

sammlung der Schweiz. Naturf. Gesellschaft hin, einen 63 Seiten, eine Lichtdrucktafel und eine Karte umfassenden „Führer durch die naturwissenschaftlichen und medizinischen Anstalten, Institute, Kliniken, Sammlungen und Bibliotheken Zürichs, sowie durch einige naturwissenschaftlich interessante Werke und Einrichtungen der Stadt Zürich“ (Druck und Verlag von Zürcher & Furrer in Zürich) herausgegeben.

Das Neujahrsblatt der Naturforschenden Gesellschaft, 120. Stück, auf das Jahr 1918, wurde von Herrn Prof. Dr. U. Grubenmann verfasst und ist betitelt: Dr. David Friedrich Wiser (1802—1878), Lebensbild eines Züricher Mineralogen. Es zählt 23 Seiten, ein Titelbild und drei Textbilder.

Mit der Buchhandlung Beer & Co. in Zürich, die sowohl Vierteljahrschrift wie die Neujahrsblätter im Kommissionsverlag hat, wurde ein neuer Kommissionsvertrag (17. X. 17) abgeschlossen und es wurden hiebei namentlich die Verkaufspreise der Vierteljahrschriftbände einer Revision unterworfen. Des weitern sah sich die Redaktion gezwungen, dem Vorstande eine leichte Änderung des Satzspiegels der Vierteljahrschrift zu belieben, veranlasst durch die Schwierigkeiten, jederzeit genügend Papier alten Formates, das für unsere Vierteljahrschrift jeweilen besonders fabriziert werden musste, zur Verfügung zu haben. Der Vorstand hat dem Antrage des Redaktors zugestimmt und die Formatänderung gutgeheissen.

Der Redaktor schaut nicht ohne grosse Sorgen der Zukunft entgegen. Die Preise für Papier und Klischees, die Druckpreise usw. drohen ins Ungemessene anzuwachsen, und wenn auch der Quästor und mit ihm der Vorstand wie die Gesellschaft überhaupt diesen Schwierigkeiten, die zu beheben nicht in unserer Macht liegt, zu begegnen suchen durch zeitgemässe Erhöhung der dem Redaktor zur Verfügung zu stellenden Geldmittel, so ist trotzdem mit der grossen Wahrscheinlichkeit zu rechnen, dass Umfang und Ausstattung der Vierteljahrschrift wie des Neujahrsblattes einer Beschränkung zu unterworfen sein werden. Der Redaktor sucht den Zeitpunkt dieser Massnahmen so weit als nur immer möglich hinauszuschieben, indessen ist auch er nur der „Geschobene“ und nicht der „Schiebende“.

Zürich, im Mai 1918.

Hans Schinz.

**Protokoll der Besichtigung des neuen Seewasserwerkes der Stadt Zürich
am 12. Oktober 1918.**

Vorsitzender: Dr. E. Rübel.

Anwesend 65 Personen.

Traktanden:

1. Nach Begrüssung durch den Präsidenten werden als neue Mitglieder aufgenommen:

Herr Gustav Schultz, Kaufmann, Kilchberg b. Z., empfohlen durch Herrn Dr. Rübel.

Herr Paul Karrer, Dr., Prof. Chem. an der Universität, Scherrstrasse 7, Zürich 6, empfohlen durch Herrn Prof. Dr. A. Werner.

Herr Emil Giger, Dr. rer. nat., Prof. an der Höheren Töchterschule, Asylstrasse 17, Zürich 7, empfohlen durch Herrn Dr. Rübel.

Herr Otto Naegeli, Dr. med., Prof. med. an der Universität, Fraumünsterstrasse 7, Zürich 1, empfohlen durch Herrn Dr. Rübel.

Herr Otto Leopold Cramer, Dr. med., Jupiterstr. 14, Zürich 7, empfohlen durch Herrn Dr. Rübel.

Herr Herm. Hirzel, Dr. ing., Chemiker, Winkelwiese 5, Zürich 1, empfohlen durch Herrn Dr. Rübel.

