

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 68 (1950)  
**Heft:** 46

**Artikel:** Die Wasseraufbereitungsanlage der Aktiengesellschaft A. & R. Moos, Weisslingen  
**Autor:** Roshard, Hans  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-58112>

### **Nutzungsbedingungen**

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

### **Conditions d'utilisation**

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

### **Terms of use**

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

**Download PDF:** 15.01.2026

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

# Die Wasseraufbereitungsanlage der Aktiengesellschaft A. & R. Moos, Weisslingen

Von Ing. HANS ROSHARD, Küssnacht bei Zürich

DK 663.63

## 1. Einleitung

Die Beschaffung und Aufbereitung des Brauch- und Fabrikationswassers ist für manche industriellen Betriebe heute zu einer Aufgabe von grosser Bedeutung geworden. Ihre zweckmässige Lösung ermöglicht wesentliche Einsparungen an Betriebskosten; so kann der Verbrauch an Chemikalien und anderen Betriebsmitteln auf ein Mindestmass beschränkt werden. Ferner lassen sich Maschinen und Betriebseinrichtungen aufs beste ausnützen. Schliesslich werden Schäden durch Korrosionen und Beläge verhütet, die zu empfindlichen Störungen des Betriebs und zu Ausfällen in der Produktion führen können. Im Zusammenhang mit der allgemeinen Rationalisierung der Betriebe ist daher auch die Bedeutung der Wasseraufbereitung wesentlich gestiegen. Es ist eine Tatsache, dass heute kaum mehr ein Industriebetrieb mit namhaftem Wasserverbrauch auf sie in der einen oder andern Form verzichten kann. Dabei bestehen aber gerade auf diesem Gebiet noch viele unausgeschöpfte Möglichkeiten. Am Beispiel der kürzlich erstellten Wasseraufbereitungsanlage der A.-G. A. & R. Moos in Weisslingen (Kt. Zürich) soll ein kurzer Einblick in dieses technisch interessante und wirtschaftlich bedeutungsvolle Spezialgebiet vermittelt werden. Erweiterungen und Umstellungen der Fabrikation mit den dadurch gestiegenen Ansprüchen an die Wasserversorgung einerseits, sowie Defekte und technische Unzulänglichkeiten der bestehenden Wasseraufbereitungsanlage andererseits haben die Betriebsleitung dieses Unternehmens bewogen, die Frage der Wasserbeschaffung neu zu studieren. Es stellte sich dabei heraus, dass den heutigen Ansprüchen nur durch Erstellung einer völlig neuen Anlage genügt werden kann.

## 2. Anforderungen des Fabrikationsbetriebs

Die Fabrik braucht grosse Mengen Wasser für die Wäscherei, die Färberei und die Bleicherei. Ferner wird geeignet aufbereitetes Kesselspeisewasser benötigt. Das Brauchwasser für die Textilbetriebe darf weder Eisen noch Mangan enthalten. Ausserdem wird für die Wäscherei und die Färberei eine möglichst geringe Härte verlangt. Härtebildner verursachen vergrösserten Seifenverbrauch und infolge Bildung von Kalkseife Gewebeschädigungen; in der Färberei können sie Flecken auf den Geweben erzeugen. Färbereitechnische Gründe verlangen eine Regulierbarkeit des pH-Wertes oder des Säuregrades des Wassers in einem gewissen Bereich (zwischen etwa 7,2 bis 8).

Die Fabrik verfügt über mit Kohlen geheizte Dampfkessel und mit Heizelementen ausgerüstete Elektrokessel. Für beide Kesselarten sind die Anforderungen an das Speisewasser ungefähr dieselben. In jedem Fall wird ein Wasser gewünscht, das keinen Kesselstein bildet. Die allfällig im Speisewasser noch vorhandene Resthärte soll im Kessel und in den Speisewasservorwärmern als Schlamm anfallen. Dabei ist möglichst geringer Schlammfall erwünscht, d. h. also eine geringe Resthärte. Schliesslich soll das Speisewasser im Kessel, in den Vorwärmern und den Leitungen keine Korrosion bewirken. Hierzu ist ein bestimmter pH-Wert und die Abwesenheit von korrosiv wirkenden Gasen, wie Sauerstoff und Kohlensäure, erforderlich. Der tägliche Wasserverbrauch des Werkes stellt sich auf etwa 400 bis 600 m<sup>3</sup>. Von diesen werden ungefähr 270 bis 300 m<sup>3</sup> als weiches Wasser benötigt.

