

Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Vermessungswesen und Kulturtechnik =
Revue technique suisse des mensurations et améliorations foncières

Herausgeber: Schweizerischer Geometerverein = Association suisse des géomètres

Band: 30 (1932)

Heft: 12

Artikel: Wasserversorgung [Schluss]

Autor: Meyer-Peter, E.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-193396>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 12.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

SCHWEIZERISCHE Zeitschrift für Vermessungswesen und Kulturtechnik

ORGAN DES SCHWEIZ. GEOMETERVEREINS

REVUE TECHNIQUE SUISSE DES MENSURATIONS ET AMÉLIORATIONS FONCIÈRES

ORGANE DE LA SOCIÉTÉ SUISSE DES GÉOMÈTRES

Redaktion: Dr. h. c. C. F. BAESCHLIN, Professor, Zollikon (Zürich)

Ständiger Mitarbeiter für Kulturtechnik: Dr. H. FLUCK, Dipl. Kulturingenieur, Villa Lepontia
Bellinzona-Ravecchia. — Redaktionsschluß: Am 1. jeden Monats.

Expedition, Inseraten- und Abonnements-Annahme:

BUCHDRUCKEREI WINTERTHUR VORM. G. BINKERT, WINTERTHUR

Erscheinend am 2. Dienstag jeden Monats	No. 12 des XXX. Jahrganges der „Schweiz. Geometerzeitung“.	Abonnemente: Schweiz . . . Fr. 12.— jährlich Ausland . . . „ 15.— „
Inserate: 50 Cts. per 1spaltige Nonp.-Zeile	13. Dezember 1932	Unentgeltlich für Mitglieder des Schweiz. Geometervereins

Wasserversorgung.

Vortrag gehalten am Kurs über Gemeinde-Ingenieuraufgaben,
14. Oktober 1932 E. T. H. Zürich, von Professor E. Meyer-Peter.

(Schluß.)

Ein weiterer Schritt in der Ausbildung dieser Bohrlochpumpen besteht nun darin, daß die gesamte Förderhöhe vom abgesenkten Grundwasserspiegel bis zum Reservoir durch zwei voneinander getrennte Pumpen erfolgen kann, die aber auf der gleichen Welle liegen und vom gleichen Motor angetrieben werden. Bei der neuen Grundwasserversorgung der Gemeinde Wettingen, die infolge des Limmatwerkes Wettingen erstellt werden mußte, ist die untere Pumpe als Zubringerpumpe bezeichnet. Sie befindet sich wenig über dem abgesenkten Grundwasserspiegel und hat nur die Aufgabe, die Förderhöhe bis zum Pumpenhaus zu überwinden. Die obere Pumpe, als Hochdruckpumpe bezeichnet, befindet sich auf der Höhe des Maschinenhausbodens und fördert das ihr zugebrachte Wasser weiter in das Reservoir. — Die Firma Häny in Meilen hat eine sogenannte Tiefsaugpumpe auf den Markt gebracht, bei welcher Anordnung die verhältnismäßig hochgelegene Bohrlochpumpe mittelst eines Ejektors mit Wasser gespiesen wird. Das Betriebswasser für den Ejektor stammt aus der Druckleitung. Es ist klar, daß eine solche Anordnung zwar maschinell sehr einfach ist, dagegen schon wegen der Eigenschaft der Wasserstrahlpumpen und wegen des Verbrauchs an Druckwasser den Wirkungsgrad der ganzen Anlage wesentlich herabdrückt, weshalb diese Anordnung wohl nur in Ausnahmefällen in Anwendung kommt. In allerneuester Zeit werden nun Anstrengungen gemacht, nicht nur die Pumpe, sondern auch den Elektromotor in die Tiefe zu stellen und beide Maschinen wieder direkt mit kurzer Welle zusammenzukuppeln. Prinzipiell hat diese Anordnung zweifellos