Herr Emil Arnold Ulrich, Seidenfabrikant, Olgastr. 10, Zürich 1, empfohlen durch Herrn Dr. Rübel.

Herr Jakob Aebly, Dr. med., Riedtlistr. 19, Zürich 6, empfohlen durch Herrn Dr. Bretscher.

Herr Gottfried Pfister, Direktor der Allg. Maggi-Ges., Kempptal, empfohlen durch Herrn Dr. Rübel.

Herr Eugen Seiferle, Stud., Villa Forst, Kempptal, empfohlen durch Herrn Dr. Rübel.

Herr Wilhelm Koch, Optiker, Bahnhofstr. 11, Zürich 1, empfohlen durch Herrn Prof. Dr. W. Frei.

2. Besichtigung des Pumpwerkes im „Horn“ und der Filteranlagen im „Moos“ unter Führung von Herrn Rob. Schaltegger, Betriebsassistent der Wasserversorgung Zürich:

Die letzte Erweiterung der Wasserversorgung Zürich ist das neue Seewasserwerk in Wollishofen, welches im Laufe des Kriegsjahres 1914 dem Betriebe übergeben werden konnte.

Die alte Seewasseranlage mit der Fassung beim Seeauslauf in 13 m Tiefe, der Filteranlage im Industriequartier sowie dem Pumpwerk in Letten gestattete keine Erweiterung mehr. Die bisherigen guten Erfahrungen mit Sandfiltern liessen unter verschiedenen Wasserbeschaffungsprojekten der heutigen Ausführung den Vorzug geben.

Die neue Fassung auf der Höhe des Dampfschiffsteges Mönchhof in 380 m Entfernung vom Ufer liegt 30 m unter dem Seeniveau. Der See ist dort ca. 55 m tief. Die Fassungsleitung von 1200 mm Durchm. führt abgestützt in Abständen von je 50 m mit 450 m Länge schräg dem Ufer zu und kommuniziert mit einem Saugschacht. Dieser Schacht ist in der Mitte durch ein Sieb getrennt, um allfällig eintretenden Fischen den weitem Weg zu verhindern. Durch die Schrägführung der Fassungsleitung wollte man dem Einflussgebiet des kanalisierten Hornbaches ausweichen. Die Gemeinde Kilchberg konnte veranlasst werden, das Abwasser der stadtzürcherischen Kanalisation zuzuführen.

Das Pumpwerk im Horn, direkt an der Stadtgrenze, enthält vorläufig drei Maschinenaggregate von 380 PS Motor- und 330 Sekundenliter Pumpenleistung. Das Seewasser wird durch Zentrifugalpumpen aus dem Saugschacht angesogen und durch eine 1200 mm Druckleitung auf die Höhe der Filter im Moos ca. 60 m über das Seeniveau gehoben.

Diese Druckleitung führt auf der Hornhalde zur sogenannten Messtation. Hier ist eine Einrichtung getroffen, welche gestattet, das Wasser zu messen und die Pumpen auf ihre Leistung zu prüfen. Mit natürlichem Gefälle führt das Wasser von hier durch einen 530 m langen Stollen von 2 m Höhe und 1,60 m Breite direkt zur Filteranlage.

Im Moos Wollishofen, parallel zur Albisstrasse, ist die Filteranlage angelegt. Das Seewasser wird hier in zwei Stufen durch natürliches Gefälle filtriert.

Die Vorfilteranlage besteht aus 8 Einheiten von je 150 m² Fläche. Die Filtereinfüllung besteht aus Kies in diversen Korngrössen und hat eine Höhe von ca. 50 cm. Der Boden ist zwecks guter Ableitung des Wassers mit Spezial-

