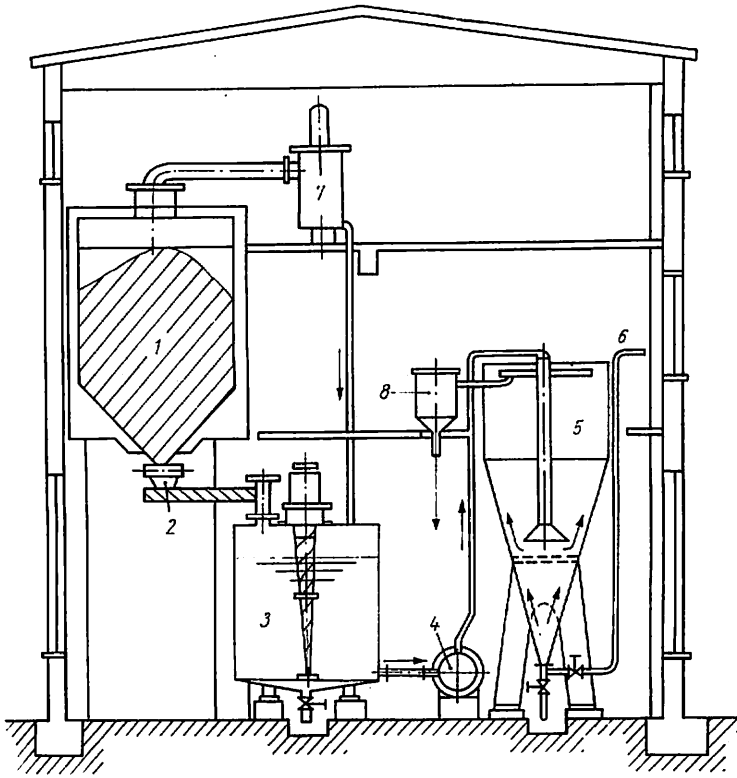


Bild 28. Kalkanlage (Schnitt)

1 Kalkbunker, 2 Förderschnecke, 3 Kalkmilchbehälter, 4 Dosierpumpe, 5 Kalksättiger, 6 Lösewasser, 7 Naßstaabscheider, 8 Kalkwasserverteiler

Die Rückspülung ist sorgfältig nach dem Verfahren Luft-Luft-Wasser durchzuführen. Zur Stabilisierung des pH-Wertes ist meist eine Kalkwasserzugabe notwendig. Für offene Anlagen werden Düsen-Kaskaden und Rieslerbelüftung angewendet.

Beträgt der Eisengehalt unter 5 mg/l, so genügt die einfache Filtration über normale Schnellfilter mit Filtergeschwindigkeiten bis 6 m/h. Die Korngröße des Filtermaterials soll 0,8 bis 1,2 mm sein, die Schichthöhe 1,5 m betragen.

Bei schwierigen Enteisenungen sind besondere Vorbehandlungen des Rohwassers unerlässlich, z. B. in Absetz- oder Reaktionsbecken mit Paddelrädern, Durchlaufzeit etwa 2 h, Zugabe von Flockungsmitteln u. ä.

Durch Dosierung von Oxydationsmitteln, wie Chlor und Chlorverbindungen, sowie Zusatz von Kalk wird auch organisch gebundenes Eisen ausfällbar.

Die Vorgänge bei der Ausscheidung des Eisens zeigen, daß nicht nur eine Siebwirkung vorhanden ist, sondern auch katalytische Kontaktreaktionen mit dem Kies und den ausgeschiedenen Stoffen die Filtration beeinflussen.

Da viele Faktoren bei der Enteisung eines Rohwassers zu beachten sind, kann keine Regel für die erforderlichen Methoden aufgestellt werden. Sie sind vielmehr erst nach entsprechenden Laborversuchen festzulegen.

Entmanganung

Mangan im Wasser wirkt sich vor allem ungünstig im Rohrnetz (schnelles Zusetzen) sowie im Haushalt (braune Wäsche) aus. Es tritt meist zusammen mit Eisen auf. Es gibt zwei Verfahren der Aufbereitung, die chemische und die biologische Behandlung. Wie Eisen ist Mangan als Bikarbonat $[\text{Mn}(\text{HCO}_3)_2]$ oder als Sulfat (MnSO_4) im Rohwasser vorhanden. Da eine Oxydation nur im alkalischen Zustand des Wassers möglich ist, soll der Entmanganung eine Entsäuerung vorgeschaltet werden. Die sich bildende Kohlen- und Schwefelsäure müssen durch entsprechende Kalkzugabe mit gebunden sein.

Durch Abspalten von CH -Ionen bildet sich Mangandioxid (MnO_2 , Braunstein). Dieses lagert sich auf dem Filterkies des Druckfilters ab und übt eine starke Adsorption auf das im Wasser gelöste Mangan aus. Je stärker diese Schicht wird, um so besser ist die Wirkung der Filtration. Die Einarbeitung bis zur Erzielung eines guten Effekts dauert längere Zeit. Man gibt zur Verkürzung dieser Einlaufzeit entweder Kaliumpermanganat oder Filterkies, etwa 20 bis 25 Prozent, welcher bereits in einer Entmanganung verwendet worden war, zu. Wenn das gesamte Filtermaterial mit Braunstein behaftet ist, ist eine Belüftung nicht mehr erforderlich.

Meist werden druckfeste Kessel mit Kiesfüllung und den sonstigen Einrichtungen für Rückspülung, Ent- und Belüftung, Düsenboden usw. angewendet.

Die Filtergeschwindigkeit beträgt bei Entmanganung bis zu 20 m/h, das Filterkorn 1,0 bis 3,0 mm, die Schichthöhe bis 2,0 m. Sind schwer ausscheidbare Schutzkolloide vorhanden, so erzielt man gute Ergebnisse durch Anwendung von Flockungsmitteln, wie Aluminiumsulfat, Eisenchlorid oder Kaliumpermanganat. Ein Teil der Ausflockung erfolgt bereits im Absetzbecken, der Rest wird im Filter ausgeschieden.

Bei der biologischen Entmanganung nehmen manganspeichernde Algen das im Wasser gelöste Mangan auf. Die Algen sterben ab und werden durch Rückspülung entfernt.

Es werden dafür geschlossene Filter verwendet, die bei 30 m/h Filtergeschwindigkeit, 1,5 m Schichthöhe und einem Filterkorn von 3,0 mm betrieben werden. Sie sind in üblicher Art mit Düsenboden konstruiert und werden in umgekehrter Fließrichtung zurückgespült. Es dürfen dabei nicht alle Algen herausgespült werden. Neue Filter können zwecks schneller Einarbeitung mit etwa 25 Prozent Kies aus bestehenden Anlagen geimpft werden. Damit der biologische Prozeß nicht gestört wird, ist eine vorherige Chlorung unzweckmäßig.

Enthärtung

Obwohl die Härte des Wassers gewisse Nachteile aufweist, wurde für Trinkwasserzwecke bisher die zentrale Enthärtung nicht angewendet, da das Verfahren hohe Kosten verursacht. Künftig muß darauf jedoch mehr Wert gelegt werden, da besonders in den Haushalten durch hohen Seifenmittelbedarf sowie vermehrte Anwendung von Gas-Warmwasser-Apparaten durch Ausscheiden des schädlichen Kesselsteins erheblicher wirtschaftlicher Schaden entsteht.

Für industrielle Zwecke, vor allem bei der Erzeugung von Dampf, ist die Enthärtung unumgänglich notwendig.

Herausragende Verfahren der Wasserenthärtung sind:

- Kalküberschußverfahren
- Kalksoda- und Ätznatron-Verfahren
- Trinatriumphosphat-Verfahren

Gute Ergebnisse wurden durch *Basenaustausch* erzielt. Die verwendeten Behälter sind wie Druckfilter mit Düsenboden gebaut. Auf einer Stützschiicht ist das gekörnte Austauschmaterial (Wofatic) aufgebracht. Das zu behandelnde Wasser muß klar und ohne organische Verunreinigungen sein.

Charakteristisch ist, daß das Filtermaterial nach entsprechender Betriebszeit durch Anwendung von Kochsalzlösung oder Säure wieder regeneriert werden kann.

Für jedes zu behandelnde Wasser sind dafür spezielle Berechnungen erforderlich, nach denen das entsprechende Austauschmaterial festgelegt wird.

Beseitigung von Geruchs- und Geschmacksstoffen

Im Abschnitt 3.3.1. ist der Einfluß verschiedener Faktoren auf den Geruch und Geschmack des Wassers erwähnt. Die hauptsächlich angewandten Methoden zur Beseitigung dieser Stoffe sind:

- Belüftung
- Adsorption
- Oxydation mit chemischen Mitteln

Durch *Belüften* lassen sich vor allem Schwefelwasserstoffgase und sonstige flüchtige Stoffe entfernen. Das Belüften erfolgt durch Überleiten des Wassers über Kaskaden oder durch Verdüsen. Mit der Belüftung werden gleichzeitig die freie überschüssige Kohlensäure ausgeschieden und der notwendige Sauerstoff zur Enteisenung und Entmanganung eingebracht.

Für die Adsorption zur Schönung des Wassers haben sich Aktivkohle, neuerdings auch ein Adsorptionsharz (Wofatic) bewährt.

Aktivkohle wird aus Holz oder Kohle körnig oder pulverisiert hergestellt. Sie ist hochporös und hat damit eine sehr große Oberfläche, die die Adsorption der Geschmacks- und Geruchsstoffe bewirkt.

Die Behandlung mit gekörnter Aktivkohle setzt ein Beschicken mit vollkommen reinem Wasser voraus, stellt also die letzte Stufe einer Aufbereitung dar, damit die Poren nicht zugesetzt und unwirksam werden.

Dazu werden normale Druckfilterkessel mit Düsenboden und Stützschrift verwendet. Die Schütthöhe beträgt 1,5 bis 3,0 m, die Filtergeschwindigkeit bis zu 30 m/h. Die Korngröße der Aktivkohle liegt zwischen 1,5 bis 3 mm.

Eine Regenerierung ist nach gewisser Laufzeit durch Rückspülen mit Wasser und Einleiten von Wasserdampf erforderlich. Die Aktivkohle kann dazu auch entfernt und anderweitig gereinigt werden.

Die Kohle muß von Zeit zu Zeit nachgefüllt werden.

In offenen Filtern kann man in den Filterkies eine Schicht Aktivkohle von 0,5 m einfügen. Hier ist auf die Schwachstromspülung zu achten.

Vorteilhaft ist die Verwendung pulverisierter Aktivkohle. Sie wird in besonderen Ansetzgefäßen aufgeschwemmt und entweder den Absetzbecken oder kurz vor den Filtern zugeführt.

Der größte Wirkungseffekt muß durch Versuche bestimmt werden. Der Widerstand bei den Filtern steigt, da die feinen Kohleteilchen tief in das Filterbett eindringen. Damit wird die Laufzeit geringer, und es sind häufigere Rückspülungen notwendig. Die Zugabe der Aktivkohle von 1,0 bis 10 g/m³ richtet sich nach dem Grad der Geschmacks- und Geruchsbeeinträchtigung. Auch bei Phenolen im Wasser sind Verbesserungen festgestellt worden.

Wofatit EW absorbiert außer den genannten Beeinträchtigungen auch Chlor und Eisen. Es hat den Vorteil, daß eine Regenerierung im Gegensatz zu Aktivkohle, durch Behandlung mit Natronlauge oder Salzsäurelösung in den Filterkesseln, sehr einfach durchzuführen ist. Es wird auf die von der Lieferfirma genannten Berechnungswerte hingewiesen.

Zum Entfernen nichtflüchtiger geschmacks- und geruchsstörender Stoffe verwendet man Chlor, Chlordioxid und Ozon.

Durch eine *Starkchlorung* bis zur 10 mg/l wird gleichzeitig eine Entkeimung erzielt. Allerdings ist nach der Behandlung mit Chlor über 0,5 mg/l meist eine Entchlorung des Wassers notwendig, indem es über Aktivkohle geleitet wird.

Bei der *Hochchlorung* ist eine mehrstündige Reaktionszeit erforderlich. Sind Phenole vorhanden, so tritt meist eine unerwünschte Verbindung zu Chlorphenolen auf, die starken Arzneigeschmack hervorrufen. Es wird in diesem Fall gasförmiges Ammoniak oder eine Ammonsulfatlösung zugegeben.

Die *Behandlung mit Chlordioxid* ist etwas schwieriger, kostenaufwendiger, weil ClO₂ an Ort und Stelle hergestellt werden muß. Die zur Beseitigung der Geruchs- und Geschmacksbeeinträchtigung benötigte Menge muß jeweils durch Probieren festgestellt werden.

Das *Ozon* wird hauptsächlich bei der Entkeimung angewandt. Die Anwendung zur Geruchs- und Geschmacksbeseitigung ist im Ergebnis unterschiedlich.

Alle Verfahren zur Schönung des Wassers sind kostspielig. Sie müssen den jeweiligen chemischen Verhältnissen des zu behandelnden Wassers angepaßt sein; denn die Qualität des Rohwassers bei Oberflächenwasser und Uferfiltration wechselt oft.

3.3.4. Entkeimung des Trinkwassers

Entkeimung bedeutet Desinfektion des Wassers. Alle Krankheitserreger und Keime sowie sonstigen Organismen, Bakterien usw. sollen wirkungslos gemacht werden. Es wurde schon erwähnt, daß bei Langsamfiltration ein biologischer Abbau der Keime auf 1 : 1000 bis 1 : 10000 erfolgt. Bei Schnellfiltration, wie sie heute überwiegend angewendet wird, ist eine Keimverminderung auf etwa 1 : 10 bis 1 : 20 erreichbar. Sie bedingt die Notwendigkeit, Trinkwasser unbedingt zu entkeimen.

Durch *Abkochen* des Wassers, 10 bis 15 min lang, ist eine gründliche Desinfektion gegeben. Sie wird vorgeschrieben, wenn Havarien oder sonstige Störungen vorliegen. Damit können aber nur geringe Wassermengen für den menschlichen Genuß keimfrei gemacht werden.

Gegenwärtig ist die *Chlorung* noch das am meisten angewendete Verfahren der Entkeimung. Wird Chlor mit Wasser verbunden, so entsteht unterchlorige Säure (bei Verminderung der Karbonathärte), die weiter in Salzsäure und atomaren Sauerstoff zerfällt. Die dann einsetzende Oxydation der organischen Substanzen macht diese unschädlich.

Chlor wird nach Ablauf des gesamten Reinigungsprozesses dem Reinwasser vor den Reinwasserbehältern zugegeben, um eine gewisse Reaktionszeit zu gewährleisten. Der Zusatz beträgt bis zu 0,5 mg/l. In den Rohrnetzen tritt eine Chlorzehrung auf, so daß am Ende des Netzes nicht mehr der erforderliche Chlorgehalt von 0,1 mg/l vorhanden ist. Da eine Chlorzugabe von mehr als 0,5 mg/l jedoch zu Geruchs- und Geschmacksbeeinträchtigungen führt, begegnet man dem durch Zugabe von Ammoniak. Praktisch hat sich die Anwendung von Ammoniak in Stahlflaschen bewährt. Das Verhältnis Ammoniak zu Chlor ist verschieden und liegt bei 1 : 4 bis 1 : 8.

Die Zugabe von Ammoniak soll vor der Chlorung erfolgen.

Zur Dosierung gibt es von Spezialfirmen entwickelte Apparate, in denen Chlorwasser hergestellt wird.

Der Umgang mit Chlor unterliegt strengen Arbeitsschutzvorschriften, da freies Chlor, konzentriert eingeatmet, tödlich wirkt. In jedem Fall sind Schutzmasken und Handschuhe zu tragen.

Für jede Chloranlage muß eine Bedienungsanweisung vorliegen. Eine ständige Kontrolle der zugeführten Chlormenge ist notwendig (Bild 29 u. 30).

Die Verwendung von verflüssigtem Chlor in Stahlflaschen ist für kleinere und mittlere Anlagen mit Kapazitäten bis 50 m³/h technisch kompliziert und unwirtschaftlich. Man verwendet deshalb Hypochloritlauge mit einem Aktivchlorgehalt von etwa 150 g/l. Die Dosierung erfolgt auf verschiedene Weise. Man gibt in ein Gefäß ver-

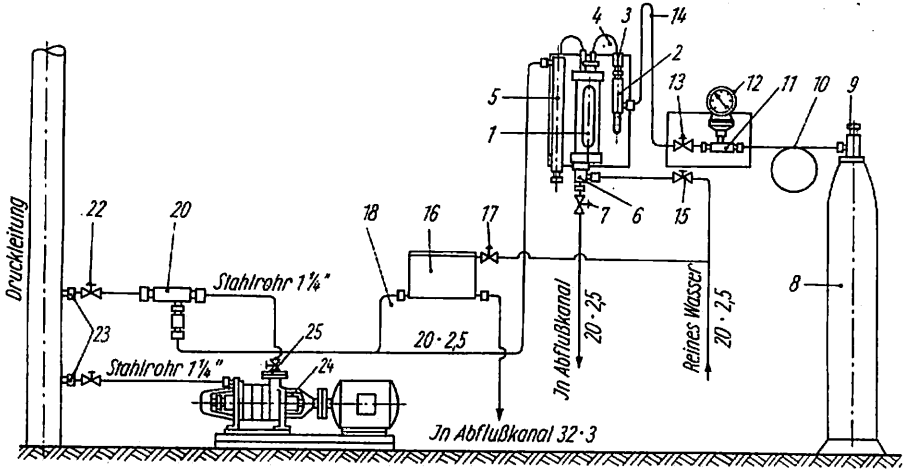


Bild 29. Chlorwasser-Apparat (Schema)

1 Chlorwassermesser, 2 Chlorfilter, 3 Chlorrückschlagventil, 4 Doppelbogen, 5 Mischrohr, 6 Wasseranslußstück, 7 Entlüftungsventil, 8 Chlorflasche, 9 Chlorflaschenventil, 10 Federrohr, 11 Chloranslußstück, 12 Chlormanometer, 13 Chloreinstellventil, 14 Sicherheitsschleife, 15 Wassereinstellventil, 16 Schwimmerreguliergefäß, 17 Wasserventil, 18 Lochscheibe, 19 Rückschlagventil, 20 Injektor, 21 Absperrventil, 22 Absperrventil, 23 Anschlußnippel, 24 Druckerhöhungspumpe, 25 Regulierventil

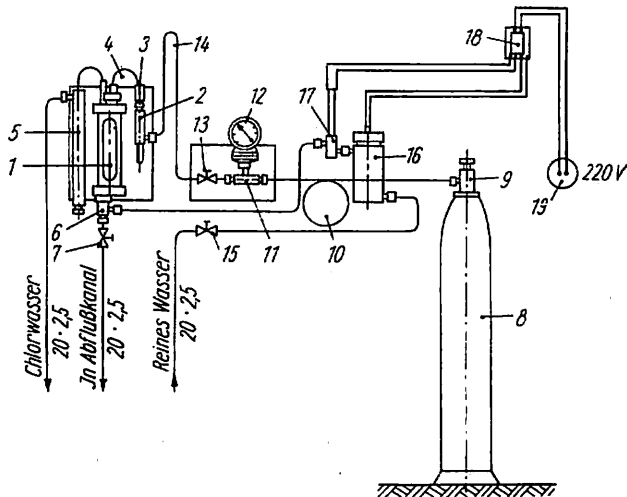


Bild 30. Chlorwasser-Apparat 1/42

1 bis 15 wie Bild 29, 16 Wasservorwärmer, 17 Kontaktthermometer, 18 Relais, 19 Steckdose

dünnte Lösung, Wasser zu Lauge etwa wie 10 : 1. Es wird der gleiche Effekt erzielt wie bei Verwendung von Chlorgas. Die Zugabe kann mit Hand, mit Injektor oder mit Dosierpumpe (Steuerungsmöglichkeit!) erfolgen (Bild 31 und 32).

Ozonierung

Ozon wird mittels elektrischen Verfahrens aus der Luft gewonnen. Durch Zerfall in atomaren Sauerstoff und zweiatomigen Sauerstoff tritt eine wirkungsvolle Oxydation ein. Dabei werden die im Wasser befindlichen oxydierbaren Stoffe, Keime und Bakterien chemisch abgebaut. Das Ozon-Verfahren ist der Chlorung weit überlegen, jedoch auch wesentlich kostenaufwendiger, so daß es z. Z. nur in größeren Anlagen ökonomisch angewendet werden kann.

Entkeimung durch Chlordioxid

In den letzten Jahren wurde Chlordioxid, ein stechend riechendes, grünes, hochexplosives Gas, mit Erfolg zur Entkeimung des Wassers angewendet. CO_2 muß in besonderen Apparaten an Ort und Stelle hergestellt werden. Als Ausgangsprodukt dient Natriumchlorit.

Dem in einer Chlorgasanlage hergestellten Chlorwasser wird eine Natriumchloritlösung zugegeben. Diese Mischung wird dem zu entkeimenden Wasser zugeführt.

Hierbei müssen besondere Arbeitsschutzmaßnahmen getroffen werden. Es sind nur Geräte von dafür beauftragten Spezialbetrieben zu verwenden.

Oligodynamische Entkeimung

Untersuchungen haben ergeben, daß Metallionen, besonders die von Kupfer und Silber, keimtötend wirken.

Beim Katadynverfahren werden Silberpräparate oder Silber in feinsten Pulverform auf Tonkörpern oder Kiesen niedergeschlagen und dem Wasser zugeführt.

Das Verfahren ist sehr kostspielig und wird deshalb nur für kleine bzw. besondere Anlagen angewendet.

Zur Desinfektion von Einzelanlagen, wie Brunnen, Behälter usw., wird ein ähnliches Präparat verwendet, das unter dem Namen *Cumasina* bekannt ist.

3.4. Einfache Wasseruntersuchungen

Die Untersuchung des Wassers setzt Spezialkenntnisse voraus. Eine vollständige Wasseranalyse kann daher nur in einem Laboratorium durch speziell dafür ausgebildete Fachkräfte durchgeführt werden. Dies gilt vor allem hinsichtlich der chemischen, bakteriologischen und biologischen Wasseruntersuchung.

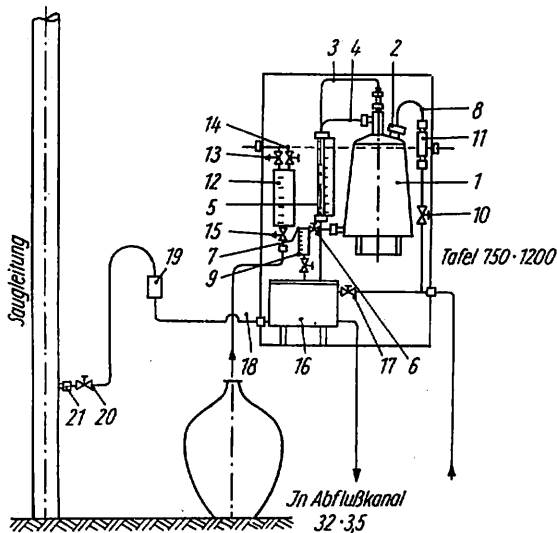


Bild 31. Dosiergerät für Natriumhypochloritlauge (Zuführung mittels Saugleitung)

1 Vorratsbehälter, 2 Füllöffnung, 3 Belüftungsrohr, 4 Rohrbogen, 5 Flüssigkeitsstand, 6 Einstellhahn, 7 Ablauf, 8 Füllbogen, 9 Einstellgefäß, 10 Wasserventil, 11 Injektor, 12 Meßgefäß, 13 Belüftungshahn, 14 Absperthahn, 15 Absperventil, 16 Schwimmerreguliergefäß, 17 Wasserventil, 18 Lodscheibe, 19 Rückschlagventil, 20 Absperventil, 21 Anschlußnippel

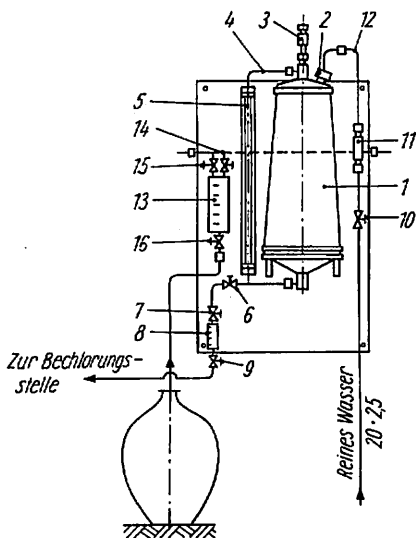


Bild 32. Dosiergerät für Natriumhypochloritlauge mit Injektor und Meßgefäß

1 bis 6 wie Bild 31, 7 Absperventil, 8 Einstellgefäß, 9 Absperthahn, 10 Wasserventil, 11 Injektor, 12 Füllbogen, 13 Meßgefäß, 14 Absperthahn, 15 Belüftungshahn, 16 Absperthahn

Bestimmte Analysenwerte des Wassers können und müssen aber auch am Ort der Probenentnahme festgestellt werden, weil sie sich beim Transport der Proben teilweise verändern oder weil sofort eine bestimmte Aussage über die Funktion einer Anlage getroffen werden muß.

Für derartige Bestimmungen wurden vereinfachte Untersuchungsmethoden entwickelt, nach denen auch ein Nichtspezialist nach entsprechender Unterweisung arbeiten kann. Diese Untersuchungen haben zwar nicht den Genauigkeitsgrad der im Labor durchgeführten Analysen, sie geben jedoch genügend Aufschluß über den jeweiligen Betriebszustand bzw. über etwaige Gefahrenmomente.

3.4.1. Probenentnahme

Die sorgfältige Entnahme der Wasserprobe ist Voraussetzung für eine richtige Analyse.

- Die Probe soll nach gründlicher Ortsbesichtigung zweckentsprechend und in ausreichender Menge entnommen werden.
- Ihre Qualität darf sich bei Entnahme, Transport und Aufbewahrung nicht verändern.
- Die Zeitspanne bis zu ihrer Untersuchung ist so kurz wie möglich zu halten.
- Die Probenentnahmen werden stets an der gleichen Stelle ausgeführt, um zu vergleichenden Ergebnissen zu kommen.

Außer Datum und Ortsangabe sind entweder direkt auf dem Mattschild der Flasche oder mit Hilfe von Anhängern auch Bemerkungen über die Beschaffenheitsprüfung (z. B. Temperatur, Farbe, Geruch, Reaktion usw.) anzubringen.

Die zu entnehmende Wassermenge richtet sich nach dem Umfang der geplanten Analyse.

Für die Entnahme der *bakteriologischen* Wasserprobe werden Glasflaschen verwendet, die durch Sterilisation keimfrei gemacht wurden und mit einem Glasstopfen, der mit einer Aluminiumfolie überzogen ist, zu verschließen sind.

Die Flaschen werden erst unmittelbar vor Einlaufen des Wassers geöffnet. Dabei dürfen weder der Flaschenrand noch der Glasstopfen mit den Fingern berührt werden. Der Glasstopfen wird mit den Fingern an der Aluminiumfolie am oberen Rand gefaßt, während des Einlaufens des Wassers gehalten und sofort nach der Füllung wieder fest aufgesetzt.

Die Entnahmestelle ist vor der Probenentnahme mit einem in Spiritus getränkten Wattebausch abzuflammen.

Danach läßt man das Wasser langsam zehn Minuten lang ablaufen, erst dann erfolgt das Einfüllen in die Probenflasche. Das Abflammen hat den Zweck, alle außerhalb der Leitung befindlichen und mit Wasser in Berührung kommenden Teile keimfrei zu machen.

Für die *chemische* Untersuchung brauchen die Probenflaschen nicht sterilisiert zu werden, sie müssen aber ebenfalls peinlich sauber sein.

Die Entnahme geschieht wie folgt:

- Die Flasche wird möglichst nahe an den Auslauf gehalten, so daß das Wasser eine geringe Fallhöhe aufweist. Es soll langsam und ohne Wirbelbildung ausfließen. Läßt man das Wasser mit hoher Geschwindigkeit in die Flasche spritzen, so finden eine zusätzliche Sauerstoffaufnahme, eine Verringerung des Kohlensäuregehaltes und möglicherweise eine Oxydation des Eisens statt. Das Untersuchungsergebnis würde dadurch verfälscht werden.
- Die Probenflasche wird zunächst mit dem zu untersuchenden Wasser zwei- bis dreimal ausgespült.
- Erst danach wird die Flasche bis zum Überlaufen gefüllt und der Stopfen so aufgesetzt, daß keine Luftblase zwischen Wasser und Stopfen vorhanden ist.

Die Wasserproben für die *Sauerstoffbestimmung* werden in geeichte Sauerstoffflaschen von 110 bis 130 ml Inhalt gefüllt, wobei die Berührung des Wassers mit Luft vermieden werden muß.

- Vom Entnahmegesäß oder vom Zapfhahn aus wird deshalb ein Schlauch auf den Boden der Sauerstoffflasche geführt und diese von unten her gefüllt.
- Man läßt einige Zeit überlaufen, so daß sich der Inhalt der Flasche mehrmals erneuert, und verschließt die Flasche luftblasenfrei.
- Der Sauerstoff wird durch Zugabe von 0,5 ml Mangan(II)-chlorid-Lösung und 0,5 ml Natronlauge gebunden, da in den meisten Fällen in der Zeit zwischen Probenentnahme und Untersuchung eine Änderung des Sauerstoffgehaltes durch chemische oder biologische Vorgänge bzw. durch Temperaturänderungen befürchtet werden muß.

3.4.2. Sinnesprüfungen

Prüfung des Geruchs und Geschmacks

Wasser ist häufig mit geruchs- und geschmacksbildenden Fremdstoffen belastet, bei deren Bestimmung physikalisch-chemische Analysen versagen. Es muß deshalb eine *organoleptische* Analyse durchgeführt werden.

Für die Probenentnahme dürfen nur Glasflaschen mit eingeschliffenem Stopfen verwendet werden, die keinen Eigengeruch haben.

Keine Plasteflaschen und Flaschen mit Gummistopfen benutzen!

- Geruch und Geschmack werden möglichst bald, jedoch spätestens 2 bis 3 h nach der Probenentnahme geprüft.

- Die Bestimmung soll durch mindestens drei Prüfer und bei Zimmertemperatur (15 bis 20 °C) erfolgen. In Zweifelsfällen sind die Proben bei 50 °C zu untersuchen.

Die *qualitative* Prüfung umfaßt die Beurteilung der Geruchs- und Geschmacksarten. Die Geruchsprüfung ist stets vor der Geschmacksprüfung vorzunehmen! Letztere darf nur dann durchgeführt werden, wenn keine Infektions- oder Vergiftungsgefahr besteht.

Geruchs- und Geschmacksarten werden wie folgt angegeben:

<i>Geruch</i>	<i>Geschmack</i>
ohne Geruch	ohne Besonderheit
erdig	süß
muffig	sauer
jauchig	salzig
faulig	bitter
fischig	erdig
nach chemischen Stoffen (wie z. B. Chlor, Phenol)	muffig
anderweitig fremdartig	fischig
	fade
	metallisch-adstringierend
	nach chemischen Stoffen
	anderweitig fremdartig

Bei der *quantitativen* Prüfung bestimmt man die Geruchs- und Geschmacksintensität. Man richtet sich dabei nach einer 5-Stufen-Skala (Tafel 6).

Tafel 6 Skala zur Prüfung der Geruchs- und Geschmacksintensität des Wassers

Intensität	Bezeichnung	Punktbewertung als Lebensmittel
0	ohne Besonderheit	5 Punkte
I	sehr schwach	4 Punkte
II	schwach	3 Punkte
III	deutlich	2 Punkte
IV	sehr stark	1 Punkt

Ausführung der Bestimmung:

200 ml des zu untersuchenden Wassers werden in einen Erlenmeyerkolben mit Schliffstopfen gefüllt. Nach kräftigem Schütteln wird der Stopfen entfernt und sofort die Geruchsart und -intensität bestimmt.

Zur Bestimmung der Geschmacksart und -intensität erhalten die Prüfer eine Probe in einem 100-ml-Probenglas.

3.4.3. Physikalische, physikalisch-chemische und chemische Untersuchungen

Bestimmung der Temperatur

Das Messen der Wasser- und Lufttemperatur muß unbedingt bei der Probenentnahme erfolgen.

Die Temperatur wird mit einem geeichten Quecksilberthermometer gemessen, das mindestens eine 5/10 °C-Teilung haben muß. Während der Messung darf die Thermometerkugel nicht der direkten Sonnenstrahlung oder anderen Wärmequellen ausgesetzt werden. Wo die örtlichen Gegebenheiten es gestatten, wird die Temperatur von Oberflächen- oder Abwasser durch etwa 5 bis 10 cm tiefes Eintauchen des Thermometers gemessen. Ist dies nicht möglich, so erfolgt die Messung in einer Probenflasche, die mindestens 1 Liter Fassungsvermögen haben muß. Zuvor müssen Schöpfgerät und Flasche mit dem zu messenden Wasser temperiert worden sein.