den Vorteil, daß die Reibungsarbeit, die bei den gewöhnlichen Bohrlochpumpen in den vielen Führungslagern der senkrechten Verbindungswelle auftritt, nun nicht mehr verloren geht. Dagegen besteht die Schwierigkeit dieser Lösung in der Konstruktion des Elektromotors, der nun unter Wasser laufen muß. Als Vertreter dieser Idee sind bekannt die sogenannten Uta-Pumpen, bei denen der Elektromotor sogar unterhalb der Pumpe angeordnet ist. Es sind auch schweizerische Firmen, die sich zurzeit mit diesem Problem befassen. Dagegen kann von diesen Bestrebungen öffentlich noch nichts mitgeteilt werden. Es sei beiläufig bemerkt, daß diese Bohrlochpumpen mit tiefliegendem Motor namentlich bei sogenannten Grundwasserabsenkungen hervorragende Dienste leisten, wenn es sich nicht um die Wassergewinnung, sondern um die möglichst rasche Absenkung des Grundwasserspiegels für die Trockenlegung von Baugruben großer Bauwerke handelt. Während noch vor wenigen Jahren solche Grundwasserabsenkungen durch die Anordnung von mehreren Höhenstufen der Filterbrunnen erfolgen mußte, so kann dies nun heute, bei Verwendung der genannten Bohrlochpumpe unter Anwendung einer einzigen Stufe in viel kürzerer Zeit und mit geringeren Kosten erfolgen.

4. Heberleitungen.

Schon bei der Besprechung der ursprünglichen Anlagen mit Kesselbrunnen ist die Möglichkeit erwähnt worden, von einer zentralen Pumpstation aus mittelst Heberleitungen mehrere Brunnen in Betrieb zu halten. Das Hauptproblem bei diesen Heberleitungen besteht in der Unschädlichmachung der unvermeidlichen Lufteintritte und Luftausscheidungen aus dem Wasser selbst. Es sei daran erinnert, daß eine sogenannte Heberleitung ihrem Wesen nach auf der ganzen Länge unter Unterdruck steht, d. h. einem Drucke, der kleiner ist als der atmosphärische Druck. In irgendeinem Punkte der Leitung ist dieser Unterdruck gleich der hydrostatischen Saughöhe vermehrt um die Geschwindigkeitshöhe und vermehrt um die Druckverluste infolge Reibung und Krümmung, Schiebern etc. Bei ganz großen Unterdrücken verdampft das Wasser; es bilden sich Wasserdampfblasen, die mit der Zeit das Rohr an gewissen Punkten ausfüllen und, wie man sich ausdrückt, den Wasserfaden zum Abreißen bringen. Aber auch bei Unterdrücken von nur wenigen Metern scheidet sich aus dem Wasser atmosphärische Luft aus. Ferner ist bei Unterdruck die Tendenz vorhanden, daß atmosphärische Luft infolge Undichtheit der Rohrleitung in letztere eindringt. Es ergibt sich daraus die Notwendigkeit, den Unterdruck möglichst zu reduzieren durch Wahl geringer Saughöhe und Tieflegung der Heberleitung und ferner die möglichste Dichthaltung der Rohrleitung selbst.

Als Rohrleitungsmaterial kommen gußeiserne Rohre mit Muffenverbindung in Frage, in neuerer Zeit aber hauptsächlich schmiedeiserne Rohre. In allen Fällen sind besondere Dichtungen erforderlich, z. B. bei gußeisernen Rohren ein besonderer Kautschukring, der beim Einschieben eines Rohres in die Muffe des andern Rohres abgerollt und ausgequetscht wird, oder dann bei schmiedeisernen Rohren sehr lange

Muffen, sogenannte Schalkermuffen, mit Blei und Hanfdichtungen. Letztere Rohre haben den Vorteil, daß die Muffendichtungen auch zugfest werden.

Da trotz allen Vorsichtsmaßregeln das Entstehen von Luftblasen bei einer Heberleitung nicht vollständig vermieden werden kann, ist es üblich, beim Verlegen der Leitungen denselben in der Fließrichtung eine bestimmte Steigung zu geben, damit die sich im oberen Teil der Rohrleitung ausscheidenden Luftblasen mit dem Wasser nach dem höchsten Punkte der Anlage fortbewegen können. Es handelt sich dann ferner, dafür zu sorgen, daß sich an diesem höchsten Punkte kein Luft-sack bildet, der den Wasserfaden zum Abreißen bringen würde. Zu diesem Zwecke sind verschiedene technische Einrichtungen möglich. Zum Beispiel Ejektoren, die bei einer bestimmten Luftansammlung, welche letztere durch Abnahme des Unterdrucks sich bemerkbar macht, in Bewegung gesetzt werden und die sich angesammelte Luft absaugen. Es sind aber auch Anstrengungen vorhanden, vollständig automatisch wirkende Entlüftungsvorrichtungen zu finden, die ohne Verwendung von Ejektoren das Wasser zwingen, die Luft vom höchsten Punkte der Heberleitung aus in den senkrecht nach abwärts gehenden Rohrstrang fortlaufend mitzureißen. Ein Mittel dazu besteht darin, die Geschwindigkeit in dem nach abwärts führenden Ast (Falleitung) der Heberleitung stark zu vergrößern, etwa auf 2 m/sec. Es sind dann ferner noch andere Einrichtungen in den Handel gekommen, ich erwähne das sogenannte Kugel-T der Firma Tiefbohr- und Baugesellschaft in Zürich, oder das Spezial-T-Stück mit eingeschobenem Fallrohr der Firma Guggenbühl in Zürich.

