



ZÜRCHER STATISTISCHE NACHRICHTEN

12. Jahrgang

1935 * 4. Heft

Oktober/Dezember

DIE WASSERVERSORGUNG DER STADT ZÜRICH

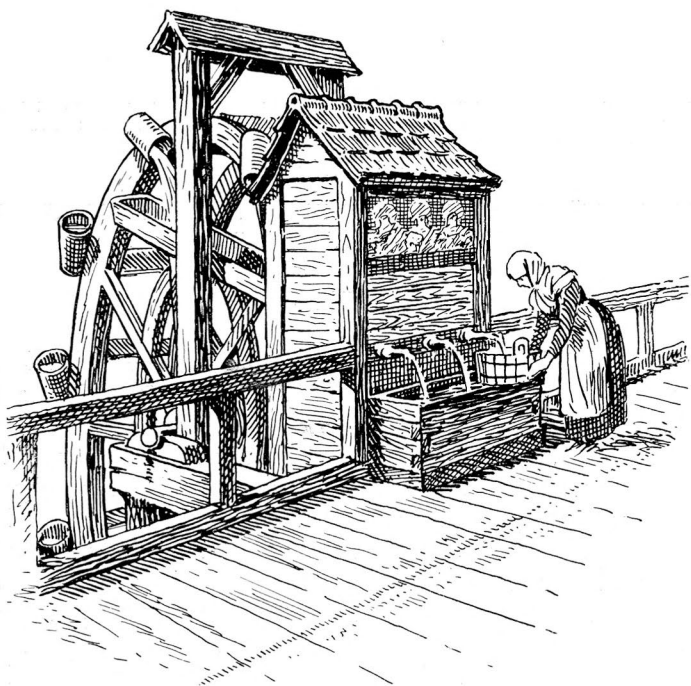
VON O. LÜSCHER, DIREKTOR DER WASSERVERSORGUNG,
UND DR. A. SENTI

GESCHICHTLICHES

Die große Wichtigkeit des Wassers und die beträchtlichen Mengen, die davon zum Trinkgebrauch, im Haus, für Tränkung des Viehs, für Reinigungszwecke (heute vor allem auch für technische Zwecke) von jeher benötigt wurden, machten bereits in den ältesten Zeiten die Wasserversorgung zu einem bedeutenden Problem der städtischen Verwaltung. Die grandiosen Aquädukte, welche die Römer anlegten, um stundenweit gutes Trinkwasser nach ihren wichtigsten Städten zu leiten, bilden in ihren Ruinen in der Campagna, bei Nîmes usw. noch heute imponierende Zeugen antiker Ingenieurkunst. Die interessanteste solche römische Anlage in unserm Land ist der 3,8 km lange, im Lichte 48/70 cm messende gemauerte Kanal, der einst der Wasserversorgung des römischen Legionslagers Vin-donissa bei Brugg diente und zum Teil noch Ende des neunzehnten Jahrhunderts im Gebrauch stand.

In Zürich gab es in römischer Zeit eine Wasserleitung vom Adlis-berg her (Reste davon wurden 1875 im damals noch bestehenden Kreuzgang des Predigerklosters gefunden); sie scheint aber bereits im frühen Mittelalter verfallen gewesen zu sein. Wie wohl in den meisten damaligen Städten beschaffte man sich nunmehr das Trinkwasser aus privaten und öffentlichen Sodbrunnen (Schöpf-, Zieh- oder Galgbrunnen). «Der Murersche Stadtplan vom Jahre 1576 ver-

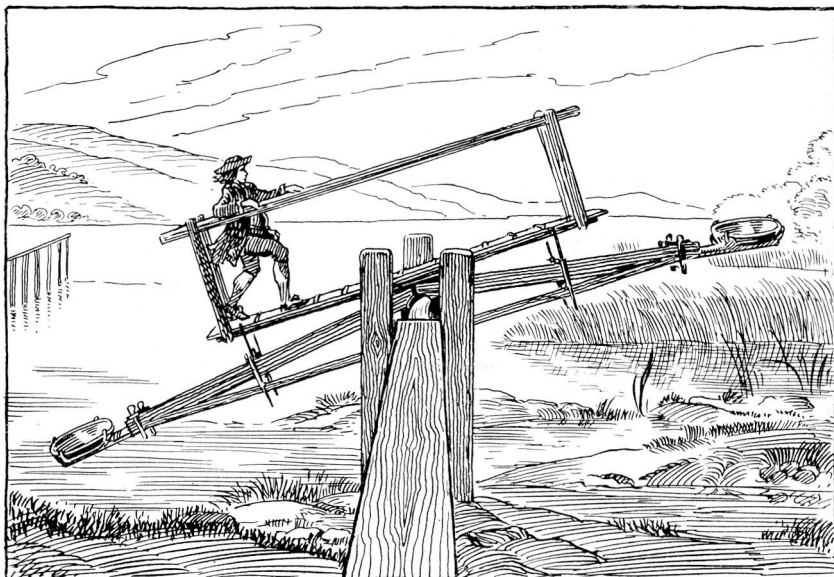
zeichnet eine ganze Reihe solcher Sodbrunnen» (Meintel: Zürcher Brunnen. Zürich, 1921). Unter anderem bestanden solche im Niederdorf, am Oberen und Unteren Mühlesteig, im Rennweg, auf der Peterhofstatt, im Neumarkt, beim Fraumünster und beim Helmhaus. In Privatgrundstücken wurden bis tief ins neunzehnte Jahrhundert hinein Sode angelegt. Nach einer Zählung der Sanitätsdirektion im Jahre 1847 gab es davon im damaligen Stadtgebiet 58.



RADBRUNNEN AUF DER «OBEREN BRÜCKE»

Bereits im vierzehnten Jahrhundert wurde zum Trinkgebrauch auch See- und Flußwasser benützt, das durch wasserbetriebene Schöpfwerke oder Radbrunnen aus dem See, der Limmat und später auch aus dem Schanzengraben gehoben, in Tröge entleert und durch hölzerne Teuchelröhren weitergeleitet wurde. Murers Stadtplan und der von Johann Müller (um 1790) sowie die alten Stadtansichten: des Hans Leu von 1490, des Mathäus Merian in der Topo-

graphia Helvetiæ (um die Mitte des 17. Jahrhunderts), von Aschmann, Hofmann und Bullinger (alle in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts) und schließlich ein Brunnenplan aus der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts mit den damaligen öffentlichen und privaten Brunnenstuben am Albisrieder- und am Zürichberg haben die auf der Oberen und der Niederen Brücke errichteten Anlagen, die erst 1835 bzw. 1821 abgetragen wurden, im Bild festgehalten. Eine Vorstellung von der Konstruktion der Vorläufer der heutigen Zürcher Wasserversorgung vermitteln unsere Abbildungen.



SCHÖPFWERK BEI DER ALTEN STADTBLEICHE
(«Gygampe - Wasserstampfe»)

Der erste öffentliche Quellwasserbrunnen und erste Stock- oder Röhrenbrunnen Zürichs entstand urkundlich 1430 am Rennweg. Quellen am Zürichberg und solche in Albisrieden wurden erworben und ihr Ertrag durch Röhren diesem und andern öffentlichen Brunnen zugeführt, die man im Laufe der Zeit sukzessive vermehrt hat. Noch heute zieren eine Anzahl schöne, mit bildhauerischem Schmuck versehene, aus früheren Jahrhunderten stammende Brunnen verschiedene Straßen und Plätze der Stadt. Solche finden sich zum Beispiel an der Napfgasse (1567/1876), an der Stüßihofstatt (1575),



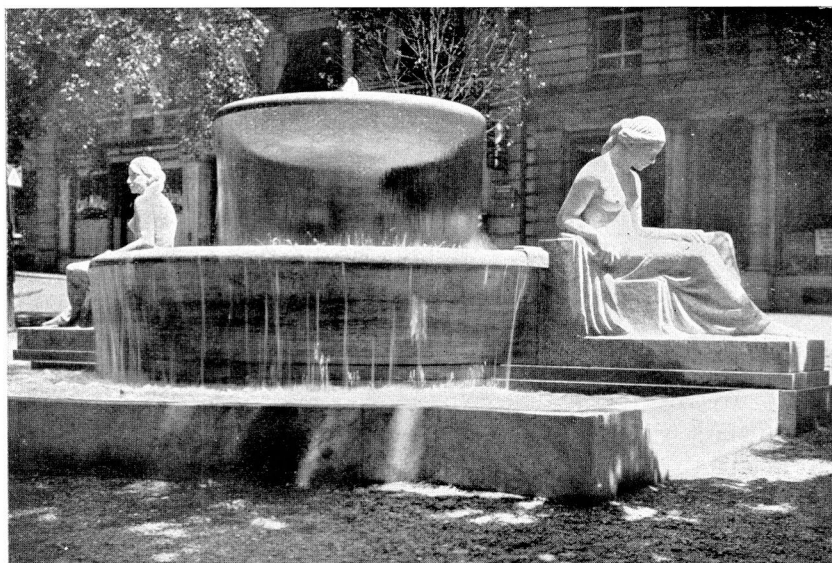
ALTER
BRUNNEN
Jupiter-Brunnen
am Neumarkt
(1750)

beim Rügen (1698), am Rennweg (1732), am Oberen Rennweg (vor 1750), am Neumarkt (um 1750), am Hechtplatz (von 1760), an der Bahnhofstraße beim Paradeplatz (achtzehntes Jahrhundert) und auf dem Münzplatz. Eine hübsche Geschichte erzählt von der einstigen Errichtung eines besonders prächtigen Brunnens auf dem Münsterhof, bei der aber ein leidiges Mißgeschick passierte, das unserer guten Stadt viel Spott eintrug. Wieland hat das Ereignis in den «Abderiten» folgendermaßen überliefert:

«Einstmals fiel ihnen ein, daß eine Stadt wie Abdera billig auch einen schönen Brunnen haben müsse. Er sollte in die Mitte ihres großen Marktplatzes gesetzt werden, und zur Bestreitung der Kosten wurde eine neue Auflage gemacht. Sie ließen einen berühmten Bild-

hauer von Athen kommen, um eine Gruppe von Statuen zu verfertigen, welche den Gott des Meeres auf einem von vier Seepferden gezogenen Wagen, mit Nymphen, Tritonen und Delphinen umgeben, vorstellte. Die Seepferde und Delphinen sollten eine Menge Wassers aus ihren Nasen hervorspritzen. Aber wie alles fertig stand, fand sich, daß kaum Wasser genug da war, um die Nase eines einzigen Delphins zu befeuchten; und als man das Werk spielen ließ, sah es nicht anders aus, als ob alle diese Seepferde und Delphinen den Schnupfen hätten. Um nicht ausgelacht zu werden, ließen sie also die ganze Gruppe in den Tempel des Neptuns bringen; und so oft man sie einem Fremden wies, bedauerte der Küster sehr ernsthaft im Namen der löblichen Stadt Abdera, daß ein so herrliches Kunstwerk aus Kargheit der Natur unbrauchbar bleiben müsse.» —

In dem Maße wie sich die Stadt Zürich ausdehnte und ihre Bevölkerung wuchs, wurden immer wieder neue öffentliche Brunnen errichtet. Dabei war häufig weniger ein praktisches Bedürfnis die Triebfeder, als das Bestreben, Straßen und Plätze zu schmücken und zum Teil findet dann eine bloße Umwälzung des Wassers im Brunnenbecken mittelst Injektor oder Pumpe statt.



NEUE BRUNNENANLAGE AN DER RÄMISTRASSE (1935)

Entsprechend dem Wachsen der Stadt wurden auch immer mehr Quellen zur Versorgung der Bevölkerung mit Wasser herangezogen; um die Mitte des neunzehnten Jahrhunderts standen für die öffentlichen Brunnen und für die vielen Privatrechtigungen aus öffentlichen Leitungen tausend bis zweitausend Liter pro Minute zur Verfügung. Damit waren die Quellen der näheren Umgebung vollständig ausgenützt, und als sich um 1860 herum herausstellte, daß die Wasserversorgung der Stadt den gestellten Anforderungen nicht mehr genügte, wurde im Jahre 1863 der damalige Stadt-Ingenieur Dr. Bürkli mit der Ausarbeitung des Projektes für eine zentrale Wasserversorgung beauftragt. Die eingehenden Studien, bei denen auf die Bedürfnisse der damaligen Außengemeinden Rücksicht zu nehmen war, ergaben, daß es nahezu unmöglich sei, die ganze Stadt mit Quellwasser zu versorgen, selbst wenn man solches aus weitem Umkreis herleite. Man entschloß sich zu dem Doppelsystem: für möglichst viele öffentliche Brunnen das bisherige Quellwasser beizubehalten und für private und öffentliche Gebrauchszwecke außerdem See- bzw. Flußwasser zu verwenden.

Nachdem im Jahre 1866 eine Choleraepidemie zahlreiche Opfer gefordert hatte, wurde die Ausführung der von Dr. Bürkli aufgestellten Projekte beschleunigt. Zunächst wurden die vorhandenen Anlagen verbessert, die Quellen neu gefaßt, die alten hölzernen Teuchel entfernt und durch eiserne Rohrleitungen ersetzt und gleichzeitig die neue Flußwasserversorgung in Angriff genommen. Es entstand ein Provisorium. Man baute im Limmatbett oberhalb der Münsterbrücke einen Sandfilter ein und leitete das filtrierte Wasser durch eine im Flußbett versenkte Zementrohrleitung bis zum Pumpwerk am Oberen Mühlesteg. Eine durch Wasserkraft getriebene Pumpe von 22 PS beförderte es in einen Wasserturm auf dem Lindenhof, von wo es den tiefer gelegenen Teilen der Altstadt zufloß.

1873 begann der Bau des Pumpwerkes Letten. Die neue Anlage bezweckte, sowohl die Stadt wie die Außengemeinden mit Trinkwasser zu versorgen, wobei der Betrieb der Pumpen der Wasserversorgung durch die im Wasserkraftwerk Letten zu gewinnende Kraft zu geschehen hatte. Ferner sollte sie unter Benützung der öffentlichen Wasserleitungen dem Kleingewerbe im Innern der Stadt und mittelst einer Drahtseiltransmission und einer separaten Druckleitung dem im Industriequartier am linken Limmatufer angesiedelten Gewerbe die benötigte Triebkraft liefern. Das 1878 vollendete Werk verfügte über 900 PS Wasserkraft und über eine Niederdruck-

und eine Hochdruckzone mit je einem Reservoir am Zürichberg (beim Kantonsspital und oberhalb der Sternwarte). Anno 1883 kam eine weitere Druckzone mit Reservoir 145 m über dem Seespiegel dazu.