hohlsteinen belegt. Das Rohwasser passiert diese Schichten von oben nach unten, vorerst durch das feine Material. Diese Filter halten etwa 70—80 % des Planktons zurück und entlasten damit die zweite Filterstufe, die Reinfiler. Die Vorfilter müssen öfters gereinigt werden. Hierzu wird das Wasser umgesteuert, sodass es unten eintritt und oben in die Kanalisation ablaufen kann. Während dieser Rückführung wird vermitteltst eines Gebläses in ein an der Filtersohle eingebautes Röhrensystem Luft eingepresst, welche an feinen seitlichen Öffnungen austreten kann. Diese Luft strömt nun vermöge ihres Auftriebes intensiv durch die verschlammte Packung hindurch und spühlt dabei, gemeinsam mit dem aufsteigenden Wasser das niedergelagerte Plankton an die Oberfläche. Diese sehr wirksame Reinigung wird je nach dem Zustande des Rohwassers wöchentlich ein- bis zweimal vorgenommen und dauert für ein einzelnes Filter ca. 15 Minuten. Die Lüftung erfordert ca. 40 PS.

Das vorfiltrierte Wasser verteilt sich nun auf 15 Reinfiler von je 1200 m² wirksame Fläche. Es sind je 5 solcher Filter zu einer Gruppe vereinigt. Diese Filter haben über einem Hohlsteinbelag wieder die verschiedenen Kiesschichten als Stüttschichten einer Sandschicht von ca. 80 cm. Das vorfiltrierte Wasser steht etwa 80 cm über dem Sand und bewegt sich relativ langsam mit max. 3 m in 24 h. von oben nach unten durch diese Packung hindurch. Diesem Filter fällt nun hauptsächlich die Reinigung des Wassers von den Bakterien zu, welcher Vorgang sich zur Hauptsache in der Filterhaut, in der durch das Plankton gebildeten Verfilzung an der Sandoberfläche abspielt. Das reinfiltrierte Wasser fließt in einem Sammelschacht zusammen und wird durch den sogenannten Filterregulator, einem Heberapparat, dem Reservoir zugeleitet. Die Verschlammung der Reinfiler ist eine langsame. Die bisherigen Filterperioden haben eine Dauer von 6—12 Monaten. Die Reinigung dieser Filter erfolgt nach Trockenlegung durch Abschürfen der Filterhaut mit etwa 1—2 cm Sand.

Das Sammelreservoir im Filter Moos fasst 3000 m³ und liegt etwa 10 m über den Niederdruckhochbehältern der Stadt. Das filtrierte Seewasser fließt zur Hauptsache in das Niederdrucknetz. In die Mitteldruckzone muss das Wasser gepumpt werden und ist hierfür eine Pumpanlage im Moos erstellt. Diese besteht aus zwei Pumpenaggregaten mit etwas kleinerer Leistung als denjenigen im Horn. Diese Pumpen saugen das Wasser aus dem Reservoir.

Zur Reinigung des Filtermaterials dient eine Kies- und Sandwaschmaschine, welche in einem besondern Bau untergebracht ist.

Unser heutiges Leitungsnetz umfasst vier Druckzonen, sowie ein von diesen getrenntes Quellwassernetz für ca. 370 öffentliche laufende Brunnen. Das Niederdrucknetz mit den Reservoirs im Albishof und Rämistrasse benötigt ca. 60 % des Gesamtverbrauches, die Mitteldruckzone mit dem Reservoir am Schmelzberg ca. 30 %. Die Hochdruckzone hat den Hochbehälter an der Hinterbergstrasse in 145 m über dem See und die oberste Zone beim alkoholfreien Restaurant auf dem Zürichberg in 225 m über dem See. Letztere beiden Zonen konsumieren ca. 10 % des Gesamtverbrauches. Der heutige Verbrauch ist durchschnittlich 53 000 m³ und im max. bis dahin 73 000 m³. Diese Zahlen entsprechen pro Kopf und Tag 230 bzw. 350 l. Alle vier Druckzonen erhalten ein Gemisch von Quellwasser mit filtriertem Seewasser. Der Quellwasserzufluss aus dem Sihl- und Lorzetal beträgt 27 bis 31 000 m³. Der Mehrverbrauch wird durch Seewasser gedeckt. Die oberen beiden Druckzonen werden vom Pumpwerk im Letten gespiesen, dessen kleinere Zentrifugalpumpeneinheiten das Wasser

aus dem Niederdrucknetz mit 4 Atm. Druck erhalten und letztern auf 16 bezw. auf 25 Atm. steigern.