III. Seewasserversorgung.

Der maßgebende Punkt bei der Anordnung einer Seewasserfassung besteht in der richtigen Wahl der Fassungsstelle. Im Prinzip soll diese Fassungsstelle möglichst tief unter dem Wasserspiegel des Sees angeordnet sein, aber doch im Abstand von mehreren Metern vom Seegrunde. Es ist Sache der Untersuchung im Einzelfalle, in welcher Tiefe die geringste Verunreinigung des Wassers angetroffen wird. Aus diesem Grundprinzip, nach dem eine möglichst tiefe Stelle zur Entnahme des Wassers ausgewählt werden soll, ergibt sich die Notwendigkeit der Verlegung oft recht langer Rohrleitungen, die auf den Seegrund abgesenkt werden müssen. Der Einlauf darf, wie gesagt, nicht direkt am Grunde liegen, wegen der dortigen Anreicherung von Seeschlamm, weshalb gewöhnlich die Anordnung gewählt wird, daß das am Seeboden liegende Entnahmerohr am Ende senkrecht nach oben gebogen und mehrere Meter in die Höhe geführt wird. Ganz allgemein wird die Saugleitung der Pumpenanlage nicht direkt an die Entnahmeleitung angeschlossen, namentlich schon deshalb, um Wasserschläge beim Inbetriebsetzen und Abstellen der Pumpen zu vermeiden, sondern das Schöpfen des Wassers erfolgt mit einem in unmittelbarer Nähe des Seeufers erstellten wasserdichten Saugschacht, in welchen die Saugleitung und die Entnahmeleitung unterhalb dem Seespiegel einmünden. Die Entnahmeleitung

wirkt also wie ein Druckrohr, nicht wie ein Heber, weil in jedem Punkte der Leitung noch ein bestimmter positiver Druck, größer als der atmosphärische vorhanden ist. Die Bewegung des Wassers wird dadurch eingeleitet, daß der Wasserspiegel im Saugbrunnen etwas unter das Niveau des Seespiegels abgesenkt wird, wodurch die nötige Druckhöhe zur Ueberwindung des Reibungswiderstandes in der Entnahmeleitung erzeugt wird.

Von besonderem Interesse mögen hier die Methoden sein, die zur Absenkung und Verlegung der Entnahmeleitungen verwendet werden. Bei Versorgungen kleinerer Gemeinden und bei günstigen Verhältnissen, das heißt, ziemlich steil abfallenden Ufern, handelt es sich um Entnahmeleitungen von geringem Durchmesser und verhältnismäßig geringer Länge. In diesem Falle kann die Entnahmeleitung, wie das zum Beispiel bei der Seewasserversorgung der Gemeinde Horgen der Fall war, in einem Stück erfolgen. Die Leitungen werden aus Flußeisen erstellt und an einer Reihe von Pontons, die hintereinander in der Richtung der zu verlegenden Leitung verankert werden, aufgehängt und in einem Stück abgesenkt, wobei das erforderliche Gewicht zur Ueberwindung des Auftriebs durch Einlassen von Wasser vom äußern Ende aus erhalten wird. Natürlich hat die Absenkung so zu erfolgen, daß die Leitung während des Absenkungsmanövers möglichst gerade bleibt, was durch Anbringung von Marken an den Aufhängeseilen erreicht wird. Es ist dann eine Frage der statischen Berechnung, die eventuell auftretenden Biegemomente infolge von Ungenauigkeiten während des Absenkens und infolge von Bodenunregelmäßigkeiten zu berechnen; namentlich hier sind im Falle von Muffenverbindungen zugfeste Muffen erforderlich, sonst empfehlen sich zugfeste Flanschenverbindungen.