Eine Typhusepidemie im Jahre 1884, deren Ursache zwar nicht mit aller Bestimmtheit festgestellt werden konnte, aber vermutlich im Versagen des Sandfilters und in einer Beschädigung der Zementrohrableitung im Flußbett lag, die eine Infektion des Brauchwassers ermöglichte, gab Anlaß, die Wassergewinnung und Reinigung vollständig umzugestalten. Der Stadtrat übertrug diese Arbeit dem damaligen Stadtingenieur Burkhard-Streuli und einer erweiterten Wasserkommission, in der hervorragende Männer der Wissenschaft saßen. Die gründlichen Projektstudien gelangten zu dem Resultat, es sei für die öffentlichen Brunnen weiterhin das bisherige Quellwasser zu verwenden und man solle nach Möglichkeit noch weitere Quellen heranziehen; für die Deckung des übrigen Bedarfes wollte man Seewasser brauchen und außerdem die Anlagen den veränderten Verhältnissen und dem neuen Stand der Technik entsprechend ergänzen und verbessern. Demzufolge gab man die bisherige Wasserversorgung in der Limmat auf. Das Wasser wurde nun durch eine von der Schanzengrabenbrücke aus 300 Meter weit in den See hinaus verlegte Rohrleitung in 16 Meter Tiefe dem See direkt entnommen und durch eine rund zweitausend Meter lange eiserne Ableitung von 900 Millimeter Lichtweite durch den Schanzengraben und das Sihlbett den neuen Filteranlagen am Sihlquai zugeführt. Zur Reinigung des Wassers dienten wieder Sandfilter, und zwar zuerst bloß Reinfilter von 6750 Quadratmeter Grundfläche, später noch 700 Quadratmeter Vorfilter. Die größte Tagesleistung dieser 1885 in der Nähe des Pumpwerkes erstellten Filter erreichte 25 000 Kubikmeter.

Die Bauten, welche auf die Deckung des Wasserverbrauches einer etwa 80 000 Köpfe zählenden Bevölkerung bemessen waren, vermochten den an sie gestellten Anforderungen nur durch ständige Erweiterung zu genügen, als die Stadt rasch wuchs. 1896 mußte insbesondere eine obere Hochdruckzone mit Reservoir an der Orellistraße, 227 Meter über dem Seespiegel, angelegt werden.

Ferner war man bereits Mitte der neunziger Jahre genötigt, auf eine weitere Steigerung der Leistungsfähigkeit der Wasserversorgung Bedacht zu nehmen. Die Stadt kaufte in den Jahren 1895 bis 1902 große Quellen im obern Sihltal und im Lorzetal im Kanton Zug, aus denen heute täglich im Mittel 28 000 und im Maximum 31 500 Kubikmeter bestes Quellwasser nach der Stadt fließen.

Nachdem um 1910 die Anlagen schon wieder voll beansprucht waren, erwog man den Bezug von weiterem Quellwasser aus dem Wäggitäl, von Grundwasser aus dem Glattal oder dem Rheintal, von Seewasser aus dem Türlensee. Schließlich gaben die Vorzüge des Zürichseewassers hinsichtlich der unbeschränkten Menge, der kühlen Temperatur und der kurzen Zuleitung den Ausschlag für die Verlegung und Neuanlage der Seewasserversorgung. Die Fassung wurde weiter seeaufwärts gelegt, weil das Wasser dort weniger verschmutzt ist als im innern Seebecken, ferner stieß man in eine größere Tiefe, um kühleres Wasser zu gewinnen als an der bisherigen Stelle. Da die alten Filteranlagen nicht mehr erweitert werden konnten, mußte auch für sie Ersatz geschaffen werden. Die neue Seewasserversorgung gelangte in den Jahren 1912 bis 1914 zur Ausführung, und zwar im ersten Ausbau mit einer Tagesleistung von 53000 Kubikmeter, der Vollausbau sollte die doppelte Leistung ermöglichen.

Die fortschreitende Bebauung der Hänge des Friesenbergs und des Waidbergs sowie der Anschluß des Ütliberges erforderten in den Jahren 1925 bis 1926, die Wasserversorgung der Eierbrecht und der Gemeinde Witikon 1930 die Anlage neuer Druckzonen. Im Jahre 1928 wurde die Leistungsfähigkeit der Filteranlage durch Vergrößerung der Vorfilter wesentlich erhöht.

Zu einer neuen großen Erweiterung schritt man 1933, wo einerseits die Anlagen an der Grenze ihrer Leistungsfähigkeit angelangt waren und anderseits die damals unmittelbar bevorstehende Eingemeindung von acht Vororten und die künftig zu erwartende Zunahme der Bevölkerung einen noch stärkeren Bedarf an Trinkwasser voraussehen ließen. Es erwies sich vorteilhaft, nicht zuletzt auch aus wirtschaftlichen Erwägungen, die bestehenden Quellwasser- bzw. Seewasseranlagen durch ein Grundwasserwerk zu ergänzen. Ein solches wurde gemäß den Projekten des Direktors der Wasserversorgung, O. Lüscher, in den Jahren 1933 bis 1935 errichtet.

Im folgenden sind nun diese drei Anlagen, die nebeneinander bestehen, aber zusammenarbeiten, um die Stadt in nach Quantität wie Qualität befriedigender Weise mit Trinkwasser zu versorgen, einzeln zu beschreiben. Die Aufgabe, die ihnen gestellt ist, besteht in: 1. der Fassung, Hebung und Zuleitung einer genügenden Menge von nach Reinheit, Temperatur, Härtegrad, geeignetem Wasser, 2. der Reinigung desselben, soweit sie nötig, und 3. dessen Verteilung und Abgabe an die Verbraucher.

DIE QUELLWASSERVERSORGUNG

Aus den Quellen in der Umgebung der Stadt, welche diese und ihre Außengemeinden seit Jahrhunderten zur Speisung ihrer öffentlichen Brunnen benützt haben, und deren Zahl sich heute auf 178 beläuft, stehen durchschnittlich 2800 Liter in der Minute zur Verfügung. Dieser Ertrag fließt, da die Quellen an den Hängen des Adlisberges, des Zürichberges und des Käferberges auf der östlichen, des Zimmerberges und des Albis auf der westlichen Talseite entspringen, mit natürlichem Gefälle teilweise dem öffentlichen Brunnennetz, teilweise dem Verteilnetz zu. Der Ertrag ist nicht konstant, und nach lange anhaltendem Regen läßt auch die Reinheit vieler Quellen zu wünschen übrig, weshalb das Wasser teilweise in Quellwassersandfiltern auf der Rehalp und beim Dolder geklärt und filtriert wird.

Um die Zahl der öffentlichen Brunnen vermehren und namentlich die Quartiere, wo solche noch fehlten, damit versehen zu können, und um überhaupt über eine größere Wassermenge zu verfügen, wurde in den Jahren 1895 bis 1902, nach Projekt von Werkdirektor Peter, die Quellwasserversorgung aus dem Sihl- und dem Lorzetal gebaut.

Das neue Quellgebiet, über dessen topographische Verhältnisse der Übersichtsplan Tafel I im Anhang orientiert, liegt in der Hauptsache im Kanton Zug und umfaßt das Sihltal von Hütten bis Sihlbrugg, das in dieses mündende Saarbachtal, vom Lorzetal den Abschnitt von oberhalb des Lorzetobelviaduktes bis zur Höllbachmündung (bei den Höllgrotten) und das Höllbachtal. Es ist eine typische Moränenlandschaft der jüngeren Eiszeit, welche von der Sihl und der Lorze bis auf den felsigen Molasseuntergrund durchschnitten ist, so daß die Täler dieser beiden Flüsse eine eigentliche Entwässerung des Geländes darstellen. Auf ausgedehntem, sehr mächtigem Deckenschotter, auf den Grundmoränen der ersten Eiszeit oder direkt auf der Molasse finden sich an den Hängen enorme Schuttüberlagerungen von meist durchlässigem, kiesigsandigem und gut filtrierendem Material. Die Dicke der auf der Molasse lagernden Schichten beträgt 150 bis 300 Meter; auf den leicht durchlässigen Deckenschotter entfallen davon 30 bis 40 Meter. Diese mächtigen Kiesablagerungen nehmen das Meteorwasser (Regen-, Schneewasser) in großer Menge in sich auf, lassen es aber nur langsam durchsickern und bewirken dadurch eine intensive Filtration. Die geologische

Formation des Quellgebietes ist somit für die Bildung von reichlichen Mengen reinen Quellwassers sehr günstig.

Ebenso zeichnen sich diese Täler durch verhältnismäßig große Regenmengen aus; denn es werden dort jahresdurchschnittlich um 1600 Millimeter Niederschläge gemessen, gegenüber in Zürich nur etwa 1100 Millimeter.

Um das Wasser zu fassen, trieb man in der Regel auf einer undurchlässigen Schicht von Grundmoräne oder Molassemergel Stollen von an einzelnen Stellen bis zu 200 Meter Länge vor. In diese Stollen wurden Drainagerohre eingelegt; dann wurden sie zu meist wieder mit Steinen ausgepackt und zugemauert. Das Wasser der einzelnen so gefaßten Quellen oder ganzer Gruppen davon ist in Brunnenstuben geleitet worden, wo eine Kontrolle möglich ist. Von dort fließt es beinahe ausnahmslos mit natürlichem Gefälle in je eine Sammelleitung für die 75 Quellen im Sihl- und die 60 im Lorzetal.

Die Sammelleitung für die Sihltalquellen mißt bis Sihlbrugg, wo sie mit der aus dem Lorzetal im Klemmeriboden zusammen trifft, 12 Kilometer und besteht aus Gußröhren von 70 bis 400 Millimeter Lichtweite. Sie ist bald am rechten, bald am linken Ufer der Sihl verlegt (auf eine Strecke von 630 Meter beim Sihlsprung in Tunnels) und endigt in einem 100 Meter langen Betonkanal, der in die Hauptsammelstube Röllimatt mündet. Das Wasser fließt mit Ausnahme von zwei Quellen, wo Wasserstrahlpumpen eingebaut sind, mit natürlichem Gefälle von den Quellen zu den Brunnenstuben und von diesen durch die Sammelleitung nach der Hauptsammelstube ab. Die Quellen im Lorzetal fließen zum Teil ebenfalls mit natürlichem Gefälle ab, zum Teil aber muß ihr Wasser durch Pumpen in die Sammelleitung befördert werden. Diese ist über 6 Kilometer lang, besteht aus Gußröhren von 250 bis 500 Millimeter Lichtweite und überwindet die Wasserscheide zwischen Lorze und Sihl bei Baarburg in einem begehbaren Betonkanal von 396 Meter Länge, der zum Teil als Stollen ausgeführt worden ist. Die Leitung aus dem Lorzetal führt ebenfalls in eine Sammelbrunnenstube bei Sihlbrugg. Kurz nach ihrem Wiederaustritt aus den beiden Hauptsammelstuben vereinigen sich die beiden Hauptstränge zur Hauptleitung nach Zürich.

Die Hauptleitung nach Zürich führt zuerst, teilweise als 453 Meter langer Betonkanal, zu einem Ausgleichsreservoir im Klemmeriboden, das 100 Kubikmeter faßt, und dann nach dem

Quellwasserreservoir Albisgütli. Im Klemmeriboden liegt der Überlauf auf Kote 544,2 m ü. M., das Wasser kommt bei mittlerem Ertrag am Ende der 16720 Meter langen Hauptleitung mit einer Druckhöhe von 500 Meter über Meer oder 94 Meter über dem Spiegel des Zürichsees an. Die Hauptleitung besteht aus gußeisernen Röhren von 550 Millimeter Durchmesser, ist mit 7 Schiebern, 13 Entlüftungen und 15 Entleerungen ausgerüstet und gibt unterwegs Wasser an Gemeinden und an Privatabonnenten ab; ihr Leistungsvermögen beträgt 22000 Liter in der Minute. In Leimbach zweigt ein Strang von ebenfalls 550 Millimeter Durchmesser ab, er führt über den Entlisberg zum 500 Kubikmeter fassenden Reservoir Entlisberg und weiter nach dem Pumpwerk im Moos.

Die Quellen im Sihltal liefern 5000 bis 15000 Liter in der Minute, die im Lorzetal 9000 bis 15000. Die Erträge schwanken zwar nach Jahreszeiten und Niederschlag wie nach der Höhenlage und dem besondern Charakter der einzelnen Quellen in verschiedenem Ausmaß, doch sind die Hauptquellen verhältnismäßig konstant.

Die Quellen, Wasserleitungen und übrigen Anlagen werden ständig beaufsichtigt durch Quellenaufseher und Quellentechniker, die auch die Pumpwerke überwachen und über alle die Wasserversorgung betreffenden Beobachtungen rapportieren. In den letzten Tagen jedes Kalendermonats werden Ertrag und Temperatur der sämtlichen einzelnen Quellen gemessen, die Meßergebnisse zusammengestellt und, um allfälligen Verlusten auf die Spur zu kommen, mit den Gesamterträgen der betreffenden Hauptstränge verglichen. So gelangt man zu einer Charakteristik für den wechselnden Ertrag der Quellen. Alltäglich teilt der ständige Quellenaufseher in Sihlbrugg dem Quellentechniker im «Albishof» (unterhalb des Albisgütli) telephonisch den Gesamtertrag der Quellen mit; Rohrbrüche und andere Unregelmäßigkeiten werden so rasch entdeckt.

Baukosten der Quellwasserversorgung

Erwerb von Quellenrechten und Liegenschaften	Fr. 896 236
Quellenfassungen und Brunnenstuben	» 432 725
Pumpenanlagen	» 10 726
Zufahrtsstraßen im Quellengebiet	» 88 367
Sammelleitungen im Sihl- und Lorzetal bis Klemmeriboden . .	» 531 509
Hauptleitung Sihlbrugg–Zürich	» 1 197 219
Quellwasserreservoir Klemmeriboden, Entlisberg und Albisgütli .	» 77 604
Bauleitungen	» 108 674
Zusammen	Fr. 3 343 060

An Betriebskosten für die ganze Anlage bis zur Wasserverteilung in Zürich sind insgesamt: für Überwachung, Reinigung und Quellenmessung, Unterhalt der Reservoirs und Leitungen, für Wasserrechtszinsen und Steuern, Pachtzinsen und Energiekosten für die Wasserhebung rund 70 000 Franken im Jahre aufzuwenden.

Danach gelangt man zu folgender Berechnung der mittleren Gesteungskosten des Wassers frei Albisgütli bzw. Moos bei jährlich 10 160 000 Kubikmeter mittlerem Ertrag.

Gesteungskosten des Quellwassers

Verzinsung und Amortisation sowie Erneuerung der Anlagen, zusammen 7 % von 3 343 000 Franken	Fr. 234 000
Betriebskosten im Mittel	» 70 000
Zusammen	Fr. 304 000

Auf den Kubikmeter Wasser macht das also 3 Rappen Gesteungskosten.

DIE SEEWASSERVERSORGUNG

Nachdem um 1910 herum die Quellwasserversorgung nach verhältnismäßig kurzer Zeit bis an die Grenze ihrer Leistungsfähigkeit ausgenutzt war, mußte die Beschaffung so großer Mengen von Wasser projektiert werden, daß damit der voraussichtliche Bedarf für lange Zeit gedeckt war. Der See enthielt ein praktisch unbeschränktes Quantum, das lediglich gefaßt, gehoben, filtriert und den Verbrauchsstellen zugeleitet, verteilt werden mußte.