Die Pumpenmotoren in den Werken Horn und Moos erhalten den Drehstrom von der Transformatorstation Frohalp durch ein Kabel direkt mit 6000 Volt Spannung.

Durch ein 12adriges Telephonkabel vom Letten nach dem Moos mit Abzweigungen nach den Hochbehältern am Zürichberg und nach dem Bureau am Beatenplatz sind die Anlagen des Wasserwerkes telephonisch miteinander verbunden. Durch die gleichen Leistungen werden im Doppelbetrieb die Reservoirstände nach den Registrierapparaten im Moos übermittelt.

Die Seewasseranlage ist heute im halben Ausbau fertig erstellt. Fassungslleitung, Druckleitung, Stollen, Druckleitungen nach der Stadt sowie die Hochbauten sind für den Vollausbau dimensioniert, sodass sich eine künftige Erweiterung nur auf eine Vermehrung von Pumpen- und Filtereinheiten, sowie auf die Vergrösserung der Hochbehälter erstreckt. Die erstellte Anlage ist imstande 54 000 m³ zu leisten, das ergibt mit dem Quellwasser mit 30 000 m³ zusammen 84 000 m³ Gesamtleistung. Im Vollausbau erhöhen sich diese Zahlen auf rund 110 000 + 30 000 = 140 000 m³. Diese Wassermenge würde unter Zugrundelegung der heutigen Verbrauchsziffern für eine Einwohnerzahl von 400 000 genügen. (Autoreferat.)

3. Vortrag des Herrn Dr. Leo Minder:

Zur Hygiene des Zürcher Seewasserwerkes.

Die Stadt Zürich ist schon seit Jahrzehnten zum Teil auf Zürichseewasser als Trinkwasser angewiesen. Die älteste Fassungsstelle lag in der Nähe der Quaibrücke, am Ausflusse der Limmat, eine neuere auf einer Linie, die von der Bahnhofstrassé seewärts führt, in 200 Meter Uferentfernung; die neueste liegt bei Wollishofen.

Die hygienische Bewertung eines Sees als Trinkwasserquelle stützt sich auf:

Die direkte chemische Analyse;

Die Verfolgung der lokalen und temporären Schwankungen im Sauerstoffgehalt (Sauerstoffzehrung);

Das Studium seiner Biozönose, die biologische Analyse;

Die bakteriologische Untersuchung.

Der unterste Zürichsee ist hauptsächlich durch die vielen Untersuchungen im Interesse der Wasserversorgung gut bekannt geworden. Alle Methoden liefern geschlossen das Resultat, dass er als deutlich spürbar verunreinigt gelten muss. Den oberen See kennen wir einigermaßen aus planktologischen Untersuchungen, chemischen Untersuchungen und vor allem durch umfangreiche Bestimmungen des gelösten Sauerstoffs (Kunz, 1908 - 10).

Thienemann hat in neuerer Zeit die Seen in Bezug auf das Verhalten des Sauerstoffs unterschieden in Tanytarsussees (reine Seen) und Chironomussees (verunreinigte Seen, nach dem Zurückdrängen der blutkiesenlosen Tanytarsuslarven durch die blutkientragenden Chironomuslarven in Seen mit zeitweiligem Sauerstoffschwund in der Tiefe). Tanytarsussees haben über das ganze Jahr in allen Tiefen Wasser, das sauerstoffgesättigt oder der Sättigung nahe ist. Bei Chironomussees macht sich besonders über die Zeit der Sommerstagnation eine Sauerstoffzehrung bemerkbar. Die Sauerstoffkurve verläuft dann so, dass sie von der Oberfläche (wo Übersättigung sein kann) rasch abfällt bis auf eine Tiefe von vielleicht 15—20 Metern, um sich dann gegen die Tiefe auf

ungefähr gleicher Höhe zu halten, oder in Fällen hochgradiger Verunreinigung auf Null zu sinken.