Bei großen Leitungen, wie sie z. B. für die Wasserversorgung der Stadt Zürich und der Stadt Genf verwendet worden sind (der Durchmesser der Fassungsleitungen der Stadt Zürich beträgt 1200 mm, während die neue Fassungsleitung für die Stadt Genf 400 mm Durchmesser besitzt) konnte natürlich dieses Verfahren der Versenkung des ganzen Rohrstranges oder auch nur einiger Teile desselben schon wegen der großen Gewichte und namentlich wegen der Gefahr zu großer Biegemomente nicht mehr verwendet werden. Es muß dann bei solch großen Leitungen dazu geschritten werden, einzelne Stücke in Abständen von 20—50 m durch gelenkförmige Spezialmuffen miteinander zu verbinden. Es ist möglich, mit solchen Muffen zwischen den einzelnen Rohrsträngen einen Winkel von 20—25° zu erreichen. Der Rohrstrang wird dann in einzelnen Sektionen verlegt, wobei das Ende des zusammenmontierten Rohrstranges vermöge der gelenkigen Ausbildung der Anschlüsse immer über Wasser bleibt.

IV. Reinigung.

Während man bei einzelnen Wasservorkommnissen auf eine besondere Reinigung des Wassers verzichten kann, worüber natürlich nur eine eingehende chemische und bakteriologische Prüfung Aufschluß geben kann, sind andere Wasservorkommnisse a priori reinigungs-

bedürftig, insbesondere stark schwankende Felsquellen, Seewasser und Flußwasser. Die größte Garantie gegen gefährliche Verunreinigung des Wassers hat man ohne Zweifel bei Grundwasser. Vor wenigen Jahrzehnten war die einzige in der Schweiz verwendete und als einwandfrei betrachtete Reinigungsmethode die Langsamfiltrierung. Sie ist dadurch gekennzeichnet, daß die Filtergeschwindigkeit, mit der das zu reinigende Wasser durch den Filtersand der Anlage durchsickert, etwa 3—5 m pro Tag beträgt. Es ist unmöglich, über die Wirkungsweise dieser Langsamfilter und deren Anordnung in der kurzen Zeit eines Einzelvortrages ausführliche Mitteilungen zu machen. Es sei nur erwähnt, daß ein Hauptpunkt bei der Filtration die Bildung der sogenannten Filterhaut ist, welche sich an der Oberfläche des feinen Filtersandes, der den obersten Teil des Sandfilters ausmacht, zu bilden hat. Die Poren zwischen dem Filtersand sind zu groß, um Bakterien zurückzuhalten. und erst nach gebildeter Filterhaut, welche nichts anderes darstellt als eine Schmutzschicht aus makroskopischen Lebewesen, kann eine Zurückhaltung von mikroskopischen Lebewesen erfolgen. Die Bildung einer Filterhaut und die Gewährleistung ihres Bestandes ist aber nur möglich bei sehr geringer Filtergeschwindigkeit. Wächst diese Geschwindigkeit über ein gewisses Maß an, so wächst damit der Arbeitsdruck des Filters und damit die Gefahr des Durchreißen der Filterhaut. Es dürfte ferner auch bekannt sein, daß die Bildung der Filterhaut mehrere Tage in Anspruch nimmt, und daß während dieser Zeit das Filtrat nicht benützt werden kann. Führt das Wasser bedeutende Mengen von makroskopischen Lebewesen, wie das zum Beispiel im Zürichsee der Fall ist, so wächst die Dicke der Filterhaut sehr rasch an. Mit der Dicke der Filterhaut wächst aber auch der Arbeitsdruck und der Filter muß deshalb sehr häufig durch Abstecken der Filterhaut erneuert werden. Aus den Berichten der Wasserversorgung der Stadt Zürich geht hervor, daß bei den alten Filteranlagen an der Limmat die Außerbetriebnahme der einzelnen Filterkammern mit der Zeit bei wachsender Beschmutzung des Seewassers und stärkerer Inanspruchnahme der Filter jeden Monat erfolgen mußte.