Das Thermometer wird abgelesen, nachdem die Quecksilbersäule zum Stillstand gekommen ist (im allgemeinen nach 30 bis 45 s).

Zur Messung der Wassertemperatur in verschiedenen Tiefen werden Spezialgeräte verwendet.

Die Temperatur der Luft wird etwa 1 m über der Erdoberfläche im Schatten gemessen. Das Thermometer muß dabei vollkommen trocken sein.

Angabe der Ergebnisse:

Die Temperatur wird in Grad Celsius unter Abrundung auf 0,5 °C angegeben. Das Vorzeichen wird nur bei Temperaturen unter 0 °C hinzugefügt.

Bestimmung der Sichttiefe und Durchsichtigkeit

Die Durchsichtigkeit und die Sichttiefe des Wassers hängen von seiner Farbe und Trübung ab.

Als Maß für die Sichttiefe gilt die Wassertiefe, bei der eine im Gewässer versenkte weiße Scheibe von 20 cm Dmr. gerade noch erkennbar ist.

Die Scheibe ist an einer Schnur mit Zentimeter-Markierung befestigt und wird bei indirektem Sonnenlicht im Wasser versenkt.

Die Messung wird einige Male wiederholt und der Mittelwert errechnet. Die Angabe der Ergebnisse erfolgt in Zentimeter.

Die Methode wird bei der Untersuchung von Oberflächenwasser an Ort und Stelle angewendet.

Bei der Bestimmung der Durchsichtigkeit wird die Höhe der Wassersäule ermittelt, bei der eine untergelegte genormte Schriftprobe gerade noch lesbar ist.

Man benutzt dazu einen etwa 50 cm hohen Glaszylinder mit einer Zentimeter-Einteilung und einem durchsichtigen planparallelen Boden.

Als Testschrift dient eine schwarze Normschrift mit 3,5 mm Buchstabenhöhe auf weißem Grund.

Der Zylinder mit der untergelegten Schrift wird mit der gut durchmischten Wasserprobe so weit gefüllt, bis die Buchstaben bei Durchsicht von oben und bei indirektem Tageslicht gerade noch lesbar sind.

Die Höhe der Wassersäule wird mehrmals bestimmt und der Mittelwert errechnet. Die Durchsichtigkeit wird in Zentimeter angegeben.

Diese Methode eignet sich für die Prüfung von Oberflächenwasser und einigen Abwässern im Labor.

Bestimmung des pH-Wertes

Der pH-Wert eines Wassers kann für die Praxis hinreichend genau nach kolorimetrischen Verfahren (Farbvergleiche) ermittelt werden.

Wenn bestimmte organische Substanzen im Wasser gelöst werden, rufen sie einen bestimmten Farbton oder eine bestimmte Farbtiefe hervor, die vom pH-Wert des Wassers abhängig sind. Solche organische Substanzen werden *Indikatoren* genannt. Sie sind entweder Säuren oder Basen und ändern ihre Farbe nicht an einem Punkt der pH-Skala, sondern innerhalb eines für jeden Indikator charakteristischen pH-Bereiches. Dieser wird sein *Umschlagsgebiet* genannt und erstreckt sich jeweils über etwa 1,2 bis 2,5 pH-Einheiten. Jenseits der Grenzen eines Umschlagsgebietes des Indikators ändern sich Farbton oder Farbtiefe nicht mehr; sie sind dann pH-unabhängig.

Mischungen bestimmter Indikatoren ergeben innerhalb von mehr oder weniger großen pH-Bereichen unterschiedliche, für einzelne pH-Werte charakteristische Farben.

Solche Gemische sind als Misch- oder Universalindikatoren im Handel, ebenso entsprechende Indikatorpapiere.

Ein solcher Mischindikator ist der nach *Czensny*. Er wird oftmals zur Schnellbestimmung des pH-Wertes an Ort und Stelle der Probenentnahme verwendet.

Man verfährt bei der Messung wie folgt:

4 Tropfen *Czensny*-Indikator werden in ein 5 ml fassendes kleines Reagenzglas gegeben, das bis zur Ringmarke mit Untersuchungswasser aufgefüllt wird. Man vergleicht die entstandene Färbung mit einer Farbskala, die auf den Mischindikator abgestimmt ist. Der entsprechende pH-Wert wird abgelesen, Zwischenwerte werden geschätzt.

Genauere Werte erhält man bei der elektrometrischen Bestimmung des pH-Wertes. Diese bleibt jedoch in den meisten Fällen den Laboratorien vorbehalten.

Bestimmung des freien Chlors

Auch das freie Chlor wird durch Farbvergleich festgestellt. Die Bestimmung ist unmittelbar nach der Probenentnahme durchzuführen.

Sie verläuft wie folgt:

50 ml des zu untersuchenden Wassers versetzt man mit 0,5 ml o-Tolidin-Reagens und läßt den Ansatz 5 bis 8 min im Dunkeln stehen. Ist im Wasser freies Chlor vorhanden, dann tritt je nach Konzentration eine Gelbfärbung ein. Die Farbe wird mit Vergleichslösungen verglichen und der Gehalt an freiem Chlor in mg/l angegeben.

Bei ungünstigen Lichtverhältnissen ist die Tolidingelbfärbung schlecht zu erkennen. Man verwendet dann besser Benzidin-Reagens, das mit Chlor eine Blaufärbung ergibt.

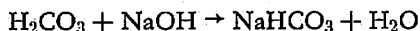
Bestimmung der Kohlensäure

| Nur die freie Kohlensäure im Wasser wird direkt bestimmt; der Anteil an gebundener und aggressiver Kohlensäure wird errechnet.

Sollen mit einer Wasserprobe mehrere Bestimmungen durchgeführt werden, so ist stets zuerst auf freie Kohlensäure zu untersuchen. Die Bestimmung ist möglichst sofort nach der Probenentnahme vorzunehmen.

Ausführung der Bestimmung:

Ein 100-ml-Meßkolben wird bis zur Ringmarke mit dem zu untersuchenden Wasser gefüllt. Dann gibt man 1 Tropfen Phenolphthaleinlösung als Indikator hinzu und titriert vorsichtig mit n/44 Natronlauge. Bei der Titration setzt sich die freie Kohlensäure mit der Natronlauge zu Natriumhydrogencarbonat und Wasser um.



Die Titration ist beendet, wenn die auftretende Rosafärbung für 3 min bestehen bleibt.

Berechnung:

1 ml n/44 NaOH entspricht 1 mg CO₂

Bei Anwendung von 100 ml Untersuchungswasser entspricht 1 ml n/44 NaOH 10 mg CO₂/l.

Bestimmung der Härte

Für die Bestimmung der Gesamthärte an Ort und Stelle der Probenentnahme eignet sich das Verfahren nach *Boutron* und *Boudet*.

In eine Schüttelflasche gibt man 40 ml Untersuchungswasser, läßt tropfenweise Seifenlösung aus einer Seifenbürette zulaufen und schüttelt gut durch. Wenn der dabei entstehende Schaum mit einer Schichthöhe von etwa 1 cm bestehen bleibt und außerdem kein Knistern mehr vernehmbar ist, liest man den Verbrauch der Seifenlösung an der Bürette ab.

| Die Spezialbürette zeigt unmittelbar die Gesamthärte in ° dH an.

1 °dH zeigt 10 mg CaCl an.

Bestimmung des Eisens

50 ml Wasser werden in einem Nebler-Zylinder (Zylinder mit planparallelem Boden) mit 1 Tropfen konzentrierter Salzsäure angesäuert. Durch Zugabe von 1 Tropfen

Wasserstoffsuperoxid wird das zweiwertige Eisen zum dreiwertigen oxydiert. Dann setzt man 1 ml 10%ige Kaliumrhodanid-Lösung zu.

Bei Anwesenheit von Eisen färbt sich die Lösung rosa bis rot.

In einem zweiten Neßler-Zylinder werden 50 ml destilliertes Wasser mit den gleichen Chemikalien versetzt und so lange Eisenvergleichslösung zugegeben, bis Farbgleichheit eintritt.

Es spielt sich dabei folgender chemischer Vorgang ab:



Es bildet sich das blutrote Eisenrhodanid.

Der Eisengehalt in mg/l ergibt sich aus der verbrauchten Menge Eisenvergleichslösung.

Bestimmung der absetzbaren Stoffe

Absetzbare Stoffe werden vorwiegend nach der Volumenmethode bestimmt. Man bestimmt das Volumen der Stoffe, die sich aus einer Wasserprobe von 1 Liter nach 2 Stunden abgesetzt haben.

Man benutzt dazu Imhoff-Trichter, das sind spitz zulaufende Gläser mit einer ml-Einteilung.

Durchführung:

In den Imhoff-Trichter wird möglichst unmittelbar nach der Probenentnahme 1 Liter der sorgfältig gemischten Probe gegeben. Die Probe soll keinen Temperaturschwankungen und nicht dem direkten Sonnenlicht ausgesetzt werden.

10 min vor dem Ablesen wird das Gefäß ruckartig um die Vertikalachse gedreht, um die an den Wänden haftenden Teilchen zu lösen. Im allgemeinen wird das Volumen der abgesetzten Stoffe nach 2 h abgelesen. Die absetzbaren Stoffe werden in ml/l angegeben.

Bestimmung des chemischen Sauerstoffverbrauchs mit Kaliumpermanganat (Kaliumpermanganatverbrauch – PV)

Die Höhe des Kaliumpermanganatverbrauchs in einem Wasser weist auf seinen Gehalt an organischen Substanzen hin.

Der PV ist zwar kein Maß für die Gesamtheit der im Wasser vorhandenen organischen Stoffe, wird aber seit Jahrzehnten zur Beurteilung der organischen Verschmutzung eines Wassers herangezogen.

Ausführung der Bestimmung:

100 ml Wasser werden mit 5 ml verdünnter Schwefelsäure versetzt und bis zum Sieden erhitzt. Dann gibt man 15 ml n/100 KMnO_4 -Lösung zu und kocht 10 min lang. Danach wird 15 ml n/100 Oxalsäure zugesetzt und weiter bis zur Entfärbung erhitzt. Anschließend wird die Lösung mit n/100 KMnO_4 -Lösung bis zur bleibenden schwachen Rosafärbung titriert.

Berechnung:

Verbrauchte ml n/100 KMnO_4 , multipliziert mit 3,16, ergibt den Kaliumpermanganatverbrauch in mg/l .

Aufgaben

1. Kennzeichnen Sie die Beschaffenheit des Wassers, unterteilt nach physikalischer, chemischer, bakteriologischer und biologischer Beschaffenheit!
2. Welche Anforderungen werden an Trink- und Betriebswasser gestellt?
3. Erläutern Sie die wesentlichsten Wasseraufbereitungsanlagen!
4. Beschreiben Sie einige einfache Wasseruntersuchungen!

4. Speicherung und Verteilung des Wassers

Der ständig wachsende Bedarf an Betriebs- und Trinkwasser, ihr unterschiedlicher Verbrauch erfordern, daß im Versorgungsgebiet eine Speicherung in entsprechenden Behältern erfolgt, von denen aus das Versorgungsnetz kontinuierlich gespeist werden kann. Wasserspeicher sind darüber hinaus in der Lage, erhebliche Druckunterschiede in den Leitungsnetzen auszugleichen.

4.1. Speicherung des Wassers

4.1.1. Zweck der Speicherung

Der Hauptzweck der Wasserspeicherung besteht darin, die erheblichen Schwankungen des Wasserverbrauchs auszugleichen.

Das ist erforderlich, da die Wassergewinnungs-, Aufbereitungs- und Förderanlagen für den maximalen Tagesbedarf ausgelegt werden, der Wasserverbrauch hingegen durch Bereitstellung der maximalen Stundenmenge abgedeckt werden muß.

Auf Grund der ausgleichenden Wirkung werden Wasserspeicher nicht nur zwischen Förderung und Verbrauch, sondern je nach Erfordernis auch zwischen der Wassergewinnungs- und Aufbereitungsanlage (Rohwasserspeicher) und zwischen Aufbereitungs- und Förderanlage angeordnet. Dadurch wird eine über 24 h annähernd gleichmäßige Filterbelastung erzielt.

Weitere Aufgaben der Speicherbehälter im Versorgungsgebiet sind:

- Vermeidung starker Druckschwankungen im Rohrnetz
- Speicherung der erforderlichen Löschwassermenge
- Bereitstellung einer Störreserve

Die Größe der Speicher ergibt sich aus den zu erfüllenden Aufgaben und wird bestimmt durch die fluktuierende (wechselnde) Wassermenge, die Löschwasser- und Störreserve.

- Die Größe der fluktuierenden Wassermenge ist abhängig vom Speicherzu- und -abfluß. Sie wird am kleinsten, wenn der Zufluß in die Zeit der größten Entnahme fällt, d. h., wenn die maximale Tagesmenge innerhalb der Zeit des größten Wasserbedarfes in den Speicher gefördert wird.

- Die Ermittlung der fluktuierenden Wassermenge kann sowohl graphisch als auch analytisch erfolgen.
- Die Größe der Feuerlöschreserve wird in Absprache mit der Volkspolizei, Abteilung Feuerwehr, festgelegt. So ist in der Regel bei kleinen Orten eine Menge zu speichern, die über 3 h eine Entnahme von 1200 l/min Löschwasser gestattet.
- Die Größe der Störreserve ist abhängig von den vorhandenen Betriebsbedingungen.

Wasserspeicher werden darüber hinaus als Zwischenbehälter für Überpumpwerke an langen Zubringerleitungen und Fernwasserleitungen und als Übergabebehälter für angeschlossene Orte benötigt.

Für lange Zubringerleitungen, Fernwasserleitungen und in Versorgungsgebieten mit größeren Höhenunterschieden (in Gebirgsgebieten) werden erforderliche Druckunterbrechungen durch Zwischenschalten von Wasserspeichern als Druckunterbrecherbehälter erreicht.

4.1.2. Speicherarten

Wir unterscheiden offene und geschlossene Wasserspeicher.

Während die *offenen* Speicher für die Speicherung von Rohwasser in der Wassergewinnung und als Lösch- und Betriebswasser verwendet werden, wird Reinwasser ausschließlich in *geschlossenen* Wasserbehältern gespeichert.

Zu den offenen Wasserspeichern gehören Talsperren, Rückhaltebecken, für die Wassergewinnung herangezogene Steinbrüche, Lösch- und Betriebswasserteiche und -becken. Eine Sonderform der offenen Wasserspeicher sind die Grundwasserspeicher (z. B. Letzlinger Heide).

Weiterhin unterscheidet man:

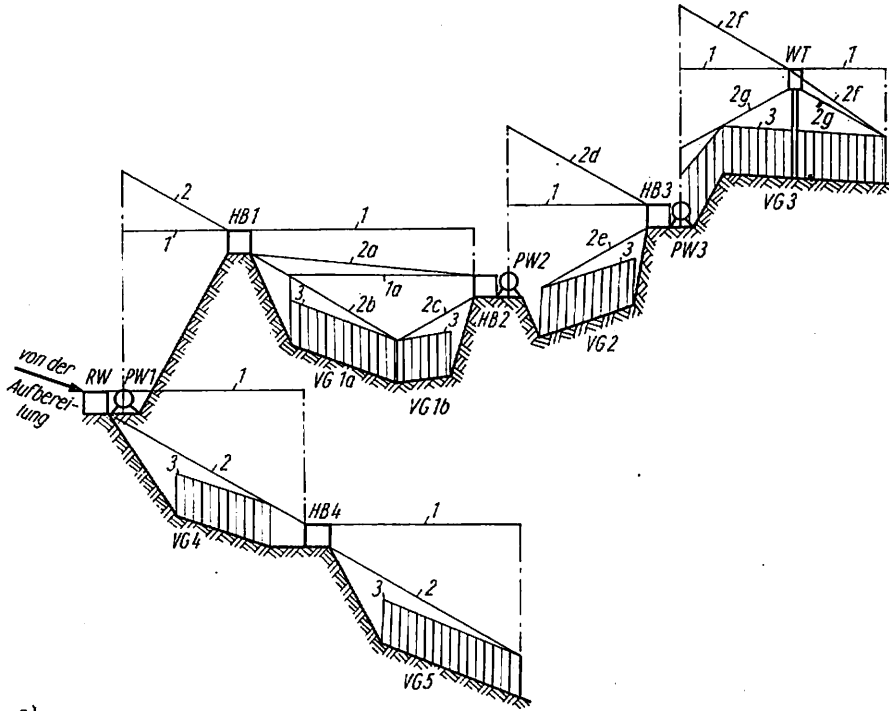
nach der Qualität des zu speichernden Wassers in Roh- und Reinwasserbehälter

nach der Bauart in Erdbehälter und Wassertürme

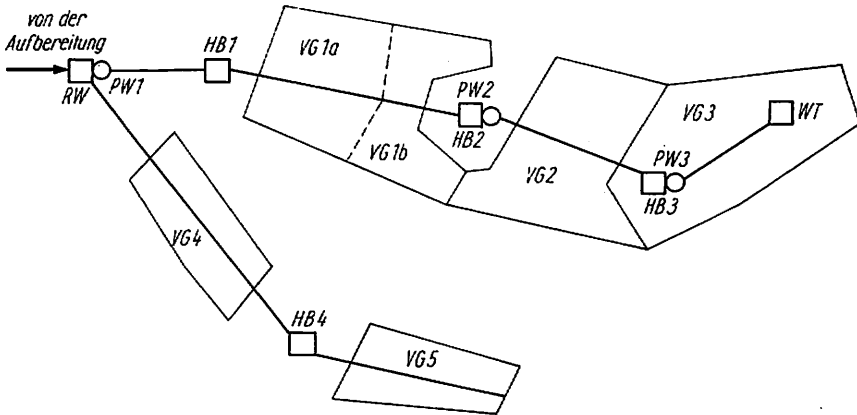
nach dem Verwendungszweck in Hoch-, Tief-, Strecken-, Übergabe-, Druckunterbrecher- und Löschwasserbehälter

nach der Lage des Behälters zum Standort des Wasserwerkes und des Versorgungsgebietes in Durchlauf-, Gegen- und Ausgleichsbehälter

Aus diesen Unterscheidungsmerkmalen und auf Grund der vielfältigen Betriebsverhältnisse sowie örtlichen Gegebenheiten bei größeren Wasserversorgungsanlagen ergeben sich oft komplizierte und nicht sofort zu übersehende Verhältnisse. Am ehesten erhält man einen guten Überblick durch die Anfertigung eines Druckhöhenschemas, in dem die Gelände- und Druckhöhen überhöht dargestellt werden, während die Längen unmaßstäblich sein können.



a)



b)

Bild 33. Schema einer größeren Wasserversorgungsanlage

a) Druckhöhenschema; b) Lageskizze

RW Reinwasserbehälter, PW Pumpwerk, HB Hochbehälter, WT Wasserturm, VG Versorgungsgebiet
 1 hydrostatische Drucklinie, 2 hydrodynamische Drucklinie, 3 erforderlicher Versorgungsdruck

Ein Beispiel einer größeren Wasserversorgungsanlage ist in Bild 33 dargestellt. Die darin gezeigten Betriebsverhältnisse sind noch relativ einfach, da die Reinwassereinspeisung von einer Stelle aus erfolgt. Bei Einspeisung an verschiedenen Stellen ergeben sich gegenüber einer zentralen Einspeisung oft äußerst verwickelte Betriebsverhältnisse.

Aus dem Schema (Bild 34) ist zu erkennen, daß die Wasserbehälter vielseitig verwendet werden können. So ist der Reinwasserbehälter RW gleichzeitig Hochbehälter

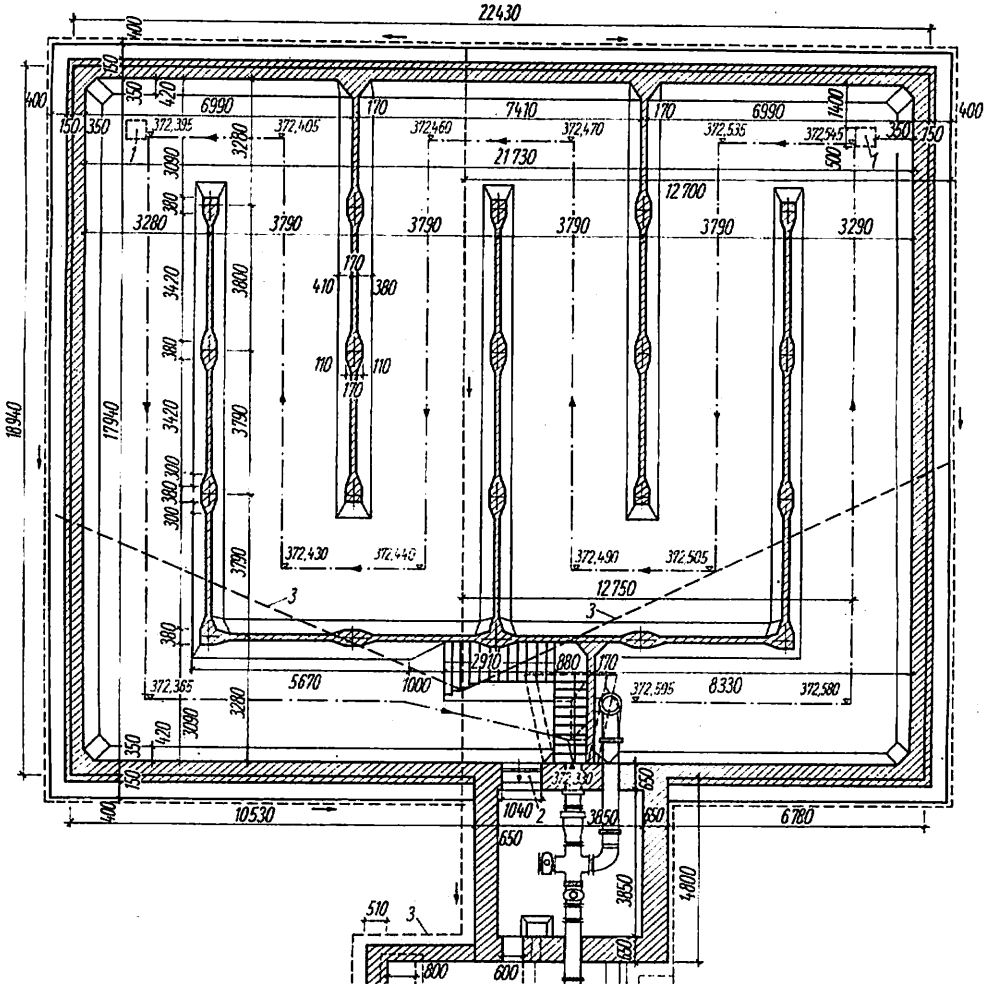


Bild 34. Älterer Wasserbehälter, rechteckig

1 Abdeckplatte, 2 Überfall, 3 Drainage 50 mm Dmr.

für das tiefer gelegene Versorgungsgebiet *VG 4* und Tiefbehälter (Saugbehälter) für das Pumpwerk *PW 1*. Bei Einspeisung aus einer Fernwasserversorgungsleitung wäre dieser Reinwasserbehälter Übergabebehälter.

Der Hochbehälter *HB 1* ist ein Durchgangsbhälter, der vom Pumpwerk *PW 1* gespeist wird und einen Teil des Versorgungsgebietes 1 (nämlich *VG 1 a*) versorgt. In entnahmeschwachen Zeiten füllt er den um wenige Meter tiefer liegenden Ausgleichsbhälter *HB 2*.

HB 2 kann auch auf gleicher Höhe wie *HB 1* stehen. Ein Ausgleich nach dem Gesetz der kommunizierenden Gefäße kann dann nur nachts, wenn keine Entnahme aus dem Netz erfolgt, eintreten. In Spitzenentnahmezeiten versorgt *HB 2* den restlichen Teil des Versorgungsgebietes 1 (nämlich *VG 1 b*).

HB 2 dient gleichzeitig als Saugbehälter für das Zwischenpumpwerk *PW 2*, welches das Wasser in den Gegenbehälter *HB 3* fördert. Nach Abschaltung des *PW 2* speist *HB 3* in das Versorgungsgebiet *VG 2*. Auch *HB 3* dient gleichzeitig dem Zwischenpumpwerk *PW 3* als Saugbehälter und fördert das Wasser in den als Gegenbehälter wirkenden Wasserturm *WT*, von dem nach Abschalten von *PW 3* das Versorgungsgebiet *VG 3* versorgt wird.

HB 4 wirkt als Durchgangsbhälter und Druckunterbrechung. Er versorgt als Hochbehälter das am tiefsten gelegene Versorgungsgebiet *VG 4*.

4.1.3. Erdbehälter

Erdbehälter sind die älteste Form von Reinwasserbehältern. Sie stellen baulich die wirtschaftlichste Lösung dar und haben den Vorteil, daß die Temperatur des gespeicherten Wassers infolge Wärmedämmung durch die Erdüberdeckung kaum beeinflusst wird. Außerdem fügen sich Erdbehälter unauffällig in die Landschaft ein.

Früher wurden fast ausschließlich Behälter mit rechteckiger Grundrißform errichtet. Als Baumaterial wurden Naturstein, Stampf- und Stahlbeton verwendet.

Kleine Behälter haben nur eine geschlossene Wasserkammer.

Größere Behälter werden mit mindestens zwei getrennten Kammern ausgestattet. Dadurch lassen sich bei Reparaturen und beim Scheuern des Behälters Betriebsunterbrechungen vermeiden.

Der Zu- und Ablauf erfolgt von einer Seite über ein Schieberhaus oder einen Schieberschacht. Diese nehmen die erforderlichen Armaturen, Formstücke, Meß- und Anzeigeräte auf.

Um eine gute Wasserzirkulation zu erzielen, sind in jeder Kammer Leitwände vorzusehen. Nur bei kleinen Behältern entfallen die Leitwände. Die Mündungen der Zu- und Ablaufleitungen sind dann aber entgegengesetzt anzuordnen.

Heute setzt sich die runde Grundrißform immer mehr durch.

Da der Kreisumfang gegenüber allen anderen Grundrißformen die größte Fläche einschließt, wird beim Einkammerbehälter weniger Baumaterial als beim rechteckigen

Behälter mit gleichem Volumen benötigt. Außerdem stellt der Kreisbehälter statisch die günstigste Lösung dar.

Die Wassertiefe hängt von der Bauform, der Behälterkonstruktion und der Behältergröße ab und beträgt bei kleinen Behältern etwa 2,50 m. Sie steigt bei sehr großen Behältern bis auf 8,0 m an.

Der Abstand zwischen höchstem Wasserspiegel und Decke beträgt etwa 0,30 m.

Die Erdüberdeckung über der Behälterdecke muß etwa 0,5 m betragen.

Das reicht für die Wärmedämmung völlig aus.

Bei älteren Behältern wurde meist 1,0 m Erdreich aufgetragen. Die Böschungsneigung soll nicht steiler als 1 : 2 sein, um die Fläche ohne Schwierigkeiten unterhalten zu können.

Weit sichtbare Hochbehälter sollen sorgfältig eingegrünt werden, damit sie das Landschaftsbild nicht beeinträchtigen. Für die Begrünung sollen Pflanzen ausgewählt werden, die wenig Pflege benötigen.

Um Verunreinigungen und Beschädigungen der Behälter zu verhindern, sind die Behältergrundstücke durch Zäune und die Fenster der Schieberkammern durch Gitter zu sichern.

Die Wasserdichtigkeit der Behälter hängt im wesentlichen von der Dichtigkeit der Behälterwand ab.

Daher wird wasserdichter Beton verwendet, wobei der an der Innenwand aufzubringende Zementputz die Dichtung unterstützt und eine für die Behälterreinigung notwendige glatte Innenfläche erreicht wird. Bei glatter Betonoberfläche, wie sie bei der Verwendung von Wandfertigteilelementen bei Montagebehältern und von Gleitschalungen aus Stahlblech oder Holz mit Plasteauskleidung bei monolithischen Behältern erzielt wird, wird auf den Innenputz verzichtet.

Behälterwände erhalten zwei Isolieranstriche. Um das Sickerwasser vom Behälter fortzuleiten, werden, vornehmlich in bindigen Böden, in Höhe der Behältergründung Drainagerohre um den Behälter gelegt und in die Entwässerungsleitung eingebunden. Ein Innenanstrich sollte möglichst vermieden werden, da dieser in Abständen von zwei Jahren erneuert werden muß. Trotz künstlicher Trocknung der Innenflächen ist dabei mit längeren Betriebsunterbrechungen zu rechnen.

Die Schieberkammer nimmt die für das Füllen und Leeren der Behälter erforderlichen Rohrleitungen, Formstücke, Armaturen und Meßgeräte auf.

Dient der Behälter gleichzeitig als Saugbehälter für ein Zwischenpumpwerk, so werden die hierfür erforderlichen Kreiselpumpen ebenfalls in der Schieberkammer untergebracht. Außerdem soll die Schieberkammer die Bedienung und Wartung der Armaturen erleichtern und den Zugang zu den Wasserkammern und deren Belüftung ermöglichen.

Der Rohrkeller ist bei kleinen Behältern über eine Stahlleiter und bei größeren über eine Stahlbetontreppe zu erreichen. Das gleiche gilt auch für den Zugang zu den

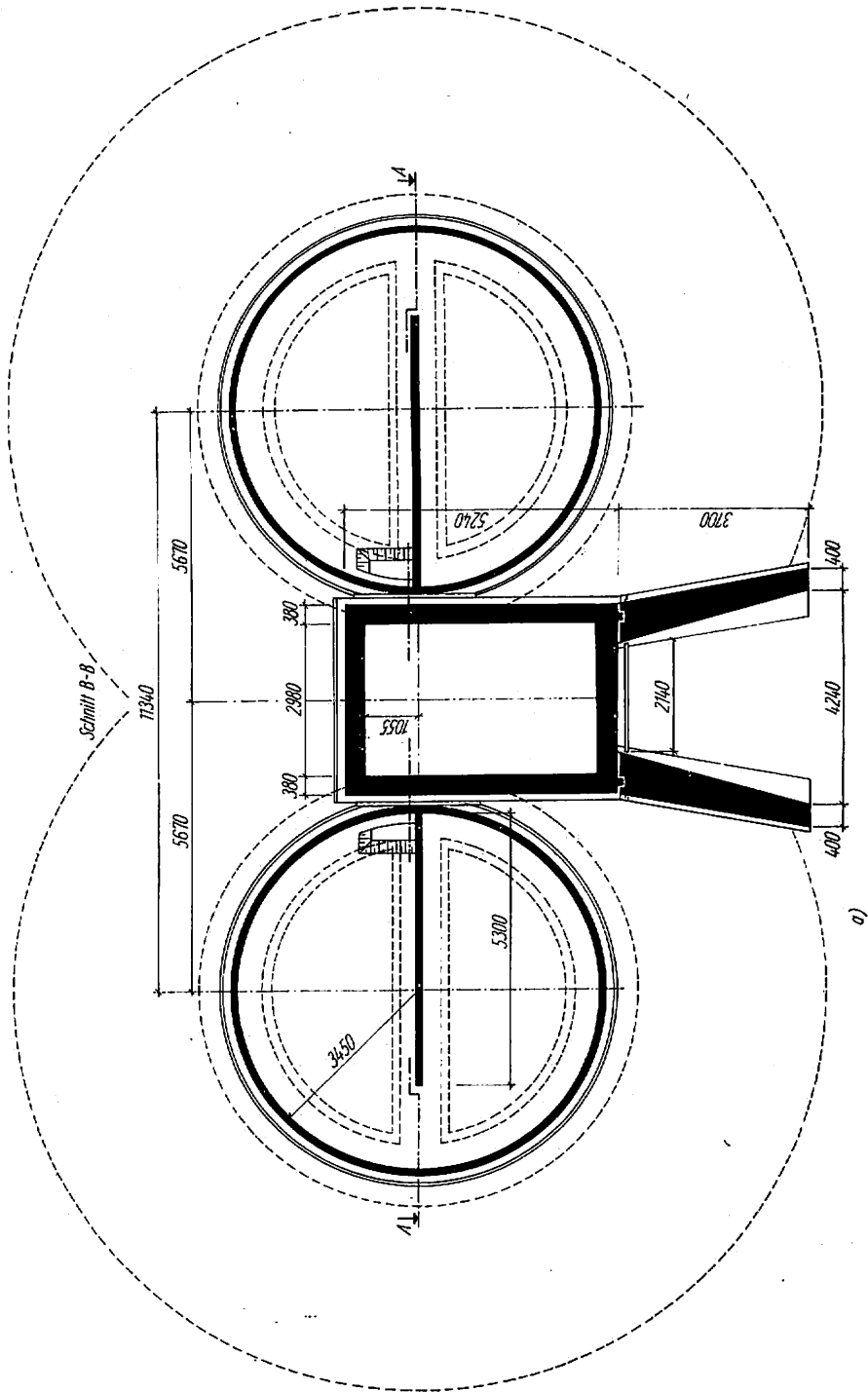


Bild 35. Wasserbehälter mit Schieberkammer

a) Grundriß; b) Schnitt A-A (s. S. 110)

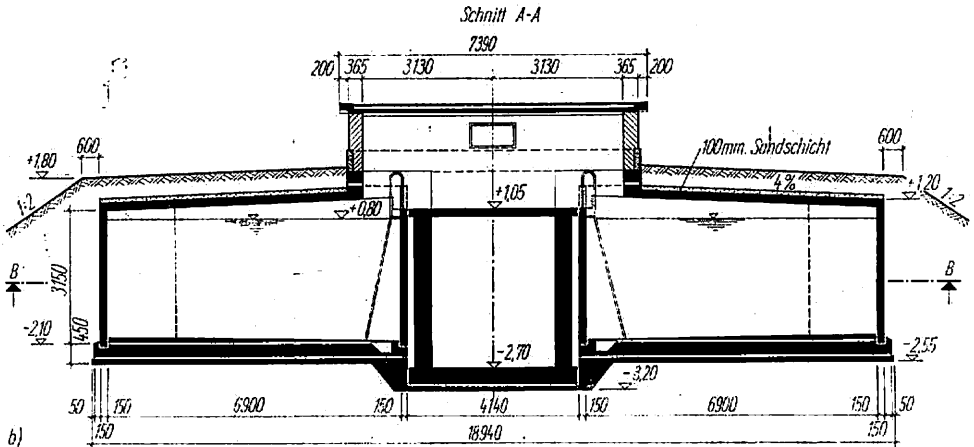
einzelnen Wasserkammern, wobei dieser Zugang von der Schieberkammer durch eine dicht schließende Stahltür getrennt ist. Nach außen ist der Schieberkammerzugang durch eine doppelwandige isolierte Stahltür abgeschlossen.