Nach den Kunzschens Untersuchungen und auch nach eigenen Bestimmungen ist der untere Zürichsee ein Chironomussee, während der obere See sich etwas dem Tanytarsustypus nähert. Damit stimmt überein das Verhalten der Biozönose seeaufwärts. Schmutzliebende Organismen (die Spaltalge *Oscillatoria rubescens*, Diatomeen etc.) treten zurück, wie überhaupt die Planktonproduktivität seeaufwärts abnimmt.

Seewasser ist Oberflächenwasser und daher auch Verunreinigungen durch Krankheitserreger ausgesetzt. Dieser Satz ist für den wie soeben dargelegt, nicht mehr reinen Zürichsee, doppelt zu unterstreichen. Dass die Krankheitsübermittlung durch Seewasser nicht nur eine in den Lehrbüchern der Hygiene aufgeführte Möglichkeit ist, haben die Zürcher selbst erfahren. Ich erinnere an die Typhusepidemien in den Achtzigerjahren des letzten Jahrhunderts, die mit Sicherheit als Wasserepidemien erkannt wurden. Krankheitserreger stellen hohe Anforderungen an Wachstumstemperatur und Nährsubstrat; sie vermehren sich im Wasser nicht, sondern sterben langsam ab. Daraus ergibt sich, dass die Wahl einer Entnahmestelle im Seebecken durchaus nicht belanglos ist. Sie muss so angelegt werden, dass dort die Infektionsgefahr ein Minimum wird. Die Fassungsstelle des neuen Zürcher Seewasserwerkes liegt in 350 Metern Uferentfernung und 30 Metern Tiefe bei 50 Metern Seetiefe, von nahen Schmutzwassereinflüssen weitgehend geschützt.

Für die Seefassungsstelle lassen sich nun im Verlaufe des „Seejahres“ zwei ziemlich scharf trennbare, hygienisch ganz verschieden zu bewertende Zustände unterscheiden, die wir als Sommerzustand und Winterzustand bezeichnen wollen. Beide stehen primär im Zusammenhang zu Dauer und Intensität der Sonnenstrahlung.

Sommerzustand. Maximale Sonnenscheindauer bei maximaler Intensität. An der Oberfläche des Sees stärkste Absorption der Wärmestrahlen, daher Überlagerung des kälteren (spezifisch schwereren) Tiefenwassers durch Oberflächenwasser. In den obersten Schichten entsteht die Sprungschicht, die durch die Tag- und Nachtschwingungen von Einstrahlung und Ausstrahlung ihr spezifisches Gepräge erhält. Die Temperatur der Zuflüsse schwankt ungefähr im Sinne der Seeoberflächentemperaturen, daher vermischen Flüsse und Bäche ihr Wasser mit dem spezifisch gleichschweren Wasser über und in der Sprungschicht. Die baktericide Wirkung der kurzwelligen Sonnenstrahlen äussert sich gleichzeitig darin, dass der Bakteriengehalt des Seewassers sich sehr niedrig, innerhalb von wenigen Hunderten in cm^3 hält. Auch die Zahl der Colibakterien — das ist besonders wichtig — ist gering, weil die dem See durch Zuflüsse zugeführten Colimengen, wie soeben gezeigt, in den obersten Schichten sich ausbreiten und so, der Lichtwirkung besonders ausgesetzt, rasch abgetötet werden. Charakteristisch ist auch das Verhalten des Sauerstoffgehaltes im Tiefenwasser (Wasser unter der Sprungschicht). Der Sauerstoffgehalt nimmt über die Stagnationszeit kontinuierlich ab, eben weil Belüftung durch sauerstoffreiche Zuflüsse fehlt, das sauerstoffproduzierende Phytoplankton sich in den oberen Schichten entfaltet und dennoch eine ständige Sauerstoffzehrung da ist. Im Sommerzustand ist also die Fassungszone geschützt, die Sprungschicht stellt einen regelrechten Abschluss nach oben dar.