Bei der Anlage des Seewasserwerkes rechnete man mit folgender benötigter Wassermenge. Es wurde eine künftige höchste Einwohnerzahl des Versorgungsgebietes von 400 000 Köpfen angenommen und deren Spitzenbedarf an Wasser auf 330 Liter pro Kopf und Tag veranschlagt. Daraus ergibt sich eine verlangte Tagesleistung von 132 000 Kubikmetern und einschließlich die Wasserabgabe an Brunnen von 2000 Kubikmetern täglich eine solche von 134 000 Kubikmetern. Die Sihl- und die Lorzetalquellen lieferten davon im Mittel 28 000 Kubikmeter, sodass noch eine Höchstmenge von 106 000 Kubikmeter Seewasser zu beschaffen blieb. Für diese Leistung sind die Wasserfassung, die Zuleitung des Seewassers zu den Filtern sowie die Ableitung nach der Stadt von Anfang an bemessen worden. Die Anlagen für Hebung und Reinigung des Wassers (das

Pumpwerk im Horn und die Filter im Moos), die in einfacher Weise erweitert werden können, wurden in einer ersten Etappe nur für die halbe Leistung, d. h. für 53 000 Kubikmeter im Tag ausgebaut.

Für die Wahl der Wasserfassungsstelle im Zürichsee waren maßgebend: die möglichst gleichmäßige und günstige Temperatur, Reinheit und Keimfreiheit des Wassers, Menge und Art des auftretenden Planktons und Rücksichten auf die Anlage der Bauten und die Länge der Leitungen nach der Stadt. Eingehende Untersuchungen ließen eine Ffassungsstelle in der Nähe des linken Seesufers bei einer Seetiefe von 50 Metern als geeignet erscheinen, wobei die Wasserentnahme 30 Meter unter dem Seespiegel in 375 Meter Abstand vom Ufer auf der Höhe des untern Mönchhofes vorgesehen wurde. Das Wasser hält sich dort zwischen den verhältnismäßig engen Temperaturgrenzen von 3,5 bis 7,5 Grad C und ist wesentlich reiner als bei der alten, im innern Seebecken gelegenen Ffassungsstelle. Das Plankton, worunter die Gesamtheit der im Wasser freischwebenden lebenden Tiere und Pflanzen verstanden wird (Zooplankton = Schwebefaula; Phytoplankton = Schwebeflora), findet sich in der Hauptsache in den höheren, gut belichteten Wasserschichten. Die Bakterienzahl ist in der gewählten Tiefe von dreißig Metern bedeutend kleiner als an der Oberfläche und auch als auf dem Seegrund. Das linke Ufer hat gegenüber dem rechten den großen Vorzug, daß sich dort das Wasser rascher erneuert und ferner, daß dort nur unbedeutende Bäche einmünden. — Um Schmutzstoffe von der Ffassungsstelle möglichst fernzuhalten, mußten geeignete Vorkehrungen getroffen werden. Die nahe gelegene Gemeinde Kilchberg verpflichtete sich vertraglich, auf ihrem Gemeindegebiet die Kanalisation nach dem Trennsystem einzuführen und das Schmutzwasser, statt es in den See zu leiten, mittelst Pumpwerk in den städtischen Hauptkanal zu führen. Der Hornhaldenbach, der unterhalb der Ffassungsstelle in den See mündet, wurde im unteren Teil in einen geschlossenen Kanal verlegt, seine Ausmündung seeabwärts gewendet und die Zuleitung von Abfallstoffen in diesen Bach unterdrückt. Im übrigen findet im See durch Oxydation und Sedimentation (das Absetzen auf den Grund) eine fortwährende Selbstreinigung des Wassers von Schmutzstoffen statt. Immerhin muß dieses noch einen gründlichen Reinigungsprozeß in den Filteranlagen durchmachen, damit es gebrauchsfähig werde.

Die Disposition der ebenfalls nach Projekt von Direktor Peter ausgeführten Seewasseranlage ist aus dem in Tafel II im Anhang

wiedergegebenen Längenprofil von der Fassung im See bis zu den Filteranlagen im Moos ersichtlich.

Als Standort für die Filteranlagen fand sich im Moos in Wollishofen ein den Bedürfnissen entsprechender Bauplatz. Man brauchte eine bedeutende, möglichst ebene Fläche, die gute Fundationsverhältnisse aufwies und leicht entwässert werden konnte. Die Höhe von 463 Meter über Meer (57 Meter über dem Seespiegel) ermöglicht es, das Wasser mit natürlichem Gefälle in die Niederdruckzone des Versorgungsgebietes fließen zu lassen. Diese und ihre drei Reservoirs werden denn auch direkt durch eine Hauptleitung von 850—700—650 Millimeter Durchmesser gespeist. Durch eine Mitteldruck-Hauptleitung mit 550 Millimeter Lichtweite fördert die Pumpenanlage im Moos das Wasser in die Mitteldruckzone und in ihre Reservoirs.

Das Pumpwerk im Horn. Wie erwähnt, wird das Wasser in etwa dreißig Meter Tiefe gefaßt, und zwar durch ein nach unten abgelenktes trichterförmiges Rohr, worauf es unter natürlichem Druck in einer schmiedeeisernen, auf acht eisernen Jochen verlegten Leitung von 462 Meter Länge und 1200 Millimeter Lichtweite nach dem Saugschacht des Pumpwerkes Horn läuft. Dieser Saugschacht ist 5,5 Meter weit, unten mit umgekehrtem Gewölbe abgeschlossen und mit eingebautem Sieb und Pegel versehen. Neben dem Saugschacht erhebt sich das Maschinenhaus mit Raum für fünf Zentrifugalpumpen mit elektrischen Antriebsmotoren. Heute sind vier Pumpaggregate aufgestellt, zwei ältere von je 320 und zwei erst 1928 und 1930 eingebaute von je 500 Sekundenliter Leistung; für eine fünfte Einheit ist der Platz vorhanden. Bei mittlerem Seestand von 406,0 Meter über Meer beträgt die zu leistende Förderhöhe rund 59 Meter. Der Kraftbedarf der alten Pumpen beträgt je 280 kW, der der neuen je 330 kW; pro Kubikmeter Förderung sind im Mittel 0,227 kWh Energie aufzuwenden. Die Energie liefert das Elektrizitätswerk der Stadt Zürich. Die Bedienung der Pumpstation, die mit der Filteranlage im Moos in direkter telephonischer Verbindung steht und eine automatische Alarmanlage besitzt, welche allfälligen Überlauf im höchsten Punkt der Steigleitung anzeigt, erfolgt durch zwei Wärter mit abwechselnder Tag- und Nachtschicht.

Die Pumpen drücken das Wasser durch die Steigleitung von 1200 Millimeter Lichtweite zu einer auf dem höchsten Punkt befindlichen offenen Meßstation, die mit Meßüberfall, Überlauf und einem Reservoir von 50 Kubikmeter Inhalt versehen ist. Durch

einen Wasserstollen in Beton, der teilweise unter Tag, teilweise in offener Baugrube mit einer Lichtfläche von 2,6 Quadratmeter erstellt worden ist, ist der Hornhaldenhöhenzug untertunnelt worden. Das Wasser fließt darin mit 1,00 Promille Gefälle 520 Meter weit den Vorfiltern der Filteranlage im Moos zu.

Die Filteranlagen im Moos. Die Filteranlagen können als das Kernstück des Seewasserwerkes gelten. Für den Neubau im Moos waren die früheren Erfahrungen mit der doppelten Reinigung des Seewassers in den alten Filtern wegleitend, da die bakteriologischen, biologischen und chemischen Eigenschaften des neu gefaßten Seewassers vom Rohwasser der alten Fassung nicht wesentlich verschieden sind. Die Anlagen wurden hier im ersten Ausbau nur für eine größte Tagesleistung von 53000 Kubikmeter bemessen, doch erwarb man vorsorglicherweise das für die Erweiterung erforderliche Terrain.

Aus dem Stollen gelangt das Rohwasser durch einen Verteilkanal und von diesem abzweigende Stichkanäle zu den einzelnen Kammern der Vorfilter. Die Vorfilter dienen zur Entlastung der Reinfiler; in ihnen werden durch eine rein mechanische Filtration durch Grobsandschichten die im Rohwasser vorhandenen Schwebestoffe, namentlich Krebschen, Algen usw. zurückgehalten. Es sind zuerst 8 Vorfilterkammern erstellt worden, das sind flache Bassins von je 24,5 m Länge und 6,1 m Breite, also zusammen 1200 Quadratmeter Fläche. Die filtrierende Schicht besteht von oben nach unten aus 12 cm Filtersand bis zu 2 mm Korngröße und je 10 cm Sand bzw. Feinkies von 2 bis 4, 4 bis 8 und 8 bis 15 mm und 10 bis 20 cm Grobkies von über 15 mm Korngröße. Das Wasser fließt mit einer Geschwindigkeit von bis 50 Meter im Tag durch die Vorfilter, wobei bis 90 Prozent der mechanischen Unreinigkeiten des Rohwassers zurückgehalten werden, insbesondere alle Tierchen und 40 bis 60 Prozent der Bakterien. Der kleine Rest an Pflanzenfasern, besonders Algen, der den Vorfilter passiert, ist gerade noch notwendig, um die Filterhaut auf dem Reinfiler zu erzeugen und dort das organische Leben zu erhalten, das für den biologischen Reinigungsprozeß erforderlich ist. Chemisch wird das Wasser durch die Grobfilter nur unwesentlich verändert; es zeigt sich eine Verminderung des albuminoiden Ammoniaks als Folge der Verminderung der organischen Substanz. Die Vorfilterkammern werden durch Einpressen von Luft alle 1 bis 4 Tage gespült. Dazu dient eine Kompressoranlage, die von einem 45-PS-Motor angetrieben wird und

pro Sekunde 1,5 Kubikmeter Luft von 1,12 Atmosphären liefert. Die Verteilung der Luft geschieht durch einen unter der Filterschicht angeordneten Rost aus in 10 Zentimeter Abstand nebeneinanderliegenden und in Abständen von 10 Zentimeter mit Bohrungen versehenen galvanisierten Röhren.



VORFILTER IM MOOS IM AUFBAU BEGRIFFEN

Nach erfolgter Vorfiltration sammelt sich das Wasser in einem Sammelstrang und wird auf die drei ein Meter tiefer liegenden Reinfiltergruppen verteilt, die jede fünf Filterkammern umfaßt. Die Reinfilter bezwecken in erster Linie die Ausscheidung der Mikroben aus dem vorfiltrierten Wasser, was durch biologische Vorgänge erreicht wird. Ihre gesamte nutzbare Fläche mißt 17753 Quadratmeter. Der Filter, der auf dem aus Beton bestehenden Boden aufgebaut ist, setzt sich folgendermaßen zusammen:

Filtersand	0- 2 mm Korn	60-100 cm
Sand Nr. 1	2- 4 mm »	5 cm
» » 2	4- 8 mm »	5 cm
Feinkies	8-15 mm »	15 cm
Kies	größer als 15 mm »	5-20 cm
Gelochte Backsteine		

Die oberste filtrierende Schicht besteht also ursprünglich aus einer einen Meter starken Lage von feinem Sand. Allmählich bildet sich an dessen Oberfläche aus den noch im Wasser befindlichen Schwebestoffen ein dünner gallertartiger Überzug, die „Filterhaut“, welche als feinporige Masse die letzten Unreinigkeiten und Beimengungen zurückhält und mit der Betriebsdauer des Filters an Stärke zunimmt. Je dicker die Filterhaut wird, desto größer wird der Druckverlust des Wassers und damit verringert sich dessen Durchlaufgeschwindigkeit, die Filterleistung. Diese kann zwar etwas gesteigert werden, indem das Gefälle des Wassers erhöht wird. Wenn dieses etwa 400 Millimeter erreicht, so besteht die Gefahr, daß die Filterhaut zerstört wird und das Wasser dann nur noch eine geringe Reinigung erfahre. Da es die Filterhaut ist, welche die eigentliche Reinfiltration bewirkt, muß ihre Bildung abgewartet werden, bevor ein Filter in Betrieb genommen werden kann. Daraus erklärt sich die Erfahrungstatsache, daß längere Zeit in Betrieb stehende Filter bessere Reinigungsergebnisse ergeben als neu eingebaute; die feinen Partikel der Filterhaut dringen jedenfalls auch in die Poren der obern Sandschichten ein, verdichten diese und erhöhen so den Wirkungsgrad des Filters.

Wenn der Druckverlust in einer Reinfilterkammer zu groß geworden ist, was jeweilen nach 12 bis 24 Monate dauerndem Gebrauch eintritt, so muß sie außer Betrieb gesetzt und «abgeschlammt» werden, d. h. Arbeiter entfernen, nachdem das Wasser abgelassen worden ist, die oberste Schicht Filtersand von etwa $1\frac{1}{2}$ Zentimeter Stärke mit der Filterhaut. Nach etwa zwanzig solchen Abschlämungen wird die ursprünglich wie erwähnt einen Meter dicke Filtersandschicht auf etwa sechzig Zentimeter reduziert sein, was als Mindestdicke für eine genügende Filtration gilt. Dann muß die oberste Sandschicht ergänzt werden, während ein vollständiges Ausräumen und Neueinfüllen der Reinfilter voraussichtlich erst nach einigen Jahrzehnten erforderlich sein wird. Zur Ergänzung der obersten Sandschicht dient der früher weggeräumte Filtersand, der zu diesem Zweck aufbewahrt und vor der Wiederverwendung in einer mechanischen Sandwaschanlage gereinigt wird.

Der Reinfilter bewirkt durch den Sand eine vorwiegend mechanische und durch die Filterhaut eine biologische Reinigung. Die Temperatur des Wassers wird beim Durchfließen nicht wesentlich beeinflußt, indem die Filterschichten sehr bald die Wassertemperaturen annehmen. Auch chemisch wird das Wasser kaum merklich

verändert. Die organischen Stoffe und das freie und das albuminoide Ammoniak werden weitgehend beseitigt. Die Härte des Rohwassers wird durch die Sandfiltration nicht geändert, der Sauerstoffgehalt nimmt etwas ab.

Im ersten Ausbau war eine Filterleistung von 53 000 Kubikmetern im Tag gefordert worden, was bei insgesamt 1050 Quadratmeter Vorfilter- und 17753 Quadratmeter Reinformfilterfläche einer Filtergeschwindigkeit von in den Vorfiltern rund 50 und in den Reinformfiltern 3 Metern im Tag entsprach. Als später Spitzenleistungen bis zu 93 000 Kubikmetern im Tag nötig wurden, versuchte man diese ohne Vergrößerung der teuren Reinformfilter dadurch zu erreichen, daß man vier weitere Vorfilter baute und, um den Reinigungseffekt zu erhöhen, eine stärkere Feinsandschicht auf sie aufbrachte. Auf diese Weise wurden die Reinformfilter entlastet und es konnte die Filtergeschwindigkeit in den Vorfiltern auf 56 Meter, in den Reinformfiltern auf 5,6 Meter im Tag gesteigert und so die angestrebte Höchstleistung erzielt werden.