In Schieberkammern, die große Rohrdurchmesser aufzunehmen haben, ist zur Montage und Demontage der großen und schweren Ausrüstungen eine entsprechende Montageöffnung vorhanden.

Ein Doppel-T-Träger in der Schieberkammerdecke zum Anhängen eines Flaschenzuges und bei sehr großen Schieberkammern zum Einbau eines Brückenkranes soll die Montage und Demontage von Armaturen und Formstücken erleichtern.

Die Schieberkammer ist so angeordnet, daß sie stets symmetrisch zu den Wasserkammern liegt.

Bei rechteckigen Behältern wird sie an die Behälter angebaut, und bei Rundbehältern steht die Schieberkammer zwischen zwei Rundbehältern (Bild 35).



Häufig werden solche Behälterkonstruktionen angewendet, bei denen ein stufenweiser Ausbau möglich ist. Es sind dies Rundbehälter, die mit der Schieberkammer durch Rohrkanäle verbunden sind. Dadurch ist es möglich, bis zu vier Behälter entsprechend der Notwendigkeit in größeren zeitlichen Abständen zu bauen und an die beim Bau des ersten Behälters errichtete Schieberkammer anzuschließen.

Bei kleinen Behältern ohne Schieberkammer sind die Leitungen zum und vom Behälter erdverlegt. Nur die Bedienungsarmaturen werden in einem Schacht untergebracht (Bild 36). Der Einstieg in den Behälter erfolgt über einen Schacht durch die Behälterdecke.

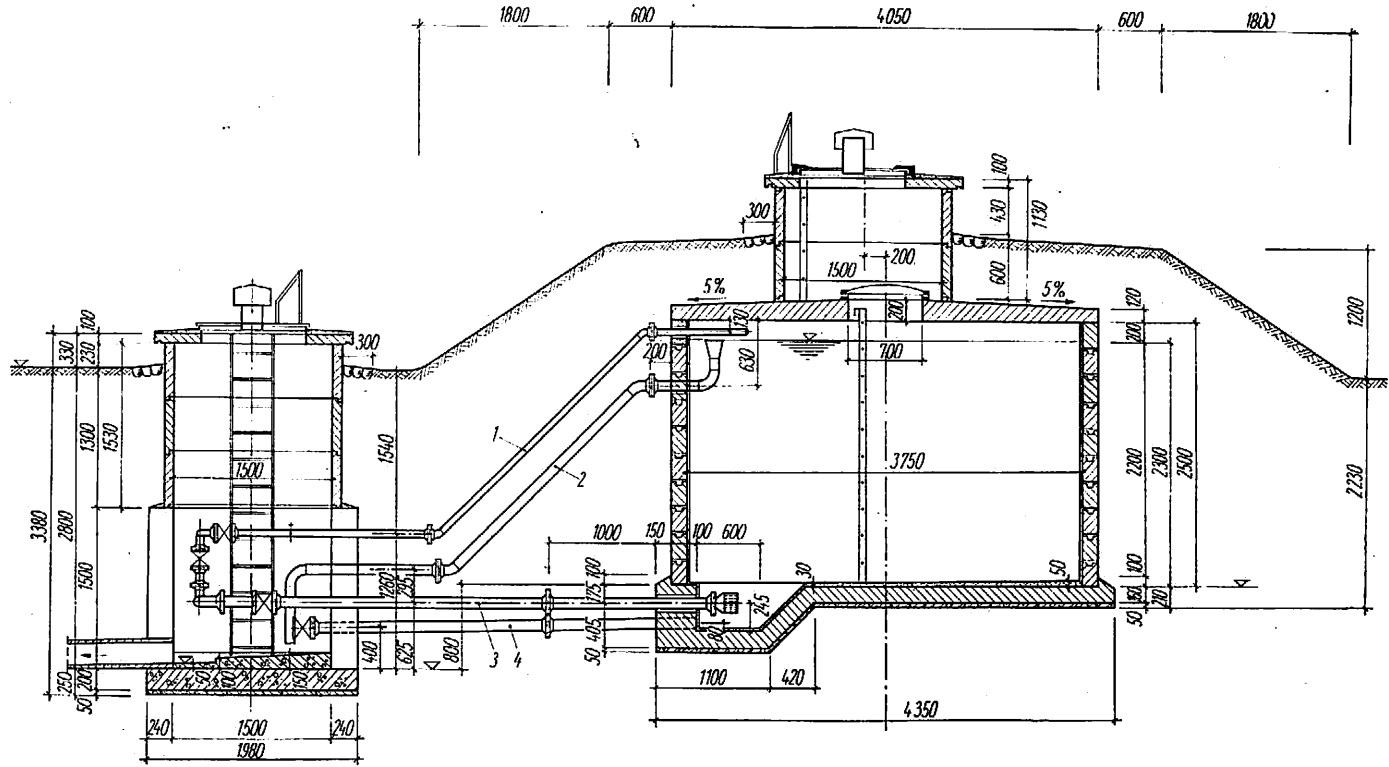


Bild 36. Wasserbehälter mit Vorschacht, als Durchlaufbehälter ausgerüstet

1 Zulauf, NW 65, 2 Überlauf NW 100, 3 Entnahmeleitung NW 100, 4 Entleerung NW 100

Zur *Ausrüstung* jeder Schieberkammer gehören für jede Wasserkammer eine Zulauf-, eine Entnahme-, eine Entleerungs- und eine Überlaufleitung (Bild 37 a). Die Leitungen, außer der Überlaufleitung, sind durch Schieber absperrbar. Beim Gegenbehälter ist noch der Einbau von Rückschlagklappen in den Entnahmeleitungen erforderlich, wodurch ein Wasserdurchlauf durch die Wasserkammer erreicht wird (Bild 37 b).

Außerdem ist in der Schieberkammer ein Pegelrohr untergebracht, das mit beiden Wasserkammern verbunden ist und zur Aufnahme der Wasserstandselektroden dient.

Zur Entnahme von Wasserproben sind in den Entnahmeleitungen Hähne angebracht. Bei großen Behältern ist der Einbau von Probenentnahmerohren in verschiedenen Höhen erforderlich.

Andere Ausrüstungen, wie Mengenmeßgeräte im Zu- und Ablauf, Rohrbruchsicherungen in großen Entnahmeleitungen, elektrische Installation, sanitäre Einrichtungen und Telefon, können in der Schieberkammer eingebaut werden.

■ *Der höchste Wasserstand im Behälter wird durch den Überlauf bestimmt.*

Der Überlauf darf nicht absperrbar sein und ist bei großen Behältern als Kanal und Schacht ausgebildet.

Die Entleerungsleitung, die am tiefsten Punkt des Entnahmesumpfes in der Wasserkammer eingeführt wird, ermöglicht eine restlose Behälterentleerung.

■ *Überlauf, Entleerung und Fußbodenentwässerung der Schieberkammer werden zu einer Leitung zusammengefaßt und gefahrlos zum Vorfluter abgeleitet.*

Der Behälterzulauf mündet meistens über dem höchsten Wasserstand aus.

Bei Ausmündung unterhalb des Wasserspiegels (wird bei sehr großen Hochbehältern zur Verringerung der Förderhöhe bei Teilfüllung vorgesehen) sind Rückschlagklappen zur Erzielung der Wasserzirkulation im Behälter erforderlich.

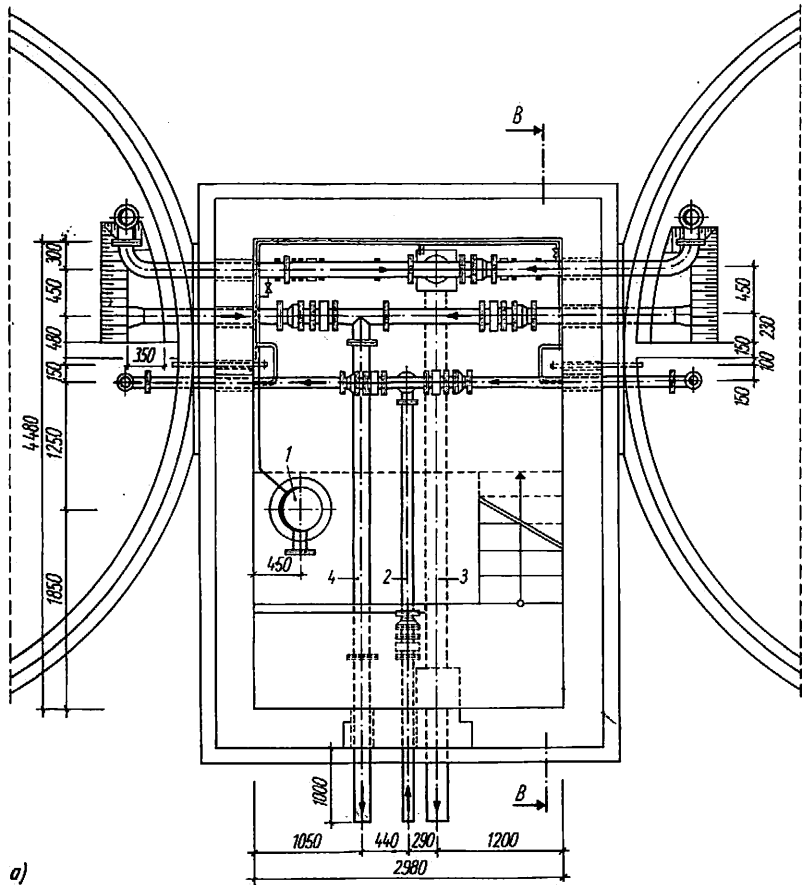
Zum leichteren Ein- und Ausbau der Armaturen haben sich Ausbaustopfbuchsen bewährt, die bei den Flanschenrohren und -formstücken Längenänderungen ermöglichen.

Als Material für die Rohre und Formstücke wurde bisher wegen der langen Lebensdauer Gußeisen verwendet. Das schwere Gußeisen erschwert jedoch die Montage. Deshalb werden heute vielfach gut isolierte Stahlrohre eingebaut.

Zur Einführung der Leitungen in die Schieber- und Wasserkammern sind mehrere Wanddurchbrüche erforderlich. Bei kleineren Behältern werden die Durchführungsrohre mit Mauerflansch direkt einbetoniert. Bei größeren Behältern verwendet man Schutzrohre, durch die die Rohre geschoben und gegen die Schutzrohre durch Verstemmen mit Bleiwohle oder durch Stopfbuchsen abgedichtet werden.

Die Schutzrohre haben den Vorteil, daß bei Rohrauswechslungen keine Stemmarbeiten erforderlich sind.

Für normale Behälter werden Typenprojekte verwendet, bei denen je nach den Geländebedingungen lediglich die örtliche Anpassung erforderlich ist.



a)

Schnitt B-B

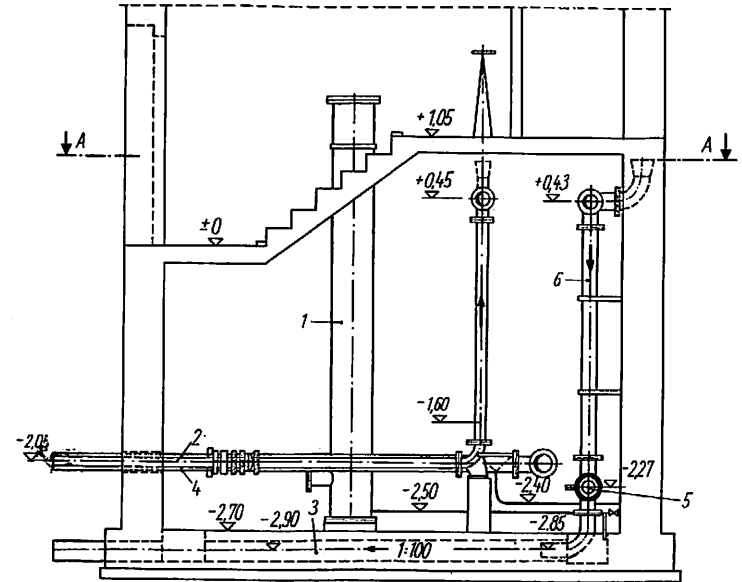
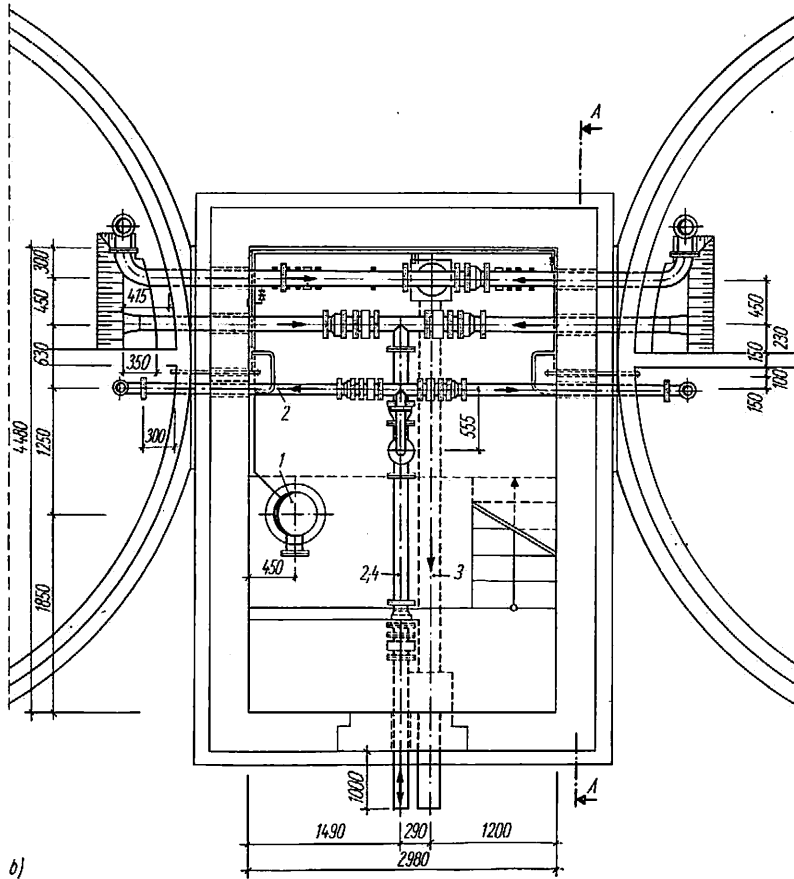


Bild 37. Schiebekammern

a) Durchlaufbehälter; b) Gegenbehälter

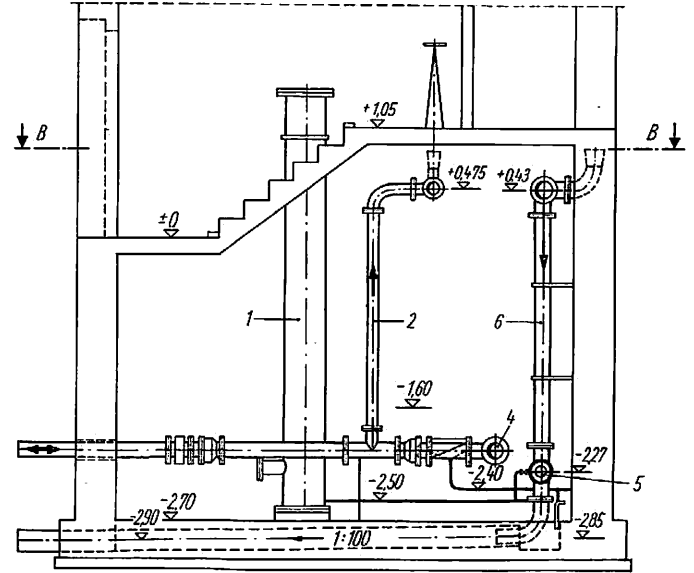
1 Pegelrohr NW 400, 2 Zulauf NW 100, 3 Entwässerung NW 200 (Steinzeug), 4 Entnahme NW 150, 5 Entwässerungsgut 1", 6 Überlauf NW 150

Schnitt B-B



b)

Schnitt A-A



Es gibt folgende Typenbehältergrößen:

Montagebehälter aus Betonsegmentsteinen
 25, 50, 100, 2×100 , 2×150 , 2×225 und $2 \times 300 \text{ m}^3$,
 Stahlbetonbehälter monolithisch
 2×500 , 2×750 und $2 \times 1000 \text{ m}^3$,
 Spannbetonbehälter monolithisch
 5000 m^3 .

Die Größe der Hochbehälter richtet sich nach der zu versorgenden Einwohnerzahl und den Betriebsbedingungen.

Unter den Betriebsbedingungen versteht man die Größe des Versorgungsgebietes, die Länge der Zuführungsleitungen, die erforderliche Zeit zur Beseitigung von Rohrbrüchen (z. B. in Grundwasser, große Erdüberdeckungen, Düker, Bahnkreuzungen in Schutzrohr), wichtige Industriebetriebe, Störanfälligkeit von Pumpwerken usw.

Als Richtwerte kann man dem erforderlichen Behälterinhalt einschließlich der Löschwasser- und Störreserve gleichsetzen

den maximalen Tagesbedarf – bei Orten bis zu 20000 Einwohner und normalen Betriebsbedingungen

den einhalb- bis einfachen maximalen Tagesbedarf – bei Orten über 20000 Einwohner und günstigen Betriebsverhältnissen

den ein- bis zweifachen maximalen Tagesbedarf – bei Orten gleicher Einwohnerzahl mit besonders schwierigen Betriebsbedingungen

Die Lage des Hochbehälters im Versorgungsgebiet richtet sich nach den örtlichen Gegebenheiten.

Er soll so hoch liegen, daß der Versorgungsdruck, der bei einerschossiger Bebauung mindestens 20 mWS und für jedes weitere Geschöß jeweils 4 mWS mehr betragen soll (bei fünfgeschossiger Bebauung also $20 + 4 \cdot 4 = 36 \text{ mWS}$), am günstigsten Punkt des Versorgungsgebietes gewährleistet wird.

Der größte Versorgungsdruck soll 60 bis 80 mWS nicht übersteigen, um die Hausinstallation nicht zu stark zu beanspruchen.

Im Idealfall liegt der Hochbehälter im Zentrum des Versorgungsgebietes.

4.1.4. Wassertürme

Wassertürme werden nur dort gebaut, wo die für den erforderlichen Versorgungsdruck notwendige Geländeerhebung (Berg, Hügel) fehlt bzw. wo die Entfernung zu einem möglichen Hochbehälter zu unwirtschaftlichen Leitungen führt.

Da die Baukosten für Wassertürme 5- bis 10mal höher als die von Erdbehältern gleichen Inhalts sind, ist zur Festlegung des Speicherinhaltes unbedingt die fluktuierende Wassermenge zu ermitteln und die Speicherrreserve klein zu halten.

Um die fluktuierende Wassermenge möglichst zu verringern, sind die Förderzeiten in die Zeiten des größten Verbrauches zu legen. Ist auf Grund der Betriebsverhältnisse eine große Feuerlösch- und Störreserve erforderlich, so ist es üblich, diesen Speicherraum als Tiefbehälter in Turmnahe zu legen. Dadurch ist es möglich, mittels Pumpen den Turmbehälter schnell zu füllen.

Für den Bau eines Wasserturmes sind außer der Speichergroße und der Turmhöhe noch der Baugrund und das Einfügen in das Stadtbild wesentlich.

In Bild 38 sind einige charakteristische Querschnitte von Turmbehältern dargestellt. Um die Baukosten niedrig zu halten, werden kleine Grundflächen angestrebt. Das hat allerdings große Wasserstände (5 bis 10 m) zur Folge.

Auch Wassertürme ab etwa 1000 m³ Speichereinhalte werden in zwei Wasserkammern unterteilt. Diese werden zentrisch angeordnet, wodurch außermittige Belastungen vermieden werden.

Unter dem Behälterboden befindet sich der Tropfboden, der das Schwitzwasser aufnimmt und über eine Entwässerungsleitung abführt.

Der Zugang zum Speicher erfolgt über eine Wendeltreppe im Turmschaft, die bis zum oberen Behälterrand führt.

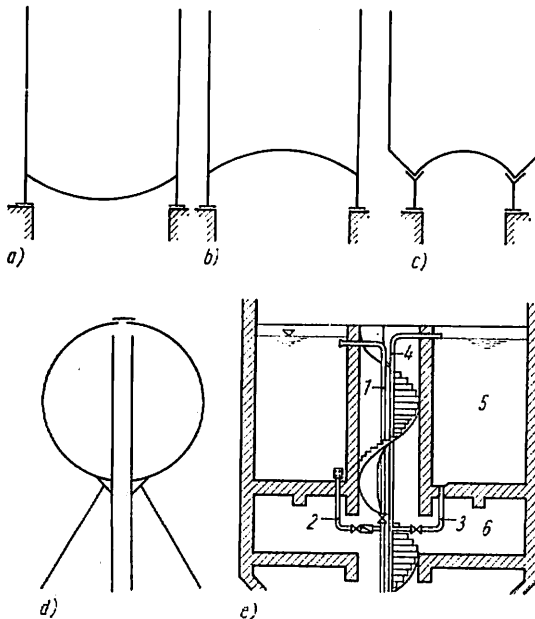


Bild 38. Behälterquerschnitte von Wassertürmen

a) Kugelhängeboden; b) Kugelstützboden; c) Itzeboden; d) Kugelform (Hydroglobus); e) ebener Boden (Stahlboden)

1 Zulauf, 2 Entnahme, 3 Entleerung, 4 Überlauf, 5 Wasserkammer, 6 Tropfboden

Die Ausrüstungen von Wassertürmen erfolgen nach den gleichen Gesichtspunkten wie bei den Erdbochbehältern.

Als Schieberkammer dient der Raum zwischen Behälterboden und Tropfboden. Häufig dienen Wassertürme auch als Aussichtsturm oder zur Unterbringung von Gaststätten, Sternwarten und Betriebsräumen. Die Räume für die Wasserspeicherung müssen von den anderen Räumen so getrennt sein, daß ein Verschmutzen und der Zutritt Unbefugter unmöglich ist.

Jüngst wurden für die Versorgung kleinerer Orte Stahlwassertürme unter dem Namen *Hydroglobus* aus der Volksrepublik Ungarn bei uns eingeführt und montiert. Diese Stahlwassertürme haben 12 bis 200 m³ Nutzinhalt und eine Nutzhöhe von 15 bis 30,5 m.

Der Hydroglobus besteht aus dem aus Stahlblechsegmenten geschweißten kugelförmigen Behälter, der auf einem durch 6 verzinkte Stahlseile verspannten Stahlrohrmast von 80 cm Durchmesser ruht.

Der Stahlbehälter ist mit einer Wärmedämmschicht umgeben. Die äußere Verkleidung besteht aus Aluminiumblech.

Im Stahlrohrmast sind die gemeinsame Förder- und Entnahmeleitung, die Überlauf- und Entleerungsleitung und die vertikale Stahlleiter, die bis zur Wasserkammeroberkante führt, untergebracht.

Nachteilig ist der relativ große Geländebedarf, bedingt durch die Seilverspannung (je nach Turmhöhe 1100 bis 2800 m²).

Über die normative Nutzungsdauer liegen bei dem Hydroglobus noch keine Erfahrungen vor.

Die Lage des Wasserturmes ist auf ebenem Gelände stets im Zentrum des Versorgungsgebietes, da dann die geringsten Bauhöhen erforderlich sind. Geringe Geländeerhebungen werden als Standort genutzt.

4.1.5. Löschwasserbehälter

In ländlichen Gemeinden und Orten ohne besondere Schwerpunkte unter 3000 Einwohner wird die Löschwassermenge nicht aus der zentralen Trinkwasserversorgungsanlage bereitgestellt. Das Löschwasser muß dann aus stehenden oder fließenden Gewässern (fließende Welle), offenen oder geschlossenen Löschwasserbehältern, Löschwasserteichen und Löschwasserbrunnen entnommen werden.

Löschwasserentnahmestellen müssen mindestens für die Dauer von einer Stunde 800 l/min liefern, wobei bis zu einem Inhalt von 200 m³ zwei und über 200 m³ drei Entnahmestellen erforderlich sind.

- Löschwasserbrunnen müssen diese Menge über drei Stunden liefern, wobei die geodätische Saughöhe 6,0 m nicht übersteigen darf.
- Für Löschfahrzeuge sind Zufahrten von 3,0 m Breite und für eine Radlast von 3,5 Mp anzulegen.

- Der Abstand der Löschwasserentnahmestellen untereinander darf 500 m, die Entfernung zu den einzelnen Gebäuden 300 m nicht überschreiten.
- Für das Wiederauffüllen der Löschwasserteiche und -behälter muß ein Zu-
lauf von 140 l/min gewährleistet sein.

Art, Anzahl und Anordnung der Feuerlöscheinrichtungen werden durch das örtlich zuständige zentrale Brandschutzorgan festgelegt.

Offene Feuerlöschbehälter haben einen Inhalt von 500 bis 1000 m³, eine rechteckige Grundfläche, wegen der Vereisung im Winter eine Tiefe von 2,0 bis 3,5 m und eine Neigung der Behälterwände von 1 : 1,5 bis 1 : 2.

Je nach den Baugrundverhältnissen ist das Becken abgepflastert, gemauert oder betoniert. Die Sohle ist gegen Versickern durch eine Lehm- oder Tonschürze abgedichtet.

Die Entnahme erfolgt außerhalb des Beckens über mehrere Saugschächte (Mönche) oder Saugköpfe (Oberflurhydranten mit A-Anschluß). Saugschacht und Saugkopf müssen entleerbar sein.

Die Saugleitung NW 150 bis NW 200 beginnt in einem Schlammfang mit Schlammgitter und ist mit Steigung zur Entnahmestelle zu führen.

Geschlossene Feuerlöschbehälter (Bild 39) werden heute als Rundbehälter aus Betonsegmentsteinen hergestellt. Typenprojekte sind für die Größen 50, 100 und 150 m³ vorhanden.

Die Wasserentnahme erfolgt über einen Oberflurhydranten.

4.1.6. Überwachung des Füllstandes

Die ständige Überwachung des Füllstandes von Behältern ist für eine gesicherte Trinkwasserversorgung unbedingt erforderlich. Dadurch können Störungen, wie das Leerlaufen von Hochbehältern mit der damit verbundenen Unterbrechung der Wasserversorgung im Versorgungsgebiet und das Überlaufen von Behältern mit den hierbei entstehenden unnötigen Förderkosten, weitgehend vermieden werden.

■ *Zur Überwachung des Füllstandes gehören die Messung der Höhe des Wasserspiegels und die Regelung des Behälterzulaufes.*

Die Messung des Behälterfüllstandes erfolgt bei kleineren älteren Anlagen häufig noch durch Ablesung eines in der Wasserkammer eingebrachten Pegels. Hierzu ist das Öffnen der Wasserkammertür oder des Behältereinstieges erforderlich, was vom hygienischen Standpunkt unbedingt vermieden werden sollte. Besser ist der Einbau von Wasserstandsrohren in der Schieberkammer oder Manometern mit kleinem Meßbereich in der Entleerungsleitung innerhalb des Vorschachtes. Diese Art der Messung nimmt viel Zeit in Anspruch, da oft mehrere Kilometer zurückzulegen sind. Auf Grund des Arbeitskräftemangels sowie zur Steigerung der Arbeitsproduktivität und Erhöhung der Betriebssicherheit werden die Behälter mit Geräten zur Fernübertragung der Meßergebnisse ausgerüstet. Die Regelung des Behälterzulaufes erfolgt je nach den Betriebs-

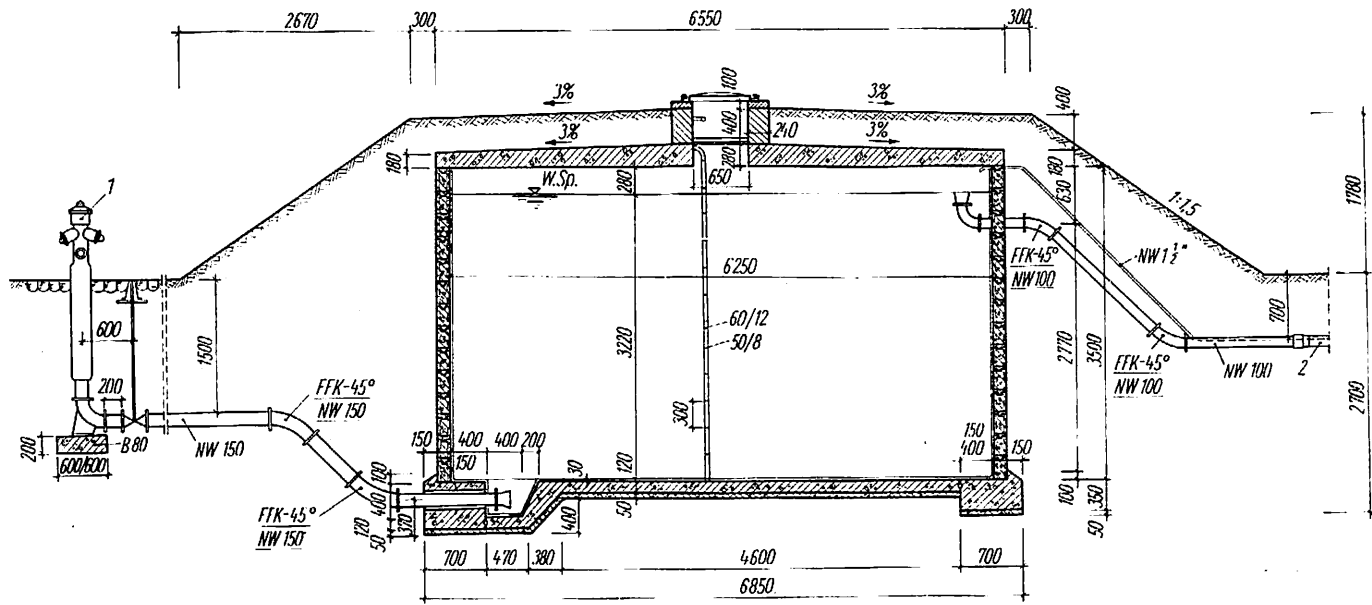


Bild 39. Löschwasserbehälter

1 Überflurhydrant (1 A-Abgang, 2 B-Abgänge), 2 Steinzeugrohr

verhältnissen. So wird der Zulauf bei Behältern, denen das Wasser im natürlichen Gefälle zufließt, wie z. B. bei Behältern mit höher gelegener Wassergewinnungsanlage, bei Druckunterbrecherbehältern, Saugbehältern und Übergabehältern, durch Schwimmerregelorgane gesteuert. Bei Hochbehältern, in die das Wasser mittels Pumpen gefördert wird, strebt man eine vom Wasserstand abhängige elektrische Steuerung an.