Um von den durch den Reinigungsbetrieb gegebenen Unterbrüchen der Wasserlieferung unabhängig zu sein, hat man ausreichend bemessene

Behälter notwendig. Die bereits bestehende Reservoiranlage wies einen Inhalt von rd. 160 m<sup>3</sup> auf. Erfahrungsgemäss ist es für einen derartigen Betrieb zweckmässig, über mindestens eine volle Tagesreserve zu verfügen. Die alte Anlage war

Tabelle 1. Ergebnisse der Wasseranalyse

|   |   | Gemeinde-<br>wasser | Grund-<br>wasser |
|---|---|---------------------|------------------|
| Untersuchungstemperatur   | ° C   | 19,2                | 15,6             |
| pH-Wert (Glaselektrode)   |   | 7,7                 | 7,5              |
| pH-Wert (Sollwert für Gleichgewicht nach Karbonathärte bei obiger Temperatur) |   | 7,3                 | 7,2              |
| Elektr. Leitfähigkeit   | cm <sup>-1</sup> Ω <sup>-1</sup> 10 <sup>-6</sup> | 420                 | 535              |
| Freie Kohlensäure   |   |                     |                  |
| (Labor-Messung)   | mg CO <sub>2</sub> /l                             | 5,75                | 14,0             |
| Sollwert für Gleichgewicht nach Calciumcarbonathärte bei obiger Temperatur    | mg CO <sub>2</sub> /l                             | 13,55               | 27,0             |
| Gesamthärte   | frz. H <sup>0</sup>                               | 27,0                | 32,0             |
| Karbonathärte   | frz. H <sup>0</sup>                               | 24,5                | 28,25            |
| Permanente Härte  | frz. H <sup>0</sup>                               | 2,5                 | 3,75             |
| Magnesiumhärte  | frz. H <sup>0</sup>                               | 9,15                | 8,65             |
| Heyerscher Marmorlösungsversuch   | frz. H <sup>0</sup>                               | 24,5                | 28,0             |
| Differenz zur Karbonathärte   | frz. H <sup>0</sup>                               | 0                   | — 0,25           |
| Sulfate   | mg SO <sub>4</sub> ''/l                           | 10,4                | 18,4             |
| Chloride  | mg Cl 'l  | 10,0                | 11,5             |
| Nitrite   | mg N/l  | 0                   | 0                |
| Nitrate   | mg N/l  | 2,5                 | 5,5              |
| Ammoniak  | mg N/l  | 0,02                | 0,02             |
| Folinwert   | mg Aminosäure/l                                   | 0                   | 0                |
| Oxydierbarkeit  | mg KMnO <sub>4</sub> /l                           | 2,5                 | 3,8              |
| Kieselsäure   | mg SiO <sub>2</sub> /l                            | 3,0                 | 4,5              |
| Mangan  | mg Mn/l   | 0                   | 0                |
| Eisen   | mg Fe/l   | 0                   | 0                |
| Eisenlösungsvermögen  | mg Fe/l   | 59                  | 65               |
| Trockenrückstand (105°C)  | mg/l  | 287                 | 368              |
| Glühverlust (600°C)   | mg/l  | 52                  | 65               |
| Sauerstoffgehalt  | mg O <sub>2</sub> /l                              | 9,22                | 9,47             |
| % der Sättigung   |   | 100                 | 95               |
| Sauerstoffzehrung   | mg O <sub>2</sub> /l                              | 0,39                | 0,51             |
| % des Gehaltes  |   | 4,2                 | 5,4              |