Diesem erheblichen Uebelstande konnte nach der Einführung der sogenannten Vorfilter nach der Erfindung des ehemaligen Direktors der Wasserversorgung der Stadt Zürich, Ingenieur Peter, abgeholfen werden. Die Vorfilter sind eigentlich schon Schnellfilter, sie sind gleichgebaut wie langsame Filter, arbeiten aber mit einer Geschwindigkeit von 25—30 m pro Tag. Sie haben nicht den Zweck durch Bildung einer Filterhaut das Wasser von den mikroskopischen Lebewesen zu befreien, sondern nur die makroskopischen Verunreinigungen, das sogenannte Plankton, zurückzuhalten. Das Filtrat dieser Vorfilter wird in die Langsamfilter geleitet. Da es nun bedeutend weniger makroskopische Verunreinigungen enthält, ist der Zuwachs der Schmutzschicht auf der Filterhaut in den eigentlichen Reinformern bedeutend kleiner geworden. Die diesbezüglichen Berichte sagen, daß nunmehr das Abstecken der Reinform im Durchschnitt nur noch einmal pro Jahr erfolgen muß.

Die Reinigung der Vorfilter erfolgt durch Rückspülung. Speziell in Zürich ist mit dieser Rückspülung ein Aufwirbeln des Filtersandes mittelst Druckluft verbunden, die in einem besonderen Leitungssystem vom Boden der Filterkammer aus eingeleitet wird und im Wasser nach oben steigt. Die Reinigung einer Vorfilterkammer, unter Verwendung der Rückspülung und Einleitung von Druckluft, dauert nur etwa 20 Minuten. Mit dieser Verwendung des Systems ist für Zürich eine bedeutend größere Lebensdauer der Filter und damit eine sehr große Ersparnis im Betrieb der Filteranlage erreicht worden.

Nimmt man als normale Filtergeschwindigkeit etwa 3—5 m pro Tag an, rechnet man ferner mit einem Wasserverbrauch von etwa 500 Liter pro Tag und Kopf der Bevölkerung, so läßt sich leicht berechnen, daß dieses System für die Wasserversorgung einer Großstadt zu unerhört großen Filterflächen führen müßte. Es ist deshalb leicht zu verstehen, daß namentlich von ausländischen Großstädten aus die Anregung zu einer anderen Reinigungsmethode des Wassers ausgegangen ist. Es ist dies die Verwendung von Schnellfiltern und die darauffolgende Chlorung des Wassers. Die Schnellfiltermethode beruht im Grunde genommen auf dem gleichen Prinzip wie die langsame Filtrierungsmethode. Auch hier handelt es sich um das Durchfließen des Wassers durch feine Sandschichten. Man wartet aber nicht die Bildung einer Filterhaut ab und arbeitet von Anfang an mit derartigen Geschwindigkeiten, daß das Zurückhalten von mikroskopischen Lebewesen nicht mehr erwartet werden darf. Die Reinigung des Wassers ist also nach Abschluß der Filtrierung noch nicht beendet, sondern es muß nun noch die sogenannte Entkeimung, das heißt das Abtöten der mikroskopischen Lebewesen erfolgen. Diese Entkeimung geschieht heute eigentlich nur durch die Anwendung von Chlor, weil alle andern bisher in Frage kommenden Systeme, wie zum Beispiel Abkochen, Aetzkalk, Ozon, ultraviolette Strahlen, sich als unwirtschaftlich erwiesen haben.

Schnellfilter.

Abgesehen von dem bereits erwähnten System nach Direktor Peter kommen nun ursprünglich von Amerika aus sogenannte geschlossene Schnellfilter in den Handel. Das durch die Sandschicht filtrierende Rohwasser wird in geschlossenen eisernen Kesseln durchgedrückt und gelangt nach Passieren der Filterschicht in die Reinwasserleitung. Nachdem sich auf der Filterschicht Schmutz abgelagert hat, erfolgt die Reinigung durch Rückspülen mittelst Druckwasser. Hierbei sind nun bei verschiedenen Systemen noch verschiedene Maßnahmen zur Durchwirbelung des Filtersandes verwendet worden, z. B. beim amerikanischen System Jewell ein Rührwerk, beim deutschen System Reisert Druckluft und bei dem ebenfalls deutschen System Bollmann ein Ejektor. In allen Fällen handelt es sich darum, den Sand durchzuwirbeln und gleichzeitig das dadurch frei werdende Schmutzmaterial durch Druckwasser, das den umgekehrten Weg wie das zu filtrierende Wasser zurücklegt, in die Kanalisation herauszuschwemmen.

Es ist mehrmals betont worden, daß durch diese Schnellfilter-

anlagen niemals eine Befreiung des Wassers von Bakterien erfolgen kann und daß also der Filtration die Sterilisation zu folgen hat.