4.1.7. Planmäßig vorbeugende Instandhaltung

Durch die vorbeugende Instandhaltung soll erreicht werden, daß sich die Wasserqualität durch die Speicherung nicht verschlechtert und die Speicher sich stets in einem einwandfreien baulichen Zustand befinden.

Es soll verhindert werden, daß erst dann etwas unternommen wird, wenn

- die Wasserqualität durch verschmutzte Speicher beanstandet werden muß
- durch bauliche Schäden die Speicher undicht werden
- Wassertürme wegen Einsturzgefahr gesperrt werden müssen
- Speicherausrüstungen, Steuer- und Fernmeldeanlagen ausfallen

Damit die vorbeugende Instandsetzung in regelmäßigen Abständen durchgeführt wird, muß sie Bestandteil des Betriebsplanes werden.

Zur vorbeugenden Instandhaltung gehören:

- turnusmäßige Reinigung der Wasserkammern bei Behältern
- regelmäßiges Überprüfen des baulichen Zustandes
- Pflege und Instandhaltung der Schieberkammerausrüstungen
- Pflege und Instandhaltung der Signal- und Steuereinrichtungen
- Pflege und Instandhaltung der Außenanlagen (Begrünung, Umzäunung)

Behälterschema

Dadurch, daß sich an den Wänden der Wasserkammern Algen ansetzen und auf der Behältersohle ausfällbare Stoffe und aus der Förderleitung mitgerissene Eisenoxide (Rost) oder auch Mangan ablagern, welche die Wasserqualität verschlechtern, sind die Wasserkammern in regelmäßigen Abständen zu reinigen.

- Die zu reinigende Wasserkammer wird über die Entleerungsleitung entleert. Zuvor sind Zu- und Ablauf abzuschließen.
- Die Reinigung erfolgt durch Scheuern der Wände, der Decke und der Sohle mit Bürsten unter ständigem Nachspülen mit Wasser.

Zur Erleichterung der körperlich schweren Arbeit wird der Einsatz mechanisch angetriebener Reinigungsgeräte angestrebt. Diese Geräte dürfen jedoch nicht den bituminösen Anstrich und den Zementglattputz beschädigen oder zerstören.

In den Wasserkammern befindliche Ausrüstungen (Rohrleitungen, Formstücke, Armaturen und Stahlleitern) sind zu entrostet und mit phenolfreien Farben zu streichen.

Nach der Reinigung sind die Wasserkammer-Innenflächen auf Schäden und Risse, besonders auf Haarrisse zu untersuchen. Die festgestellten Schäden sollten sofort beseitigt werden.

Entsprechend den hygienischen Vorschriften ist die Wasserkammer vor dem Füllen mit Chlorkalk zu desinfizieren.

Vor dem Neufüllen ist die Wasserkammer nach Erreichen des Füllstandes von etwa 30 cm zu entleeren.

Die mit der Behälterreinigung und den Reparaturarbeiten betrauten Kollegen sind halbjährlich ärztlich zu untersuchen, damit Träger pathogener Keime (Ausscheider von Cholera-, Typhus- und Ruhrkeimen) rechtzeitig ermittelt werden können.

Die Wasserkammern dürfen nur mit eigens für die Behälterreinigung bereitgestellten Gummistiefeln, die vorher mit Chlorkalk desinfiziert wurden, betreten werden.

Um Unfälle zu vermeiden, darf für die Beleuchtung nur eine elektrische Spannung von 25 V verwendet werden. Außerdem muß laut ASAO 616 „Befahren von Behältern, Apparaten, Rohrleitungen, Gruben usw.“ vor Beginn der Reinigungsarbeiten ein Erlaubnisschein zum Befahren ausgestellt werden. In dieser Befahrungserlaubnis sind alle notwendigen Gesundheits- und Arbeitsschutzmaßnahmen enthalten, die von allen Beteiligten gewissenhaft einzuhalten sind.

Unterhaltungsarbeiten in der Schieberkammer

Die Armaturen in der Schieberkammer der Behälter sind regelmäßig zu warten.

- Selten betätigte Absperrschieber sind durch turnusmäßiges Drehen gängig zu halten.
- Die Antriebe elektrischer Absperrorgane müssen regelmäßig gefettet werden.
- Elektrische Steuer- und Signalanlagen sind vom Betriebselektriker regelmäßig zu überprüfen und Mängel sofort zu beseitigen.
- Wird festgestellt, daß die Tauchelektroden im Pegelrohr oxydieren (Grünspan), ist sofort der Betriebselektriker zu verständigen.

Armaturen, Formstücke und Robre sind in gewissen Zeitabständen mit einem neuen Farbanstrich zu versehen.

Dabei sollen besonders bei großen Wasserbehältern die Funktionen der einzelnen Leitungen durch verschiedenfarbige Anstriche hervorgehoben werden.

Bauliche Schäden an der Schieberkammer werden umgehend beseitigt. In der Schieberkammer ist auf peinliche Sauberkeit zu achten.

Hierzu gehört, daß nach Reparaturen übriggebliebenes Material und anfallende Abfallstoffe sofort beseitigt, der Fußboden stets sauber gehalten und die Fenster ab und zu geputzt werden. Auch die Umgebung der Behälter einschließlich der Umzäunung soll stets einen gepflegten Eindruck hinterlassen.

4.2. Druckerhöhungsstationen

4.2.1. Zweck der Druckerhöhung

Da nicht nur die erforderliche Wassermenge, sondern auch der notwendige Versorgungsdruck für eine ausreichende Versorgung mit Trinkwasser maßgebend ist, sind in Teilen des Versorgungsgebietes, bei denen auf Grund der Höhenlage des Hochbehälters der Versorgungsdruck nicht ausreicht, Druckerhöhungsstationen zu errichten. Es handelt sich hierbei in bergigen Gegenden im Vergleich zum Versorgungsgebiet des Hochbehälters stets um relativ kleine Gebiete, bei vielgeschossiger Bebauung (Hochhäuser) sogar nur um einzelne Gebäude. Im Flachland dagegen versorgen Druckerhöhungsstationen ganze Orte.

4.2.2. Möglichkeiten der Druckerhöhung

Unter Druckerhöhung in der Wasserwirtschaft ist allgemein das Heben des Wassers mittels Pumpen zu verstehen. Hierzu gehört das Fördern in Hochbehälter und Wassertürme.

Ist, wie im Flachland, die Errichtung von Hochbehältern nicht möglich und der Bau von Wassertürmen unwirtschaftlich, so erhält man den erforderlichen Versorgungsdruck durch Druckerhöhungsstationen. Darin kann das Wasser mit Kreiselpumpen direkt oder über Druckwindkessel (Hydrophor) in das Versorgungsnetz gefördert werden. Auch eine Kombination der beiden Möglichkeiten findet Anwendung.

Hydrophore sind bis zu einem Tagesbedarf von 2000 m³ wirtschaftlich. Ab 2000 m³ Tagesbedarf, bei ausgeglichenem Verbrauch auch darunter, wird direkt in das Versorgungsnetz gefördert. Dabei erfolgt die Anpassung an die Verbrauchsschwankungen stufenweise durch Zu- oder Abschalten von Kreiselpumpen oder stufenlos durch Regelung der Pumpendrehzahl.

Für die Auswahl der Kreiselpumpen ist die genaue Kenntnis der Rohrkenlinie des Versorgungsnetzes sowie des maximalen Stundenbedarfs und dessen Schwankungen erforderlich. Die Pumpenschaltung bzw. die Drehzahlregelung erfolgt druck- oder mengenabhängig. Um zu verhindern, daß Schaltungen bei geringen Druckschwankungen ausgelöst werden, werden die Schaltsignale durch zwischengeschaltete Zeitrelais verzögert.

4.2.3. Druckkessel-Anlagen (Hydrophoranlagen)

Wirkungsweise

Hydrophorkessel sind keine Speicher, sondern Schaltorgane. Die Kessel sind etwa zu $\frac{1}{3}$ mit Wasser und zu $\frac{2}{3}$ mit komprimierter Luft gefüllt.

Das Luftpolster drückt bei Wasserentnahme das Wasser aus dem Kessel in das Versorgungsnetz.

Mit sinkendem Wasserspiegel dehnt sich das Luftpolster aus, dabei verringert sich der Druck nach dem Gasgesetz. Der Wasserspiegel sinkt so weit ab, bis der festgelegte Einschaltdruck erreicht wird. Nun schaltet sich die Pumpe ein und füllt den Kessel, wobei der Wasserspiegel ansteigt und die Luft im Kessel verdichtet wird. Ist der Ausschaltdruck erreicht, schaltet sich die Pumpe ab. Dieser Vorgang wiederholt sich ständig.

Pumpen

*Die Fördermenge der Pumpen für Hydrophoranlagen muß beim Einschalt-
druck noch über dem bei der Wasserbedarfsermittlung errechneten maxi-
malen Stundenbedarf liegen.*

Dadurch können kurzzeitige Bedarfsspitzen, die bei der Bedarfsermittlung nicht erfaßt werden können, abgedeckt werden.

Zur Verringerung des erforderlichen Kesselinhaltes ist es bei größeren Anlagen sinnvoll, anstelle einer großen Kreiselpumpe bis 3 kleine Pumpen im Parallelbetrieb einzusetzen, die sich stufenweise zuschalten (Bild 40). Dabei muß die Summe der einzelnen Fördermengen gleich der erforderlichen Gesamtfördermenge sein.

*Die Förderhöhe ist so zu wählen, daß beim Ein- und Ausschalt-
druck die Förderung gesichert ist.*

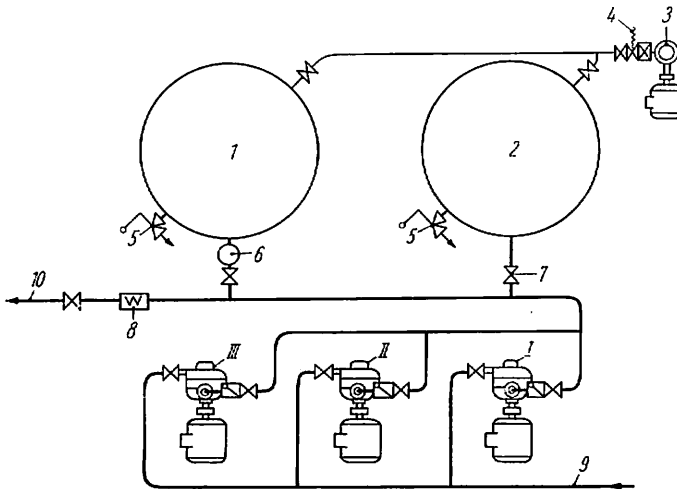


Bild 40. Schema einer Hydrophoranlage

1 Druckwindkessel mit Luft- und Wasserfüllung, 2 Druckwindkessel mit Luftfüllung, 3 Kompressor, 4 federbelastetes Sicherheitsventil, 5 gewichtsbelastetes Sicherheitsventil, 6 Druckluftsperrventil, 7 Absperrschieber, 8 Wasserzähler, 9 Saugleitung; I bis III Kreiselpumpen

Aus Sicherheitsgründen muß die Förderhöhe 5,0 mWS größer als der Ausschaltdruck sein.

Große Druckdifferenzen zwischen Ein- und Ausschaltdruck und häufige Schaltperioden je Stunde erfordern zwar kleine Kessel, haben aber den Nachteil, daß höhere Stromkosten durch größere Förderhöhen anfallen.

Durch große Schalthäufigkeit werden die elektrischen Schaltgeräte höher beansprucht, und der Energiebedarf erhöht sich durch den häufigen Anlaufstrom der Motoren. Deshalb sollen die Druckdifferenz 15 mWS und die Schaltperioden je Stunde 6 bis 10 nicht überschreiten. Der Einschaltdruck muß gleich dem erforderlichen Versorgungsdruck sein.

Das Wasser wird den Pumpen aus einem Saugbehälter zugeführt. Ist die Zubringerleitung jedoch in der Lage, die maximale Fördermenge der Pumpen zu liefern, so kann zur Ausnutzung des Vordruckes die Saugseite der Pumpen direkt an die Zubringerleitung angeschlossen werden.

Zum Auslösen der Pumpenschaltung sind Manometer mit Kontakteinrichtungen (Kontaktmanometer) wegen der genaueren Einstellmöglichkeit den Druckschaltern vorzuziehen.

Druckschalter werden durch Verstellen der Schraubenfederspannung eingestellt. Eine genaue Einregulierung ist sehr zeitraubend und oft kaum möglich.

Beim stufenweisen Zuschalten mehrerer Pumpen haben sich Kontaktmanometer am besten bewährt. Die Druckdifferenz der Schaltkontakte soll dabei mindestens 3 Prozent vom Skalenendwert des Manometers betragen.

Druckkessel

Druckkessel sind im Nebenschluß zur Hauptdruckleitung anzuschließen. In den meisten Fällen sind die Druckkessel mit den Kreiselpumpen in einem Raum untergebracht.

Bei langen Zuführungsleitungen und größeren Höhenunterschieden zwischen Druck-erhöhungsstation und Versorgungsgebiet stellt man die Kessel in der Nähe des Versorgungsgebietes auf. Das hat den Vorteil, Kessel mit niedrigem Nenndruck verwenden zu können. Stehen die Kessel hinter dem Versorgungsgebiet (als Gegenbehälter wirkend), so ist für das Schalten der Pumpe ein Signalkabel erforderlich.

Werden mehrere Druckkessel aufgestellt, so wird jeder zweite nur mit Luft gefüllt und mit dem Luftraum der anderen Kessel durch absperzbare Luftleitungen verbunden.

Die Mindestdurchmesser der Luftleitungen betragen in Abhängigkeit der Kesseldurchmesser:

Kesseldurchmesser	Luftleitung
bis 1200 mm	NW 25
bis 2000 mm	NW 40
bis 3000 mm	NW 50

Druckwindkessel sind entsprechend ASAO 840 zulassungs- und überwachungspflichtig. Sie müssen so aufgestellt werden, daß sie allseitig leicht zugänglich sind.

Die Druckkessel sind mit Absperrschieber, Druckluftsperrventil, Entleerung, Sicherheitsventil, Wasserstandsanzeiger und Manometer auszurüsten. An dem nur mit Luft gefüllten Kessel entfällt das Druckluftsperrventil.

Außerdem müssen Kessel mit einem Durchmesser > 800 mm zum Befahren ein Mannloch haben.

Am Wasserstandsglas sind die zu den einzelnen Wasserständen gehörenden Drücke zwischen Ein- und Ausschaltedruck zu markieren, um jederzeit das Luftpolster kontrollieren zu können. Da die Druckluft vom Wasser zum Teil absorbiert wird, ist das Luftpolster von Zeit zu Zeit zu ergänzen.

Zum Nachfüllen der Luft ist ein Kompressor erforderlich, der bei Großanlagen durch Tauchkontakte automatisch gesteuert werden kann. Wöchentlich mindestens einmal ist das Luftpolster zu kontrollieren und erforderlichenfalls zu ergänzen.

Sicherheitsventil

Sicherheitsventile verbinden unzulässig hohe Drücke in Druckkesseln und Rohrleitungen.

Sie werden an Druckwindkesseln hinter Kolbenpumpen und Druckminderventilen im Nebenschluß ohne Absperrvorrichtung angeordnet. Infolge ihrer Trägheit sind sie zur Dämpfung von Druckstößen nicht geeignet.

Die Ventile werden masse- und federbelastet vorwiegend als Eckventil und für Wasserleitungen und Druckkessel ausschließlich als Niederhubsicherheitsventile hergestellt.

Der Ventilhub beträgt nur etwa $\frac{1}{10}$ des Ventilsitzdurchmessers.

Auf eine schadlose Ableitung der abzuschlagenden Wassermenge ist zu achten. Die Belastungsmasse bzw. die Federspannung sind verstellbar.

Um unbefugtes Verstellen zu verhindern, sind die Stellvorrichtungen zu verplomben. Das Sicherheitsventil muß anlüftbar und gut zugänglich sein. Es muß so eingestellt werden, daß es bei Erreichen des höchstzulässigen Betriebsdruckes anspricht. Es wird so bemessen, daß ein Überschreiten des höchstzulässigen Betriebsdruckes während des Öffnens des Ventils um mehr als $\frac{1}{10}$ mit Sicherheit verhindert wird.

Druckluftsperrventil

Druckluftsperrventile sind als Eckventile ausgebildet und verbinden bei Wassermangel im Druckwindkessel das Entweichen der Druckluft in das Rohrnetz.

Das Gehäuseoberteil ist durch Rohrleitungen an der Oberseite mit dem Luftraum und an der Unterseite mit dem Wasserraum des Kessels verbunden. Im Gehäuseoberteil befindet sich die Ventilstange, an deren oberem Ende eine Schraubenfeder und die

Sperrklinke angeordnet sind und deren unteres Ende den Ventilkegel trägt. Im freien Raum des Oberteles ist gleitend auf der Ventilstange der Schwimmer untergebracht.

Bei normalem Betrieb ist das Ventil geöffnet und durch die eingerastete Sperrklinke arretiert.

Wird der niedrigste Wasserstand im Kessel unterschritten, senkt sich der Schwimmer und löst durch seine Masse die Sperrklinke. Nun wird die Federkraft frei und drückt den Ventilkegel auf den Ventilsitz im Gehäuseunterteil. Das Ventil ist nunmehr geschlossen und öffnet sich erst, wenn der Wasserspiegel im Kessel steigt. Dabei gleitet der Schwimmer an der Ventilstange nach oben und hebt den Ventilkegel an, spannt die Schraubenfeder und läßt die Sperrklinke nach Erreichen des Endstandes einrasten.

Bei älteren Hydrophorkesseln befindet sich die Sperrvorrichtung im Kesselinnern. Hier schließt oder öffnet ein Schwimmer über einen drehbar gelagerten Hebel mit einer Klappe die Mündung der in den Kessel ragenden Entnahmeleitung.

Der Nachteil besteht hier darin, daß bei Reparaturen an der Sperrvorrichtung der Kessel befahren werden muß.

Berechnung

Die Berechnung der Kesselgröße ist nach TGL 92 042 „Druckkesselanlagen“ durchzuführen.

4.3. Verteilung des Wassers

Unter Wasserverteilung wird die Fortleitung des Wassers von der Gewinnungsstelle bis zum Verwendungsort verstanden.

4.3.1. Aufgabe der Verteilung

Das Bindeglied zwischen Gewinn und Verbrauch ist ein System von Rohrleitungen, das im allgemeinen etwa 75 Prozent der Anlagekosten beansprucht. Deshalb muß bei der Planung und beim Bau der Wasserleitungsanlagen eine möglichst lange Lebensdauer angestrebt werden, damit die Wirtschaftlichkeit und Sicherheit einer Wasserversorgungsanlage, die in hohem Maße von den Rohrleitungen abhängt, auch in der Perspektive gewährleistet ist.

Die Wasserverteilung muß die Bereitstellung von Trink- und Betriebswasser in einwandfreier Qualität und ausreichender Menge für Bevölkerung, Industrie und Landwirtschaft garantieren.

Dazu ist eine sorgfältige Auswahl der zu verwendenden Rohrmaterialien und Rohrverbindungen unter Berücksichtigung der Betriebssicherheit, der Anforderungen der Verbraucher und der territorialen Besonderheiten notwendig.

Durch die Anlagen der Wasserverteilung muß eine maximale Sicherstellung der Versorgung aller Wassernutzer gegeben sein.

4.3.2. Versorgungssysteme

Rohrleitungsarten

Die Fortleitung des Wassers von der Gewinnung zum Verbraucher erfolgt in Rohrleitungen, die nach versorgungstechnischen Aufgaben gegliedert werden in

- *Zubringer- oder Transportleitungen*

Das sind Rohrleitungen, die das Wasser von der Gewinnungsstelle ohne Entnahme zur Aufbereitung, zum Speicher oder zum Verteilungspunkt führen. Charakteristisch hierfür sind die Leitungen der Fernwasserversorgung.

- *Verteilungsleitungen*

Diese führen das Wasser der eigentlichen Verwendungsstelle zu. In größeren Netzwerken sind es *Hauptverteilungen*, von denen im allgemeinen nur Versorgungsleitungen, aber keine Anschlußleitungen abzweigen. Das eigentliche Versorgungsnetz wird von den *Versorgungsleitungen* gebildet, von denen die *Anschlußleitungen* zu den einzelnen Grundstücken führen. Die *Anschlußleitungen* leiten das Wasser bis zum Wasserzähler oder zum Hauptabsperrorgan im Grundstück bzw. Gelände, daran schließen sich die *Verbrauchsleitungen* an, die die Hausinstallation zu den Zapfstellen darstellen.

Rohrnetzformen

Entsprechend der Anordnung des Rohrnetzes und den dadurch bedingten hydraulischen Verhältnissen wird nach Verästelungs-, Umlauf- und Ringnetz (Bild 41) unterschieden.

- *Verästelungsnetz*

Die Hauptleitungen führen in die Schwerpunkte des Versorgungsgebietes und verzweigen sich bis zu den stumpfen Endsträngen.

■ *Kennzeichnend für diese Rohrnetzform ist die beständig gleiche Fließrichtung des Wassers.*

Von Vorteil ist die Einfachheit und Übersichtlichkeit der Rohrführung, die eine eindeutige Berechnung des Netzes und damit eine wirtschaftliche Dimensionierung der Leitungen ermöglicht.

Nachteilig für die Betriebssicherheit wirken sich Unterbrechungen des Rohrstranges bei Rohrbruch oder Reparaturen aus, weil dadurch hinter der Schadenstelle das gesamte Versorgungsgebiet ohne Wasser bleibt. Dies kann besonders im Brandfall zu erheblichen Schäden führen.

Die geringe Bewegung des Wassers in den Endsträngen mindert die Wasserqualität und erhöht die Gefahr des Einfrierens der Leitungen. Erweiterungen des Versorgungsgebietes werden oft durch die ungenügenden Druckverhältnisse erschwert.

Die direkte Löschwasserversorgung aus dem Rohrnetz bedingt größere unwirtschaftliche Rohrdurchmesser, da der Zufluß nur von einer Seite erfolgt.

- *Umlaufnetz*

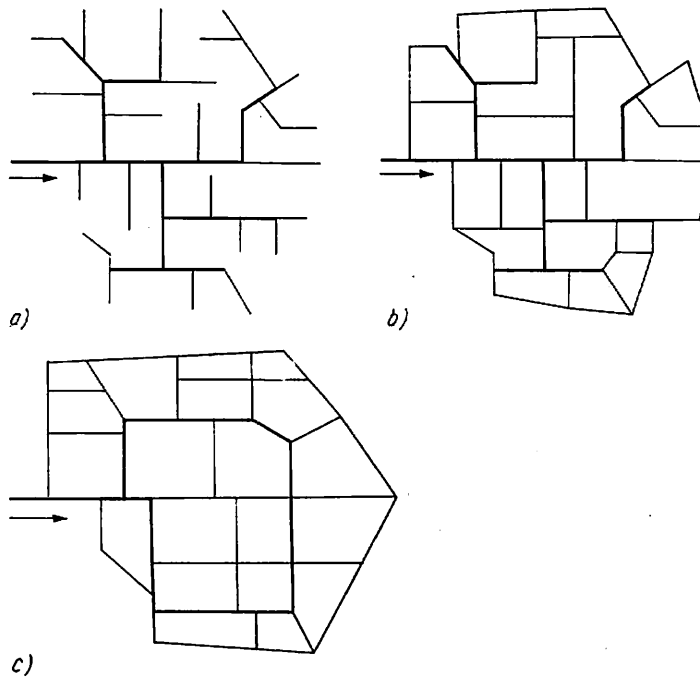


Bild 41. Rohrnetzformen

a) Verästelungsnetz; b) Umlaufnetz; c) Ringnetz

Die Endstränge des Verästelungsnetzes werden verbunden. Dadurch verbessern sich die Druckverhältnisse im Rohrnetz, und das Stagnieren des Wassers wird weitgehend verhindert.

Für die Löschwasserversorgung können geringere Rohrinnweiten gewählt werden, da das Wasser von zwei Seiten zufließt. Im Schadensfall werden die hinter der Absperrung liegenden Verbraucher zumindest mit Teilmengen versorgt.

Durch die Verbindung der Endstränge nehmen die Länge und somit die Kosten eines Rohrnetzes zu.

Das Umlaufnetz erschwert auf Grund der wechselnden Fließrichtung die Kontrolle auf Wasserverluste.

Die betrieblichen Vorteile geben dem Umlaufnetz gegenüber dem Verästelungsnetz den Vorzug.

● Ringnetz

Der Kern des Versorgungsgebietes wird von Hauptversorgungsleitungen mit entsprechend großem Rohrdurchmesser umschlossen.

Dadurch werden die größte Betriebssicherheit und die günstigsten Druckausgleiche erreicht.

Die anfänglich hohen Kosten gleicht der geringe Aufwand bei späteren Erweiterungen des Bebauungs- und Versorgungsgebietes aus. Von Vorteil sind daher Ringleitungen, die nahe oder an der Grenze des Versorgungsgebietes liegen, leicht Erweiterungen gestatten, gute Druckverhältnisse auch an den Randgebieten und eine hohe Betriebssicherheit gewährleisten. Die zur Verfügung stehenden Wassermengen werden durch Ringleitungen dem schwankenden Wasserverbrauch in den Teilen des Versorgungsgebietes am besten angepaßt.

Druckzonen

Der erforderliche Druck zur einwandfreien mengen- und druckmäßigen Versorgung der Verbraucher wird als Versorgungsdruck bezeichnet.

Der Versorgungsdruck bezieht sich auf die Straßen- bzw. Geländeoberkante, soll bei Einzelbebauung an Endsträngen 15 mWS nicht unterschreiten und steigt mit zunehmender Gebäudehöhe.

An der höchsten Zapfstelle soll ein Mindestdruck von 5 mWS vorhanden sein. Der höchste Druck im Versorgungsnetz soll, um eine hohe Beanspruchung der Hausinstallation zu vermeiden, keinesfalls 80 mWS überschreiten.

Treten im Versorgungsnetz höhere Drücke auf, so ist das Rohrnetz in verschiedenen Druckzonen zu teilen. Bei kleineren Versorgungsgebieten genügen Druckminderventile, während bei größeren Rohrnetzen Druckunterbrecherbehälter benutzt werden, die teilweise eine doppelte Rohrleitung bedingen, aber dafür größere Betriebssicherheit gewährleisten.

Betriebstechnisch günstig und meist auch am wirtschaftlichsten ist die Förderung des Wassers auf die notwendige Höhe jeder Druckzone.

4.3.3. Rohrleitungen, Formstücke und Armaturen

Rohrmaterial und Rohrverbindungen

Die Auswahl und Anwendung geeigneten Rohrmaterials und entsprechender Rohrverbindungen sind Voraussetzung für den sicheren und störungsfreien Betrieb der Wasserversorgungsanlagen.

Zu berücksichtigen sind dabei:

- die mechanischen, chemischen und elektrochemischen Beanspruchungen
- die Aggressivität des Wassers und des Bodens, denen der Rohrwerkstoff ausgesetzt ist

Ausschlaggebend für die Wahl des Rohrmaterials können auch hygienische und wirtschaftliche Forderungen sein. Gegenwärtig werden verstärkt nichtmetallische Rohr-

materialien eingesetzt, da sie gegenüber den metallischen Werkstoffen bessere Eigenschaften und größere Wirtschaftlichkeit aufweisen.

Bei hohen mechanischen Beanspruchungen werden die üblichen Grauguß- und Stahlrohre, sonst Beton-, Asbestzement- und Kunststoffrohre angewendet.

Asbestzement- und Kunststoffrohre zeichnen sich durch geringe Masse, Korrosionsbeständigkeit, geringe Reibungsverluste und einfache Verlegetechnik aus und garantieren eine lange Lebensdauer. Den metallischen Rohren sind sie jedoch in bezug auf hohe Drücke nicht gleichzusetzen.

■ *Das Rohrmaterial ist meist bestimmend für die Wahl der Rohrverbindung.*

Man unterscheidet grundsätzlich zwischen lösbaren und unlösbaren Verbindungen.

Bei größeren Nennweiten sind hauptsächlich Flansch-, Schraub-, Stemmuffen- und Schweißverbindungen gebräuchlich, während für kleinere Dimensionen oft Kuppelungen, Gewindemuffen, Schweiß- und Klebeverbindungen (vor allem bei Kunststoffrohren) angewendet werden.

Rohrleitungen

Eine Rohrleitungstrasse soll so werden, daß die Technologie der Bauausführung und die spätere Wartung unter den gegebenen territorialen Bedingungen am günstigsten sind.

■ *Fernleitungen sollen möglichst zügig unter Umgehung von Ortschaften und ungünstigen Baugrundverhältnissen geführt werden.*

Rohrleitungen in Ortschaften werden möglichst in Fußwege und Grünstreifen, in größeren Städten in die Fabrbahn verlegt.

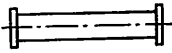

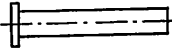

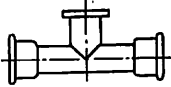

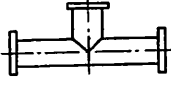



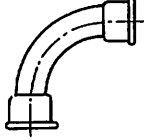



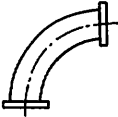

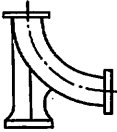

Dabei sind die bereits vorhandenen oder geplanten Leitungen der verschiedensten Versorgungsträger zu berücksichtigen. *Die Verlegetiefe der Leitungen hängt vom Durchfluß, Rohrdurchmesser, Grundwasserstand, von Verkehrsbelastung und Frosttiefe ab.*

Im allgemeinen ist eine Erdüberdeckung von 1,5 m ausreichend, bei großen Nennweiten und ständigem Durchfluß genügt 1 m Mindestüberdeckung. Besonders bei kleineren Ortsnetzen in gebirgigen Gegenden ist infolge der Frostgefahr meist eine größere Verlegetiefe nötig.

An den Hochpunkten der Leitungen sollen Be- und Entlüftungsventile die sich sammelnde Luft schadlos abführen. An den Tiefpunkten werden Entleerungsleitungen zum Entleeren oder Spülen der Hauptleitung angeordnet.

Absperrschieber sollen in Rohrnetzen so eingebaut werden, daß bei Reparaturen und Rohrbrüchen möglichst nur ein kleines Verbrauchergebiet von der Absperrung betroffen wird.

Hydranten werden an Endsträngen und im Bebauungsgebiet im allgemeinen alle 80 bis 100 m angeordnet. Schieber- und Hydrantenstandorte sind durch Hinweisschilder kenntlich zu machen.

Benennung	Kurzzeichen	Bild	Sinnbild	TGL
Flansch-Paßstücke	FF			14 390 Blatt 2
Flanschstücke mit Einsteckende	F			14 390 Blatt 3
Muffen-T-Stücke, Abzweig mit Flansch	MMA			14 390 Blatt 4
Flansch-T-Stücke	T			14 390 Blatt 5
Muffenbögen 11° 15' Muffenbögen 22° 30' Muffenbögen 30° Muffenbögen 45°	MMK			14 390 Blatt 6
Muffenbögen 90°	MMQ			14 390 Blatt 7
Flanscbögen 11° 15' Flanscbögen 22° 30' Flanscbögen 30° Flanscbögen 45°	FFK			14 390 Blatt 8
Flanscbögen 90°	Q			14 390 Blatt 9
Flanscbögen 90° mit Standfuß	N			14 390 Blatt 10

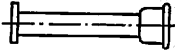

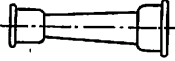

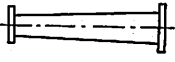

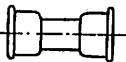

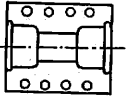



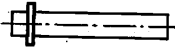

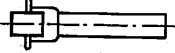



Benennung	Kurzzeichen	Bild	Sinnbild	TGL
Flanschmuffenstücke	E			14 390 Blatt 11
Muffenübergangsstücke	MMR			14 390 Blatt 12
Flanschübergangsstücke	FFR			14 390 Blatt 13
Überschiebmuffen- stücke, ungeteilt	U			14 390 Blatt 14
Überschiebmuffen- stücke, geteilt	2/2 U			14 390 Blatt 15
Paßringe	PR			14 390 Blatt 16
Kappe für Einsteckende	O			14 390 Blatt 17
Muffenstopfen	P			14 390 Blatt 18
Blindflansche	X			14 390 Blatt 19

Bild 42. Formstücke für Guß- und Stabrohre

Das Verlegen der Rohre richtet sich nach den Verlegerrichtlinien der Herstellerwerke.
Durch ordnungsgemäßen Einbau, wie

gutes Auflager bei Guß-, Beton- und Asbestbetonrohren,
seitliches Anstopfen und sorgfältiges Einbetten der Rohre,

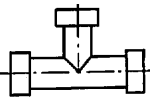

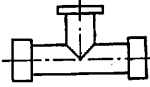



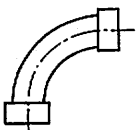

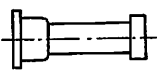

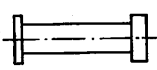

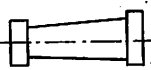

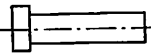

Benennung	Kurzzeichen	Bild	Sinnbild	TGL
Bund-T-Stücke	KB			14 391 Blatt 2
Bund-T-Stücke Abzweig mit Flansch	KA			14 391 Blatt 3
Bundbögen 11° 15' Bundbögen 22° 30' Bundbögen 30° Bundbögen 45°	KLK			14 391 Blatt 4
Bundbögen 90°	KQ			14 391 Blatt 5
Bund-Muffenstücke	KGM			14 391 Blatt 6
Bund-Flanschstücke	KF			14 391 Blatt 7
Bundübergangsstücke	KRG			14 391 Blatt 8
Bundstücke mit Einsteckende	KGS			14 391 Blatt 9

Bild 43. Formstücke für Asbestzementrohre

Vermeiden von Beschädigungen der Isolierung durch steinfreies Verfüllmaterial,

Anbringen von Widerlagern bei Richtungsänderungen usw.,

werden Rohrshäden weitgehend vermieden und die Wartung und Unterhaltung der Anlage vereinfacht.