Der Zu- wie Abfluß aus den Reinformfilterkammern wird durch Schieber reguliert. Diese, wie alle übrigen erforderlichen Apparate sind für jede Filterkammer gesondert in einer Regulatorenkammer untergebracht. Das Reinwasser gelangt, nachdem es die Filterschichten durchsickert hat, durch eine Sammelrinne in den Regulatorschacht und durch den Filterregulator, den Ablaufschacht und den Reinwasserschacht in das Reinwasserreservoir. Der Filterregulator ermöglicht es, beliebige Durchflußgeschwindigkeiten von 0 bis 6 Meter im Tag einzustellen, indem man das Wassergefälle durch Heben oder Senken eines Heberauslaufes verändert. Damit der Regulierapparat vom Füllungsgrad der Reinformfilter und den dadurch bedingten Schwankungen des Wasserspiegels im Regulatorschacht unabhängig sei, ist er auf einem Schwimmkörper montiert. Wasserstandsanzeiger in Form von Doppelpegeln lassen für jede Kammer den Wasserstand im Reinformfilter und den Druckverlust im Filter ablesen.

Um einen Ausgleich zwischen dem Reinformfilterertrag und der Wasserabgabe herzustellen, ist im Filterhof inmitten der Reinformfiltergruppen ein 3000 Kubikmeter fassendes Reinwasserreservoir eingebaut worden — ein zwecks Wärmeisolierung mit einer 50 Zentimeter starken Erdschicht überdeckter Betonbau. Die Reinwassersammelleitung geht durch das Reinwasserreservoir durch. Sie steht durch ein Regulierventil mit dem Reservoir in Verbindung,

durch einen zweiten Auslauf mit der Niederdruck-Hauptleitung und durch einen dritten mit der Saugleitung des Mitteldruckpumpwerkes. Aus dem Reservoir kann das Wasser auch direkt nach der Niederdruck-Hauptleitung und ins Mitteldruckpumpwerk geleitet werden. Die fünf Schieber des Reservoirs, welche diese verschiedenen Verbindungen herstellen, werden vom Freien aus bedient. Der Wasserstand wird mittelst Schwimmpegel im Maschinenhaus angezeigt.

Im Moos findet sich das Mitteldruckpumpwerk, von dem später die Rede sein wird, und das Wohnhaus für den Betriebsassistenten und zwei Wärter, denen die Beaufsichtigung und Bedienung der Anlagen obliegt.

Der Wasserbedarf des Versorgungsgebietes der Zürcher Wasserversorgung schwankte im Jahre 1930 zwischen rund 46000 und 102000 Kubikmetern im Tag. Aus dem Sihl- und dem Lorzetal fließen 20000 bis 31500 Kubikmeter zu. Der größere Teil des Bedarfes war bis zur Erstellung des Grundwasserwerkes durch das Seewasserwerk zu decken und der Betrieb des Seewasserwerkes hatte sich auch den starken Schwankungen anzupassen. Die Pumpen im Horn fördern je nach Bedarf; normalerweise stehen sie täglich in zwei Schichten 10 bis 18 Stunden im Betrieb. Die Filter arbeiten, abgesehen von den Tagen der Reinigung und Sandnachfüllung, ununterbrochen aber mit wechselnder Einstellung. Indessen gestattet der nutzbare Speicherraum von insgesamt 50000 Kubikmeter (10000 m³ in Wasserstollen, Vor- und Reinformern und Filterreservoir sowie 40000 m³ in den Reservoiren in der Stadt) in der Regel eine fast gleichmäßige Einstellung der Filterleistung während des ganzen Tages.

Baukosten: Gestehungspreis des filtrierte Seewassers. Die in den Jahren 1912 bis 1914 erstellten Bauten der ersten Bauetappe kosteten 4,7 Millionen Franken, die Erweiterungen bis Ende 1935 weitere 300000 Franken. Das Anlagekapital des Seewasserwerkes beläuft sich damit auf rund 5 Millionen Franken. Folgende Aufstellung zeigt, mit welchen Beträgen die verschiedenen Teile der Anlage am Baukonto figurieren. (Den ursprünglichen Baukosten der Seewasser- wie der Quellwasserversorgung stehen beträchtliche Abschreibungen gegenüber. Über das gegenseitige Verhältnis von Baukosten, Abschreibungen und Bauschuld wird später für die ganze Wasserversorgung Auskunft erteilt.)

Baukosten des Seewasserwerkes

Wasserfassung im See mit Saugschacht	Fr. 341 940
Pumpwerk im Horn mit Kanalisation	» 524 027
Steigleitung und Wasserstollen Horn-Moos	» 221 039
Filteranlagen mit Reinwasserreservoir, Mitteldruckpumpwerk usw.	» 2 181 866
Ableitungen ins Nieder- und Mitteldrucknetz	» 1 247 419
Elektrische Kraftzuleitung	» 20 734
» Wasserstandsfernmelder	» 63 877
Bauzinsen und Bauleitung	» 404 007
Zusammen	Fr. 5 004 909

Die festen Betriebskosten für Überwachung, Aufsicht, Unterhalt, Reinigung, Wasserrechtszins (jedoch ohne Beitrag an die allgemeine Verwaltung) betragen im Mittel rund 85 000 Franken. Die dritte Komponente der Gesteungskosten des filtrierten Seewassers, die Auslagen für elektrischen Strom wechseln je nach dem Ausnützungsgrad der Anlagen stark; wir führen deshalb ein Jahr vor und das Jahr seit der Inbetriebnahme des Grundwasserwerkes auf.

Gesteungskosten des filtrierten Seewassers

	1933	1935
Verzinsung und Amortisation des Anlagekapitals sowie Rücklage für Erneuerung der Anlagen, zusammen		
7 % von 5 004 909 Franken	Fr. 350 343	Fr. 350 343
Mittlere feste Betriebskosten	» 85 000	» 85 000
Energieaufwand (4 184 000 kWh zu 3,6 Rp. bzw. 2 408 000 kWh zu 3,0 Rp.)	» 150 624	» 72 240
Zusammen	Fr. 585 967	Fr. 507 583

Die Gesteungskosten pro Kubikmeter filtriertes Seewasser werden weitgehend durch den Grad der Beanspruchung der Werkanlagen beeinflusst. Bei einer Entnahme von 18 103 399 Kubikmeter im Jahre 1933 kostete der Kubikmeter im Mittel nur 3,24 Rp., im Jahre 1935 bei einer Entnahme von 10 280 075 Kubikmeter dagegen 4,94 Rp.

DAS GRUNDWASSERWERK

Als in der zweiten Hälfte der zwanziger Jahre die Bevölkerung der Stadt Zürich und, noch stärker als sie selbst, ihr Wasserverbrauch sehr rasch anstieg, war man neuerdings an der Grenze der Leistungsfähigkeit der Wasserversorgung angelangt. Die Einwohnerzahl von 400 000 Köpfen, welche dem Ausbau von 1910 zugrunde lag, ist allerdings noch lange nicht erreicht; dagegen ist der damals vorgesehene Spitzenverbrauch von 330 Litern pro Tag und Bewohner weit überholt worden; bereits im Jahre 1929 stieg er auf 487 Liter. Das neue Projekt, das dann in den Jahren 1933 bis 1935 verwirklicht worden ist, basiert auf der Annahme, daß die Bevölkerung des Versorgungsgebietes von Anfang 1934 rund 309 000 bis 1964 auf 400 000 Einwohner ansteigen werde und der höchste Tagesbedarf pro Kopf auf 615 Liter. Abgesehen vom Quellwasser, welches das öffentliche Brunnennetz versorgt, wird dann der höchste Tagesbedarf 246 000 Kubikmeter betragen. Die bestehenden Anlagen lieferten 119 000 Kubikmeter, so daß ein ungedeckter zukünftiger Bedarf von 127 000 Kubikmetern verblieb. Durch Ausbau des Seewasserwerkes bis zur vollen Ausnützung der Leitungen kann dessen Wasserlieferung noch um 28 000 Kubikmeter Höchstleistung im Tag gesteigert werden. Ein solcher Ausbau ist durchaus wirtschaftlich; doch erwies es sich als richtiger, ihn für die Zukunft zurückzustellen und zunächst ein neues Werk in Angriff zu nehmen, das dann in Etappen bis zur benötigten Höchstleistung von 99 000 Kubikmeter im Tag ausgebaut werden kann.

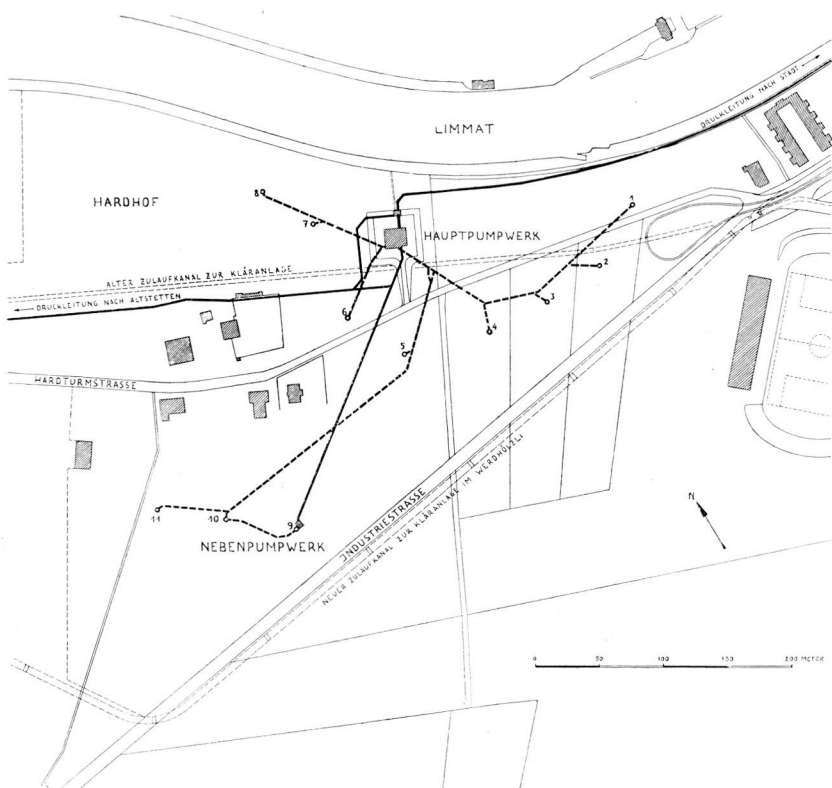
Da in erträglicher Entfernung von Zürich keine großen Quellen mehr verfügbar waren, kam für die Deckung dieses Mehrbedarfes oder auch nur eines erheblichen Teiles davon Quellwasser nicht in Frage. Früher, anlässlich des Ersatzes des alten Seewasserwerkes, gemachte Studien hatten bereits zur Ablehnung einer Versorgung mit Grundwasser aus dem Glatt-, dem Rhein- oder dem Reußtal geführt und zwar wegen der unbestimmten hydrologischen bzw. rechtlichen Verhältnisse oder dann wegen der hohen Kosten. Es blieb somit die Wahl zwischen der Entnahme von weiteren Wassermengen aus dem Zürichsee und der Ausnützung der Grundwasserströme in der Umgebung der Stadt.

Die Verwendung des Grundwasserstromes des obersten Limmattaales war früher wegen seiner zufolge der Nähe der Stadt vermeintlich unsicheren hygienischen Beschaffenheit gar nicht

ernstlich erwogen worden. In neuerer Zeit hat aber die Grundwasserkunde große Fortschritte gemacht und viele frühere Bedenken über die Infektionsgefahr haben sich als übertrieben erwiesen; das Filtrationsvermögen der eiszeitlichen Schotterablagerungen unserer Talböden war früher stark unterschätzt worden. Die neueren Anschauungen wurden gestützt durch sorgfältige Untersuchungen der Grundwasserverhältnisse im Limmattal sowie die Tatsache, daß schon bisher eine ganze Anzahl von Gemeinden seit langen Jahren das Grundwasser dieses Gebietes ohne jede künstliche Behandlung und ohne jeden Nachteil als Trinkwasser verwenden. Demgegenüber lag allerdings hinsichtlich der Wasserbeschaffenheit auch kein Grund vor, von der weitergehenden Verwendung von Seewasser abzusehen. Den Ausschlag zugunsten eines Grundwasserwerkes gaben wirtschaftliche und versorgungstechnische Vorzüge.

Für den Bau einer solchen Anlage kam nach einem Gutachten des Grundwassergeologen Dr. Hug in der Nähe der Stadt in erster Linie das dem städtischen Landwirtschaftsamt gehörende Gebiet des Hardhofes in Betracht. Dieses wurde deshalb ins Eigentum der Wasserversorgung übergeführt und durch Zukauf von anstoßendem Wiesland auf ein Gesamtareal von 200 000 Quadratmeter vergrößert. Nachdem durch Volksabstimmung vom 28. Januar 1934 der Baukredit von 3,3 Millionen Franken bewilligt worden war, ist hier in den Jahren 1933 bis 1935 das neue Werk nach dem Projekt von Direktor O. Lüscher erstellt worden.

Lage, Umfang und Umgebung des gewählten Fassungs- und Schutzgebietes des neuen Werkes sowie die Anordnung der Fassungsbrunnen, Pumpwerke und Leitungen sind aus dem nachstehenden Situationsplan ersichtlich. Das Gelände liegt zwischen Limmat und Industriestraße und wird durch die Hardturmstraße halbiert. Bis zur Errichtung des Wasserwerkes führte der Schmutzwasserhauptkanal der städtischen Kanalisation hier mitten durch zur Kläranlage Werdhölzli. Er, wie auch der zugehörige Hochwasserüberlauf wurden aufgegeben, gereinigt und abgeschlossen. Als Ersatz wurde außerhalb des Gebietes südlich der Industriestraße ein neuer, dichter und rißfreier Kanal in Eisenbeton angelegt, der das dreifache Abflußvermögen hat; der neue Hochwasserüberlauf mündet erst kurz oberhalb der Kläranlage in die Limmat. Die Stallgebäude des Hardgutes sind abgebrochen, ihre Dünggruben gründlich ausgeräumt, gereinigt und mit Erde eingefüllt worden. Nur die Wohn- und Bureaugebäude und die Remisen

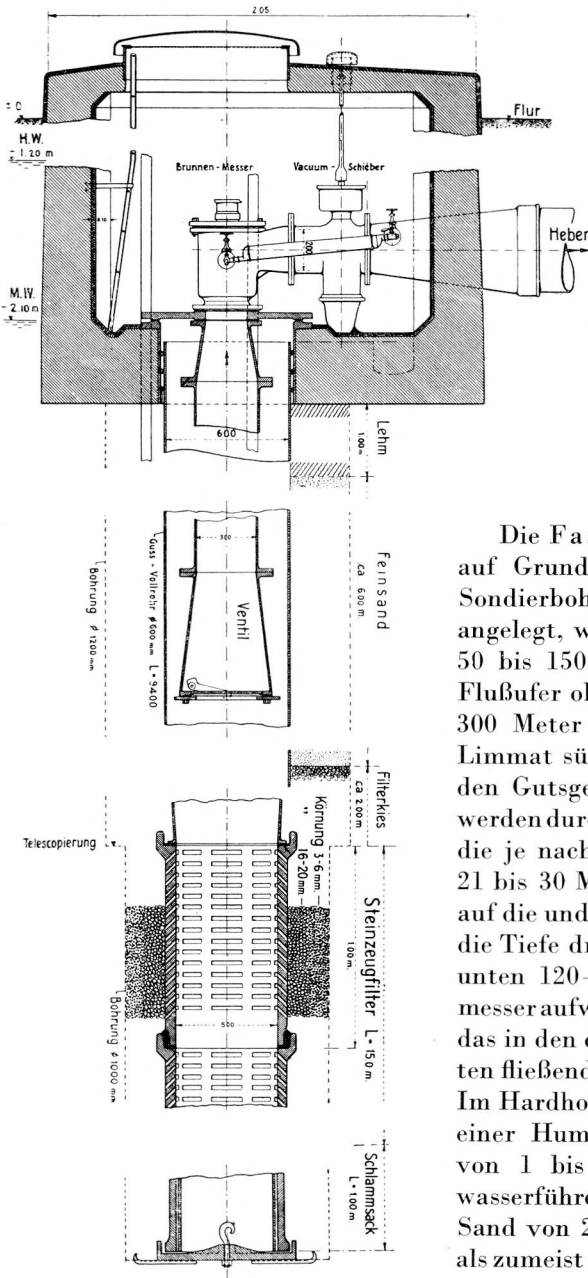


GRUNDWASSERWERK HARDHOF

1933–35 errichtet — Situationsplan

werden einstweilen bis zur Ausdehnung der Wasserfassungen weiter benutzt. Das Gutsareal ist an das Landwirtschaftsamt verpachtet und wird von diesem als Wies- und Obstgartenland bewirtschaftet. Es ist eingezäunt und darf nur mit Kunstdünger versehen werden; in unmittelbarer Umgebung der einzelnen Brunnen ist auch dieses verboten. Die anteilige Uferlänge der Limmat als direkte Infiltrationszone für die Fassungen mißt rund 600 Meter; sie liegt im Stau-bereich des Kraftwerkes Waser Söhne & Co. unterhalb Höngg. Das Flußwasser ist hier noch verhältnismäßig rein, da es zum größten Teil kurz vorher im Zürichsee eine Klärung erfahren hat und die Abwasser der Stadt erst weiter unten zugeführt werden.