Die Chlorung beruht auf drei Systemen:

1. Chlorkalk.
2. Verwendung von Natriumhypochlorid (Elektrolytchlor).
3. Chlorgas.

Die bakterientötende Wirkung wird in beiden Fällen durch das sogenannte naszierende Chlor bewirkt.

Ohne auf die chemischen Vorgänge, die sich bei der Verwendung der drei erwähnten Chlorungsmittel abspielen, näher einzutreten, sollen einige prinzipielle Punkte hervorgehoben werden. Es ist lange darüber diskutiert worden, ob die Chlorung vor oder nach der Filtration erfolgen soll. In der Schweiz ist man heute zu der Ansicht gelangt, daß zuerst die Filtration und dann die Chlorung angeordnet werden soll, denn wenn die Chlorung, wie das zum Teil in Frankreich üblich ist, vor der Filtration erfolgt, so wird ein guter Teil des eingeführten Chlors durch die im Wasser enthaltenen makroskopischen organischen Verunreinigungen absorbiert, was unnötig ist, weil man ja diese Bestandteile durch die Filtration entfernen kann. Man kommt also bei der in der Schweiz üblichen Methode jedenfalls mit bedeutend geringeren Chlormengen aus.

Ein zweiter Punkt, der ebenso wichtig ist, ist die Tatsache, daß die chemischen Vorgänge, die zur Vernichtung der Lebewesen durch Chlorung führen, eine gewisse Zeit brauchen. Es ist also unrichtig, wenn man das Chlor direkt in die Verteilleitung einführt, sondern es muß darauf gesehen werden, daß die Wirkung des Chlors auf das Wasser einige Stunden andauert und dies wird dadurch erreicht, daß man das Chlor einem Reservoir zuführt, das vor der Verteilleitung liegt.

Ein dritter Punkt ist die Frage der Dosierung. Die erforderliche Zugabe an Chlor hängt von der Verunreinigung des Wassers ab und es ist erforderlich, daß das Brauchwasser nach Verlassen des Reservoirs, in dem die Chlorung stattfindet, noch einen bestimmten Prozentsatz von freiem Chlor enthält. Nach Mitteilung des Wasserwerkes der Stadt Basel wird die Chlorung dort so reguliert, daß pro m³ gefördertes Wasser 0,04 gr wirksames Chlor zugeführt wird. Diese Zahl ist natürlich nicht allgemein gültig, sondern hängt, wie gesagt, von der Beschaffenheit des Wassers ab. In der Literatur findet man zum Beispiel die Zahlen von 0,1—0,3 gr/m³ Wasser als im Durchschnitt für die Entkeimung ausreichend.

Ueber die Frage, ob die Verwendung von Natriumhypochlorid oder diejenige von Chlorgas den Vorzug verdient, möchte der Sprechende heute noch nicht urteilen. Erwähnt sei, daß die Firma Tiefbohr- und Baugesellschaft in Zürich das Natriumhypochlorid verwendet und dazu eine von Direktor Peter erfundene Einrichtung benützt, welche die Zugabe von Chlorklösung in Funktion der Zulaufmenge zum Reservoir automatisch reguliert. Der Vorzug dieser Methode soll hauptsächlich in der Ungefährlichkeit bestehen, im Gegensatz zu dem giftigen Chlor-

gas, das im Falle von Undichtheiten in der Apparatur Gefahr in sich birgt.

Die Firma Guggenbühl in Zürich verwendet das indirekte Chlorgasverfahren, Patent Ornstein. Hier soll die Frage der automatischen Anpassung der Chlorzugabe leichter zu lösen sein, während eben nach Anschauung der Verfechter erstgenannter Methode bei der Verwendung des Chlorgases für die Bedienung eine gewisse Gefahr besteht. Auf Grund der Angaben der deutschen Literatur wird im allgemeinen der Chlorgasmethode der Vorzug eingeräumt. In Amerika wird das sogenannte direkte Chlorgasverfahren verwendet, durch welches eine bestimmte dosierte Chlorgasmenge mit Hilfe von Druckwasser in dem zu behandelnden Wasser zerstäubt wird.

Bei dem indirekten Chlorgas-Verfahren, Patent Ornstein, wird das Chlorgas zunächst in einem besonderen Behälter einer geringen Menge Wasser zugegeben, wonach diese konzentrierte Chlorklösung dem zu behandelnden Wasser beigemischt wird. Die konzentrierte Chlorkwasserlösung enthält etwa 1—5 gr Chlorgas pro Liter.