Vor Inbetriebnahme einer Rohrstrecke muß eine Druckprobe durchgeführt werden, die den Nachweis der Dichtigkeit der Leitung erbringt. Prüfdruck und Prüfdauer richten sich nach dem Rohrmaterial, der Art und Funktion der Leitung.

Der Rohrgraben wird nach abgeschlossener Druckprobe vollständig verfüllt, die Leitung durchgespült und entkeimt.

Formstücke

Ändert sich die Richtung der Rohrleitungen, zweigen Leitungen voneinander ab oder wechseln die Nennweite des Rohres oder die Rohrverbindungen, so werden Formstücke (Bild 42 und 43) verwendet.

Die in der Wasserversorgung vorwiegend angewendeten gußeisernen Formstücke sind nicht nur für gußeiserne Rohrleitungen, sondern auch für Stahlleitungen, Stahlbetondruckrohre und Asbestzementrohre verwendbar. Die Formstücke sind in TGL 14390 und 14391 (für Asbestbetonrohre) standardisiert. Stahlformstücke werden bei besonderen Beanspruchungen eingesetzt und haben den Vorteil, daß sie bei anormaler Form und Abmessung der Rohrleitungen verwendet und bei Bedarf auf der Baustelle hergestellt werden können.

Für das Verbinden der Anschlußleitungen und in der Hausinstallation beim Einsatz von Gewinderohren werden Fittings aus Temperguß nach TGL 13419 oder Stahl verwendet.

Armaturen

● Absperrorgane

Absperrorgane unterscheidet man nach den Grundformen in Hähne, Ventile, Schieber, Drosselklappen und Rückschlagklappen. Sie dienen außer der Absperrung vielfach auch der Durchflußregelung und Druckminderung.

Die einfachste Form der Absperrorgane sind die *Hähne*, die in der Wasserversorgung nur eine untergeordnete Rolle spielen. Sie werden durch eine 90°-Drehung geöffnet oder geschlossen, wobei ein durchbohrter Konus den Durchfluß freigibt. Hähne unterliegen großem Verschleiß, schließen sich schnell und sind nicht zur Durchflußregelung geeignet.

Die verschiedensten Bauformen der *Ventile* finden in der Wasserversorgung meist bei kleinen Nennweiten (Hausinstallation) Verwendung. Das Absperrteil wird durch eine Spindel bewegt, die durch eine Stopfbuchse abgedichtet ist. Ventile eignen sich gut zur Durchflußregelung und werden meist von Hand bedient, in automatischen Anlagen auch ferngesteuert.

In der Wasserversorgung sind die *Schieber* die dominierenden Absperrorgane. Ihre Bauform, die den Betriebsdrücken entsprechen muß, kann flach, oval oder rund sein (Bild 44 bis 48). Der Abschlußkörper bewegt sich senkrecht zur Fließrichtung. Er ist meist keilförmig in einem Stück gefertigt oder besteht aus zwei parallelen Platten.

Die Bewegung des Absperrteiles erfolgt durch Spindel oder Kraftkolben, die mit einer Stopfbuchse (Bild 49) abgedichtet sind.

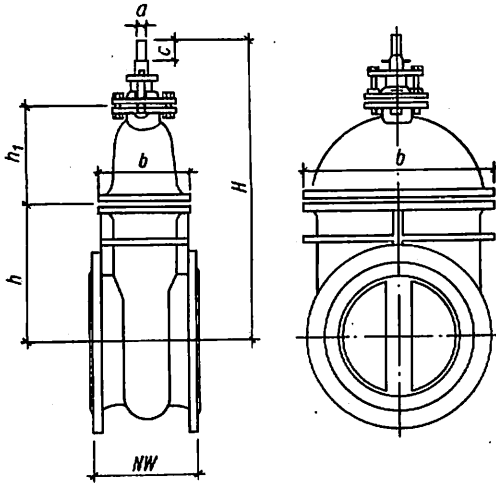


Bild 44. Keilflapschieber mit Flanschenanschluß

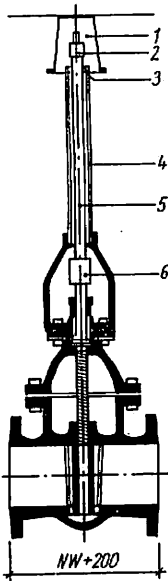


Bild 45. Keilovalschieber mit Einbaugarnitur, innenliegendes Spindelgewinde
 1 Straßenkappe, 2 Viertkant-schoner, 3 Schutzrohrdeckel, 4 Schutzrohr, 5 Schlüsselstange, 6 Viertkantmuffe

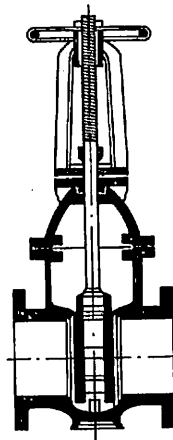


Bild 46. Parallelovalschieber mit Bockaufsatz, Spindel steigend

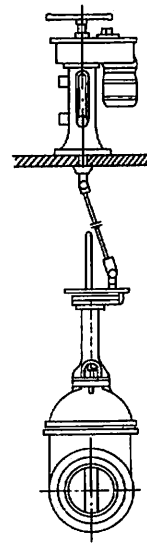


Bild 47. Schieber mit Überflurelektroantrieb

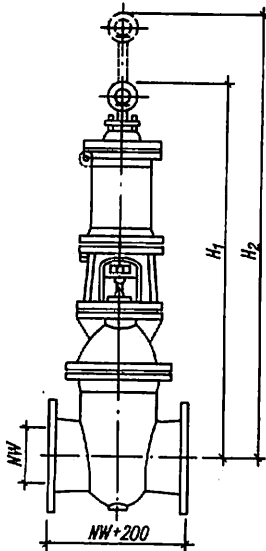


Bild 48. Parallelschieber
mit Kraftkolbenantrieb

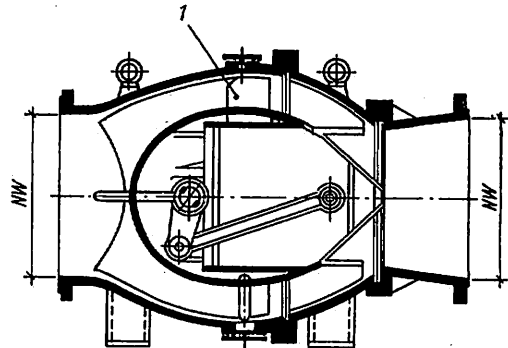


Bild 49. Ausbaustopfbuchse
1 Ringfläche

Man unterscheidet:

- Schieber mit innenliegender Spindel, die sich beim Öffnen in den Abschlußkörper schraubt, und
- Schieber mit außenliegender Spindel, die fest mit dem Abschlußteil verbunden ist und durch einen Bockaufsatz geführt wird.

Es gibt Flansch-, Muffen- und Spitzendenschieber (die speziell zur Absperrung von Asbestbetonrohrleitungen verwendet werden).

Das Öffnen und Schließen der Schieber erfolgt meist von Hand, bei größeren Nennweiten und automatischen Wasserversorgungsanlagen werden die Schieber durch Elektromotoren oder hydraulische Antriebe gesteuert.

Eine besonders sorgfältige Wartung der Schieberteile ist notwendig, da bei Verklemmung des Abschlußkörpers oder Verunreinigung der beweglichen Teile große Kräfte aufgewendet werden müssen, die zur Zerstörung des Gehäuses, der Spindel bzw. des Kraftkolbens führen können.

Bei erdverlegten Rohrleitungen müssen für automatisch gesteuerte Schieber entsprechende Schieberbauwerke errichtet werden. Erfolgt eine Betätigung durch Hand, so ermöglicht eine Einbaugarnitur, die für Erdüberdeckungen von 1,25 m, 1,50 m und 1,75 m genormt ist, die Steuerung des Schiebers.

Die gebräuchlichsten Schieber in der Wasserversorgung sind die Keilschieber, in flacher, ovaler und runder Bauform.

Keiloval- und Keilrundschieber mit innenliegender Spindel werden am häufigsten für den Erdeinbau verwendet. Keilschieber mit großer Nennweite müssen mit großen Erdüberdeckungen versehen oder liegend in Schächten angeordnet werden, da das mit Wasser gefüllte Oberteil (Schieberdom) frostgefährdet ist. Bei größeren Nennweiten und einseitigen Drücken ermöglicht eine Umlaufleitung einen Druckausgleich vor und hinter dem Abschlußkeil. Dadurch wird das Öffnen und Schließen des Schiebers erleichtert. Gleichzeitig werden Druckstöße beim Schließvorgang gemindert.

Beim Öffnen und Schließen des *Ringkolbenschiebers* (Bild 50) bewirkt die Bewegung des kolbenförmigen Abschlußkörpers parallel zur Fließrichtung günstige hydraulische Eigenschaften. Das als Führung dienende Innengehäuse vermeidet Anströmkräfte auf den Sperrkörper. Durch die konische Ausbildung des Ringkolbens werden strömungsgünstige Fließvorgänge erreicht. Ringkolbenschieber eignen sich deshalb besonders für Durchflußregelung, werden aber auf Grund der vielseitigen Verwendungsmöglichkeit auch als Abschlußorgane zur Verringerung der Druckstöcke beim Öffnen und Schließen einer Leitung, als Rohrbruchsicherung (Bild 51) und als Pumpenrückschlagorgan eingesetzt.

Als Pumpenrückschlagorgan erfüllt der Ringkolbenschieber gleichzeitig die Funktion eines Absperr-, Regel- und Rückschlagorganes.

Ringkolbenschieber können durch Handrad, elektromotorisch, hydraulisch und durch Fallgewicht (mit Bremsvorrichtung) gesteuert werden.

Drosselklappen werden als Regel- und Schnellschlußorgan verwendet. Die Absperrung erfolgt durch eine in der Rohrmitte gelagerte Klappe, die über eine Welle durch Hand-, Elektro-, Fallgewicht- oder Kraftkolbenantrieb betätigt wird.

Eine Sonderkonstruktion stellen die tropfdichten Abdichtklappen dar. Sie finden als Absperr-, Regel- und Rohrbruchsicherungsorgan vielseitige Verwendung. Auch in erdverlegten Rohrleitungen werden sie eingebaut und ersetzen in zunehmendem Maße Ringkolbenschieber und Keilschieber.

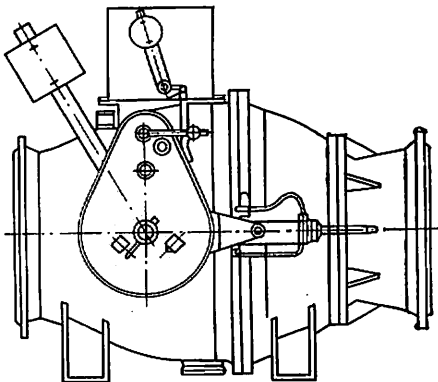


Bild 50. Ringkolbenschieber

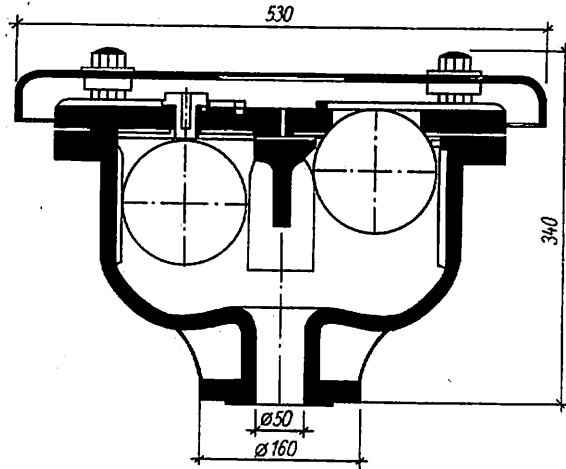


Bild 51. Ringkolbenschieber als Rohrbruchsicherung

Ihre Vorteile sind:

- kürzere Schließzeiten
- geringerer Platzbedarf
- billiger als Ringkolbenschieber
- weniger Kraftaufwand als bei Keilschiebern erforderlich

Allerdings geben sie den Abflußquerschnitt nicht vollständig frei, kosten mehr als Keilschieber und sind für ständig starke Drosselung nicht geeignet, da ab einer gewissen Schließstellung Kavitation auftreten kann.

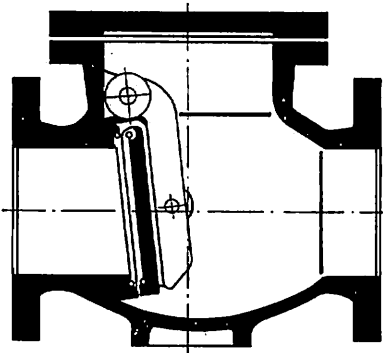


Bild 52. Rückschlagklappe ND 16 aus Grauguß

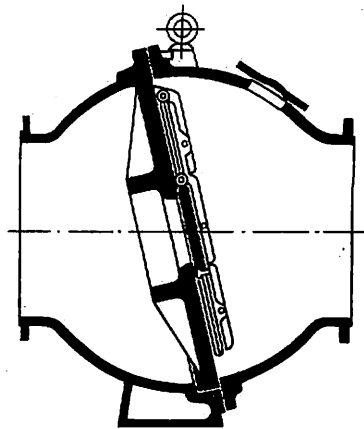


Bild 53. Rückschlagklappen in Gruppenanordnung

Rückschlagklappen (Bild 52) sind Absperrorgane zur Verhinderung des Wasserrücklaufes. Die mit Metall- oder Gummidichtung versehenen Klappen werden durch den Fließdruck geöffnet. Bei Beendigung des Strömungsvorganges schließt die Klappe durch ihre Eigenlast den Durchflußquerschnitt.

Rückschlagklappen eignen sich in Saugleitungen und Zuleitungen zu Hochbehältern als Leerlaufschutz und in Pumpendruckleitungen zur Verhinderung des Rückflusses zur Pumpe. Für große Nennweiten werden Rückschlagklappen in Gruppen angeordnet (Bild 53), die zeitlich nacheinander schließen, so daß auftretende Wasserschläge gemindert werden. Pumpen und Saugleitungen können durch Umführungsleitungen rückläufig aufgefüllt werden.

Druckminderventil

Druckminderventile reduzieren den hohen schwankenden Vordruck ohne Hilfsenergie auf einen hinreichend gleichbleibenden Niederdruck.

Gesteuert wird das Ventil durch den auf eine Membran wirkenden Niederdruck. Verringert sich der Niederdruck, so wird das Ventil durch eine Federbelastung (oder Druckluft bzw. Druckwasser) geöffnet. Eine gewisse Trägheit der Ventile kann zu kurzen Überschreitungen des Minderdruckes führen.

Druckminderventile bedürfen einer regelmäßigen Wartung und Pflege.

Be- und Entlüftungsventile

An den Hochpunkten von Druckleitungen werden Be- und Entlüftungsventile eingebaut, die die sich sammelnde Luft während des Betriebes selbsttätig und ohne Wasserverluste ableiten (Bild 54). Beim Entleeren und Anfüllen der Leitungen lassen sie große Luftmengen ein oder aus.

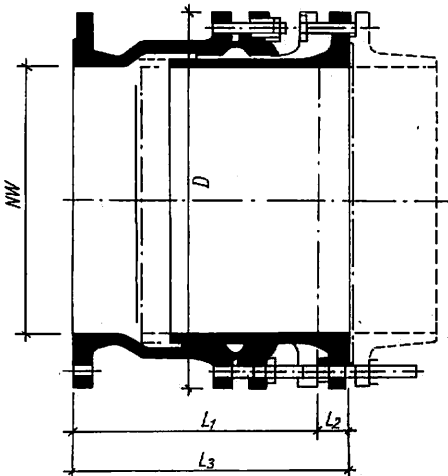


Bild 54. Selbsttätiges Be- und Entlüftungsventil

Hydranten

Hydranten dienen vor allem der Löschwasserentnahme.

Sie werden außerdem zum Spülen kleinerer Rohrleitungen (z. B. Endstränge) und zum Be- und Entlüften beim Entleeren und Auffüllen von Rohrleitungen verwendet.

Man unterscheidet zwischen Über- und Unterflurhydranten.

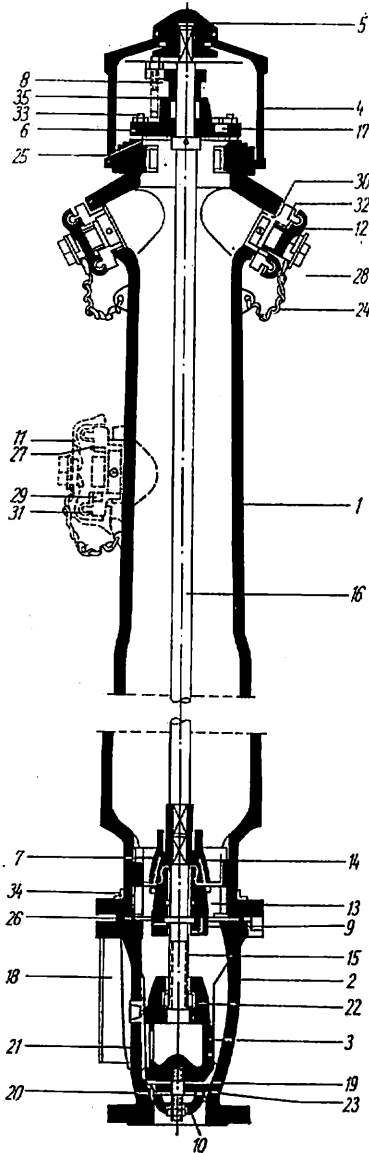


Bild 55. Überflurhydrant NW 80 und 100

1 Säule, 2 Untersatz, 3 Kegel, 4 Haube, 5 Haubenspitze, 6 Stopfbuchsdeckel, 7 Verriegelungsstück, 8 Stopfbuchse, 9 Spindelbund, 10 Kegeldruckscheibe, 11 und 12 Deckkapseln, 13 Spindellager, 14 Klauenmuffe, 15 Spindel, 16 Verlängerungsspindel, 17 Luftventil, 18 Entwässerungsblech, 19 Kegeldichtung, 20 Kolbenscheibe, 21 Schleifbacken, 22 Spindelmutter, 23 Zwischenscheibe, 24 Kette für Deckkapsel, 25 Stopfbuchsdeckeldichtung, 26 Untersatzdichtung, 27 und 28 Deckkapseldichtungen, 29 und 30 Festkupplungsdichtungen, 31 und 32 Festkupplungen, 33 Stopfbuchsdeckelschrauben, 34 Untersatzschrauben, 35 Stopfbuchsschrauben

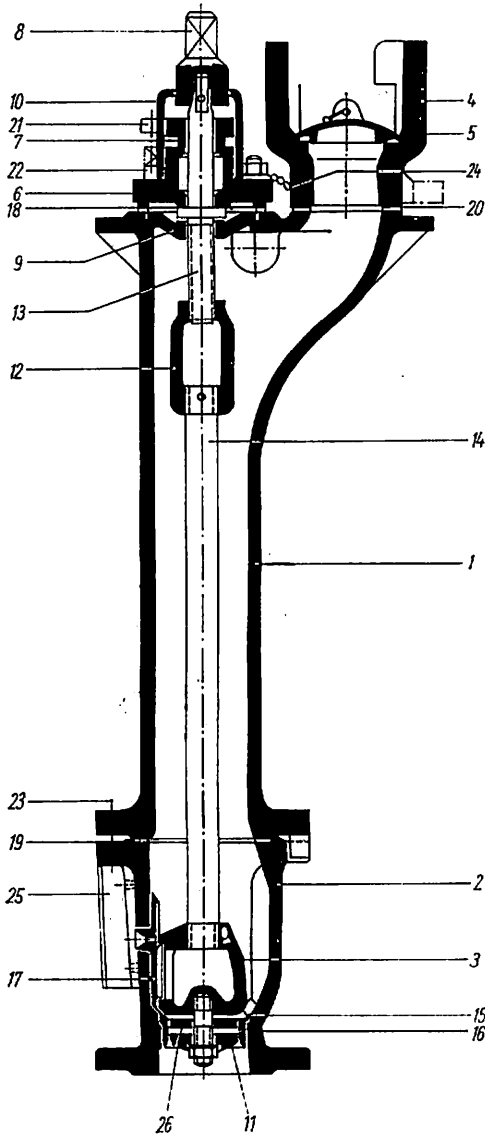


Bild 56. Unterflurhydrant NW 70/80

1 Mantelrohr, 2 Untersatz mit Sitzring und Entwässerungsplatte, 3 Kegel, 4 Klauf, 5 Klauendeckel, 6 Stopfbuchsendeckel, 7 Stopfbuchse, 8 Vierkantschoner, 9 Spindelauflagerkreuz, 10 Stopfbuchsglocke, 11 Kegeldruckscheibe, 12 Spindelmutter, 13 Spindel, 14 Verlängerungsspindel, 15 Kegeldichtung, 16 Kolbenscheibe, 17 Schleifbacke, 18 Stopfbuchsdeckeldichtung, 19 Untersatzdichtung, 20 Klauendichtung, 21 Stopfbuchsschrauben, 22 Stopfbuchsdeckelschrauben, 23 Untersatzschrauben, 24 Klauendeckelkette, 25 Entwässerungsblech, 26 Zwischenscheibe

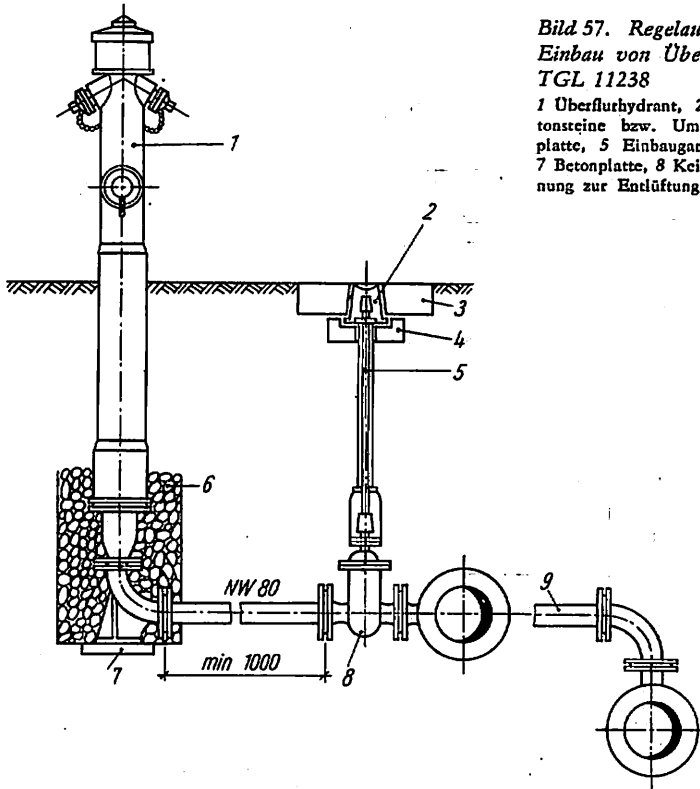


Bild 57. Regelausführung für den Einbau von Überflurhydranten nach TGL 11238

1 Überflurhydrant, 2 Straßenkappe, 3 Betonsteine bzw. Umpflasterung, 4 Grundplatte, 5 Einbaugarnitur, 6 Steinpackung, 7 Betonplatte, 8 Keilvalschieber, 9 Anordnung zur Entlüftung der Leitung

Überflurhydranten (Bild 55) sind für den Brandschutz vorteilhafter, weil sie schnell auffindbar und betriebsbereit sind. Sie werden vor allem in schneereichen Gegenden und bei verkehrsfreier Lage bevorzugt.

Unterflurhydranten (Bild 56) unterliegen einer schnellen Verschmutzung, sind bei ungenügender Kennzeichnung schlecht auffindbar und bedürfen im Brandfall einer längeren Zeit zur Inbetriebnahme. In verkehrsreicher Lage und bei enger Bebauung müssen sie den Überflurhydranten (Bild 57) vorgezogen werden.

Hydranten werden im allgemeinen, getrennt durch einen Absperrschieber, neben die Rohrleitung gesetzt. Der Hydrantenfuß wird mit einer Sickerpackung umgeben, um die Entwässerung des Hydranten zu gewährleisten und ein Einfrieren im Winter zu vermeiden.

Ausbau- und Dehnungsstopfbuchsen

Ausbaustopfbuchsen werden in starren Rohrleitungen zum leichteren Ein- und Ausbau von Armaturen und Rohrstücken vorgesehen. Das sogenannte *Degenrohr* schiebt sich durch Abdrückschrauben in das Hülrohr und ermöglicht die Montage der Anlagenteile.

Dehnungsstopfbuchsen sind ähnlich gebaut wie Ausbaustopfbuchsen. Ihr wesentlich längeres Degenrohr erlaubt jedoch eine größere axiale Beweglichkeit bei Längenänderung in Rohrleitungen.

4.3.4. Störungen, ihre Ursache und Verhütung

Schäden an den Systemen der Wasserverteilung können oft zu erheblichen Störungen der Wasserversorgung eines Verbrauchergebietes führen.

Am häufigsten sind Brüche in Rohrleitungen, die durch Materialfehler, unsachgemäßes Verlegen der Leitung, plötzlichen Über- oder Unterdruck und Korrosion entstehen.

- Materialschäden werden oft durch den Transport und die Lagerung des Rohrmaterials hervorgerufen. Sie können jedoch durch sorgfältige Behandlung weitgehend vermieden werden.
- Abweichungen von den für jedes Rohrmaterial vorgeschriebenen Verlegerichtlinien und unsachgemäßes Verlegen der Rohre (z. B. Punktlagerung auf Steinen oder Muffen oder keine Rohrsicherung durch Widerlager bei Richtungsänderungen) sind oft Ursache für Rohrbrüche oder undichte Verbindungen.
- Die beim plötzlichen Schließen und Öffnen von Absperrorganen und beim Zu- und Abschalten von Pumpen auftretende Änderung der Fließgeschwindigkeit bewirkt eine Druckänderung, die sich als Druckstoß (Wasserschlag) oder Unterdruck ausbilden kann. Plötzlicher Über- oder Unterdruck kann aber durch fachgerechte Bedienung der Anlagen weitgehend vermieden werden.
- Rohrschäden durch Frostgefahr treten meist bei Stillstand des Wassers im Winter auf; ständige Bewegung des Wassers verhindert das Einfrieren der Leitung. Hydranten müssen sorgfältig entleert, Hauswasserzähler und Absperrventile und -schieber frostgeschützt werden.
- Inkrustierungen und Ablagerungen in der Leitung und den Armaturen beeinträchtigen die Funktionstüchtigkeit von Armaturen und bewirken durch die Verkleinerung des Rohrquerschnitts hohe Druckverluste und ungenügenden Durchfluß.

Spülen der Rohrnetze, besonders nach Reparaturen, und Entfernen der Verkrustung durch besondere Geräte beugen den Störungen vor.

Um im Schadensfall hohe Wasserverluste zu vermeiden, werden in die Rohrleitungen Rohrbruchsicherungen (Abdichtklappen, Ringkolbenschieber, Rückschlagklappen) eingebaut.

4.3.5. Betriebsüberwachung

Für die Kontrolle, Steuerung und Regelung der Wasserverteilung sind die Wassermengemessung und die Druckmessung wesentlich.

Durch beide können Aussagen über die Wirtschaftlichkeit des Betriebes einer Wasserversorgungsanlage getroffen werden.

Mengenmessung

Die Größe der Wasserverluste bestimmt die Rentabilität und die Betriebssicherheit einer Anlage. Um Wasserverluste nachzuweisen, werden Durchflußmesser im Versorgungsgebiet angeordnet.

Im Verästelungsnetz können ganze Teilsysteme durch eine Meßeinrichtung überprüft werden. Bei anderen Rohrnetzformen ist die Kontrolle schwieriger, da das Wasser keine kontinuierliche Fließrichtung hat.

Arbeitsaufwendig, aber dafür am eindeutigsten, sind die Kontrollen der Einzelabnehmer (Hauswasser- und Großzähler). Der Wasserverlust kann hier genau ermittelt werden. Dabei ist der Eigenverbrauch der Wasserversorgungsanlagen zu berücksichtigen.

Druckmessung

Eine Kontrolle des Wasserwerksbetriebes ist durch die Druckmesser (Manometer) gegeben. Druckabfälle in Pumpendruckrohrleitungen lassen sofort auf Schäden schließen. Bei Wassermangel und ungenügender Wasserzufuhr in Teilen des Versorgungsgebietes geben Druckmessungen in der Zuleitung und im Rohrnetz Aufschluß über die Ursachen. Druckmessungen im Netz lassen auch ungewöhnliche Schwankungen (Überdruck, Unterdruck) erkennen, so daß Maßnahmen zur Behebung eingeleitet werden können.

Wartung und Überwachung des Rohrnetzes

Das Rohrnetz als teuerster Anlagenteil bedarf einer sorgfältigen und planmäßigen Wartung. Große Rohrnetze erfordern das Anwenden moderner Technik, um die anfallenden Arbeiten zu bewältigen.

Im allgemeinen gehören dazu:

- regelmäßige Überprüfung aller Armaturen auf Funktionstüchtigkeit
- Kenntlichmachen von Schieber- und Hydrantenstandorten und das Freihalten der Straßenkappen
- turnusmäßiges Begehen von Orts- und Fernleitungen unter Beachtung von Wasseraustritten
- bei Bedarf Entlüften und Spülen von Rohrsträngen, Instandhalten und regelmäßiges Überprüfen von Durchfluß- und Druckmeßgeräten und
- vorbeugende Frostschutzmaßnahmen

Den Störungen im Wasserverteilungsnetz (z. B. Ausfall der Wasserversorgung durch Rohrbruch, Wassermangel durch hohe Wasserverluste, ungenügende oder keine Löschwasserbereitstellung durch defekte Hydranten, Verschmutzung des Wassers durch Ablagerungen im Rohrnetz) kann durch eine sorgfältige und regelmäßige Wartung vorgebeugt werden.

Eine erfolgreiche Schadensuche trägt erheblich zur Wasserverlustsenkung bei. Das genaue Untersuchen aller Entnahmen – mit der Messung der Fördermenge verglichen – ist die wichtigste Voraussetzung, um Wasserverluste festzustellen. Bei einem dichten Messungsnetz kann ein Schaden leicht eingekreist werden. Danach erfolgt das eigentliche Feststellen eines Schadens (Rohrbruch oder Undichtigkeit) meist akustisch. Spezialkräfte der Wasserwirtschaftsbetriebe sind dazu mit elektronischen Rohrschadensuchgeräten ausgestattet.

Aus der Häufung von Rohrbrüchen an bestimmten Stellen kann man auf ungünstige Betriebsbedingungen schließen und entsprechende Maßnahmen zur Verhinderung weiterer Schäden treffen.

4.3.6. Mengenmeßgeräte

In der Wasserversorgung werden Meß- und Zählrichtungen eingesetzt, die nach dem Prinzip der Volumen-, Geschwindigkeits- oder Differenzdruckmessung arbeiten.

Wasserzähler

Beim Volumenmesser wird die Wassermenge direkt, beim Geschwindigkeitsmesser die Durchflußgeschwindigkeit gemessen, die jedoch auf Grund des gegebenen Durchflußquerschnitts als Wassermenge dargestellt wird.

Wasserzähler zeigen nur die Summe der absolut durchflossenen Wassermenge in Liter oder Kubikmeter an, nicht aber den Durchfluß.

Nach der Leistungsfähigkeit unterscheidet man

Hauswasserzähler und
Großwasserzähler.