FASSUNGSBRUNNEN DES GRUND- WASSERWERKS Längsschnitt



Die Fassungsb Brunnen sind auf Grund der Ergebnisse der Sondierbohrungen in zwei Reihen angelegt, wovon sich die eine mit 50 bis 150 Meter Abstand vom Flußufer oberhalb, die andere in 300 Meter Entfernung von der Limmat südlich und seitlich von den Gutsgebäuden hinzieht. Sie werden durch Bohrungen gebildet, die je nach Bodenbeschaffenheit 21 bis 30 Meter, in der Regel bis auf die undurchlässige Schicht, in die Tiefe dringen, oben 160—120, unten 120—100—80 cm Durchmesser aufweisen und dazu dienen, das in den durchstoßenen Schichten fließende Wasser zu sammeln. Im Hardhofgebiet fand sich unter einer Humus- und Lehmschicht von 1 bis 3 Meter durchwegs wasserführender Schotter und Sand von 20 bis 37 Meter Stärke als zumeist sehr guter Bodenfilter.

In die Bohrlöcher ist ein Filterrohr eingebaut worden, das aus dem Schlamm sack mit Boden unten, dem zur Ermöglichung des Wasserzutrittes gelochten Teil von normalerweise 12 bis 16 Meter Höhe und 50 cm lichtem Durchmesser und schließlich dem aufgesetzten Vollrohr zur Aufnahme des Saugrohrs der Heberleitung besteht. Die Filterrohre sind versuchsweise teils aus 1 Meter langen Steinzeugrohren zusammengesetzt worden, teils bestehen sie aus 3,5 bis 7,0 Meter langen Kupfer- oder Flußeisenröhren. Das Ganze ist bis über das Filterrohr hinauf mit zwei konzentrischen Schichten von gewaschenem Feinkies umhüllt (einer innern Schicht von 20 bis 16 mm und einer äußern von 4 bis 3 mm Korngröße), der das Eindringen von feinem Bodenmaterial ins Filterrohr hindert. Weiter oben besteht die Umhüllung aus feinem Sand und zuoberst, um das Oberflächenwasser abzuhalten, aus gestampftem Lehm.

Den obern Abschluß jeder Fassung bildet ein geräumiger wasserdichter Schacht in Eisenbeton. Hier sind die nötigen Einrichtungen und Instrumente eingebaut, welche die Messung von Wasserertrag und -temperatur, des Druckverlustes beim Wassereintritt durch den Filter und der Spiegelhöhe sowie schließlich den Abschluß der Heberleitung während des Betriebes ermöglichen.

Der Ertrag der Brunnen hängt von der wechselnden Durchlässigkeit des Bodens und dem vorhandenen Abflußgefälle ab und unterliegt deshalb stärkeren Schwankungen. Zwei der insgesamt elf Brunnen liefern zur Zeit niedriger Winterwasserstände je 150 bis 200 Sekundenliter, die andern je 50 bis 80. Die gesamte Entnahmemenge ist durch die erteilten Wasserrechtskonzessionen wie durch die Pumpenanlage auf 650 Liter in der Sekunde begrenzt.

Das durch die Wände des Filterkörpers eingedrungene und im Brunnen gesammelte Wasser fließt durch die Heberleitungen mit 1 Promille Steigung einem Sammelbrunnen zu. Bei der Einmündung in diesen sind die Einrichtungen eingebaut, welche der Entlüftung der Heberleitung, insbesondere bei deren Inbetriebnahme dienen.

Der Sammelbrunnen ist ein in Eisenbeton erstellter zylindrischer Schacht von 9,1 bis 9,5 Meter lichtem Durchmesser und 9,0 Meter lichter Höhe. Eine vertikale Zwischenwand teilt ihn in zwei ungleiche Kammern, die durch eine Öffnung verbunden sind. Aus den Heberleitungen der Mehrzahl der Brunnen gelangt das Wasser in die kleinere dieser Kammern, aus der es unter natürlichem Druck den in der größern Kammer installierten Pumpen zufließt.

Die Hauptpumpstation mit dem Pumpenraum im Untergeschoß und dem Maschinen- und Schalterraum im Erdgeschoß liegt über dem Sammelbrunnen. Es sind vorläufig zwei elektrisch betriebene Pumpeneinheiten von 500 und 200 Sekundenliter Leistung und 57 bis 58 Meter Förderhöhe aufgestellt, die dauernd ins Wasser des Sammelbrunnens eintauchen; für eine dritte ist der Platz vorhanden. Das Anlassen und Abstellen der Maschinen erfolgt durch einfache Betätigung von Druckknöpfen. Diese lösen die Schalt- und Anlaßbewegung aus, wodurch automatisch der Motor und der Druckschieber bewegt werden. Die Station bleibt aber ohne ständige Bedienung, da sie vom Hauptpumpwerk Letten aus ferngesteuert wird.

Eine an der Industriestraße errichtete Nebenspumpstation mußte seinerzeit vorausgebaut werden, um dem dringenden Wasserbedarf zur Spitzendeckung zu genügen. Sie enthält nur eine Zentrifugalpumpe von 150 Sekundenliter Leistung, die ebenfalls durch Fernsteuerung von der Hauptpumpstation bzw. vom Letten aus bedient wird.

Die in den beiden Pumpstationen betriebenen Pumpen drücken das Wasser in die Hauptableitung für das Grundwasser. Diese besitzt 850 Millimeter Durchmesser und ist neben oder in der linken Dammböschung der Limmat und im Sihlquai verlegt und schließt beim Dammsteg an die 700-mm-Hauptspeiseleitung und zugleich an die Steigleitung zum Reservoir Rosengarten der Niederdruckzone an. Unterwegs speist sie die angeschlossenen Verteilungen der Hardturm- und der Hardstraße.

Qualität des Grundwassers. Das Wasser ab den Pumpen wird wie das Quell- und Seewasser allwöchentlich vom Stadtchemiker auf Bakterienzahl und Coligehalt geprüft. In gleicher Weise werden periodisch die einzelnen Fassungsbrunnen untersucht. Der Befund war jederzeit günstig. Die Keimzahl pro Kubikzentimeter bewegt sich in der Regel zwischen 0 und 10 und der Colititer liegt über 35 Kubikzentimeter. Die chemische Zusammensetzung des gemischten Wassers aller Brunnen zeigt die Aufstellung Seite 285. Die Karbonathärte der einzelnen Brunnen schwankt je nach ihrem Abstände vom Fluß und dem Maße ihrer Beanspruchung als Folge der wechselnden Infiltrationsstärke von 12 bis 23 Grad frz. und ihr Chlorgehalt von 3 bis 12 Milligramm pro Liter. Das entnommene Wasser ist als wechselnde Mischung von echtem Talgrundwasser und infiltriertem Flußwasser anzusehen, und dementsprechend schwankt auch seine Temperatur in höherem Maße als bei echtem Talgrund-

wasser. Im Jahre 1935 zeigte das Mischwasser aller benutzten Brunnen ab Pumpe im Mai-Juni die niedrigste Temperatur von 8,5 Grad und im November-Dezember die höchste von 14 Grad. Die zeitliche Verschiebung im Auftreten der Grenzwerte für Fluß- und Grundwasser beträgt volle drei Monate und ist für die Versorgung günstig. Im Netz findet eine teilweise Mischung des Grundwassers mit dem kälteren Seewasser statt.

Die Baukosten des Grundwasserwerkes stellten sich auf 3,7 Millionen Franken für den ersten Ausbau. Die Verteilung dieses Betrages auf die Kostenelemente ist aus folgender Aufstellung ersichtlich.

Baukosten des Grundwasserwerkes

Landerwerb, Entschädigung und Gebühren	Fr. 1 960 283
Umstellung des Gutsbetriebes; Umzäunung	» 71 215
Vorarbeiten zur Abklärung der Grundwasserverhältnisse	» 161 982
Fassungsarbeiten für 11 Brunnen	» 242 458
Heberleitungen	» 93 155
Nebenspumpwerk: Bauliche Anlagen	» 13 707
» Maschinen und Apparate, Kabelleitung	» 39 502
Hauptpumpwerk: Bauliche Anlagen mit Umgebungsarbeiten	» 202 132
» Maschinen und Apparate	» 168 290
Große Ableitung ins Niederdrucknetz, Spüleleitung	» 533 060
Kleine » » »	» 133 665
Kabelleitungen Hardhof-Letten	» 41 921
Zusammen	Fr. 3 661 370

Die jährlichen festen Betriebskosten für Überwachung, Aufsicht, Unterhalt, Reinigung und Wasserrechtsgebühren, jedoch ohne Anteil an die allgemeine Verwaltung und nach Abzug des Pachtertrages des Hardhofgutes betragen rund 12 000 Franken. Der Unterhalt beschränkt sich sozusagen auf das Pumpwerk; daneben ist das Fassungs Gelände und seine Bewirtschaftung zu beaufsichtigen.

Die Gesteungskosten des Grundwassers franko Niederdrucknetz hängen wie beim Seewasser weitgehend vom Grade der Ausnützung der Anlagen ab. Da der Betrieb des neuen Werkes außerordentlich einfach ist, wird es dauernd stark benützt. Für das Jahr 1935, das erste Betriebsjahr, in welchem das Grundwasserwerk mit rund 11 Millionen Kubikmetern den dritten Teil des gesamten Wasserbedarfes deckte, lassen sich die Gesteungskosten wie folgt berechnen.

Gestehungskosten des Grundwassers

Verzinsung des Anlagekapitals 5% von Fr. 3 661 370	Fr. 183 068
Rücklagen für Erneuerungen :	
Bauliche Anlagen (2% von Fr. 975 719)	» 19 515
Fassungsbrunnen (4% » » 242 458)	» 9 698
Maschinelle Anlagen, Apparate, Kabel (5% » » 249 713)	» 12 486
Mittlere feste Betriebskosten	» 12 000
Energiekosten 2 459 300 kWh zu 3,0 Rp.	» 73 779
Zusammen Betriebskosten 1935	Fr. 310 546

Bei einem Gesamtbezug von 11041000 Kubikmeter im Jahre 1935 kamen danach die Kubikmeterkosten auf 2,81 Rappen zu stehen.

* *

Die Eingemeindung von acht Vororten ermöglichte die Mitbenutzung der drei Grundwasseranlagen, die bisher der Wasserversorgung der Gemeinden Höngg, Affoltern und Seebach dienten. Diese, am rechten Ufer des Oberwasserkanals des Kraftwerkes Waser Söhne & Co. im Limmattal, bzw. im Ebnet im Unterdorf Affoltern, bzw. am Südfuße des Seebacherhügels gelegenen, Fassungen liefern 2000 und 1200 und 1000 Minutenliter Wasser guter Qualität und deckten im Jahre 1935 mit einer Jahresentnahme von 1165000 Kubikmetern 3,4 Prozent des gesamten Wasserverbrauches Zürichs.

Einige großindustrielle Betriebe in der Stadt (Brauereien, Papierfabriken, Färbereien, Maschinenfabriken usw.) besitzen eigene, private Grundwasserversorgungen im Limmattal, die zusammen bis zu 80000 Minutenliter liefern können. Ebenso verfügen das städtische Gaswerk, der Schlachthof und die Kehrrechtverbrennungsanstalt über eigene Grundwasseranlagen.

DIE QUALITÄT DES WASSERS

Fortwährend werden je gegen Monatsende Ertrag und Temperatur aller ausgenützten Einzelquellen gemessen; außerdem wird täglich der Gesamtzufluß an Sihltalquellwasser sowie die Lieferung des See- und des Grundwasserwerkes registriert, und schließlich erfolgen periodisch Untersuchungen der hygienischen Beschaffenheit

des Quell- und Grundwassers und des Seewassers in allen Stadien seiner Reinigung. Jede Woche wird eine Prüfung des rohen, des vor- und des reinfiltrierten Seewassers und zweimal im Monat eine solche des Reinwassers jedes Reinfilters auf Keimgehalt an üblichen Wasserbakterien und außerdem noch auf Colibakterien vorgenommen. Zudem finden alljährlich mehrmals chemische Untersuchungen statt. In der folgenden Aufstellung sind die wichtigsten Ergebnisse der am 11. Dezember 1935 durch den Stadtchemiker vorgenommenen Feinanalysen mitgeteilt.

Chemische Zusammensetzung usw. der drei Wassertypen

		Quellwasser aus Sihl- und Lorzetal, im Moos	Seewasser im Moos roh	vor- filtriert	rein- filtriert	Grund- wasser ab Hardhof
Temperatur	⁰ C	9,2	*	*	5,9	13,0
Karbonathärte	⁰ franz.	24,2	12,5	12,5	12,5	17,5
Trockenrückstand	mg/l	270,0	157,0	157,0	157,0	244,0
Organische Substanzen . .	»	3,0	17,5	13,6	10,5	3,5
Ammoniak total	»	0,010	0,042	0,043	0,023	0,016
Chlorion	»	4,5	3,0	3,0	3,0	7,0
Sulfation	»	5,1	*	*	12,2	22,1
Freie Kohlensäure (CO ₂) .	»	15,0	*	*	4,0	8,0
Bakterienzahl am 5. Tag pro cm ³		10	275	115	1	3
1 Colibakterium in . . . cm ³		30	0,2	1	>35	>35

Keiner der drei Wassertypen zeigt irgendwie auffallende Eigenschaften. Das Quellwasser ist mittelhart, sein Kalkgehalt ist doppelt so groß wie der des Seewassers und macht sich bei der Warmwasserbereitung besonders in Boilern durch Kalkablagerung bereits bemerkbar. Bemerkenswert ist die durch die Filtrierung bewirkte Herabsetzung des Gehaltes an organischen Substanzen und der Bakterienzahl im Seewasser, sowie die Vergrößerung des Colititers. Dieser ist die Zahl der cm³, in der ein Colibakterium festgestellt wird. Durch die Filtrierung wird der Colititer des Seewassers auf mehr als das Hundertfache erhöht.