Tabelle 2. Berechneter Verbrauch an Regeneriermitteln für Gemeindewasser

| pH-Wert   | 7,0   | 7,2   | 7,4   | 7,6   | 7,8    | 8,0   | 8,2   |
|---|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|
| mg/l Wasser                                       |       |       |       |       |        |       |       |
| Salzsäure 100 %ig                                 | 26,6  | 21,23 | 18,6  | 15,85 | 13,2   | 11,85 | 10,55 |
| Kochsalz  | 93,2  | 101,8 | 106,6 | 110,4 | 114,65 | 116,8 | 118,9 |
| g/l Masse (theoretisch):                          |       |       |       |       |        |       |       |
| Salzsäure 100 %ig                                 | 8,6   | 6,85  | 6,0   | 5,1   | 4,25   | 3,73  | 3,4   |
| Kochsalz  | 30,6  | 32,5  | 34,4  | 35,7  | 37,0   | 37,7  | 38,4  |
| g/l Wofatit KS                                    |       |       |       |       |        |       |       |
| Salzsäure 100 %ig (140 % des theoretischen Werts) | 12,05 | 9,6   | 8,4   | 7,15  | 5,95   | 5,25  | 4,75  |
| Kochsalz (335 % des theoretischen Werts)          | 100,5 | 109,0 | 115,0 | 119,5 | 124,0  | 126,5 | 129,0 |
| g/l Allassion Cp                                  |       |       |       |       |        |       |       |
| Salzsäure 100 %ig (110 % des theoretischen Werts) | 9,45  | 7,55  | 6,6   | 5,6   | 4,7    | 4,1   | 3,75  |
| Kochsalz (335 % des theoretischen Werts)          | 100,5 | 109,0 | 115,0 | 119,5 | 124,0  | 126,5 | 129,0 |

demnach zu knapp. Ausserdem erwiesen sich die Behälter als undicht; man hat einen Wasserverlust von 20 bis 30% des täglichen Verbrauchs festgestellt.

Da aus dem Färbereibetrieb grössere Mengen an Abwässern anfallen, die durch Farbstoffe verunreinigt sind, musste neben der neu zu errichtenden Wasseraufbereitungsanlage eine zweckmässige Abwasserreinigungsanlage erstellt werden; dabei war zu beachten, dass die Färbereiabwässer stossweise anfallen.

### 3. Uebersicht über die zur Verfügung stehenden Rohwässer

Die Textilfabrik A. & R. Moos verfügt über eigenes Grundwasser und bezieht Quellwasser von der Gemeindegewässerversorgung. Wenn diese Wässer nicht ausreichen, kann ausserdem noch Gemeindegewässerversorgung, welches aus dem Tösstal heraufgepumpt wird, bezogen werden. Die verfügbaren Mengen sind beschränkt. Es wurde daher im Projekt vorgesehen, zusätzlich Oberflächenwasser aus einem Weiher zu beziehen, das allerdings vorher noch besonders gereinigt werden muss. Die hierfür nötige offene Schnellfilteranlage 4 mit Pumpe 5 (Bild 1) steht gegenwärtig im Bau. Sie wird im linken Flügel des Maschinenhauses (Bild 3) untergebracht.

Die zur Verwendung gelangenden Wässer wurden von der Eidg. Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz (EAWAG) analysiert. Die wichtigsten Ergebnisse dieser Untersuchung sind in Tabelle 1 zusammengestellt. Sie gaben die Unterlagen für die Projektierung der Reinigungsanlage.

### 4. Auswahl des Verfahrens und grundsätzliche Wirkungsweise der Reinigungsanlage

Auf Grund der Eigenschaften der zur Verfügung stehenden Wässer und der seitens des Betriebes an das aufbereitete Wasser gestellten Forderungen wurde ein kombinierter Reinigungsprozess mit einer Vorententhärtung (Entkarbonisierung) und nachgeschalteten, parallel liegenden Basenaustauschern, bzw. Wasserstoff-Austauschern gewählt. Für das für die Kesselspeisung vorgesehene Wasser wurde ausserdem eine Entgasung und die Möglichkeit eines Phosphatzusatzes vorgesehen. Besondere Einrichtungen für den Entzug von Eisen und Mangan sind nicht erforderlich.

Bestimmend für die Wahl des Reinigungsverfahrens war neben einer genau durchgeführten Betriebskostenrechnung auch der Umstand, dass das Regenerat des Wasserstoff-Austauschers zusätzlich für die Gewinnung von Eisenhydroxyd Verwendung finden konnte, das für die Abwasserreinigung benötigt wird.