Der Winterzustand kommt dadurch zustande, dass die nächtliche Wärme-

ausstrahlung die tägliche Einstrahlung übersteigt, die Seeoberfläche sich abkühlt und die Sommerteilzirkulation einleitet. Gleichzeitig macht sich zufolge der verminderten Strahlungsquantität eine eminente Bakterienvermehrung in den obersten Wasserschichten geltend. Diese Bakterienmengen werden durch die Strömung in wolkenartigen Schwärmen nach der Tiefe vorgeschoben, so dass dann an der Fassungszone (30 m tief) etwa Mitte November die Keimzahl einen spontanen Sprung auf gewöhnlich viele Tausende macht. Gleichzeitig springt die Sauerstoffkurve in die Höhe und auch die Zahl der Colibakterien nimmt in ähnlichem Verhältnis wie die Keimzahl zu. Damit ist für die Fassungszone der Winterzustand eingeleitet, dadurch charakterisiert, dass wir hohe Keimzahlen, hohe Colizahlen und hohen Sauerstoffgehalt haben; die ganze Wassermasse ist homogen durchmischt. Der Winterzustand ist also hygienisch weit bedenklicher, weil Krankheitserreger länger am Leben bleiben und durch Konvektion auf direkterem Wege der Fassungszone zugewirbelt werden können. Der Winterzustand hält sich ohne bedeutende Aberrationen etwa bis zum Monat Mai und geht dann allmählich in den Sommerzustand über. Recht illustrativ hierzu ist das Auftreten einer Typhusepidemie in Zürich im Jahre 1880. Es herrschte damals Seegefrörne vom 20. Januar bis Mitte Februar (also fast völliger Lichtabschluss!). Unmittelbar nach der Eisschmelze brach die Epidemie aus. Unter Hinzurechnung der Inkubationszeit ergibt sich die bezeichnende Tatsache, dass die Infektion gerade zur Zeit der „Seegefrörne“ erfolgte.

Das Zürichseewasser in 30 Metern Tiefe gefasst, könnte über die Zeit des Sommerzustandes allenfalls ohne Filtration als Trinkwasser verwendet werden, entschieden nicht aber im Winterzustand. Die Gefahren des Winterzustandes lassen sich kompensieren, indem dem Filterbetrieb besondere Aufmerksamkeit geschenkt, z. B. das Reinigen und Einarbeiten der Filter auf den Sommer verlegt wird.

Zürich filtriert das Seewasser durch das System der langsamen Sandfiltration mit Vorfiltration, wobei eine Wassersäule von ca. 1—2 Meter (meist noch weniger) in 24 Stunden den Horizontalschnitt des Filters durchläuft. Die Vorfilter entfernen das Plankton; die Reifilter reduzieren den Bakteriengehalt des vorfiltrierten Wassers, der, wie gesagt, von wenigen Hunderten bis in die Tausende schwankt, mit grosser Gleichmässigkeit auf im Durchschnitt etwa zehn Bakterien im Kubikcentimeter. Um über das sichere Funktionieren der Filterkammern orientiert zu sein, wird das filtrierte Wasser jedes einzelnen Filters einer allwöchentlichen bakteriologischen Kontrolle (Keimzählung) unterworfen.

Über das Wesen der Sandfiltration stehen sich auch heute noch zwei Theorien gegenüber. Die eine erklärt den Filtrationsprozess als einen rein mechanischen Vorgang; die andere will das Sandfilter als einen biologischen Reinigungskörper aufgefasst wissen, wobei dann spezifische Mikroorganismen die Bakterien aufzehren würden. Diese letztere Theorie erhält scheinbar eine Stütze in dem unglaublichen Grössenunterschied eines Bakteriums und einem kleinsten Sandkorn der Filtermasse. Das Verhältnis ist ungefähr wie das einer Maus zu einem Felsblock von der Grösse eines Zimmers. Führt man aber diese Bestimmung konsequent durch, so würde das Sandfilter dann mit einem Blockmeer von vielen Kilometern Mächtigkeit zu vergleichen sein und es wird dann wohl denkbar, dass ein Organismus von der Grösse einer Maus in den Taschen und Klüften des Blockmeeres stecken bleibt. Jedenfalls nehmen wir für die