Die Temperatur des Quellwassers ab Hauptleitung bei der Stadtgrenze schwankt normalerweise von 7,5 bis 11,5 Grad. Die des Seewassers ab Filter liegt um 3 bis 6 Grad tiefer, die des Grundwassers in der Regel höher. Hier wird meist im Mai bis Juni mit 8,5 Grad die niedrigste, im November bis Dezember mit 14 Grad die höchste Temperatur erreicht.

DIE ANLAGEN FÜR VERTEILUNG UND SPEICHERUNG DES WASSERS

Der Zuführung des aus der Quellwasser-, der Seewasser- und der Grundwasserversorgung gewonnenen Wassers an die Verbrauchsstellen dient ein ausgedehntes Netz von vielen Druckzonen. Das Wasser verschiedener Herkunft wird dabei zum Teil gemischt. In den älteren Stadtteilen ist indessen neben dem allgemeinen Wasserverteilnetz noch ein besonderes Brunnennetz vorhanden, das ausschließlich mit hartem Wasser von den lokalen Quellen und außerdem mit Sihltalquellwasser beliefert wird, und das immer noch zwei Drittel aller vorhandenen öffentlichen Brunnen speist.

In Zürich wird die Wasserverteilung ganz außerordentlich kompliziert durch die topographische Gestaltung des Stadtgebietes und dessen große Ausdehnung infolge der Eingemeindung von 1934. Das Versorgungsgebiet erstreckt sich nun über das oberste Limmatal, dessen Talsohle 406 Meter über Meer liegt und dessen linker Hang bis zu Kote 870 (Utokulm), dessen rechter bis zu Kote 665 (Hinterer Adlisberg) ansteigt, sowie über Teile des Glattales, wo bis auf 500 Meter Meereshöhe Wasser zu liefern ist. Aus diesem Grunde ist das ganze Gebiet in jetzt vierzehn Druckzonen eingeteilt. Deren Speisung wechselt zum Teil im Laufe des Jahres je nach dem Ertrag der Quellen und dem Wasserverbrauch. Bei der Verteilung ist bestimmend, daß das Quellwasser aus dem Sihl- und dem Lorzetal mit natürlichem Gefälle direkt in die Mitteldruckzone einfließen kann, während das Seewasser und das Grundwasser des Hardhofes ins Niederdrucknetz einlaufen. Mit Ausnahme der Leimbachzone, welche von den Bucheneggquellen versorgt wird, erfordern alle Zonen eine künstliche Wasserhebung durch besondere Pumpwerke und die Speicherung des Wassers in über die Hänge verteilten Reservoirien. Diese Pumpwerke sind meist halb- oder vollautomatisch eingerichtet, das heißt sie arbeiten selbständig in Abhängigkeit vom Wasserstand im betreffenden Reservoir. Dabei wird vorwiegend mit Nachtennergie gepumpt. Ein rationeller Betrieb dieser mannigfachen Einrichtungen setzt eine weitgehende Kontrolle der Wasserabgabe und der Reservoirstände durch Wassermesser und automatische Fernmelder voraus. Dadurch werden die nötigen Anhaltspunkte für die Wasserbeschaffung gewonnen.

Einen Überblick über das Hauptleitungsnetz nach Druckzonen gewährt der Plan auf Tafel III im Anhang.

Hauptpumpwerke finden sich im Hardhof, im Horn, im Letten, im Rosengarten und im Moos; ferner sind größere Anlagen die Pumpstationen Höngg, Eierbrecht, Witikon, Seebach und Affoltern.

Die Reservoirs dienen mit ihren Brauchkammern dem Tagesausgleich zwischen dem Zufluß und dem recht unregelmäßigen Verbrauch. Sie fassen im Mittel rund 30 Prozent des größten Tagesverbrauches ihrer Zone. Da die Wasserversorgung auch den Zwecken der Feuerwehr zu dienen hat, so sind bei manchen kleineren Reservoirs besondere Löschreservekammern vorhanden. Bei den größeren sind solche nicht nötig, weil die vielseitige Speisung für die Versorgung weitgehende Sicherheit gewährt und bei den großen Zonen der Bedarf an Wasser zum Löschen selbst bedeutender Brände gegenüber dem täglichen Bedarf nur eine untergeordnete Rolle spielt. Für die Niederdruckzone sind drei Reservoirs mit je rund 5000 Kubikmeter Nutzinhalt mit fast gleicher Überlaufhöhe (um 450 m ü. M.) vorhanden; sie befinden sich in 2,9 bis 4,5 Kilometer Abstand voneinander an der Rämistraße beim Kantonsspital, im Albishof und im Rosengarten bei der Kirche Wipkingen. Für die Mitteldruck- und die Hochdruckzone bestehen je zwei kommunizierende Behälter auf dem Hang des Zürichbergs mit zusammen 10500 bzw. 7100 Kubikmeter Inhalt, nämlich am Schmelzberg und an der Bolleystraße (495 m ü. M.) bzw. beim Schölbli und am Käferberg (551 m ü. M.). Für die obere Hochdruckzone ist das Reservoir Orellistraße (637 m ü. M.) bestimmt. Die Höhenlage der Reservoirs und die Abgrenzungen ihrer zugehörigen Zonen sind so getroffen, daß mit geringen Ausnahmen ein Mindestdruck auf Straßenhöhe von 35 Metern besteht.

Die großen Speiseleitungen der Zonen und die Steigleitungen zu den Reservoirs haben je nach ihrer Beanspruchung 850 bis 150 Millimeter Durchmesser. Die sekundären Leitungen besitzen eine Weite von 200 bis 100 Millimeter; an sie sind in je etwa 60 Meter Abstand Hydranten zum Feuerlöschen angeschlossen. Alle Leitungen sind fast ausschließlich aus gußeisernen Muffenrohren zusammengesetzt.

Die vor zwei Jahren eingemeindeten Vororte waren zum Teil bereits vorher an die städtische Wasserversorgung angeschlossen. Seither ist dies ausnahmslos der Fall. Wie früher erwähnt, werden drei kleine Grundwasserwerke in Höngg, Affoltern und Seebach heute noch weiterbetrieben und ebenso nützt man die örtlichen Quellen auch jetzt noch aus.

REPARATURWERKSTÄTTE UND RÖHRENLAGER

Um unvermeidliche Störungen möglichst rasch beheben und die nötigen Reparaturen vornehmen zu können, für den Unterhalt der mechanischen und elektrischen Einrichtungen, Maschinen, Apparate und Wassermesser, für den Netzdienst und die Instandhaltung und Reinigung der baulichen Anlagen stehen der Wasserversorgung an der Hardstraße ein Werkstattgebäude und ein Röhrenlager zur Verfügung. Jenes besitzt mit Schlosserei, Schmiede, Zählerreparatur, Prüf- und Eichraum, Magazinen und Garage 1500 m² Bodenfläche, dieses 2600 m². Die Zählerreparatur hat zurzeit jährlich rund 7000 Wassermesser instandzustellen.

Diese modern eingerichteten Anlagen sind erst im Jahre 1934 bezogen worden; einschließlich Bauplatz kamen sie auf 995 000 Franken zu stehen.

ENTWICKLUNG DES WASSERVERBRAUCHES — WASSERZINSBERECHNUNG

Die Bevölkerung Zürichs ist im Laufe der letzten Jahrzehnte rasch angestiegen: von 1895 erst 132 500 auf Ende 1935, nach der kürzlichen Eingemeindung von acht Vororten, 319 000 Köpfe. Auch der mittlere Wasserverbrauch pro Einwohner hat gleichzeitig noch wesentlich zugenommen. Dementsprechend beträgt der Trinkwasserbedarf heute das Mehrfache desjenigen in der Mitte der neunziger Jahre. Wie die Wasserversorgungsanlagen wiederholt erweitert werden mußten, haben wir einläßlich geschildert. Ein paar Zahlen veranschaulichen die Entwicklung eindrucklich. (Die Entwicklung von Jahr zu Jahr ist aus der Tabelle Seite 295 ersichtlich.)

Entwicklung des Wasserverbrauchs des Verteilnetzes 1895 bis 1935

Jahre	Länge des Leitungsnetzes km	Zahl der Abonnenten	Wasserabgabe im ganzen 1000 m ³	Tagesverbrauch (Stadtgebiet)		
				höchster	mittlerer im ganzen	pro Kopf pro Liter
				1000 m ³	1000 m ³	
1895	209,0	7 615	9 300,3	34,6	25,5	212
1905	350,5	9 697	14 149,8	56,1	38,8	242
1915	423,0	12 236	17 475,5	66,5	47,9	247
1925	452,6	14 678	20 000,6	82,5	54,6	257
1935	712,9	25 115	34 457,7	146,8	90,3	286

Abgesehen von ganz vereinzelt abgelegeneren Grundstücken sind heute alle bewohnten Gebäude auf Stadtgebiet an die städtische Wasserversorgung angeschlossen. Private Brunnen finden sich nur vereinzelt. (Daß einige Industrieunternehmen eigene Grundwasseranlagen besitzen, wurde erwähnt.) Öffentliche Brunnen sind in unserer Stadt recht zahlreich. Das Vorhandensein von 554 öffentlichen und 72 privaten, jedoch mit städtischem Wasser gespeisten Brunnen zeigt, welche Wertschätzung diese als Wasserspender wie als Schmuck der Straßen und Plätze je und je gefunden haben.

Von auswärtigen Abnehmern spielen nur die Gemeinden Thalwil, Kilchberg, Zollikon und Wallisellen, die im vergangenen Jahr 130 000 Kubikmeter bezogen, eine gewisse Rolle.

Im Rechnungsjahr 1934/35 hat sich der in der Hauptsache durch Messungen, zu einem kleinen Teil durch Schätzung ermittelte Wasserverbrauch wie folgt zusammengesetzt.

Wasserverbrauch 1934/35

Abonnenten	23 439 000 m ³	680,20/00
Wassermotoren und Aufzüge	57 000 »	1,7 »
Neubauten	85 000 »	2,5 »
Abgabe an Thalwil, Kilchberg, Zollikon, Wallisellen .	130 000 »	3,8 »
Städtische Gebäude	753 000 »	21,9 »
Feuerlöschzwecke	60 000 »	1,7 »
Dolenspülen und Straßenbesprengen	1 500 000 »	43,5 »
Brunnenbelieferung	1 579 000 »	45,8 »
Selbstverbrauch für Spülen der Leitungen usw. . . .	1 500 000 »	43,5 »
Rest: Minderanzeige infolge ungenauer Messer, Verluste	5 355 000 »	155,4 »
Zusammen	34 458 000 m ³	1000,00/00

Der Wasserverbrauch schwankt nach Jahreszeit, Witterung usw. innerhalb weiter Grenzen. An das städtische Verteil- und Brunnen-netz wurden 1935 abgegeben innert 24 Stunden:

	im ganzen 1) m ³	pro Kopf Liter
im Maximum (am 1. VII. 1935) . .	150 650	477
im Mittel	93 760	297
im Minimum (am 1. I. 1935) . . .	60 250	191

1) einschl. Abgabe an Außengemeinden

Einen Ausgleich der beträchtlichen Schwankungen ermöglichen die Reservoirs, hauptsächlich aber die wechselnde Beanspruchung des See- und des Grundwasserwerkes. Von den drei Werken wurden im verflossenen Geschäftsjahr geliefert:

Quellwasser	11 095 988 m ³
Seewasser	12 308 415 »
Grundwasser	11 053 344 »
Zusammen	<u>34 457 747 m³</u>

Um die Mitte der neunziger Jahre entfielen noch zwei Drittel der Abgabe auf die Niederdruckzone, die Hochdruckzone beanspruchte kaum drei Prozent. Die seitherige stärkere Besiedelung der Talhänge erforderte einen Ausbau speziell der Mittel- und der Hochdruckzone und die Schaffung weiterer Zonen: Oberer Hochdruck, Neubühl, Leimbach, Friesenberg, Ütliberg, Eierbrecht, Looren, Waidberg, Höngg, Glattal. Im letzten Jahr wurden verbraucht:

Niederdruck	15 655 000 m ³
Mitteldruck	10 109 000 »
Hochdruck	4 827 000 »
Oberer Hochdruck	633 000 »
Glattal	727 000 »
Höngg	513 000 »
Looren	278 000 »
Eierbrecht	186 000 »
Friesenberg	184 000 »
Übrige Zonen	<u>119 000 »</u>
Zusammen	33 231 000 m ³

Das für die städtischen Gebäude, für Feuerlöschzwecke, zur Dolenspülung und Straßenbesprengung benötigte Wasser und ebenso den Bedarf der öffentlichen Brunnen hat das Werk unentgeltlich zu liefern. Insgesamt belief sich dieses Quantum im Jahre 1935 auf rund 3892000 Kubikmeter, 11,3 Prozent des Verbrauches; verkauft wurden 23711000 Kubikmeter oder 68,8 Prozent.

Wasserzinsberechnung. Ursprünglich scheint bei der Wasserversorgung Zürich der Grundsatz geherrscht zu haben, daß das Werk sich selber erhalten, also weder Einnahmen an die Stadtkasse abführen noch Zuschüsse aus dieser empfangen solle (Gemeindebeschluß vom 6. September 1868). Die später eingehaltene Tarifpolitik rechnete dagegen nicht nur mit der Verzinsung und Amortisation des Anlagekapitals, sondern darüber hinaus mit einem Reinertrage.

Das Werk schließt Wasserabonnementsverträge nur mit Grundeigentümern ab. Grundlage bildet der «Minimalzins», ein fester Betrag, der unter allen Umständen zu zahlen ist und sich für jedes Grundstück nach der Zahl der «Einheiten» bemißt, für welche jenes Minimale zu zahlen ist. Als Einheiten gelten bei Gebäuden die Räume, bei Gärten, Höfen usw. je 100 Quadratmeter Fläche. Zurzeit sind pro Einheit im Jahre Fr. 3.50 zu zahlen; dazu kommen

dann Zuschläge für Haushaltungsmaschinen, gewerbliche Zuschläge usw. Den Abonnenten werden entsprechend dem Kubikmeterpreis, der auch für den Mehrverbrauch gilt, beispielsweise geliefert:

für	50	Fr.	Minimalzins	im	Jahre	250	m ³	Wasser
»	100	»	»	»	»	500	»	»
»	200	»	»	»	»	1000	»	»
»	350	»	»	»	»	2000	»	»
»	500	»	»	»	»	3500	»	»
»	1000	»	»	»	»	8500	»	»

Das sind Mengen, welche den Bedarf von gegen vier Fünfteln der Bezüger voll zu decken vermögen. Wenn die dem Minimalwasserzins entsprechende Menge überschritten wird, so sind für die ersten tausend Kubikmeter 20 Rappen pro Kubikmeter zu zahlen, für weitere tausend Kubikmeter 15 Rappen und für den Rest 10 Rappen. In den letzten Jahren waren sechs Siebentel der Einnahmen aus dem Wasserverkauf Minimalzinse und nur ein Siebentel Eingang aus Mehrverbrauch.