Es ist noch die Frage des Geschmacks des chlorigen Wassers zu besprechen. In diesem Punkt wird heute die Ansicht vertreten, daß hauptsächlich bei Ueberdosierungen ein unangenehmer Geschmack im Wasser auftritt. Auch ist ferner ein Jodoformgeschmack festgestellt worden, der aber nicht mit Sicherheit auf das Chlor direkt zurückzuführen ist, sondern vielmehr auf die sonst im Wasser enthaltenen Verunreinigungen. Nach Angabe des Wasserwerkes der Stadt Zürich sind es namentlich Phenole, die dem gechlorten Wasser einen jodoformähnlichen Geschmack geben. Es ist auch erwiesen, daß Bestandteile von Algen und andere organische Stoffe dem Wasser einen schlechten Geschmack verleihen, wenn zu wenig Chlor zugesetzt wird, und daß dieser Geschmack durch Vergrößerung der Dosierung entfernt werden kann. Im Falle von Ueberchlorierung ist bekanntlich die Zufügung von Kalium Permanganat ein wirksames Abhilfsmittel.

Aus allem dem geht hervor, daß die Behandlung des Wassers mit Chlor aus verschiedenen Gründen Unannehmlichkeiten mit sich bringen kann, wenn nicht eine vollständig einwandfreie Arbeitsweise der Apparatur, sowie eine beständige Untersuchung des Wassers garantiert wird. So wirksam die Chlorung bei richtiger Durchführung auch ist, so ist diese Methode nach der Auffassung des Sprechenden doch mit äußerster Vorsicht zu behandeln. Zweifelsohne wird bei einem größeren Wasserwerk, bei dem ohnehin Personal für die Beaufsichtigung der Wirkungsweise sämtlicher Anlageteile vorhanden ist, auch eine Beaufsichtigung der Chlorungsanlage leicht durchzuführen sein. Weniger leicht erscheint die Lösung dieser Aufgabe bei kleinen Gemeindewerken, oder bei Einzelversorgungen, die in der Hauptsache automatisch wirken. Abgesehen von einigen Fehlern in der Anlage überhaupt, die in der Schweiz vorgekommen sind, ist sicher das Auftreten einiger Typhusfälle der mangelnden Beaufsichtigung der Chlorungsanlage zuzuschreiben.

Wenn auch diese neuzeitlichen Methoden: Schnellfiltration und

nachfolgende Chlorung vom Standpunkt der Wirtschaftlichkeit aus den älteren Methoden der Langsamfiltrierung zweifellos überlegen sind, so muß doch vor einer übereilten Einführung dieser Neuerung solange gewarnt werden, bis die Wirkungsweise der Apparaturen auch in Fällen, wo keine ständige Aufsicht möglich ist, vollständig zur Abklärung gelangt ist.

V. Reservoir.

Ueber die Bedeutung der Reservoirs zum Ausgleich des Gegensatzes zwischen Wasserproduktion und Wasserkonsumation ist bereits im ersten Teil des Vortrages gesprochen worden. Es sollen hier nur wenige konstruktive Neuerungen erwähnt werden. Die Ausbildung der älteren Wasserreservoirs erfolgte in Form von gewöhnlichen rechteckigen Becken, deren Umfassungsmauern für sich allein, eventuell unter Zuhilfenahme des außenliegenden Erddruckes, den seitlichen Wasserdruck bei vollem Reservoir auszuhalten hatten. Der Reservoirboden ist bei älteren Konstruktionen im allgemeinen von diesen Seitenmauern unabhängig ausgebildet. Da zur Erhaltung einwandfreien Wassers die Notwendigkeit vorliegt, das Reservoir abzudecken, um es vor äußern Einflüssen zu schützen, so wurden in den Kammern Zwischensäulen errichtet, welche die als Kreuzgewölbe ausgebildete Reservoirdecke zu tragen hatten. Endlich erfolgte die vollständige Absperrung vor den Temperatureinflüssen durch eine Ueberdeckung der Gewölbe mit Erde. Es ist klar, daß diese Konstruktionsform zu Undichtheiten Anlaß geben mußte, denn die Einsenkung der Tragsäulen und die mögliche Verschiebung der oft schwach dimensionierten Umfassungsmauern mußte gegenüber dem unabhängig eingebauten Boden Risse hervorbringen, durch die das Wasser hindurchsickern konnte.