Je nachdem, ob das Zählwerk vom wassergefüllten Teil des Zählers durch eine Zwischenplatte getrennt ist oder nicht, spricht man von einem Trockenläufer oder Naßläufer.

Hauswasserzähler werden meist als Naßläufer, Großwasserzähler hauptsächlich als Trockenläufer eingesetzt.

Als Volumenmesser wird der Ringkolbenzähler auf Grund seiner tiefen unteren Meßbereichsgrenze als Hauswasserzähler eingesetzt. Typische Geschwindigkeitsmesser sind die Flügelradzähler. Sie wurden bisher als Haus- und Großwasserzähler verwendet. Eine senkrechte Welle mit einem sternförmigen Flügelrad ist in einem Meßraum untergebracht. Das Wasser trifft tangential durch einen oder mehrere Kanäle (Ein- und Mehrstrahlflügelradzähler) auf das Flügelrad und tritt ähnlich wieder aus.

Infolge der hohen Druckverluste finden Flügelradzähler als Großwasserzähler keine Verwendung mehr.

Der Woltman-Zähler (Bild 58) kann mit einem zur Rohrachse senkrecht oder parallel angeordneten Meßflügel (parallel zur Flügelwelle) ausgerüstet sein. Der sehr

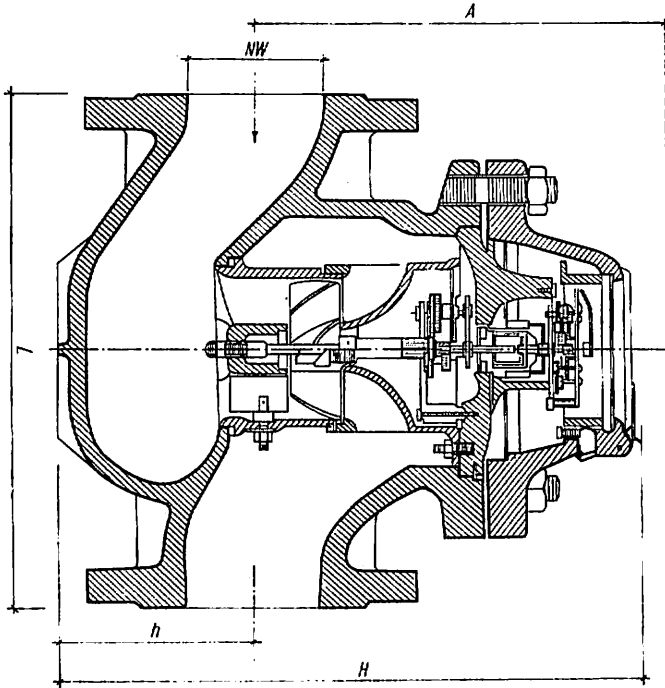


Bild 58. Woltman-Zähler

kleine Druckverlust, die Unempfindlichkeit gegen geringe Verunreinigungen, dafür aber eine im Gegensatz zu anderen Zählern höher liegende untere Meßbereichsgrenze lassen den Woltman-Zähler ausschließlich als Großwasserzähler bis NW 500 geeignet erscheinen.

Zur Erfassung geringer Wassermengen wird dem Woltman-Zähler im Nebenschluß ein Hauswasserzähler zugeordnet. Beim Unterschreiten eines Mindestdurchflusses tritt durch ein Umschaltventil der Hauswasserzähler in Tätigkeit.

Durch derartige Verbundwasserzähler können Meßbereiche bis 1 : 10000 erreicht werden.

Der Meßbereich beginnt bei der unteren Meßbereichsgrenze, die ein Maß für die Meßempfindlichkeit ist. Er endet bei der Nennbelastung, die ein Maß der kurzzeitigen Spitzenbelastung darstellt.

Der Meßfehler darf im Bereich von 0 bis 5 Prozent der Nennbelastung $\pm 7,5$ Prozent, im Bereich von 5,1 bis 100 Prozent höchstens ± 3 Prozent betragen.

Zur Einhaltung der Meßgenauigkeit erfordern die Wasserzähler eine gerade, störungsfreie Rohrstrecke vor dem Zähler, deren Länge von den Lieferwerken für die jeweiligen Wasserzählertypen vorgeschrieben ist.

■ *Hauswasserzähler werden etwa alle drei Jahre überprüft.*

Das Reinigen erfolgt entsprechend den Festlegungen der Hersteller für die einzelnen Typen. Bei der Demontage werden die Einzelteile auf Steckbrettern geordnet. Gehäuse und alle Einzelteile werden gewaschen, getrocknet und gebürstet, Schrauben gangbar gemacht, das Gehäuse mit einem Schutzanstrich versehen. Das Räderwerk wird geölt und der zusammengebaute Zähler zur Prüfung weitergegeben.

Bei einer notwendigen Instandsetzung schließt sich der Demontage eine Durchsicht und Überholung des Zählers an.

Dazu gehören folgende Arbeiten:

- Aufstecken der Einzelteile auf Steckbretter,
- Ausrichten, Einstiften, Polieren der Räder und Stöpselbuchsen,
- Ausbürsten, Säubern der Flügel, Flügelradstengel, Pfannen,
- Demontage der Zeigerwerke und
- Montage beider Werke.

Mit Lauf- und Prüfzeit wird der Zähler zur Prüfung gegeben, die die erfolgreiche Überholung nachweist. Die Prüfung erfolgt bei konstantem Vordruck.

Der Zähler wird eingebaut, die Leitung entlüftet und unter Wasser gesetzt. Die erste und zweite Prüfung erfolgen im Einzelprüfstand, die dritte und vierte im Reihenprüfstand. Zum Vergleich gibt es Prüftabellen, deren Werte der Größe des Zählers entsprechen.

Wassermesser

Einrichtungen zur Erfassung der Wassermenge in der Zeiteinheit (l/s oder m^3/h) werden als Wassermesser bezeichnet.

■ *Eine durch eine Querschnittsverengung hervorgerufene Druckdifferenz als Funktion der Geschwindigkeit dient zur Bestimmung des Durchflusses.*

Die Querschnittsverengung (Wirkdruckgeber) im Rohr erhöht die Durchflußgeschwindigkeit, wobei die Druckenergie in Geschwindigkeitsenergie umgesetzt wird. Der Druckunterschied zwischen dem verengten und unverengten Durchflußquerschnitt wird als *Wirkdruck* bezeichnet und steht in einem bestimmten Verhältnis zur Durchflußgeschwindigkeit und damit zum Durchfluß.

Der Wirkdruckgeber, die Wirkdruckleitung und ein Meßgerät bilden die gesamte Meßanlage.

Als Wirkdruckgeber werden Venturidüsen kurzer und langer Bauart, Meßblenden und Meßdüsen eingesetzt (Bild 59). Als Meßgeräte kommen U-Rohr-Manometer, Schwimmermengenmesser und Ringwaagen zur Anwendung.

Wirkdruckmeßanlagen sollen eine Meßgenauigkeit von ± 2 Prozent haben.

Eine größere Meßgenauigkeit wird durch höhere Druckdifferenzen (Wirkdruck) erreicht. Genaue Werte für die Länge der geraden, störfreien Rohrstrecke vor dem Wirkdruckgeber sind den Durchflußmeßregeln zu entnehmen. Als Mindeststrecke vor dem

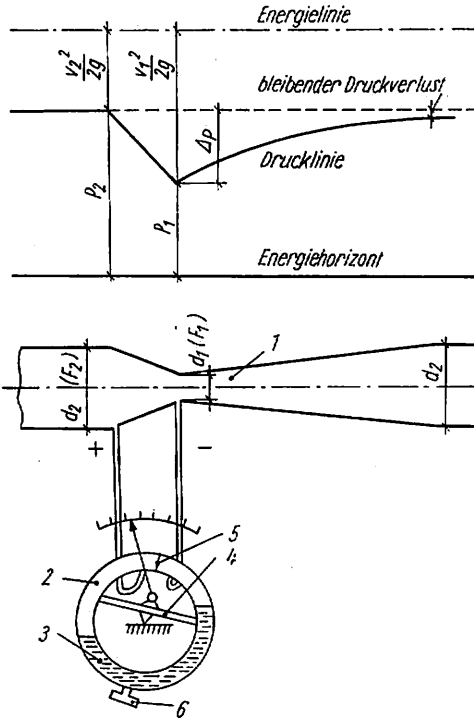


Bild 59. Venturidüse mit Ringwaage (Schema)

1 Venturidüse, 2 Ringrohr, 3 Sperrflüssigkeit (Quecksilber), 4 Wangebalken, 5 Trennwand, 6 Gegenmasse

Wirkdruckgeber gilt etwa das Zehnfache der Anschlußweite, hinter dem Wirkdruckgeber etwa das Fünffache.

Größere Meßfehler können bei kürzeren störfreien Rohrstrecken und durch Inkrustration und Korrosion der Meßeinrichtung auftreten.

Aufgaben

1. Der maximale Stundenbedarf eines Ortes von 5000 Einwohnern und dreigeschossiger Bebauung beträgt 26,6 l/s, der maximale Tagesbedarf liegt bei 960 m³/d. Der Hochbehälter (HB) muß auf Grund der Geländeverhältnisse 500 m außerhalb des Ortes auf einer Höhe von 245,0 m über NN (Sohle) errichtet werden.
 - a) Welche Nennweite ist für die Zuführungsleitung erforderlich, wenn der Druckverlust im Ortsnetz 10 mWS beträgt und die Geländehöhe am Ende der Zuführungsleitung 195,0 m über NN liegt?

- b) Welches Speichervolumen muß der HB erhalten?
- c) Die Behälterabgabe soll durch einen Woltman-Wasserzähler gemessen werden.

Welche Zählergröße ist einzubauen?

2. Eine Hydrophoranlage arbeitet mit folgenden technischen Daten: $Q_m = 40 \text{ m}^3/\text{h}$,
 $p_e = 3 \text{ at}$, $p_a = 3,5 \text{ at}$, Kesselgröße $1600 \text{ mm} \cdot 3000 \text{ mm}$

- a) Mit welcher Schalthäufigkeit arbeitet die Anlage?
- b) Wie groß muß der Ausschaltdruck sein, wenn eine Schaltperiode von 6/h erreicht werden soll?

Q_m wird als unverändert angenommen.

- c) Welche Kesselgröße ist bei zwei Kreiselpumpen von je $Q_m = 20 \text{ m}^3/\text{h}$ erforderlich?

$$p_{e1} = 3,4 \text{ at}$$

$$p_{e2} = 3,0 \text{ at}$$

$$i = 8/\text{h}$$

$$p_{a1} = 4,0 \text{ at}$$

$$p_{a2} = 3,8 \text{ at}$$

5. Wasserabgabe

Die wichtigste Aufgabe der Wasserwerke besteht in der Abgabe des gewonnenen, aufbereiteten und verteilten Wassers an die Bevölkerung und die Industrie.

5.1. Allgemeine Aufgaben

Das Wasser muß an den Entnahmestellen auf dem Grundstück und im Gebäude in ausreichender Menge, unter einem Betriebsdruck von mindestens 5 m Wassersäule über der höchsten Zapfstelle und in einwandfreier Beschaffenheit zur Verfügung stehen.

Alle Rohrleitungen, Armaturen, sanitären Einrichtungsgegenstände und sonstige Bauteile einer Wasserversorgungsanlage müssen unter Beachtung der Eigenschaften der verwendeten Werkstoffe so beschaffen sein, daß das Wasser seine chemische und bakteriologische Beschaffenheit nicht verändert.

Die Versorgung von Gebäuden und Grundstücken mit Trinkwasser ist entweder durch Anschluß des Hausnetzes an das Versorgungsnetz oder durch Errichtung einer Eigenwasserversorgungsanlage möglich. Aus wasserwirtschaftlichen, hygienischen und volkswirtschaftlichen Gründen ist die Versorgung mit Wasser aus einer zentralen Anlage der Eigenversorgung vorzuziehen, soweit die Kapazität der Versorgungsanlagen dies zuläßt.

Trinkwasser soll möglichst nicht zu anderen Zwecken (Kühl- oder Betriebswasser) abgegeben werden. Eine Berührung oder Vermischung des Trinkwassers mit anderen, hygienisch unkontrollierbaren Wässern ist innerhalb der Grundstücke und Gebäude unbedingt zu vermeiden. Bestehen in einem Grundstück Leitungen sowohl der zentralen als auch einer Eigenversorgungsanlage, dann müssen die Rohrleitungen und Entnahmestellen so angeordnet und gekennzeichnet werden, daß Verwechslungen beider Netze ausgeschlossen sind.

Jede direkte Wasserentnahme aus dem Versorgungsnetz des VEB Wasserversorgung und Abwasserbehandlung bedarf grundsätzlich der Genehmigung des Betriebes.

Über jeden Wasserverkauf ist ein Wasserlieferungsvertrag abzuschließen.

Genehmigungsverfahren

Hausanschlußleitungen und Wasserzähleranlagen werden vom VEB Wasserversorgung und Abwasserbehandlung festgelegt und montiert. Das sich am Zähler anschließende

Haus- oder Grundstücksnetz unterliegt der Projektierung des Bauwesens und wird von einem VEB Technische Gebäudeausrüstung, einer PGH oder einem Installationsmeister ausgeführt.

Der VEB Wasserversorgung und Abwasserbehandlung nimmt in bezug auf die fachgerechte Ausführung die Belange der Hygiene und der staatlichen Bauaufsicht wahr.

Die genannten Ausführungsbetriebe müssen zur Ausführung von Wasserversorgungsanlagen beim VEB Wasserversorgung und Abwasserbehandlung zugelassen sein und haben die neue Anlage bzw. jede Veränderung an einer bestehenden Anlage rechtzeitig zu melden oder zu beantragen.

Dem Antrag sind beizufügen:

- für die Wasserversorgung ein Lageplan im Maßstab 1 : 1000 in doppelter Ausführung, eine Grundrißzeichnung des Kellers sowie ein Strangschema. Die festgelegten Nennweiten der Rohrleitungen und die vorgesehenen Rohrwerkstoffe sind anzugeben
- für die Entwässerung zusätzlich eine Bau- und Standortgenehmigung, je ein Längs- und Querschnitt des Grundstücks sowie eine Abwassermengenberechnung

Nach Prüfung der Anträge erteilt der VEB Wasserversorgung und Abwasserbehandlung die Genehmigung zur Ausführung. Die Ausführung selbst wird in bezug auf Einhaltung der TGL und aller sonstigen Bestimmungen der Wasserwirtschaft geprüft.

Nach Fertigstellung ist die Anlage abzunehmen. Richtige und saubere Montage bei einwandfreier Rohrführung sowie die durch Druckprobe erwiesene Dichtheit des Rohrnetzes sind Voraussetzung zur Freigabe des Hausnetzes durch den VEB Wasserversorgung und Abwasserbehandlung. Der Prüfdruck beträgt das 1,2- bis 1,5fache des Betriebsdruckes für 15 min.

Die ordnungsgemäße Ausführung der Anlage wird in einem Abnahmeprotokoll bestätigt.

5.2. Aufbau und Funktion des Hausnetzes

Die Bestandteile eines Hausnetzes sind: Hausanschluß, Anschlußleitung, Wasserzähl-anlage, Verteilungsleitung, Steigleitung und Stockwerksleitungen (Bild 60). Bild 61 zeigt einen Hausanschluß.

Nach TGL 10697, Blatt 5, erhält jedes selbständige Grundstück eine eigene Hausanschlußleitung, die rechtwinklig und geradlinig zur Grundstücksgrenze frostfrei zu verlegen ist.

Die *Anschlußleitung* darf nicht überbaut werden. Der horizontale Mindestabstand zwischen Anschlußleitung und Entwässerungsleitung muß mindestens 600 mm betragen. Minstdurchmesser der Anschlußleitung 25 mm. Sie soll zur Versorgungsleitung hin Gefälle aufweisen und eine Absperrvorrichtung haben.

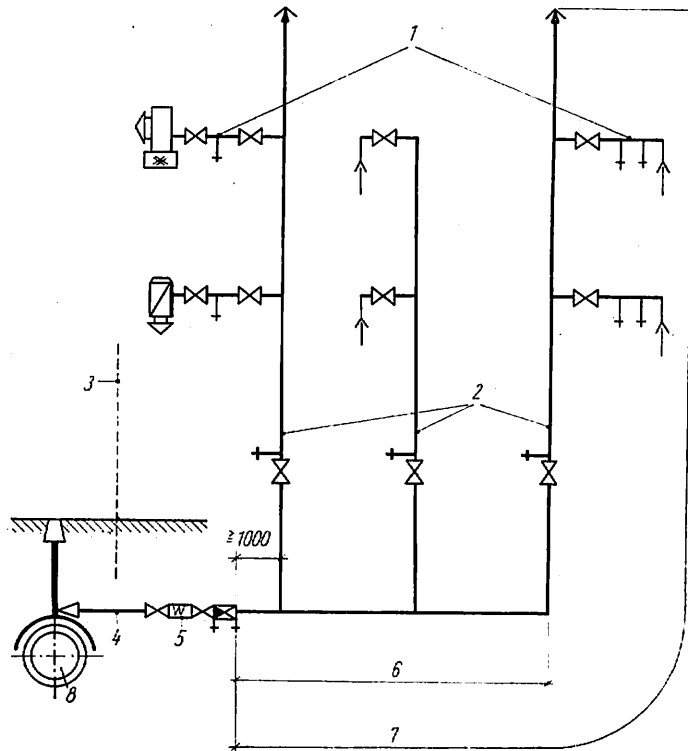


Bild 60. Bestandteile des Hausnetzes

1 Stockwerksleitungen, 2 Steigleitungen, 3 Grundstücksgrenze, 4 Anschlußleitung, 5 Wasserzähleranlage, 6 Verteilungsleitung, 7 Verbrauchsleitungen, 8 Versorgungsleitung

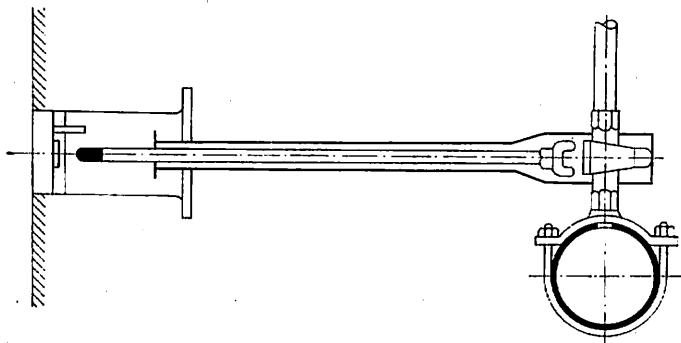


Bild 61. Anbohrschelle mit Anbohrbahn und Einbaugarnitur

Der Abstand der Anschlußleitungen in Durchbrüchen von Kellerwänden und Fundamenten soll bei trockenem Boden 100 mm betragen. Der Zwischenraum ist mit wasserdichtem elastischem Material auszufüllen. Rohrmaterial: Gußeisen, Stahl, Asbestbeton und Plaste. Besonders flexible Rohre aus Polyäthylen eignen sich gut für Anschlußleitungen.

Die *Wasserzähleranlage* (s. Bild 60) ist eine Kombination folgender Armaturen und Geräte: Absperrventil, Wasserzähler, Absperrventil mit Entleerung, verlustarmer Rückflußverhinderer, Entleerungsventil.

Der Druckverlust der gesamten Kombination schwankt zwischen 2 und 8 mWS. Er wird im allgemeinen mit 5 mWS für die Berechnung des Hausnetzes angegeben.

Der Einbau der Wasserzähleranlage erfolgt im Innern des Gebäudes, nahe der straßenwärts gelegenen Hauswand, frostsicher, waagrecht und leicht zugänglich, oder in einem eigens dazu errichteten Schacht (Abschn. 4.3.). Die Leitungen müssen zum Auswechseln des Zählers an der Einbaustelle um 4 mm nachgeben.

Wasserzähleranlagen, die zur Erfassung eines gemeinsamen Verbrauches an Trink- und Löschwasser aufgestellt werden, müssen mit einer Umgehungsleitung versehen sein.

Die Verteilung im Gebäude kann über eine nahe der Zähleranlage angelegte zentrale Verteilerstelle erfolgen (Bild 62).

Alle Absperrventile der *Steigleitungen* sind übersichtlich und gut gekennzeichnet angeordnet. Dagegen kann nach Bild 60 eine Verteilung auch über die einfache horizontale Kellerverteilungsleitung mit dezentral angeordneten Absperrventilen für die Steigleitungen erfolgen.

Die Leitungen werden mit Steigung zu den Entnahmestellen verlegt. Gefälle 2 bis 5 mm/m.

Jede Steigleitung muß einzeln absperrbar und entleerbar sein. Jede abgeschlossene Wohnung muß in der *Stockwerksleitung* für sich absperrbar sein.

Die Montage kann in Wandelementen, Blöcken oder Raumzellen, aber auch auf der Wand und unter Putz erfolgen. Die Befestigung ist abhängig vom Werkstoff der Rohre. Sie erfolgt mit Rohrhaken oder Rohrschellen, wobei die Ausdehnung bei Kunststoffen besonders zu berücksichtigen ist.

Zugelassene Werkstoffe für Rohrleitungen und Verbindungstechniken sind Stahl, PVC und eingeschränkt Blei sowie Kupfer.

Stahlrohre müssen gut korrosionsgeschützt sein. Schweißen ist wegen der Zerstörung des Korrosionsschutzes an der Rohrrinnenwand nicht gestattet.

Rohre und Verbindungsstücke sind auf Nenndruck 10 zu bemessen.

Im Hausnetz müssen an allen Zapfstellen die im Standard festgelegten Auslaufmengen unter einem statischen Mindestdruck von 5 mWS zur Verfügung stehen.

Abortdruckpüler der Nennweite 20 benötigen einen Vordruck von 12 mWS.

Die Strömungsgeschwindigkeit darf in keiner Teilstrecke des Hausnetzes 3 m/s übersteigen. Geräusche, Druckstöße und Wasserschläge sind vielfach auf überhohe

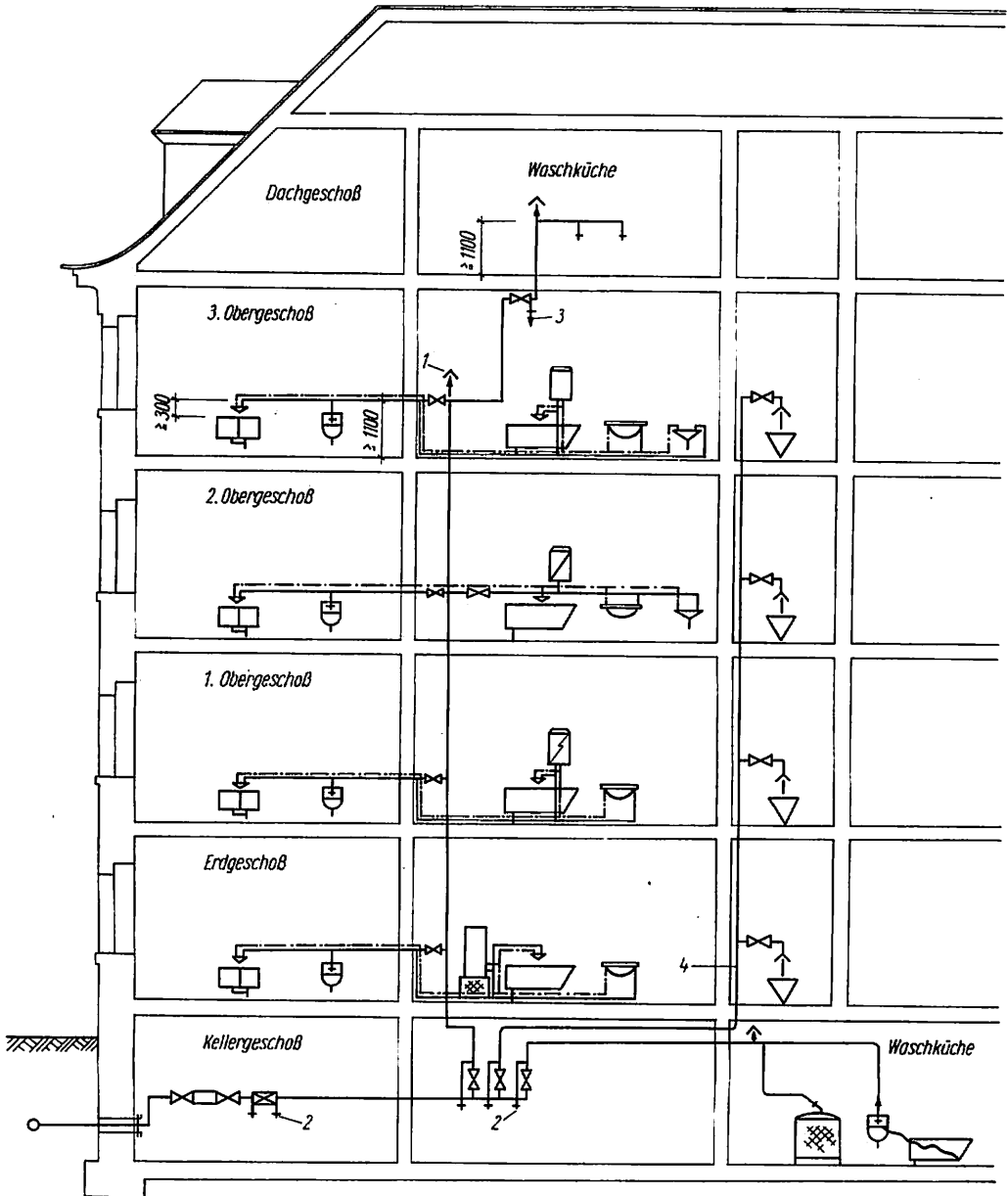


Bild 62. Zentrale Verteilerstelle

1 Steigleitung mit Be- und Entlüftung, 2 Entleerungsventil, 3 Ventil mit selbsttätiger Entleerung zur Abflußleitung, 4 Decken- und Mauerdurchführung

Strömungsgeschwindigkeiten zurückzuführen und zeugen meist von einer Unterdimensionierung des Netzes.

Schnell schließende Absperrorgane oder Auslauforgane sind nicht erlaubt. Es gibt in einem Hausnetz demzufolge keine Hähne (Hähne sind Absperrorgan mit konusartigem Verschluß, die mit $\frac{1}{4}$ - oder $\frac{1}{2}$ -Umdrehung voll geöffnet oder geschlossen werden können), sondern nur Ventile, ihrem Zweck entsprechend als Auslaufventile, Absperrventile usw. bezeichnet.

5.2.1. Schutz des Wassers gegen Kälte, Wärme und Verunreinigungen

Die optimale Rohrführung ist dann gegeben, wenn das Wasser gegen Kälte, Wärme und Verunreinigungen geschützt, auf kürzestem Wege die Auslaufventile erreicht. Die gesamte Konstruktion eines Hausnetzes ist diesen Gesichtspunkten untergeordnet.

Gegen Kälte sind alle wasserführenden Anlagen so zu schützen, daß ihr Betrieb auch bei anhaltenden Frostperioden gewährleistet ist.

Wasserleitungen dürfen nicht in Außenwänden liegen oder sollen ausreichende Wärmedämmung erhalten.

Wasser soll mit einer Temperatur von 8 bis 12 °C abgegeben werden.

Gegen Erwärmung des Wassers im Hausnetz sichern ausreichende Abstände der Röhre von Warmwasser- und Heizungsanlagen, Schornsteinen und dergleichen.

Auch das Rücktreten von erwärmtem Wasser bei Verbindungen von Kalt- und Warmwasserleitungen ist durch Einfügen eines Rückflußverhinderers zu vermeiden. Eine unmittelbare Verbindung von Trinkwasserleitungen mit Anlagen für andere Flüssigkeiten, Dämpfe oder Gase ist unzulässig.

Sehr sorgfältig muß der Schutz gegen Verunreinigungen, besonders gegen das Rücksaugen von Schmutzwasser sein.

Ein Sog kann im Hausnetz entstehen, wenn

- durch überhöhten Wasserverbrauch in den unteren Stockwerken der statische Druck an der höher liegenden Entnahmestelle Null oder negativ wird,
- durch Überbelastung der Versorgungsleitung (Wasserentnahme zu Löschzwecken usw.) der statische Druck am Hausanschluß Null oder negativ wird.

In beiden Fällen kann es zum Rücksaugen verschmutzten Wassers kommen, wenn Verbindungen zwischen dem Auslaufventil und dem Schmutzwasser im Waschtisch, der Badewanne usw. durch Schläuche, Schlauchbrausen oder ähnlichem bestehen.

Der einsetzende Rückfluß muß unterbrochen werden, bevor die in der Stockwerksleitung aufsteigende Schmutzwassersäule den Abzweig zur Steigleitung erreicht hat.

Das wird möglich durch den Einbau von Steigleitungsbe- und entlüftern für den Fall der Druckminderung durch überhöhten Wasserverbrauch in unteren Stockwerken.

Darüber hinaus werden Mischbatterien an Badeeinrichtungen und Leitungen in Waschküchen durch Einzelbelüfter gesichert. Gegen Druckminderung durch Überbelastung der Versorgungsleitung sichert der im Verband der Wasserzähleranlage eingebaute verlustarme Rückflußverhinderer.

Die Ansaughöhe, die ein Steigleitungsbe- und -entlüfter hat, muß als Höhenunterschied zwischen dem höchsten Schmutzwasserspiegel in der sanitären Einrichtung und dem Steigleitungsabzweig gesichert sein. Deshalb müssen die Abzweige der horizontalen Stockwerksleitungen in den mit Wasser versorgten Geschossen mindestens 1100 mm über dem Fußboden, jedoch mindestens 300 mm über dem höchsten Abwasserspiegel des angeschlossenen Einrichtungsgegenstandes liegen. Bei Steigleitungen darf die Länge des Anschlusses vom letzten Abzweig bis zum Endstrangbelüfter nicht mehr als 300 mm betragen. Jede Steigleitung bis einschließlich NW 40 muß einen Be- und Entlüfter von NW 20 erhalten. Größere Durchmesser bei Steigleitungen erhalten zwei Be- und Entlüfter. Soweit Tropfleitungen als Abläufe an Be- und Entlüftern vorgesehen sind, sind diese frei bis über eine andere sanitäre Einrichtung zu führen.

Rücksaugvorgänge kommen besonders in älteren Gebäuden vor, deren Leitungen nicht ordnungsgemäß berechnet worden sind.

5.2.2. Druckerhöhungsanlagen

Wenn der Netzdruck einer Versorgungsleitung nicht ausreicht, alle Stockwerke eines Gebäudes mit Wasser zu versorgen, wird der dazu erforderliche statische Druck von einer Hydrophananlage (Niederdruckkessel) erzeugt.

Niederdruckkessel sind druckfeste Behälter, in denen sich über der im Kessel stehenden Wassersäule verdichtete Luft befindet. Über einen einstellbaren Druckschalter wird je nach Wasserbedarf eine selbstansaugende Kreiselpumpe in Betrieb genommen. Für die Berechnung des Hausnetzes und seine Versorgung ist der niedrigste statische Druck im Kessel (Einschaltdruck) maßgebend.

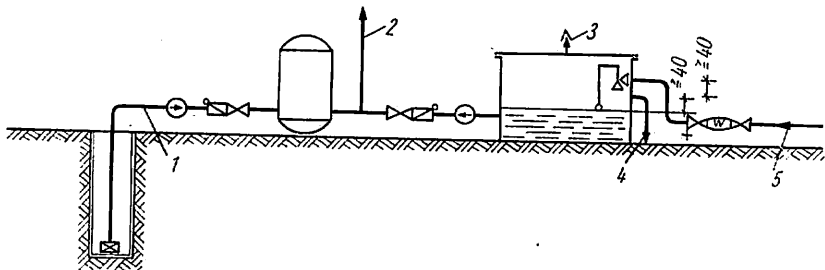


Bild 63. Schaltung einer Druckerhöhungsstation

1 Trinkwasserleitung (Eigenversorgung), 2 Verbrauchsleitung, 3 Be- und Entlüftung, 4 Überlauf, 5 Trinkwasserleitung (öffentliche Versorgung)

Die Schaltung einer Druckerhöhungsanlage entweder mit Anschluß an das Versorgungsnetz (Zwischenbehälter mit Höhenangabe zwischen Überlauf und Zulauf beachten) oder als Eigenversorgungsanlage mit Zufluß von einem Brunnen zeigt Bild 63. Der Druckschalter des Kessels kann auch auf die Unterwassermotorpumpe eines Brunnens gelegt werden.

Die Einrichtung von Druckerhöhungsanlagen in Gebäuden erfolgt nach TGL 10697.

Aufgaben

1. Beschreiben Sie das Genehmigungsverfahren für das Verlegen von Hausanschlußleitungen und Wasserzähleranlagen!
2. Welche Funktion hat das Hausnetz zu erfüllen?