BETRIEBS- UND BAURECHNUNG

Im letzten Geschäftsjahr belief sich der Erlös aus der Wasserabgabe auf 4,6 Millionen Franken. Die übrigen Einnahmen spielen daneben eine geringe Rolle. Folgende kleine Aufstellung orientiert über die Entwicklung der Einnahmen im Laufe der letzten Jahrzehnte (vgl. auch Seite 296).

Betriebseinnahmen der Wasserversorgung 1895 bis 1935

Jahre	Minimal- zins 1)	Mehrver- brauch 2)	Zusam- men	Miet- u. Pacht- zinse	Brutto-Einnah- men des Instal- lationsgeschäfts	Übrige	Zusam- men
	1000 Fr.	1000 Fr.	1000 Fr.	1000 Fr.	1000 Fr.	1000 Fr.	1000 Fr.
1895	659,7	440,1	1099,8	21,4	214,9	199,9	1536,0
1905	1085,9	371,7	1457,6	21,3	131,3	230,0	1840,2
1915	1467,0	377,7	1844,7	89,8	165,7	73,9	2174,1
1925	1975,9	687,3	2663,2	165,7	792,1	162,5	3783,5
1935	3398,5	1235,7	4634,2	141,4	1465,2	239,0	6479,8

1) für Häuser und Gärten — 2) Einnahmen aus Mehrverbrauch und gewerblichen Zuschlägen, sowie für öffentliche Gebäude und von Außengemeinden

Aus den Wasserzinseinnahmen ergibt sich im Jahr 1935 ein Durchschnittserlös von 13,5 Rappen pro Kubikmeter verbrauchtes oder 19,5 Rappen pro Kubikmeter verkauftes Wasser und von Franken 14.50 pro Einwohner.

Von den Betriebsausgaben bilden Besoldungen und Löhne, Energiekosten für Pumpwerke und Filteranlagen, Unterhaltskosten der Werksanlagen, Beiträge an die Stadtverwaltung und an den Unterhalt der städtischen Straßen und Kanalisationen und schließlich die Verzinsung der Bauschuld an die Stadtkasse und die Abschreibungen der Baukosten die Hauptposten. Das Anlagekapital ist seit 1933 mit 5 Prozent zu verzinsen, die jährliche Amortisation betrug früher 2, in den letzten Jahren 1 Prozent.

Betriebsausgaben der Wasserversorgung 1895 bis 1935

Jahre	Personal- unkosten 1000 Fr.	Andere Be- triebsausgaben 1000 Fr.	Kapital- verzinsung 1000 Fr.	Abschreibungen Fondseinlagen 1000 Fr.	Zusam- men 1000 Fr.
1895	197,2	218,7	320,2	468,5	1204,6
1905	235,2	350,4	292,3	517,2	1395,1
1915	365,0	393,0	379,6	—	1137,6
1925	827,5	1046,2	200,3	481,5	2555,5
1935	1217,1	2433,9	540,3	337,2	4528,5

Die Bedeutung der Wasserversorgung für den Finanzhaushalt Zürichs erhellt aus den in der Tabelle Seite 296 zusammengestellten Angaben über die Jahr für Jahr an die Stadtkasse abgeführten Reinerträge. Daneben ist wie erwähnt die Verzinsung der Bauschuld herauszuwirtschaften und es müssen erhebliche Summen an die allgemeine Verwaltung und an den Straßenunterhalt entrichtet werden. In den letzten Jahren handelte es sich um folgende Beträge.

Beiträge an die allgemeine Verwaltung und den Straßenunterhalt, und Reingewinn der Wasserversorgung 1931 bis 1935

Jahre	Beiträge an Straßen- unterhalt Franken	Allgemeine Verwaltung Franken	Rein- gewinn Franken	Zu- sammen Franken
1931	343 485	95 000	1 542 119	1 980 604
1932	333 448	95 000	1 891 409	2 319 857
1933	340 159	95 000	1 844 505	2 279 664
1934	430 069	115 000	2 265 925	2 810 994
1935	446 002	115 000	1 951 242	2 512 244

In den Anlagen der Wasserversorgung wie der übrigen industriellen Betriebe der Stadt sind im Laufe der Jahrzehnte beträchtliche Kapitalien investiert worden. Abgesehen von den untergegangenen oder außer Betrieb gesetzten Bauten und Einrichtungen, die von den Erstellungskosten in Abzug gebracht worden sind, betrugen die Baukosten auf Ende 1935 rund 34,1 Millionen Franken.

Ihnen stehen Abschreibungen in der Höhe von gegen 23 Millionen Franken gegenüber, so daß die restliche Bauschuld nur mehr 32,8 Prozent der ursprünglichen Kosten ausmacht. Wie die Anlagen Ende des Rechnungsjahres 1935 zu Buch standen, ist aus folgender Aufstellung ersichtlich.

Baukosten und Bauschuld Ende des Rechnungsjahres 1935 in 1000 Franken

	Baukosten Ende des Vorjahres	Zugang im Rech- nungs- jahr	Baukosten Ende des Rechnungs- jahres	Abschrei- bungs- summe Ende des Vorjahres	Abschrei- bungen im Rech- nungsjahr	Bauschuld Ende des Rechnungs- jahres
Pumpwerke [tungsnetz	2137,2	37,6	2174,8	1457,8	40,7	676,3
Filter, Reservoir, Lei-	20186,8	437,2	20624,0	12811,0	212,9	7600,1
Quellwasserversorgung.	6171,3	86,1	6257,4	5816,3	40,0	401,1
Liegenschaften	3450,5	-92,2	3358,3	1124,4	27,2	2206,7
Gerätschaften, Mobiliar	1248,0	41,5	1289,5	956,6	20,0	312,9
Verschiedenes	404,0	—	404,0	404,0	—	—
Zusammen	33597,8	510,2	34108,0	22570,1	340,8	11197,1

Ähnlich wie in den andern industriellen Betrieben stecken danach auch in der Wasserversorgung erhebliche finanzielle Reserven der Stadt Zürich. Während die Rendite früher nur gering war, trägt das in den Anlagen investierte Kapital heute reichliche Zinsen. Im vergangenen Jahre betrug der Reingewinn ohne die oben genannten Beiträge 5,7 Prozent der Baukosten oder 17,4 Prozent der Bauschuld.

BEAMTE, ANGESTELLTE UND ARBEITER

Die Wasserversorgung untersteht dem Vorstand der Industriellen Betriebe, dem in der Sektion der Verwaltung der Industriellen Betriebe eine stadträtliche Kommission für Verwaltungsangelegenheiten beigegeben ist und in der vom Stadtrat gewählten Brunnenkommission ein Kollegium, das in künstlerischen Fragen zu Rate gezogen wird. Die Leitung des Werkes lag wie die der andern industriellen Betriebe bis zur Stadtvereinigung von 1893 in der Hand des Stadtgenieurs bzw. seines Adjunkten für die Wasserversorgung. Dann ging sie an den «Ingenieur der Wasserversorgung», seit der Gemeindeordnung von 1907 «Direktor der Wasserversorgung», über. Von 1893 bis 1927 war H. Peter Ingenieur bzw. Direktor des Werkes, seither O. Lüscher. Dem Direktor steht ein Stab von Ingenieuren

und Technikern (ein Adjunkt, fünf Assistenten und 7 Techniker) zur Seite; außerdem werden 31 Angestellte und 134 Arbeiter ständig beschäftigt. Die Gesamtzahl der Beschäftigten hat sich im Laufe der letzten Jahrzehnte nicht wesentlich verändert.

Belegschaft der Wasserversorgung

Jahre	Beamte und Angestellte	Arbeiter	Zusammen
1895	27	145	172
1905	28	134	162
1915	38	116	154
1925	32	105	137
1935	45	134	179

Zwischen der Wasserproduktion und der Zahl der Beschäftigten besteht zwar keine enge Relation; immerhin mag es nicht ohne Interesse sein, festzustellen, daß im Jahre 1895 pro Beschäftigten erst 54 000 Kubikmeter Wasser gewonnen wurden, 1915 aber bereits 113 000 und im vergangenen Jahr sogar 193 000 Kubikmeter.

HYGIENISCHE BEDEUTUNG DER WASSERVERSORGUNG

Die Beurteilung einer städtischen Wasserversorgung darf nicht bloß auf die Höhe der finanziellen Erträge abstellen. Entscheidend ist vielmehr, ob sie ihrem Zwecke genügt, die Bevölkerung mit einer reichlichen Menge von gutem, hygienisch einwandfreiem Trink- und Gebrauchswasser zu beliefern. Früher, als die Städte noch mit primitiven Wasserversorgungen versehen waren, wurden durch verunreinigtes Wasser nicht selten Typhusepidemien verursacht. Zürich ist seit 1884 von keiner Unterleibstyphusepidemie mehr heimgesucht worden und die vereinzelt Fälle von Erkrankungen an Typhus dürften ausschließlich auf Einschleppung zurückzuführen sein — ein Fortschritt, der zum guten Teil der Verbesserung der Wasserversorgung zu verdanken ist. Vom hygienischen Standpunkt aus noch wichtiger ist die reichliche Verwendung von Wasser zu Reinigungszwecken aller Art. Geschichte und tägliche Beobachtung lehren somit, daß eine gute Wasserversorgung eine wahre Wohltat ist für ein städtisches Gemeinwesen.

Wasserabgabe der Wasserversorgung Zürichs 1893 bis 1935

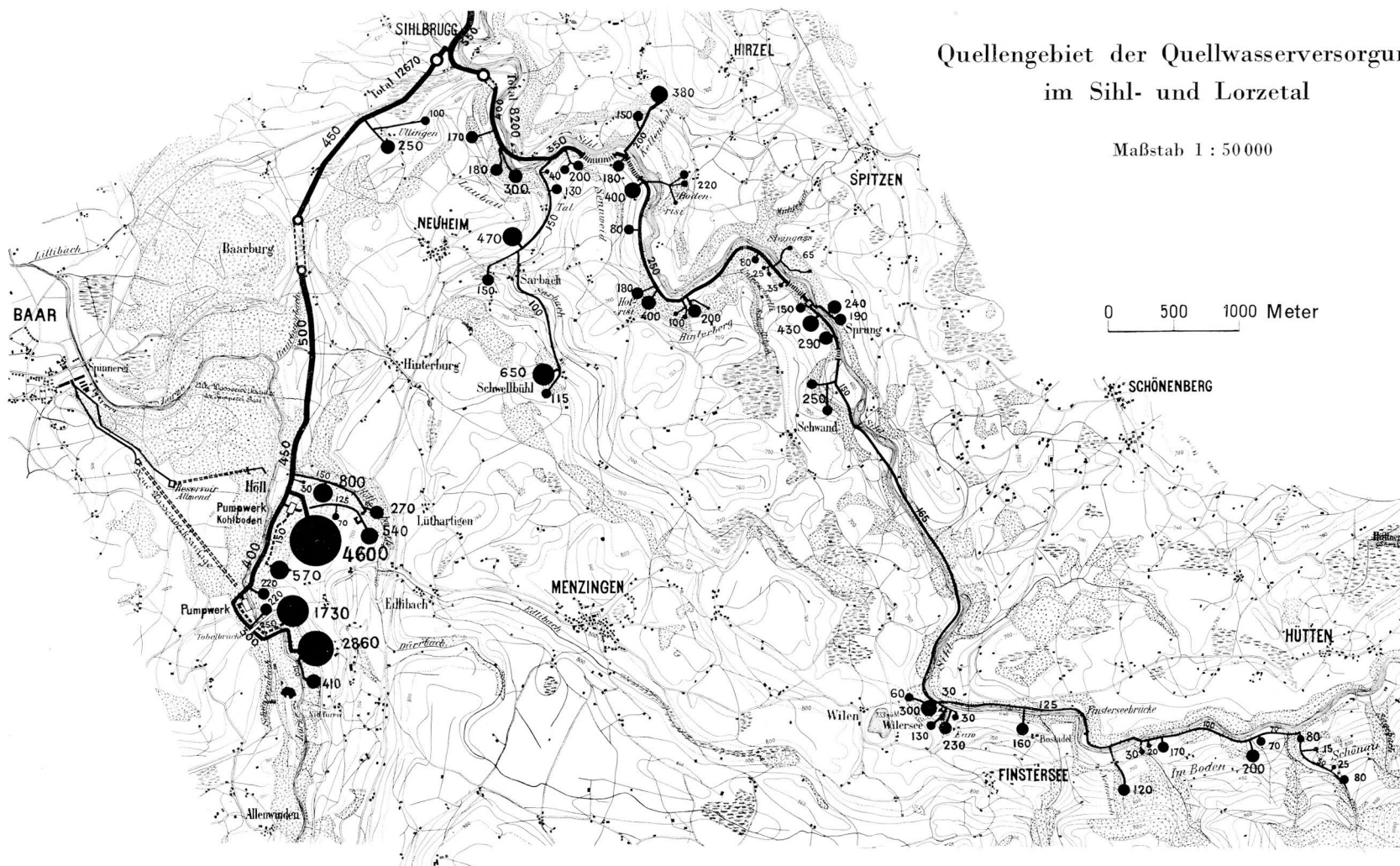
Ge- schäfts- jahre	Länge des Lei- tungs- netzes km	Zahl der Ab- on- nenten	Wasserabgabe			Tagesverbrauch		
			See- wasser 1000 m ³	Quell- (Grund-) wasser 1000 m ³	über- haupt 1000 m ³	höchster 1000 m ³	mittlerer	
							i. ganzen 1000 m ³	pr. Kopf Liter
1893	183,6	6 342	8 788,5	—	8 788,5	34,5	24,1	245
1894	197,0	6 778	8 506,6	—	8 506,6	34,5	23,3	212
1895	209,0	7 615	9 300,3	—	9 300,3	34,6	25,5	212
1896	221,4	7 774	8 916,4	—	8 916,4	33,8	24,4	188
1897	241,0	8 314	9 424,7	—	9 424,7	37,5	25,8	178
1898	247,2	8 580	10 341,0	—	10 341,0	41,3	28,3	185
1899	254,9	8 780	11 302,2	—	11 302,2	44,9	31,0	199
1900	259,7	9 173	11 200,1	—	11 200,1	48,1	30,4	209
1901	272,7	9 258	11 450,5	—	11 450,5	44,9	31,4	221
1902	316,2	9 291	7 842,0	3 409,0	11 251,0	47,4	30,8	213
1903	324,9	9 412	4 907,1	7 116,6	12 023,7	47,3	35,4	220
1904	344,2	9 565	6 440,6	6 228,7	12 669,3	55,9	34,7	225
1905	350,5	9 697	5 134,5	9 015,3	14 149,8	56,1	38,8	242
1906	354,7	9 871	4 732,5	9 759,0	14 491,5	54,4	39,7	242
1907	362,5	10 138	5 223,9	9 476,2	14 700,1	56,3	40,3	237
1908	370,2	10 359	5 424,8	9 260,6	14 685,4	55,5	40,2	230
1909	378,0	10 521	5 862,5	8 443,3	14 305,8	53,0	39,2	220
1910	386,9	11 105	4 982,8	10 045,4	15 028,2	54,1	41,2	225
1911	393,3	11 304	7 435,4	9 523,9	16 959,3	67,8	46,5	245
1912	398,1	11 742	6 932,2	9 147,6	16 079,8	62,1	44,1	226
1913	404,3	11 967	6 584,5	10 336,3	16 920,8	61,2	46,4	235
1914	420,0	12 053	7 873,4	10 305,2	18 178,6	71,1	49,8	254
1915	423,0	12 236	7 412,9	10 062,6	17 475,5	66,5	47,9	247
1916	424,8	12 325	7 378,8	10 352,9	17 731,7	66,5	48,6	244
1917	428,7	12 418	8 045,4	10 295,0	18 340,4	72,9	50,2	244
1918	432,0	12 585	8 494,4	9 612,9	18 107,3	66,2	48,4	237
1919	433,4	12 621	8 697,5	10 220,1	18 917,6	77,7	51,8	248
1920	434,0	12 847	8 530,6	9 389,1	17 919,7	64,8	49,1	241
1921	435,7	13 021	10 880,6	7 323,4	18 204,0	81,6	49,9	250
1922	437,0	13 124	7 577,8	9 777,0	17 354,8	74,3	47,5	237
1923	438,5	13 452	8 372,3	10 276,2	18 648,5	83,4	51,1	248
1924	444,1	13 816	8 517,9	10 380,9	18 898,8	71,9	51,6	248
1925	452,6	14 678	10 487,6	9 513,0	20 000,6	82,5	54,6	257
1926	459,1	15 253	10 463,6	9 694,0	20 157,6	76,3	54,9	256
1927	467,0	15 733	10 867,2	9 935,1	20 802,3	80,5	57,2	258
1928	481,2	16 351	12 343,8	10 090,5	22 434,3	106,0	61,3	266
1929	491,5	17 551	16 242,2	8 942,0	25 184,2	118,0	69,0	285
1930	497,3	17 970	16 546,3	9 120,9	25 667,2	102,4	70,5	276
1931	514,5	18 654	15 819,6	10 926,8	26 746,4	110,3	73,3	277
1932	521,8	19 147	18 164,2	10 357,1	28 521,3	123,9	78,6	285
1933	529,6	19 356	18 923,3	10 160,4	29 083,7	122,7	81,3	290
1934	706,1	24 750	18 094,1	15 738,3	33 832,4	143,2	91,4	289
1935	712,9	25 115	10 308,4	22 149,3	34 457,7	146,8	90,3	286
.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.