Mit Einführung des Eisenbetons auch auf diesem Gebiete der Ingenieurbaukunst, haben sich die Formen der Reservoirs geändert, zum mindesten bei Reservoirs für kleinere Ortschaften. Hier werden heute zylindrische Konstruktionen bevorzugt, welche eine Aufnahme des horizontalen Wasserdruckes bei eingebauten Zugarmierungen ohne weiteres gestatten. Der Reservoirboden wird mit den Umfassungswänden zu einer solidarischen Eisenbetonkonstruktion zusammengefaßt, die auch bei elastischem Boden die Vermeidung von Rissen gestattet. Ebenso wird auch die Abdeckung, die die Erdlast trägt, mit den Umfassungswänden organisch vereinigt.

Bei großen Reservoirs, bei denen die zylindrische Form nicht mehr wirtschaftlich ist, ist es selbstverständlich, daß heute, mit der Entwicklung des Eisenbetons und namentlich der Eisenbetonstatik, auch moderne Konstruktionen erstellt werden können, welche absolute Dichtigkeit aufweisen. Es ist bei der Projektierung dieser Bauten zur Vermeidung von Rissen namentlich auch auf das Schwinden des Betons Rücksicht zu nehmen, eventuell sind an geeigneten Stellen Dilatationsfugen anzuordnen, deren Dichtung heute keine Schwierigkeiten mehr bietet.

* * *

Der heutige Vortrag konnte natürlich wegen der kurzen, zur Verfügung stehenden Zeit nicht den Anspruch erheben, eine vollständige Orientierung über die Probleme der Wasserversorgung zu geben. Es war vielmehr nur beabsichtigt, einige Grundsätze, sowie eine Anzahl Neuerungen auf diesem Gebiete der Ingenieurthätigkeit kurz zu berühren.

Der Sprechende hat sich mit mehreren Herren, Verwaltungen und Firmen, die die Wasserversorgung als Spezialität ausüben, in Verbindung gesetzt.

Es sei hier den betreffenden Herren, vor allem dem Wasserwerk der Stadt Basel, der Wasserversorgung der Stadt Zürich, Herrn Direktor Peter in Zürich, Herrn Dr. G. Thiem in Leipzig, der Firma Gebrüder Sulzer A.-G. in Winterthur, der Tiefbohr- und Baugesellschaft A.-G. in Zürich, der A.-G. Guggenbühl in Zürich und der Hydrotechnik A.-G. in Zürich für die Ueberlassung von Unterlagen und für ihre Auskünfte über die Betriebserfahrungen der herzlichste Dank ausgesprochen.

Ableitung einer Formel für den Richtungs- und Höhenwinkelfehler eines Theodoliten unter gleichzeitiger strenger Berücksichtigung von Kollimationsfehler und Horizontalachsenschiefe.

Von C. F. Baeschlin.

Unter Voraussetzung des Superpositionsgesetzes kleiner Fehler wird allgemein eine getrennte Ableitung des Einflusses von Kollimation und Horizontalachsenschiefe auf die Richtungsmessung durchgeführt, indem man zuerst annimmt, daß nur der Kollimationsfehler vorhanden sei und dann, daß nur die Horizontalachsenschiefe allein bestehe. Die Wirkung auf die Richtungsmessung, wenn beide Fehler gleichzeitig existieren, wird dann gleich der Summe der abgeleiteten Teilfehler gesetzt. Es ist von vornherein zu vermuten, daß dies für beliebig große Fehler nicht mehr zutrefte.

Aus didaktischen Gründen, zur Demonstration des Superpositionsgesetzes, nicht weil ich irgendein praktisches Resultat von dieser Untersuchung erwartet habe, leitete ich eine strenge Formel für beliebige Werte der beiden Fehler ab, die ich hier, da sie vielleicht den einen oder andern der Leser interessiert, veröffentliche; *ein* praktisches Ergebnis, das aus den gewöhnlich abgeleiteten Näherungsformeln nicht zu erkennen ist, hat die Untersuchung immerhin, nämlich das, daß die Elimination des Einflusses von Kollimationsfehler und Horizontalachsenschiefe bei der Messung in beiden Fernrohrlagen eine vollkommene ist, wie groß auch die Fehler sein mögen.

Wir denken uns um den Schnittpunkt J von Ziellinie und Horizontalachse eine Kugel vom Radius Eins geschlagen und schneiden alle uns interessierenden Geraden und Ebenen mit dieser Kugel, um die Lösung des Problems auf die sphärische Trigonometrie zurückführen zu können.