6. Maschinen und ihre Instandhaltung

6.1. Maschinen, Geräte, Werkzeuge

Neben den Maschinen für die Hauptproduktion wird in der Wasserversorgung eine Reihe weiterer Maschinen, vorwiegend in der Instandhaltung, eingesetzt. Ihre Einsatzmöglichkeiten und Besonderheiten sollen im folgenden behandelt werden.

6.1.1. Baumaschinen

Instandhaltungsarbeiten am Wasserrohrnetz können durch den sinnvollen Einsatz von *leichten Baumaschinen* mechanisiert und rationalisiert werden.

Bagger

Auf den kleinen Baustellen mit geringer Massenbewegung sind Bagger erforderlich, die möglichst universell arbeiten und gut beweglich sind. Sie müssen sehr wendig sein, damit sie auf engem Raum eingesetzt werden können. Diese Forderungen werden nur durch luftbereifte Bagger erfüllt.

In der Wasserversorgung haben sich folgende bewährt:

Universallader T 157

Hydraulischer Bagger E 153

Hydraulischer Bagger T 174

Die Bagger können mit verschiedenen Zusatzgeräten bestückt werden, so daß sie außer zum Ausheben von Rohrgräben und kleinen Baugruben auch für Be- und Entladearbeiten von Stück- und Schüttgütern sowie für Rohrverlegearbeiten verwendet werden können. Für die Bedienung der Bagger sind Spezialkenntnisse erforderlich. Die Maschinisten erhalten nach Ablegung einer Prüfung einen Befähigungsnachweis, der zum Führen eines Baggers berechtigt.

Durchörterungsgeräte

Sie dienen zur Herstellung von geradlinigen, horizontalen bzw. leicht geneigten unterirdischen Kanälen, zur Verlegung von Wasserleitungen oder Kabeln unter Straßen, Gleisen, Erddämmen usw., so daß in vielen Fällen Straßenaufbrüche und damit Verkehrsstörungen und höhere Kosten vermieden werden.

Der Antrieb von Durchörterungsgeräten erfolgt hydraulisch oder pneumatisch.

Bodenverdichtungsgeräte

Zur Verdichtung der Rohrgrabensohle und der Grabenfüllung werden hauptsächlich *Grabenschwingverdichter* eingesetzt. Die Verdichtwirkung beruht auf dem Vibrationsprinzip. Dem zu verdichtenden Boden werden Impulse zugeleitet, die eine dichte Lagerung der Bodenteilchen bewirken (Bild 64).

Ebenfalls für die Bodenverdichtung, vorwiegend jedoch für Pflasterarbeiten, werden *Explosionsrammen* verwendet.

Beide Geräte werden durch Verbrennungsmotore angetrieben. Die Arbeitsgeschwindigkeit richtet sich nach dem gewünschten Verdichtungsgrad und wird vom Bedienden bestimmt.

Baukompressoren

Kompressoren dienen zur Erzeugung von Preßluft. Sie werden benötigt als Energieträger für verschiedene Werkzeuge auf Baustellen, zur Regenerierung von Brunnen, zu Reinigungszwecken u. a. Die im Kompressor verdichtete Luft wird in ein Druckgefäß geleitet und von hier entnommen. Die Kompressoranlagen arbeiten automatisch. Die Regelung des Förderstroms erfolgt in Abhängigkeit vom Enddruck im Druckgefäß über ein Regelventil.

Zum Einsatz kommen meist *Hubkolbenverdichter* in fahrbarer Ausführung mit einem Enddruck von 6 bis 8 at Überdruck.

Der Antrieb erfolgt entweder durch Verbrennungs- oder durch Elektromotore.

Pumpen zur Wasserhaltung

Für die offene Wasserhaltung in Baugruben und Rohrgräben infolge Grundwasserdrang, Überschwemmung u. a. werden transportable Pumpen eingesetzt, die besonders geeignet sein müssen, verschmutztes Wasser zu fördern. Für diese Zwecke werden häufig *Membran-* oder *Diaphragmapumpen* (Bild 65) eingesetzt.

In ihrer Wirkungsweise ähneln sie den Kolbenpumpen. Anstelle des Kolbens tritt eine Gummimembran, die in schwingende Bewegung versetzt wird.

Der Antrieb der Pumpen erfolgt durch Verbrennungs- oder Elektromotore. Kleinere Pumpen werden auch manuell angetrieben.

Neuerdings werden für Wasserhaltung die sogenannten *Söffelpumpen* eingesetzt. Das sind speziell für diese Zwecke entwickelte einstufige vertikale Kreiselpumpen. Motor und Laufrad sitzen auf einer gemeinsamen Welle. Die Pumpen haben nur eine kleine Masse und sind schnell betriebsbereit.

6.1.2. Hebezeuge und Anschlagmittel

Hebezeuge sind Geräte und Maschinen, die der vorrangig vertikalen Lastbewegung dienen, wie Wagenheber, Zahnstangenwinden, Seil- und Kettenwinden, Flaschenzüge, Elektrozüge, Stapler, Krane, Verladebrücken u. a.

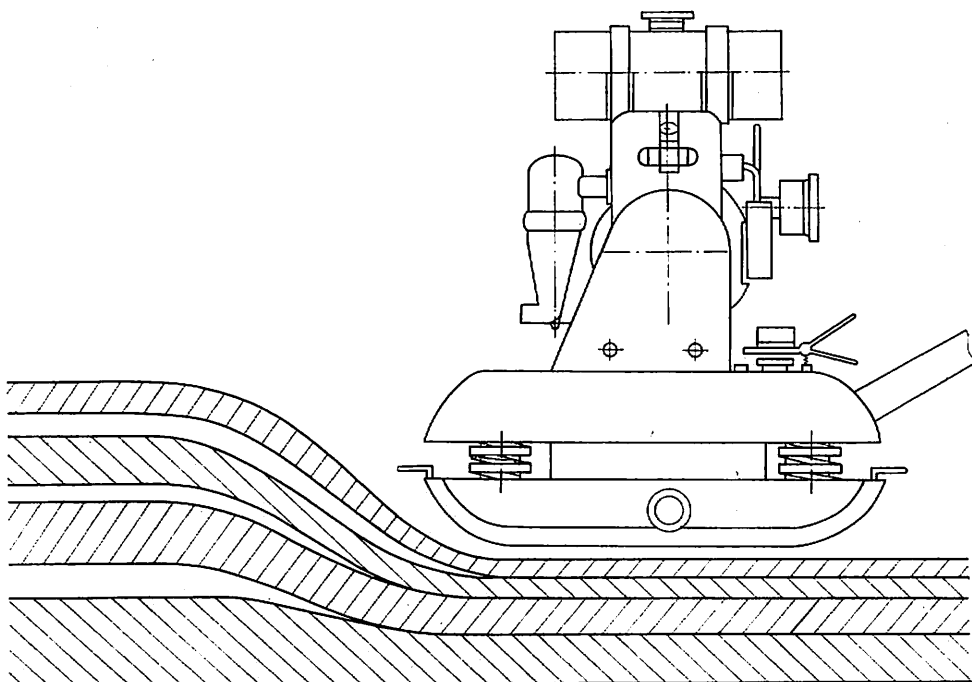


Bild 64. Grabenschwingverdichter

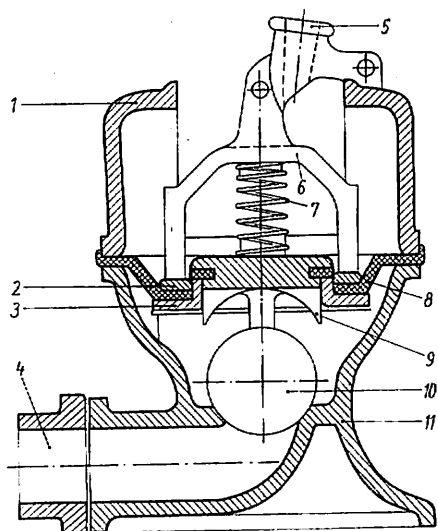


Bild 65. Membranpumpe
 1 Oberteil, 2 oberer Spannring, 3 unterer Spannring, 4 Saugstutzen, 5 Hebelstück, 6 Brücke, 7 Ventillfeder, 8 Membran, 9 Teller Ventil, 10 Kuglventil, 11 Unterteil

Anschlagmittel sind das Bindeglied zwischen Hebezeug und Last. Hierunter sind zu verstehen: Hanfseile, Drahtseile, Ketten, Haken, Schäkkel, Zangen, Traversen, Greifer, Hubmagnete.

Hebezeuge und Anschlagmittel unterliegen den Bestimmungen der ASAO 908. In ihr werden die Herstellung und der Betrieb von Hebezeugen und Anschlagmitteln geregelt.

Die wichtigsten Grundsätze sind:

- Die Herstellung von Hebezeugen über 100 kp Tragkraft ist nur zugelassenen Betrieben gestattet.
- Alle Hebezeuge unterliegen einer Bauartprüfung durch die technische Überwachung (TÜ), und soweit eine bestimmte Tragkraft überschritten wird, sind sie außerdem überwachungspflichtig.
- Die Bedienung von Hebezeugen ist nur ausgebildeten Personen gestattet.
- Hebezeuge und Anschlagmittel sind in bestimmten Zeitabständen auf ihre Betriebssicherheit zu überprüfen; das Ergebnis der Überprüfung ist schriftlich nachzuweisen.
- Unfälle, die durch den Betrieb von Hebezeugen verursacht werden, sind der TÜ zu melden.

Handflaschenzüge

Das Arbeitsprinzip des Flaschenzuges ist Ihnen aus der Mechanik bereits bekannt. Hier soll nur auf einige technische Besonderheiten eingegangen werden.

Handflaschenzüge werden für die vielfältigsten Arbeiten in der Werkstatt und auf Baustellen eingesetzt. Sie müssen eine beim Lastheber wirksame Sperre gegen Rücklauf und eine Hubwerksbremse enthalten. Handflaschenzüge mit selbstsperrenden Getrieben benötigen diese Einrichtung nicht.

Seilflaschenzüge mit Handantrieb spielen heute nur noch eine untergeordnete Rolle. Es werden in der Regel *Kettenflaschenzüge* verwendet. Dabei unterscheidet man nach der Art der Übersetzung der Antriebskraft in die Hubkraft:

- Differentialflaschenzüge
- Stirnradflaschenzüge
- Schraubenradflaschenzüge

Schraubenradflaschenzüge (Bild 66 und 67) werden vielfach für kleine und mittlere Arbeiten verwendet.

Elektrozüge

Sind häufig Lasten zu heben, so werden anstelle von Handflaschenzügen Elektrozüge eingesetzt.

█ *Elektrozüge arbeiten nach dem Prinzip der Stirnradflaschenzüge.*

Das Hubwerk wird durch einen Elektromotor angetrieben. Als Zugmittel werden meist Drahtseile verwendet. Der Motor wird vielfach als Verschiebeankeromotor und somit als Hubwerksbremse ausgebildet. Bei anderen Baumustern ist die Verwendung von elektromagnetischen Bremsen üblich. In beiden Fällen muß gewährleistet sein, daß bei Stromausfall ein Absenken der Last verhindert wird.

Elektrozüge müssen mit einer Hubbegrenzung für die höchste und tiefste Lasthakenstellung ausgerüstet sein.

Anschlagmittel

Als Anschlagmittel kommen Hanfseil-, Rundgliederketten- und Drahtseilgehänge zur Anwendung.

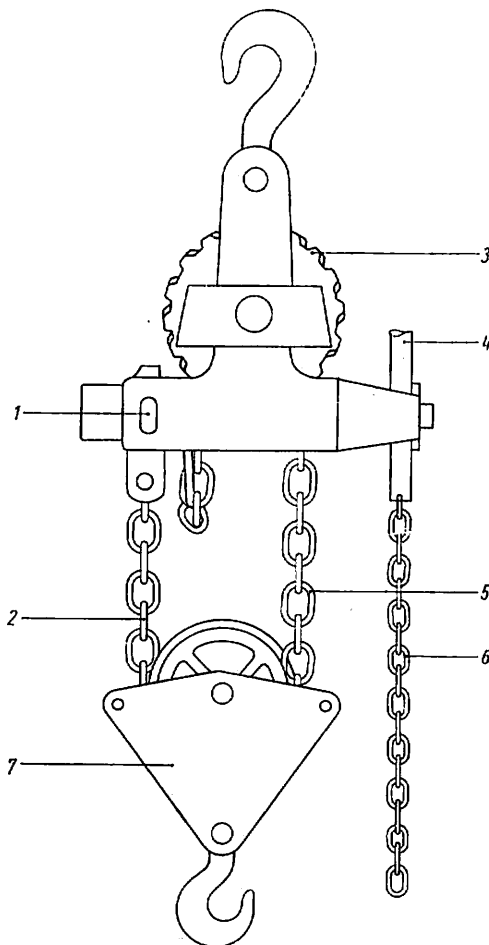


Bild 66. Schraubenradflaschenzug

1 Lastdruckbremse, 2 lose Rolle, 3 Schneckenrad, 4 Haspelrad, 5 Lastkette, 6 Handkette, 7 Unterflasche

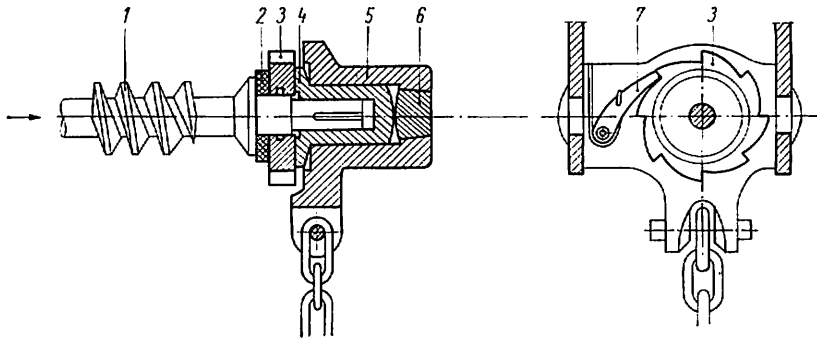


Bild 67. Lastdruckbremse

1 Schnecke, 2 Reibscheibe, 3 Bremsscheibe, 4 Buchse, 5 Gehäuse, 6 Spurlager, 7 Sperrklinke

Da Mängel an Drahtseilgehängen besser erkennbar sind als bei Ketten oder Hanfseilen, wird den Drahtseilgehängen der Vorzug gegeben.

Jedes Anschlagmittel ist für eine bestimmte Tragkraft zugelassen. Ihre Größe ist dauerhaft neben der betrieblichen Inventarnummer am Anschlagmittel anzubringen. Die Belastbarkeit der Seilgehänge wird auf Grund der Kräfteverteilung in den einzelnen Seilsträngen mit größer werdendem Neigungswinkel kleiner (Bild 68).

Drahtseile sind aus mehreren Litzen zusammengeschlagen, also doppelt verseilt. Für spezielle Einsatzbedingungen werden bestimmte Drahtseile verwendet. Für Kran- und Anschlagseile verwendet man meistens ein Seil, das aus 6 Litzen mit je 37 Drähten besteht, die um eine Hanfseele geschlagen werden (Bild 69).

6.1.3. Spezialfahrzeuge

Bei der weiteren Rationalisierung der Instandhaltungsarbeiten ist die Spezialisierung der Arbeitskräfte und Brigaden erforderlich. Die Brigaden werden zu diesem Zweck mit Werkzeugen und Geräten entsprechend ihrem Aufgabenbereich ausgerüstet. Um die Vorbereitungszeiten herabzusetzen, werden diese Brigaden mit Fahrzeugen versehen, die spezielle Ein- und Aufbauten zur Aufnahme der Ausrüstung haben.

In den Betrieben der VVB Wasserversorgung und Abwasserbehandlung wurden für das Teilgebiet Wasserversorgung bisher folgende Spezialfahrzeuge entwickelt:

Bereitschaftsfahrzeug Wasserrohrnetz (Barkas B 1000)

Es ist vorgesehen für den ständigen Bereitschaftsdienst und zur ersten Hilfeleistung bei Havarien.

Entstörungsfahrzeug Wasserrohrnetz (Barkas B 1000)

Es ist vorgesehen für laufende Reparaturen und zur Beseitigung von Schäden am Wasserrohrnetz.

Entstörungsfahrzeug Wasserrohrnetz (LKW W 50)

Es ist vorgesehen für laufende Reparaturarbeiten und zur Beseitigung von Rohrbrüchen am Wasserrohrnetz.

Meßfahrzeug (Barkas B 1000)

Es ist vorgesehen für die Pflege und Wartung der BMSR-Anlagen sowie für Druck- und Mengemessungen.

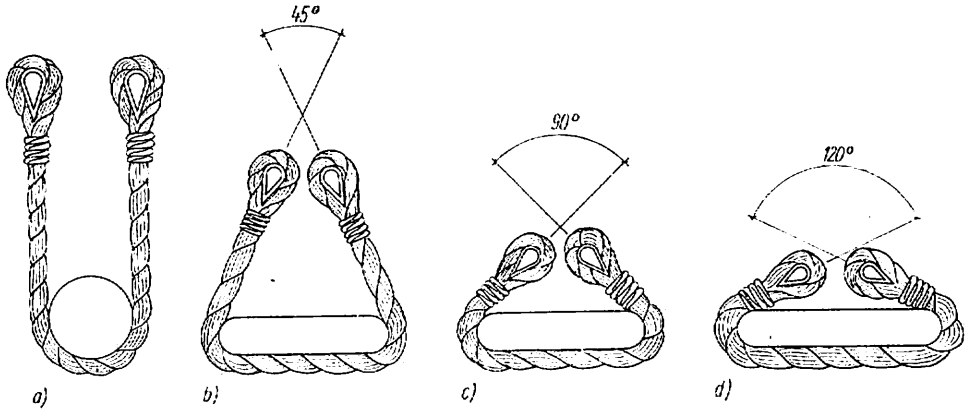


Bild 68. Verminderung der Tragfähigkeit von Seilen bei verschiedenen Neigungswinkeln
 a) 100 % belastbar, b) 90 % belastbar, c) 70 % belastbar, d) 50 % belastbar

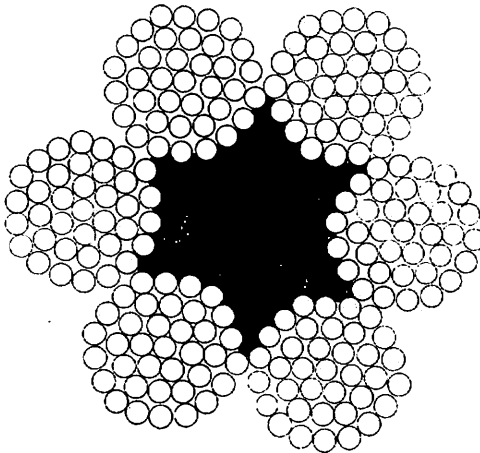


Bild 69. Drahtseil in Rundschlag
 6 × 37 = 222 Drähte
 und 1 Faserseele

6.1.4. Schweißgeräte

Schweißen ist das Herstellen nicht lösbarer Verbindungen zwischen schweißbaren Werkstoffen unter Anwendung von Wärme und Druck.

Beim Metallschweißen unterscheidet man Schmelzschweißverfahren und Preßschweißverfahren. In Betrieben der Wasserversorgung wird vorwiegend das Schmelzschweißverfahren angewendet.

Schweißarbeiten dürfen nur von Facharbeitern ausgeführt werden, die einen Schweißerpaß oder einen Befähigungsnachweis erworben haben.

Gasschweißgeräte

Das Gas- oder Autogenschweißen findet hauptsächlich für Rohrschweißungen und Dünnblechschweißungen Anwendung. Als Wärmequelle dient meist eine Azetylen-Sauerstoff-Flamme.

Der *Sauerstoff* wird aus Sauerstoffflaschen entnommen.

Sauerstoffflaschen sind aus einem Stück gezogene Stahlflaschen. Sie tragen ein blaues Farbkennzeichen und haben ein Rechtsgewinde für den Anschluß des Druckminderventils. Gasflaschen sind entsprechend ASAO 861 zu behandeln und unterliegen der Überwachungspflicht durch die TÜ.

Azetylen wird entweder aus Azetylenflaschen entnommen oder in Entwicklern an Ort und Stelle aus Kalziumkarbonat und Wasser hergestellt.

Azetylenentwickler unterscheidet man

- nach der Karbideinsatzmenge in
 - M-Entwickler bis 2,5 kg
 - I-Entwickler von 2,5 bis 10 kg
 - S-Entwickler über 10 kg
- nach dem Gasdruck in
 - Niederdruckentwickler bis 0,2 at Überdruck
 - Hochdruckentwickler über 0,2 bis 1,5 at Überdruck
- nach dem Vergasungssystem in
 - Einfallentwickler
 - Schubladenentwickler
 - Korbentwickler

Bei Montagearbeiten wird häufig der *Hochdruck-Korbentwickler* mit einer Einsatzmenge von 2,5 kg verwendet (Bild 70).

Wirkungsweise

Der Entwickler wird bis zur Sicke 1 mit Wasser gefüllt und der Korb 2 mit Karbid beschickt. Durch Schwenken des Hebels 3 wird der Korb in das Wasser getaucht, und die Vergasung beginnt. Mit wachsendem Gasdruck wird das Wasser in den Gegenraum 6 gedrängt und dadurch die Vergasung unterbrochen.

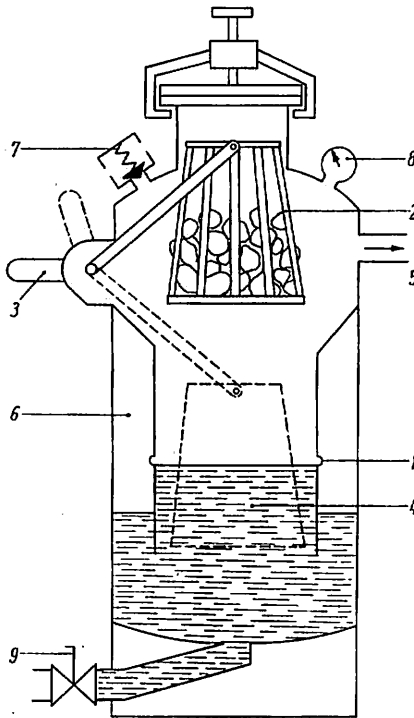


Bild 70. Hochdruckentwickler
als Korbentwickler

1 Sicke zur Wasserstandskontrolle,
2 Korb, 3 Schwenkarm, 4 im Wasser
eingetauchter Korb, 5 Gasabgang,
6 Gegendruckraum, 7 Sicherheitsventil,
8 Manometer, 9 Karbidschlammventil

Entwickler sind nach ASAO 870 zu behandeln. Sie sind zulassungspflichtig. Sicherheitsvorlagen haben die Aufgabe, Flammenrückschläge unschädlich zu machen und einen Sauerstoffrücktritt in den Entwickler zu verhindern.

Jedes Schweißgerät ist über eine gesonderte Wasservorlage an den Entwickler anzuschließen. Die Wasservorlage ist täglich und nach jedem Flammenrückschlag zu kontrollieren.

Im Schweißbrenner werden beide Gase etwa im Verhältnis 1 : 1 gemischt und am Mundstück entzündet.

Sie werden als kombinierte Schweiß- und Schmiedebrenner hergestellt und haben mit den verschiedenen Einsätzen einen Arbeitsbereich von 0,5 bis 30 mm.

Lichtbogenschweißgeräte

Das Lichtbogenschweißen wird in der Wasserversorgung weniger angewendet. Es dient noch für Reparaturarbeiten an Stahlkonstruktionen oder zum Auftragsschweißen.

Die zum Schmelzen der Metalle notwendige Wärme wird durch einen Lichtbogen erzeugt, der zwischen einer Metallelektrode und dem Werkstück abbrennt. Die Elektrode schmilzt dabei ab und dient gleichzeitig als Zusatzwerkstoff.

Schweißstromquellen sind:

- Schweißgeneratoren
- Schweißtransformatoren
- Schweißgleichrichter

Mit *Schweißgeneratoren* können alle Schweißarbeiten ausgeführt werden. Die Kosten für Betrieb, Wartung und Beschaffenheit sind hoch.

Schweißtransformatoren sind einfach, robust und wirtschaftlich. Sie dürfen aus arbeitsschutztechnischen Gründen nicht in engen und feuchten Räumen verwendet werden. Mit ihnen können nicht alle Elektrodentypen verschweißt werden.

Schweißgleichrichter vereinigen fast alle Vorteile in sich.

Plastschweißgeräte

Mit zunehmender Anwendung von Plasterzeugnissen, speziell von PVC-hart- und Polyäthylenrohren, in der Wasserversorgung steigt auch der Einsatz von Plastschweißgeräten. Grundsätzlich darf die Warmverarbeitung von Plast nur durch Facharbeiter ausgeführt werden, die eine entsprechende Prüfung abgelegt haben.

Für PVC-hart-Material wird in erster Linie das *Heißschweißen* angewendet. Hierbei werden die Berührungsflächen der zu verbindenden Teile und der Zusatzwerkstoff durch geeignete heiße Gase auf Schweißtemperatur erwärmt und unter Anwendung von Druck verschweißt.

Für Handschweißung wird in den meisten Fällen das elektrisch beheizte TP-Schweißgerät mit Luft als Wärmeträger verwendet (Bild 71).

Die Schweißluft soll möglichst öl- und wasserfrei sein. Sie wird aus üblichen Verdichtern entnommen.

Für die Verschweißung von Polyäthylen-Rohrleitungen wird hauptsächlich die *Heizelementenschweißung* angewendet. Hierbei werden die zu verbindenden Teile durch Heizelemente (Schweißspiegel) auf Schweißtemperatur erwärmt und unter Anwendung von Druck verschweißt. Für eine haltbare Verbindung ist eine konstante Temperatur des Heizelementes zwischen 240 °C und 250 °C erforderlich. Die handelsüblichen Heizelemente werden elektrisch beheizt. Sie sind mit Thermostaten ausgerüstet. Bei Rohren mit größeren Nennweiten werden die zu verschweißenden Rohrenden nach dem Erwärmen auf Schweißtemperatur in Vorrichtungen mechanisch oder hydraulisch bis zur Abkühlung zusammengedrückt.

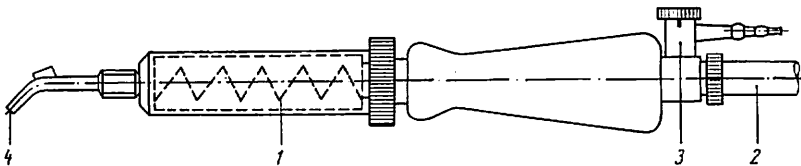


Bild 71. TP-Schweißgerät

1 elektrische Heizwicklung, 2 Kabeleinführung, 3 Regulierventil für Schweißluft, 4 Schweißluftaustritt

6.1.5. Werkzeuge

Zur fachgerechten Rohrtrennung werden *Robrschneider* und *Robrsägen* verwendet. Bei ihrem richtigen Einsatz werden winklige Schnitte erreicht und Beschädigungen am Rohr vermieden.

Die Trennwirkung der Robrschneider beruht auf der Kerbempfindlichkeit des Rohrmaterials.

An der Trennstelle des Rohres werden gehärtete und geschliffene Schneidkörper ringförmig um das Rohr gelegt, festgespannt und in die Rohrwandung gedrückt.

Die gebräuchlichsten Rohrschneider sind:

- Rillenrohrschneider
Sie werden eingesetzt für das Trennen von Guß- und Stahlrohr bis NW 150
- Gliederrohrschneider/Hand-Schneider
Sie werden eingesetzt für das Trennen von Gußrohren bis NW 150 sowie von Steinzeug- und Asbestzementrohren bis NW 400 (Bild 72)
- Gliederrohrschneider mit hydraulischer Betätigung
Sie werden eingesetzt für das Trennen von Gußrohr bis NW 350

Robrsägen arbeiten mit einem zerspannenden Werkzeug. Sie werden elektrisch oder pneumatisch angetrieben.

Arbeitsweise

Die Rohrsäge wird durch eine mit Führungsrollen versehene Gliederkette fest auf das Rohr gespannt (Bild 73). Die Antriebsräder erteilen der Säge eine bestimmte Vorschubgeschwindigkeit. Durch den Scheibenfräser wird der Trennschnitt ausgeführt.

Um Fehlschnitte zu vermeiden, ist besonders darauf zu achten, daß die Rohrsäge genau rechtwinklig zur Rohrachse aufgespannt wird.

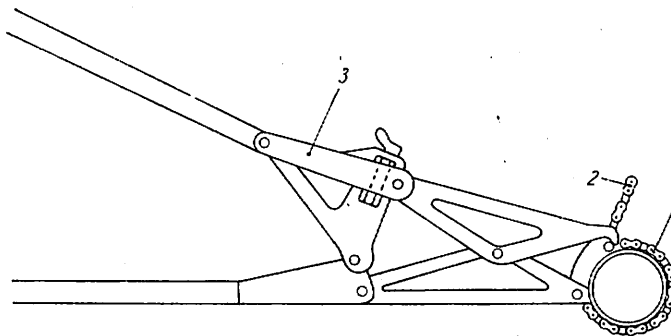


Bild 72. Kettenrohrsneider

1 Werkstück, 2 Schneidkette, 3 Grundkörper mit Hebelübersetzung

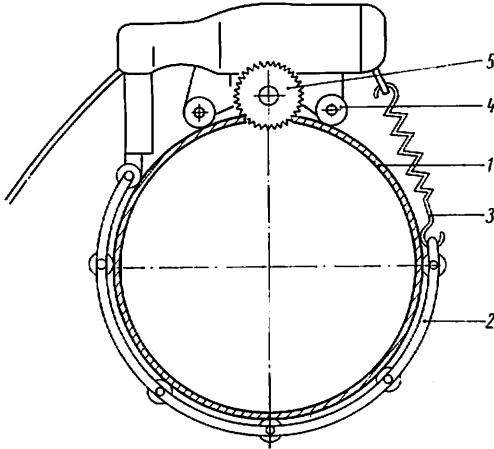


Bild 73. Robrsäge

1 Werkstück, 2 Gliederkette mit Führungrollen, 3 Federhaken, 4 Vorschubrad, 5 Scheibenfräser

Preßluftwerkzeuge

Die gebräuchlichsten Preßluftwerkzeuge in der Wasserversorgung sind *Abbau-* und *Aufreißhämmer*.

■ *Sie arbeiten nach dem Schlagprinzip.*

Ein im Zylinder freiliegender Kolben, der über die Steuerorgane in Wechselbewegung gebracht wird, arbeitet als Schlagelement und führt Schläge auf das eingesteckte Werkzeug aus.

Abbau- und Aufreißhämmer werden zur Herstellung von Mauerdurchbrüchen für Abbrucharbeiten in Beton- und Steindecken verwendet. Als Einsteckwerkzeuge werden Meißel mit zylindrischem Schaft bevorzugt.

Preßluftwerkzeuge werden mit Druckluft von 4,0 bis 6,0 at Überdruck betrieben.

Jugendlichen ist die Arbeit mit Preßluftwerkzeugen untersagt.

Pegelmeßgeräte

Zur Beobachtung des Grundwasserspiegels, des Behälterstandes in drucklosen Behältern u. ä. werden Tiefenlote und Pegelmeßgeräte verwendet.

Tiefenlote sind leicht umzusetzende handliche Geräte zur genauen Bestimmung des Grundwasserstandes und zur Auslotung von Bohrungen.

Sie werden eingesetzt, wenn keine ständige Beobachtung erforderlich ist.

An einem ablaufenden Seil ist ein Lotkörper befestigt. Die abgelaufene Seilmenge wird an einem Zählrollwerk angezeigt. Eine Sperr verhindert ein weiteres Abfließen des Seiles beim Auftreffen des Lotes auf die Wasseroberfläche bzw. auf den Grund.

Anzeigepegel dienen zur ständigen Pegelbeobachtung. Sie sind mit zwei Schleppzeigern ausgerüstet, die den maximalen und minimalen Pegelstand anzeigen.

Schreibpegel sind ebenfalls stationäre Meßgeräte zur ständigen Pegelbeobachtung.

Der Pegelstand wird durch eine Schreibfeder auf ein von einem Uhrwerk angetriebenes Diagrammpapier aufgezeichnet.

Sowohl Anzeigepegel als auch Schreibpegel können mit Widerstandsferngebern zur Fernanzeige bzw. -registrierung komplettiert werden.

6.2. Instandhaltung der maschinellen Anlagen

Alle im Produktionsprozeß eingesetzten Produktionsmittel unterliegen einer natürlichen Abnutzung, die man als Verschleiß bezeichnet. Durch unsachgemäße Bedienung bzw. durch Bedienungsfehler können außerdem Schäden an Produktionsmitteln auftreten. Beide Faktoren beeinflussen die Funktionsfähigkeit der Arbeitsmittel und können zu ihrem totalen Ausfall führen.