Bau- und Betriebsrechnung der Wasserversorgung 1893 bis 1935

Geschäfts- jahre	Baurechnung auf Jahresende			Betriebsrechnung			% der Baukosten	
	Bau- kosten 1000 Fr.	Abschrei- bung 1000 Fr.	Bau- schuld 1000 Fr.	Ein- nahmen 1000 Fr.	Aus- gaben 1000 Fr.	Rein- gewinn 1000 Fr.	Ab- schrei- bung	Rein- gewinn
1893	11 308,3	3 094,9	8213,4	1281,2	1048,1	233,1	27,4	2,06
1894	11 672,0	3 588,1	8083,9	1328,1	1024,2	303,9	30,7	2,60
1895	12 235,7	4 143,5	8092,2	1536,0	1204,6	331,4	33,9	2,70
1896	12 755,2	4 746,1	8009,1	1668,9	1242,5	426,4	37,2	3,34
1897	13 091,7	5 542,5	7549,2	1711,1	1490,4	220,7	42,3	1,69
1898	13 427,3	6 371,5	7055,8	1809,7	1624,0	185,7	47,5	1,38
1899	13 736,5	7 224,3	6512,2	1819,3	1608,7	210,6	52,6	1,53
1900	14 276,2	8 088,2	6188,0	1870,3	1625,7	244,6	56,7	1,71
1901	16 157,9	8 695,1	7462,8	1853,3	1393,7	459,6	53,8	2,84
1902	16 607,1	9 180,6	7426,5	1773,6	1281,3	492,3	55,3	2,96
1903	16 829,9	9 953,5	6876,4	1858,7	1294,5	564,2	59,1	3,35
1904	17 233,2	10 478,0	6755,2	1902,2	1315,8	586,4	60,8	3,40
1905	17 318,1	11 010,7	6307,4	1840,2	1395,1	445,1	63,5	2,57
1906	17 465,1	11 606,6	5858,5	1946,3	1410,0	536,3	66,4	3,07
1907	17 643,3	12 131,5	5511,8	2027,5	1468,0	559,5	68,8	3,17
1908	18 619,7	12 671,6	5948,1	2138,9	1555,8	583,1	68,1	3,13
1909	18 914,6	13 245,0	5669,6	2243,5	1650,2	593,3	70,0	3,13
1910	19 143,7	13 831,0	5312,7	2149,7	1642,5	507,2	72,2	2,64
1911	19 267,8	14 477,7	4790,1	2310,9	1693,5	617,4	75,1	3,20
1912	19 411,4	15 094,0	4317,4	2296,8	1638,7	658,1	77,7	3,39
1913	19 563,1	15 697,4	3865,7	2252,0	1559,4	692,6	80,2	3,54
1914	24 470,8	16 308,7	8162,1	2255,0	1638,5	616,5	66,6	2,51
1915	22 042,6	14 323,6	7719,0	2174,1	1137,6	1036,5	65,0	4,70
1916	22 298,7	15 003,2	7295,5	2260,5	1682,7	577,8	67,3	2,59
1917	22 530,3	15 673,2	6857,1	2373,1	1719,0	654,1	69,6	2,90
1918	22 778,6	16 299,7	6478,9	2569,5	1858,1	711,4	71,6	3,12
1919	23 024,7	16 758,0	6266,7	2609,7	2130,5	479,2	72,8	2,08
1920	23 099,1	17 527,6	5571,5	3124,3	2352,8	771,5	75,9	3,34
1921	23 231,8	18 063,1	5168,7	3666,6	2242,7	1423,9	77,7	6,12
1922	23 503,9	18 633,1	4870,8	3696,8	2109,5	1587,3	79,3	6,75
1923	23 604,1	19 149,0	4455,1	3971,0	2333,0	1638,0	81,1	6,93
1924	24 077,8	19 757,2	4320,6	4188,9	2420,3	1768,6	82,1	7,35
1925	24 541,9	20 299,0	4242,9	3783,5	2555,5	1228,0	82,7	5,00
1926	25 020,5	20 951,6	4068,9	3792,7	2370,0	1422,7	83,7	5,69
1927	25 548,9	21 606,0	3942,9	4205,9	2655,9	1550,0	84,6	6,07
1928	25 417,8	20 939,2	4478,6	4600,0	2952,2	1647,8	82,4	6,48
1929	26 260,8	21 237,3	5023,5	4966,7	3295,0	1671,7	80,8	6,36
1930	27 559,2	21 993,4	5565,8	5224,7	3561,0	1663,7	79,8	6,04
1931	28 584,0	22 711,0	5873,0	5304,0	3761,9	1542,1	79,5	5,39
1932	28 938,5	22 975,8	5962,7	5395,1	3503,7	1891,4	79,4	6,54
1933	26 390,7	20 027,9	6362,8	5224,8	3380,3	1844,5	75,9	6,99
1934	34 076,1	23 048,4	11027,7	5952,0	3686,1	2265,9	67,6	6,65
1935	34 108,0	22 910,9	11197,1	6479,8	4528,5	1951,3	67,2	5,72
.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.

Quellengebiet der Quellwasserversorgung im Sihl- und Lorzetal

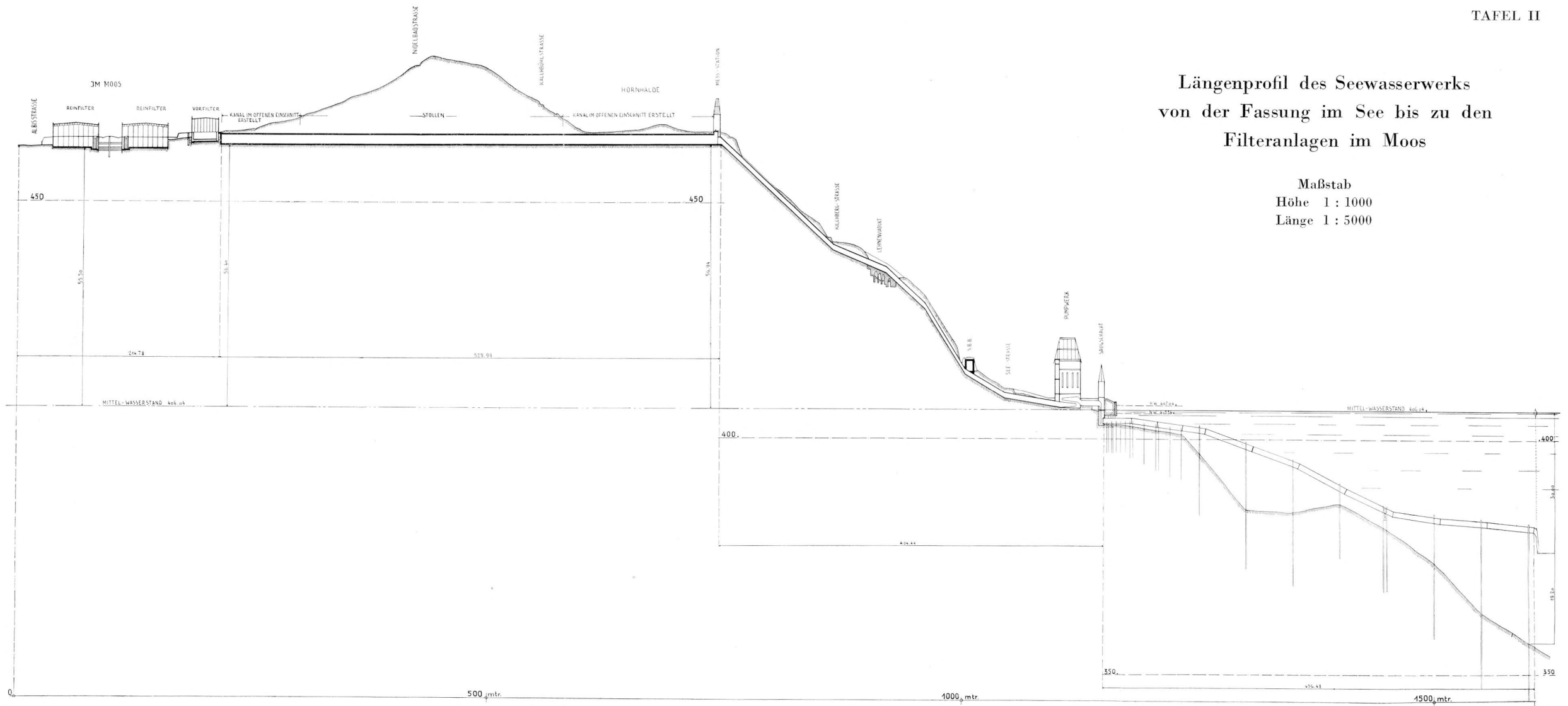
Maßstab 1 : 50 000

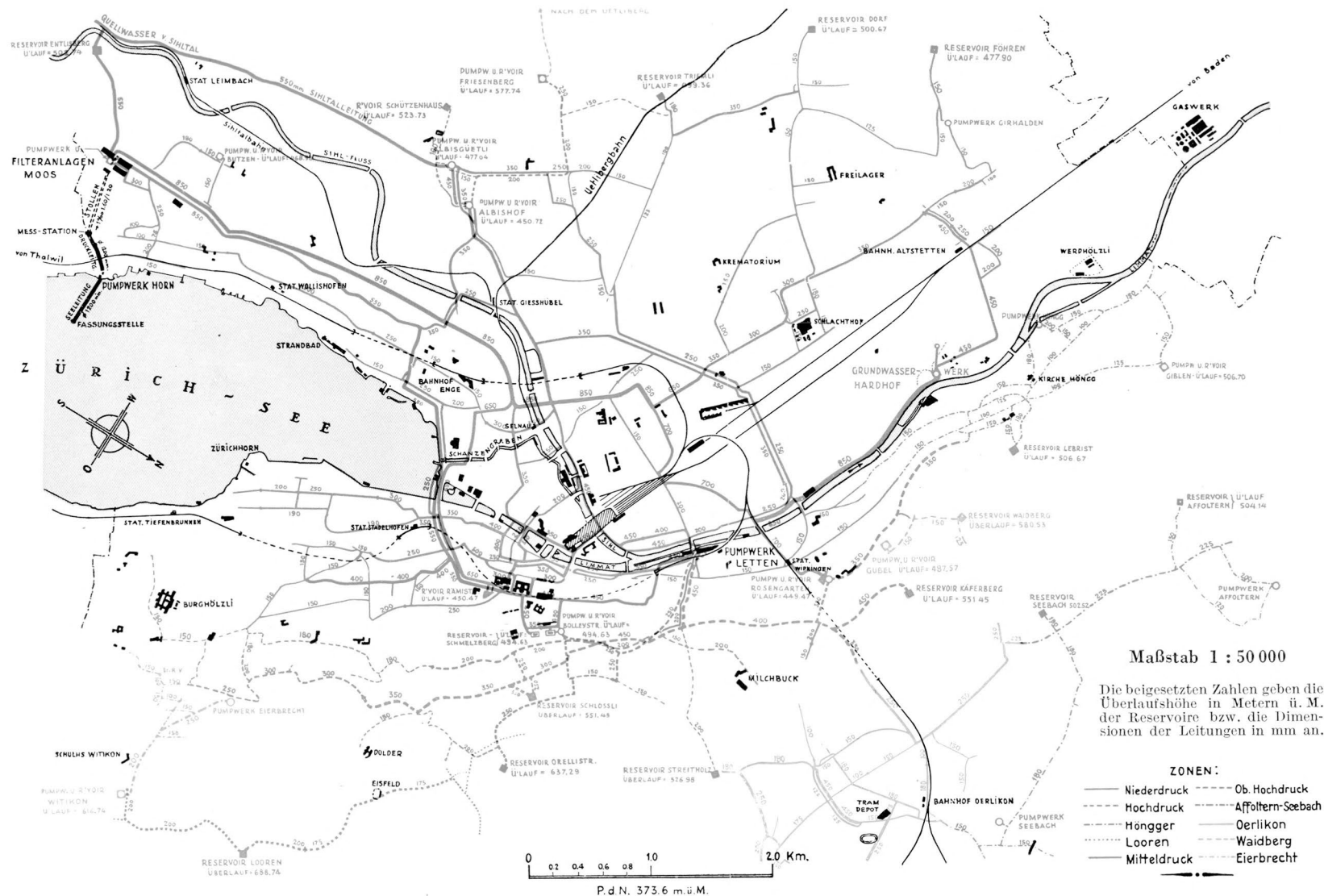


Die Zahlen geben den mittleren Ertrag der Quellen in Minutenlitern bzw. den Durchmesser der Leitungen in Millimetern an

Längenprofil des Seewasserwerks
von der Fassung im See bis zu den
Filteranlagen im Moos

Maßstab
Höhe 1 : 1000
Länge 1 : 5000





Hauptleitungsnetz der Wasserversorgung der Stadt Zürich nach Druckzonen