Die Erhaltung der Funktionsfähigkeit bezeichnet man als Instandhaltung. Die Instandhaltung ist damit ein wichtiger Prozeß zur Sicherung einer kontinuierlichen Produktion.

6.2.1. Wartung und Pflege

Die tägliche Wartung und Pflege der Maschinen und Ausrüstungen sowie deren Schmierung ist Aufgabe der Maschinisten bzw. des Bedienungspersonals. Dabei ist die Funktionssicherheit der Maschinen zu kontrollieren. Eventuell auftretende Mängel sind festzustellen.

■ *Die Schmierung der Maschinen erfolgt nach einem Schmierplan.*

In ihm ist festgelegt, in welchen Zeitabständen die einzelnen Schmierstellen einer Maschine abgeschmiert werden müssen und welches Schmiermittel dabei zu verwenden ist.

Wartung, Pflege und Schmierung gehören nicht zur Instandhaltung, obwohl auch sie das Ziel haben, die Funktionsfähigkeit der Maschine zu erhalten.

6.2.2. Instandsetzung

■ *Die Reparatur einer Maschine nach ihrem Ausfall bezeichnet man als Instandsetzung.*

Die Instandsetzung erfolgt also, wenn an der Maschine ein Schaden entstanden ist, der bereits zu ihrer Funktionsunfähigkeit geführt hat.

Dieses Reparaturprinzip ist gegenwärtig in der Industrie noch weit verbreitet. Es erfüllt jedoch nicht mehr die Forderungen einer modernen rationellen Wirtschaft. Seine Existenzberechtigung hatte es zu der Zeit, als die Produktionsorganisation noch nicht so straff war und nur unkomplizierte Maschinen verwendet wurden.

Heute sollte die Instandsetzung oder Schadensreparatur nur noch in Ausnahmefällen angewandt werden.

6.2.3. Planmäßig vorbeugende Instandhaltung (PVI)

Als Instandhaltung bezeichnet man die Reparatur einer Maschine vor Eintritt ihrer Funktionsunfähigkeit.

Dieses Prinzip hat zur Entwicklung der planmäßig vorbeugenden Instandhaltung geführt. Durch Untersuchungen und aus Erfahrungswerten stellt man die Lebensdauer der einzelnen Verschleißteile einer Maschine fest und wechselt diese nach einem vorher festgelegten Plan aus. Dabei ergeben sich im wesentlichen folgende Vorteile:

- Havarien und damit verbundene ungeplante Produktionsausfälle werden weitgehend vermieden
- Folgeschäden an den Maschinen werden auf ein Mindestmaß herabgesetzt und damit Reparaturkosten eingespart
- Die Lebensdauer der Maschinen wird verlängert
- Durch die planmäßige Vorbereitung der Reparaturen werden die Instandhaltungswerkstätten kontinuierlich ausgelastet. Damit verbunden ist eine Steigerung der Arbeitsproduktivität
- Die Ersatzteilbeschaffung wird wirtschaftlicher gestaltet

Prinzip der PVI

Die planmäßig vorbeugende Instandhaltung ist ein in sich abgestimmtes System von Reparaturmaßnahmen an Maschinen sowie deren organisatorischer Vorbereitung von der Inbetriebnahme bis zur Generalreparatur (GR) bzw. von GR bis zur nächsten GR.

Die Aufeinanderfolge der einzelnen Maßnahmen bezeichnet man als *Zyklus*.

Die *Zeitabstände* zwischen den Maßnahmen innerhalb eines Instandhaltungszyklus sind von der Art der Maschine abhängig und werden bestimmt von der Konstruktion der Maschine, den speziellen Arbeitsbedingungen, der Lebensdauer der Maschinenelemente u. a.

Als *Reparaturmaßnahmen* unterscheidet man:

Überprüfung (Ü), laufende Reparaturen (L), mittlere Reparaturen (M) und Generalreparaturen (GR).

Der Inhalt der einzelnen Reparaturmaßnahmen kann nicht genau festgelegt werden. Er wird jedoch durch folgende Merkmale charakterisiert:

Die *Überprüfung* einer Maschine erfolgt im wesentlichen ohne Demontearbeiten. Durch augenscheinliche Untersuchung, Abhören, Messen der Leistung usw. werden Rückschlüsse auf den Zustand der Maschine gezogen. Kleinere Reparaturarbeiten werden durchgeführt.

Die *laufende Reparatur* schließt die Arbeiten der Überprüfung ein. Außerdem werden Verschleißteile ausgewechselt, wichtige Baugruppen demontiert, gereinigt und überholt.

Bei der *mittleren Reparatur* werden die gleichen Arbeiten wie bei der laufenden Reparatur durchgeführt. Die Maschine wird jedoch wesentlich weiter demontiert. Meist wird dabei der Korrosionsschutz erneuert.

Bei der *Generalreparatur* wird die Maschine vollkommen demontiert und neu aufgebaut.

Grundsätzlich ist nach jeder durchgeführten Reparaturmaßnahme ein Protokoll anzufertigen.

Darin sind folgende Angaben enthalten:

- Einschätzung des Zustands der Maschine
- Umfang der durchgeführten Arbeiten
- Hinweise für die nächste Reparatur
- Voraussichtlicher Ersatzteilbedarf für die nächste Reparaturmaßnahme

Dadurch soll der Leiter ständig über die Einsatzfähigkeit der Maschinen unterrichtet sein. Die Protokolle der vorhergehenden Reparaturmaßnahme sind in jedem Falle auszuwerten.

Die ökonomischen Vorteile dieser Reparaturmethode können nur dann wirksam werden, wenn das System in seiner Gesamtheit konsequent angewendet wird.

Organisation der PVI

Ausgehend von der Arbeitsmittelkarte (AMK) wird zunächst für jede Maschine der für sie erforderliche *Instandhaltungszyklus* festgelegt.

Unter Berücksichtigung der geplanten Laufzeit und nach den bereits oben genannten weiteren Bedingungen wird der Zeitabstand zwischen den einzelnen Maßnahmen festgelegt und der perspektivische *Instandhaltungsplan* aufgestellt. In ihm werden die Termine für mittlere Reparaturen und Generalreparaturen festgelegt. Der perspektivische Instandhaltungsplan wird dann in Jahresplänen präzisiert.

Die Jahresplanung enthält den zeitlichen Ablauf der geplanten Instandhaltungsmaßnahmen, also die Termine für die Instandhaltungsmaßnahmen, gliedert nach Monaten.

Bei der Ausarbeitung der Jahrespläne ist die kontinuierliche Auslastung der Reparaturkapazität unter Beachtung des Instandhaltungszyklus durchzusetzen, wobei geringfügige zeitliche Abweichungen zwischen den geplanten und den tatsächlichen Laufzeiten nicht immer vermeidbar sind.

Der Jahresplan wird auf der AMK 20 B, der perspektivische Instandhaltungsplan auf der AMK 20 A ausgearbeitet.

Die Erfassung der Reparaturkosten erfolgt auf der AMK 20.

Auswirkung auf den Instandhaltungsaufwand

Das ständige Anwachsen der Mechanisierung und Automatisierung der Produktion bedingt eine entsprechende Erhöhung des Instandhaltungsaufwandes. Dabei zeigt sich, daß die Steigerung der Arbeitsproduktivität gerade auf dem Gebiet der Instandhaltung gegenüber der in der industriellen Produktion zurückbleibt.

Die vorwiegend manuelle und schwere körperliche Arbeit überwiegt in diesem Teilgebiet des Reproduktionsprozesses.

Die Mechanisierung bleibt im wesentlichen auf die Ersatzteilbestellung und das Regenerieren von Verschleißteilen beschränkt. Den Hauptanteil aller Instandsetzungsarbeiten bilden Montage- und Demontearbeiten bei denen lediglich eine geringe Mechanisierung durch Hebezeuge und Transportmittel möglich ist.

Diese Nachteile sind auch durch die Anwendung des Systems der planmäßig vorbeugenden Instandhaltung nicht zu überwinden. Es ermöglicht jedoch, den notwendigen Instandhaltungsaufwand sowie die Instandhaltungskosten bei gleichzeitiger Anwendung der Spezialisierung so niedrig wie möglich zu halten.

6.2.4. Spezialisierung in der Instandhaltung

Möglichkeiten für eine wesentliche Steigerung der Arbeitsproduktivität in der Instandhaltung sind durch die Entwicklung der Arbeitsteilung im Reparaturwesen gegeben.

Die *Arbeitsteilung* kann sowohl betrieblich als auch überbetrieblich organisiert sein. Sie schafft in jedem Falle die Voraussetzungen für serienmäßige bzw. industrielle Reparaturmethoden.

Betriebliche Spezialisierung

Die betriebliche Spezialisierung wird dadurch erreicht, daß gleiche Instandhaltungsarbeiten ständig durch das gleiche Arbeitskollektiv ausgeführt werden. Eine wesentliche Voraussetzung ist, daß der Umfang der speziellen Arbeiten das Kollektiv überwiegend auslasten muß.

Durch die ständigen wiederkehrenden Arbeiten eignen sich die Mitglieder des Kollektivs Erfahrungen und Spezialkenntnisse an, die zu kürzeren Reparaturzeiten und höherer Qualität führen. Außerdem ist eine bessere Auslastung spezieller Werkzeuge, Vorrichtungen und Ausrüstungen gegeben.

Überbetriebliche Spezialisierung

Von überbetrieblicher Spezialisierung spricht man, wenn innerhalb eines Industriezweiges oder innerhalb eines Territoriums in einem Betrieb die Voraussetzungen geschaffen werden, bestimmte Instandhaltungsarbeiten nach industriellen Methoden auszuführen. Es kann sich hierbei sowohl um die Reparatur einzelner Baugruppen eines Gerätes als auch um die Reparatur kompletter Maschinen handeln.

Durch höhere Stückzahlen und verhältnismäßig gleichen Reparaturanfall können in diesen Betrieben alle Vorteile einer industriellen Produktion, auch in der Instandhaltung, angewendet werden. Die notwendigen Transportkosten müssen durch die billigeren Reparaturkosten mindestens ausgeglichen werden. Die wichtigste volkswirtschaftliche Bedeutung der überbetrieblichen Spezialisierung liegt in der Verringerung des Anteils der lebendigen Arbeit.

Aufgaben

1. Nennen Sie Maschinen, Geräte, Werkzeuge und Materialien, mit denen das Entstörfahrzeug Wasserrohrnetz (B 1000) ausgerüstet sein muß!
2. Welche Instandhaltungsarbeiten werden in Ihrem Betrieb durch Spezialbrigaden durchgeführt?
3. Erläutern Sie die Vorzüge des PVI-Systems gegenüber der Instandsetzung von Maschinen und Anlagen der Wasserversorgung!

7. Arbeitsschutz in der Wasserversorgung

Während in kapitalistischen Ländern der Arbeitsschutz ein Teil des Klassenkampfes ist, den die Arbeiter täglich in harten Auseinandersetzungen mit den Unternehmern führen, widmet der sozialistische Staat der Erhaltung und Förderung der Arbeitskraft seiner Bürger besondere Aufmerksamkeit [4]. Es heißt dazu im Artikel 35 der Verfassung der DDR:

„Jeder Bürger der DDR hat das Recht auf Schutz seiner Gesundheit und seiner Arbeitskraft“.

7.1. Sechs Prinzipien des Gesundheits- und Arbeitsschutzes

Zur einheitlichen Durchführung des Gesundheits- und Arbeitsschutzes wurden sechs sozialistische Prinzipien entwickelt. Sie lauten:

- Prinzip der Einheit von Planung, Produktion und Gesundheits- und Arbeitsschutz
- Prinzip der Vermeidbarkeit von Krankheiten und Betriebsunfällen
- Prinzip der gefahrlosen Technik
- Prinzip der Gesundheitserziehung
- Prinzip der politischen und rechtlichen Verantwortung der leitenden Staats- und Wirtschaftsfunktionäre für Leben und Gesundheit der ihnen anvertrauten Werktätigen
- Prinzip der politisch-moralischen Verantwortung der Werktätigen für den Schutz ihres Lebens, ihrer Gesundheit und damit hinsichtlich ihrer aktiven Mitwirkung bei der Gestaltung des Gesundheits- und Arbeitsschutzes

7.2. Wichtige Arbeitsschutzanordnungen sowie Arbeitsschutz- und Brandschutzanordnungen (ASAO, ABAO)

Das Gesetzbuch der Arbeit und die Arbeitsschutzverordnung enthalten grundsätzliche Bestimmungen für die Errichtung, Einrichtung und Unterhaltung der Arbeitsstätten, besonders über die Verwirklichung des Gesundheits- und Arbeitsschutzes in den Betrieben. Darauf aufbauend enthalten die Arbeitsschutzanordnungen (ASAO) spezielle

Vorschriften und Einzelheiten zum Erlangen der Arbeitssicherheit in den verschiedenen Wirtschaftszweigen.

Arbeitsschutzanordnungen, in denen gleichzeitig Fragen des Brandschutzes geregelt sind, werden als Arbeitsschutz- und Brandschutzanordnung (ABAO) herausgegeben. Die ABAO gehen auf die vorkommenden Produktionsprozesse ein. Dennoch können sie nicht so erschöpfend sein, daß sie für jeden Betrieb und für jeden Fall ausreichen, denn die örtlichen oder betrieblichen Einrichtungen und Verhältnisse sind außerordentlich verschieden.

Die nachfolgende Aufstellung enthält die Festlegungen über den Gesundheits- und Arbeitsschutz (ASAO und ABAO), die im Bereich der VVB Wasserversorgung und Abwasserbehandlung anzuwenden sind.

- | | | |
|------|-------|---|
| ASAO | 1 | Allgemeine Vorschriften |
| | 3/1 | Schutzgüter der Arbeitsmittel und Arbeitsverfahren |
| | 7 | Arbeitssicherheit bei Instandsetzungsarbeiten in Betrieben, Arbeitsräumen, Fenster, Türen, Treppen, Beleuchtung, Heizung, Luken, Verkehrswege |
| | 12/3 | Arbeiten mit ausziehbaren Leitern |
| | 17/1 | Allgemeine Bestimmungen über den Transport |
| | 18 | Lagerung |
| | 20 | Erste Hilfe und Verhalten bei Unfällen |
| ABAO | 31/2 | Feuer- und explosionsgefährdete Betriebsstätten |
| | 72 | Atemschutzfiltergeräte, Sauerstoffkreislaufgeräte und Frischluftgeräte (Schlauchgeräte)
Verordnung über das Grubenrettungswesen und das Gasschutzwesen (GBl. Nr. 64/1955, Nr. 61 u. 87/61) |
| | 111/2 | Fällen, Roden und Aufarbeiten von Bäumen |
| | 112 | Rücken und Aufsetzen von Holz |
| | 142 | Gaswerke |
| | 143 | Wasserwerke |
| | 192 | Metallbearbeitung |
| | 221 | Chemische Laboratorien |
| | 231 | Holzbearbeitung und Holzverarbeitung |
| | 232 | Holzbearbeitungsmaschinen |
| | 302 | Benzinwäschereien |
| | 303 | Verwendung gesundheitsschädigender, flüchtiger nichtbrennbarer Lösungsmittel zu Reinigungszwecken |
| | 330 | Fallschutzmittel |
| | 331/1 | Hochbau, Tiefbau, Baunebengewerke |

- ABAO 332 Montage von Betonfertigteilen
- 332/1 Großblock- und Plattenbauweise
 - 333/1 Vermessungswesen
 - 334/1 Arbeiten mit Bolzenschußgeräten
 - 335 Unterkunft bei Bauten
 - 337 Brunnenbau
 - 339 Wasserbauarbeiten
 - 346/1 Fernmeldebau
 - 352/1 Bahnen, die nicht von der Deutschen Reichsbahn verwaltet werden
 - 361/1 Fahrzeuge und Instandhaltungsanlagen und Transport mit Fahrzeugen
 - 371/2 Binnenschifffahrt
 - 386 Umgang mit bituminösen Straßenbaustoffen
 - 511 Kraftmaschinen einschließlich Göpel
 - 521/1 Verdichter
 - 530 Arbeitsmaschinen (Allgemeines)
 - 536 Bagger
 - 537/1 Rammen
 - 541 Triebwerke (Transmissionen)
 - 551/1 Nahfördermittel (Becherwerke, Schüttelrinnen, Gutförderer „Transporteure“, Förderbänder)
 - 612/1 Arbeiten an Gasleitungen
 - 613/1 Auftragen von Anstrichstoffen
 - 615 Schweißen und Schneiden
 - 616 Befahren von Behältern, Apparaten, Rohrleitungen, Gruben usw.
 - 624 Arbeiten mit Preßluftwerkzeugen
 - 631/2 Herstellen von Baugruben, Leitungsräben und Verlegen von Leitungen in die Erde
 - 721 Verwendung von Salpetersäure
 - 722 Arbeiten mit Flußsäure
 - 723 Arbeiten mit Quecksilber und seinen Verbindungen
 - 725 Verwendung von Klebstoffen, die mit leicht flüchtigen brennbaren Lösemitteln hergestellt sind
 - 728 Kennzeichnung der Löse- oder Verdünnungsmittel
 - 732/1 Umgang mit verflüssigtem Chlor
 - 800 Dampfkessel
 - 801 Betrieb von Dampf- und Warmwasserheizkesseln, Heiß- und Warmwasserbereitern

- ABAO 810 Niederdruckkessel
- 820 Betriebsvorschriften für Kesselwärter von Landdampfkesseln und auf Fahrzeugen der Binnenschifffahrt
- 830 Anweisung über die Ausbildung von Kesselwärtern
- 840/1 Druckgefäße – Druckgefäßenordnung
- 841 Außerbetriebsetzung und Verschrottung von Trockenfeuerlöschern bestimmter Art (GBl. I Nr. 4/1956)
- 842 Außerbetriebsetzung und Verschrottung von Naßfeuerlöschern bestimmter Art (GBl. I Nr. 17/1956)
- 850/1 Verkehr mit brennbaren Flüssigkeiten und technische Grundsätze zur ABAO 850/1
- 860 Verwendung von ortsbeweglichen Druckgasbehältern für Chlor
- 861 Bau und Verwendung von ortsbeweglichen Druckgasbehältern
- 867 Verwendung von Stahlflaschen für verdichtetes Stadt-, Fern- und Klär- gas oder Methan
- 868 Verbot der Verwendung von Ventilen mit Gummidichtungen an beweg- lichen Druckgasbehältern für Sauerstoff
- 869 Zulassung von ortsgelassenen Druckgasbehältern österreichischer Er- zeugung
- 870 Lagerung von Kalziumkarbid und Bau und Betrieb von Azetylen- Erzeugungsanlagen – Azetylen-Ordnung und Technische Grundsätze zu ABAO 870
- 873 Heizen, Beleuchten, Brennen und Schweißen mit verflüssigten Kohlen- wasserstoffen (Propan, Propylen, Butan) oder Heizäther (Dimethyl- äther) und Technische Grundsätze zur ASAO 873
- 875 Außerkräftsetzung (Löschung) der Zulassung 528, betreffend eine Nie- derdruck-Wasservorlage für Azetylen
- 894 Zentrifugen
- 900 Elektrische Anlagen
Anordnung über die Berechtigung zum Ausführen von Arbeiten an Energieversorgungsanlagen (GBl. II Nr. 14/1967). Technische An- schlußbedingungen für Starkstromanlagen (GBl. III Nr. 11/1961)
- 901 Schaltberechtigte Personen für elektrische Starkstromanlagen
- 908 Hebezeuge und Anschlagmittel – Grundsätze für den Bau, den Betrieb, und die Prüfung von Hebezeugen und Anschlagmitteln
- 909 Aufzüge
- 910 Bauaufzüge (mit technischen Grundsätzen für den Bau und die Aufstel- lung von Bauaufzügen)
- 955 Errichtung und Überwachung von Blitzschutzanlagen

Brandschutzanordnungen (BSAO)

Gesetz zum Schutze vor Brandgefahren – Brandschutzgesetz – (GBl. I Nr. 12/1956)

Erste Durchführungsbestimmung zum Gesetz zum Schutze vor Gefahren – Brandschutzgesetz – (GBl. II Nr. 12/1961)

Verordnung und I. DB über das Kehren von Schornsteinen und Rauchabzugsrohren und die Überprüfung der Feuersicherheit – Kehrordnung – (GBl. Nr. 86/1953)

Berichtigung zur I. DB zur Verordnung über das Kehren von Schornsteinen und Rauchabzugsrohren und die Überprüfung der Feuersicherheit – Kehrordnung – (GBl. Nr. 90/1953)

BSAO 2 Zeltlager und Zeltplätze (GBl. I. Nr. 53/1958)

3/1 Prüfung der Feuerlöschgeräte (GBl. II Nr. 36/1964)

4 Wohnstätten (GBl. I Nr. 43/1960)

6 Lagerung fester Brennstoffe (GBl. II Nr. 67/1961)

6/1 Lagerung fester Brennstoffe, Berichtigung (GBl. II Nr. 26/1962)

7 Brandschutzmaßnahmen in Wäldern (GBl. II Nr. 19/1962)

Aufgaben

1. Erläutern Sie die für Ihren Arbeitsbereich geltenden ASAO und ABAO!
2. Charakterisieren Sie die ASAO 732/1!

Literaturverzeichnis

- [1] Gesetz über den Schutz, die Nutzung und die Instandhaltung der Gewässer und den Schutz vor Hochwasser – Wassergesetz – vom 17. 4. 1963, GBl. I Nr. 5, S. 77 vom 25. 4 1963
- [2] *Hausbild*: Wasserversorgungsanlagen, VEB Verlag Technik, Berlin 1966
- [3] Amt für Wasserwirtschaft beim Ministerrat der DDR, Bemessungsgrundlagen zur Bearbeitung von Aufgabenstellungen und Projekten wasserwirtschaftlicher Anlagen.
2. überarbeitete und erweiterte Auflage 1964
- [4] Informationsbroschüre der VVB Wasserversorgung und Abwassersicherheitsinspektion, 1967

Folgende Literatur wurde ebenfalls berücksichtigt:

- Kittner/Starke/Wissel*: Wasserversorgung, VEB Verlag für Bauwesen, Berlin 1964
- Kirst*: Aufschlußentwässerung, VEB Verlag Technik, Berlin 1951
- Gesteinsbohrungen aus Große Sowjet-Enzyklopädie, VEB Fachbuchverlag, Leipzig 1953
- Wechmann*: Hydrologic, VEB Verlag für Bauwesen, Berlin 1964
- Bieske*: Bohrbrunnen, Verlag Oldenbourg, München 1953
- Autorenkollektiv: Wasserwerkfacharbeiter I, II, VEB Verlag für Bauwesen, Berlin 1963
- Ingenieur-Taschenbuch – Bauwesen Bd. III, Ausgabe 1965
B. G. Teubner Verlagsgesellschaft, Leipzig
- Pietsch/Ullmann/Schmidt*: Rohrleitungen und Rohrleitungsarmaturen, VEB Fachbuchverlag, Leipzig 1966
- Busch*: Wasserversorgung in Stadt- und Landwirtschaft. B. G. Teubner Verlagsgesellschaft, Leipzig
- Jentsch*: Aufbereitung des Wassers, VEB Verlag Technik, Berlin
- Dahlhaus*: Wasserversorgung. B. G. Teubner Verlagsgesellschaft, Leipzig
- Technisches Handbuch Wasseraufbereitungsanlagen, VEB Verlag Technik, Berlin 1966

Sachwörterverzeichnis

- Abschluß** 11, 12
 oberirdisch 11, 12
 unterirdisch 11, 12
Absetzbecken 71
Absetzbereich 73
Absetzverfahren 67
Absolutgefälle 20
Absperrorgane 134
Absperrschieber 27
Abwasserableitung 15
Adsorption 89
Aluminiumsulfat 75
Ammoniumverbindung 58
Anschlagmittel 162
Arbeitsschutz 50, 175
Armaturen 134
Arsenverbindung 61
Artesisch 22
Auffanggefäß 12
Auslaufbereich 73
- Bacterium coli** 64
Bagger 158
Baukompressoren 159
Baumaschinen 158
Behälter 120
Behälterreinigung 17
Belüftung 89
Beobachtungsstellen 12
Bestandaufnahme 12
Betriebsmeßwerte 46
Betriebswasser 13
Bikarbonat 53
Blei 60
Bodenverdichtungsgeräte 159
Bodenwasserzone 20
Bohrregister 28
Brunnenergiebigkeit 49
Brunnenfilter 28
- Chloride** 59
Chlorwasserapparat 92
- Chromverbindung** 61
Colititer 64
Cyanide 60
- Decarbolithentsäuerung** 84
Deckschicht 20
Dosierungsgerät 94
Dreieck 21
 hydrologisch 21
Druckbelüftung 83
Druckerhöhungsstation 122, 156
Druckkessel 124
Druckluftsperrventil 125
Druckmessung 144
Druckminderventil 139
Druckzonen 129
Durchlässigkeit 20, 33
Durchörterungsgerät 158
Durchsichtigkeit 98
- Eigenverbrauch** 15
Einlaufseiherr 27
Einlauftrichter 42
Einschichtfilter 79
Einzelbrunnen 17
Einzugsgebiete 20
Eisen 57
Eisenbestimmung 100
Eisenchlorid 75
Eisensulfat 75
Elektrozüge 161
Enteisung 86
Enthärtung 89
Entkeimung 91
Entleerungsleitung 27
Entmanganung 88
Entnahmeleitung 27
Entsäuerung 80
- Farbe** 51
Fassungsrohr 39
Filteranlagen 78

- Filterarten 78
- Filterschlitz 36
- Filterspülungen 17
- Filtertresse 29
- Filtration 78
- Fluoride 59
- Flußwasser 42
- Flußwasserentnahmestellen 42
- Formstücke 134
- Füllstand 118

- G**asschweißgerät 165
- Geruch 52
- Gesamtkeimzahl 64
- Geschmack 52
- Gewässer 19; 22
 - fließende 22
 - stehende 22
- Grundwasser 13, 20
 - ungespannt 22
- Grundwasseranreicherung 12, 40
- Grundwasserbeobachtungsrohre 21
- Grundwasserfließgeschwindigkeit 20
- Grundwasserfließrichtung 21
- Grundwasserhöhenlinien 21
- Grundwasserleiter 20
- Grundwasserneubildung 12
- Grundwasserreserven 12
- Grundwassersohle 20
- Grundwasserspiegel 11
- Grundwasserstockwerke 20

- H**andflaschenzüge 161
- Hängendes 20
- Härte 60
- Härtebestimmung 100
- Hauptverschmutzer 17
- Hauptwassernutzer 17
- Hausnetz 151
- Hochchlorung 90
- Horizontalfilterbrunnen 38
- Hydranten 140
- Hydroglobus 117
- Hydrophoranlage 122

- I**nhofftrichter 100
- Instandhaltung 48, 120, 171
- Instandhaltungszyklus 48, 120, 171
- Instandsetzung 48, 120, 171

- K**alkanlage 87
- Kalkzugabe 85
- Kalziumkarbonate 53, 56

- Kaskadensystem 82
- Kesselbrunnen 27
- Kettenflaschenzüge 161
- Kiespackung 36
- Kiesschüttungsbrunnen 36
- Klarheit 52
- Kohlensäure 53, 100
- Kontrollsicbung 33
- Kreislauf 10
 - großer 10
 - kleiner 10

- Langsamfilter 79
- Lebensmittelgesetz 17
- Lichtbogenschweißgerät 166
- Liegendes 20
- Löschwasserbehälter 117
- Luftmischer 84

- M**agnesiumkarbonate 53
- Mangan 58
- Mangelgebiete 14
- Marmorentsäuerung 84
- Maschenweite 35
- Mehrbrunnenanlagen 47
- Mehrschichtfilter 79
- Mehrstufenfilter 79
- Mengenmeßgeräte 145
- Mengenmessung 144
- Meßpegel 12
- Meßstellen 12
- Mineralisation 58
- Mineralquellen 24

- N**ichtkarbonathärte 62
- Niederdruckkessel 156
- Niederschläge 11
- Niederschlagshöhe 12
- Niederschlagsmengen 12
- Niederschlagswasser 12
- Nitrate 59
- Nitrite 59
- Nuklide 21

- O**berflächenwasser 12
 - oligodynamisch 93
- Oberflächenwassernutzung 47
- Ozon 90
- Ozonierung 93

- P**egelmessgeräte 169
- Peilbrunnen 12
- Phenole 61

- Phosphate 60
- pH-Wert 63, 99
- Plankton 64
- Planmäßig vorbeugende Instandhaltung (PVI) 48, 120, 171
- Planung 12
- Plastschweißgeräte 167
- Pralltellerverdüsung 81
- Preßluftwerkzeuge 169
- Probentnahme 95
- Probepumpenversuch 38
- Pumpen 123

- Quellen** 24
 - Quellfassung 26
 - Quellgut 24
 - Quellschacht 26
 - Quellschüttung 24
 - Quellstuben 50

- Reaktivator** 77
- Rechen 67
- Regenerierungsarbeiten 49
- Regenmesser 12
- Rieselanlagen 83
- Rohrleitungsarten 127
- Rohrmaterial 129
- Rohrnetzformen 127
- Rohrnetzspülung 17
- Rohrnetzverluste 15, 17
- Rohrschneider 168
- Rohrverbindungen 129
- Rückhaltebecken 11, 41
- Rückschlagklappen 138

- Sammelbrunnen** 27
- Sandfang 27, 68
- Sauerstoff 56
- Schachtabdeckung 28
- Schachtbrunnen 27
- Schichten 20
 - wasserführend 20
 - wasserstauend 20
- Schichtenprofil 33
- Schichtquelle 24
- Schieber 135
- Schieberkammern 113, 121
- Schlammkontaktanlagen 76
- Schlammräumer 12
- Schmelzwasser 11
- Schnellfilter 79
- Schöpfbrunnen 28

- Schwebefilterverfahren 76
- Schwefelwasserstoff 57
- Schweißgeräte 165
- Schwimmer 12
- Seilflaschenzüge 161
- Senkarbeiten 38
- Sicherheitsventil 125
- Sichttiefe 98
- Siebanalyse 35
- Siebbänder 68
- Siebtrommeln 68
- Sinkgeschwindigkeit 71
- Sinnesprüfung 96
- Sog 155
- Spaltenquelle 24
- Speicherarten 104
- Speicherbecken 11
- Speicherung 11, 103
- Spezialfahrzeuge 163
- Spülbohrverfahren 28
- Standortwahl 17
- Starkchlorung 90
- Stauquelle 24
- Stauweiher 9
- Steigleitungen 153
- Steinzeugkiestaschenfilter 34
- Steinzeugrippenfilter 36
- Stoßbuchsen 142
- Sulfate 60
- Sulfite 60

- Talsperre 11, 42
- Temperatur 52
- Temperaturbestimmungen 98
- Thermalquellen 24
- Trinkwasser 13
- Trinkwasserrichtwerte 65, 66
- Trinkwasserschutzgebiete 21, 43
- Trinkwasserschutzzonen 44
- Trockenbohrverfahren 28

- Überfallquelle** 24
- Überflußgebiete** 14
- Überlaufleitung** 27
 - uferfiltriert 41
 - unterirdisch 19

- Ventile** 139
- Verbrauchergruppen** 15
- Verbundsysteme** 14
- Verbundwasserversorgung** 14
- Verbundwirtschaft** 14

- Verdunstung 11
- Verockerung 49
- Verrohrungsplan 33
- Versandung 49
- Verschlämmung 49
- Versickerungsbecken 41
- Versickerungsbrunnen 40
- Versinterung 49
- Versorgungsgebiet 17
- Versorgungssystem 127

- Wasserabgabe 150**
- Wasseraufbereitung 51
- Wasseraufbereitungsanlagen 67
- Wasserbedarf 14
- Wasserbehälter 106
- Wasserbeschaffenheit 26
- Wasserbewirtschaftung 12
- Wasserdargebot 13, 19
- Wassergesetz 18
- Wassergewinnung 19, 24
- Wasserkreislaufverfahren 16
- Wassermehrbedarf 17

- Wassermenge 12
- Wassermesser 146
- Wasserregulierung 11
- Wasserrücknahmeverfahren 16
- Wasserspiegel 22
- Wasserstandsbewegung 34
- Wasserturm 115
- Wasserversorgung 9, 17
- Wasserverteilung 126
- Wasservorrat 12
- Wasserwirtschaft 9, 12
- Wasserzähler 145
- Wasserzähleranlage 153
- Werkzeuge 168
- Woltmann-Zähler 146

- Zählerprüfung 17
- Zisternen 9
- Zufluß 11
 - oberirdisch 11
 - unterirdisch 11
- Zweischichtfilter 79