Der prinzipielle Aufbau und die Wirkungsweise der Reinigungsanlage sollen zunächst an Hand eines vereinfachten Schemas (Bild 1) kurz beschrieben werden. Das Rohwasser fliesst zunächst in ein Reservoir 21, aus dem der direkte Verbrauch an nicht aufbereitetem Wasser der Fabrik gedeckt wird. Das zu reinigende Wasser gelangt vom Reservoir 21 nach der als Entkarbonisierung wirkenden Vorententhärtung (Gefässe 10 und 11). In dieser wird in bekannter Weise durch Zusatz von Kalkhydrat ein wesentlicher Teil der Karbonathärte ausgefällt, wobei der Salzgehalt des Wassers abnimmt; zugleich wird die freie Kohlensäure abgebunden. Das vorententhärtete Wasser strömt zunächst in ein besonders Reservoir 22a zu. Es besteht die Möglichkeit, dem Betrieb aus diesem Reservoir direkt Wasser zuzuführen.

Im Natrium-Austauscher 15 werden in bekannter Weise die Kalzium- und Magnesium-Ionen der Härtebildner durch Natrium-Ionen ersetzt. Die Härtebildner werden dadurch in im Betrieb unschädliche Salze umgewandelt. Der Säuregrad des Wassers bleibt bei diesem Prozess praktisch unverändert (etwa 8,2).

Im Wasserstoff-Austauscher 14, der dem Natrium-Austauscher parallel ge-

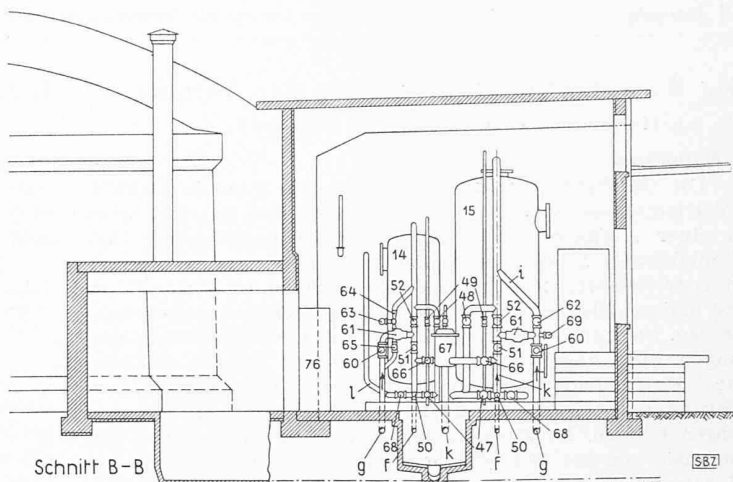


Bild 2. Schnitt B-B durch Schieber- und Maschinenhaus mit Austauscheranlage, Masstab 1:140

schaltet ist, werden in ähnlicher Weise die Kalzium-, Magnesium- und Natrium-Ionen gegen Wasserstoff abgetauscht, wodurch den entsprechenden Salzungen äquivalente Mengen an Säuren entstehen. Die Reaktion des Wassers wird dadurch gegen das saure Gebiet hin verschoben, d. h. der pH-Wert fällt; er liegt nach der Reinigung bei etwa 7. Da sich beim erwähnten Austauschprozess die Karbonate in Kohlensäure umwandeln, die in der nachfolgenden Entgasung ausgeschieden wird, so nimmt im Wasserstoff-Austauscher der Gehalt an gelösten Stoffen mittelbar ab, es tritt also eine Entsalzung ein.

Durch Mischung der beiden Wässer ist es nun leicht möglich, jeden beliebigen Reaktionsgrad innerhalb des durch die pH-Werte der beiden Komponenten gegebenen Bereiches von 7 bis 8,2 zu erhalten. Aus Bild 4 erkennt man die Veränderung des Salzgehaltes im Verlauf des Reinigungsprozesses, während die Abhängigkeit des erzielten pH-Wertes vom jeweiligen Mischungsverhältnis aus Bild 5 ersichtlich ist.

Für die Speisung der Kessel und des geschlossenen Heisswassernetzes wird, wie bereits erwähnt, zur Vermeidung von Korrosionen ein von Sauerstoff und Kohlensäure weitgehend freies Wasser verlangt. Zur Entgasung des Kesselspeisewas-

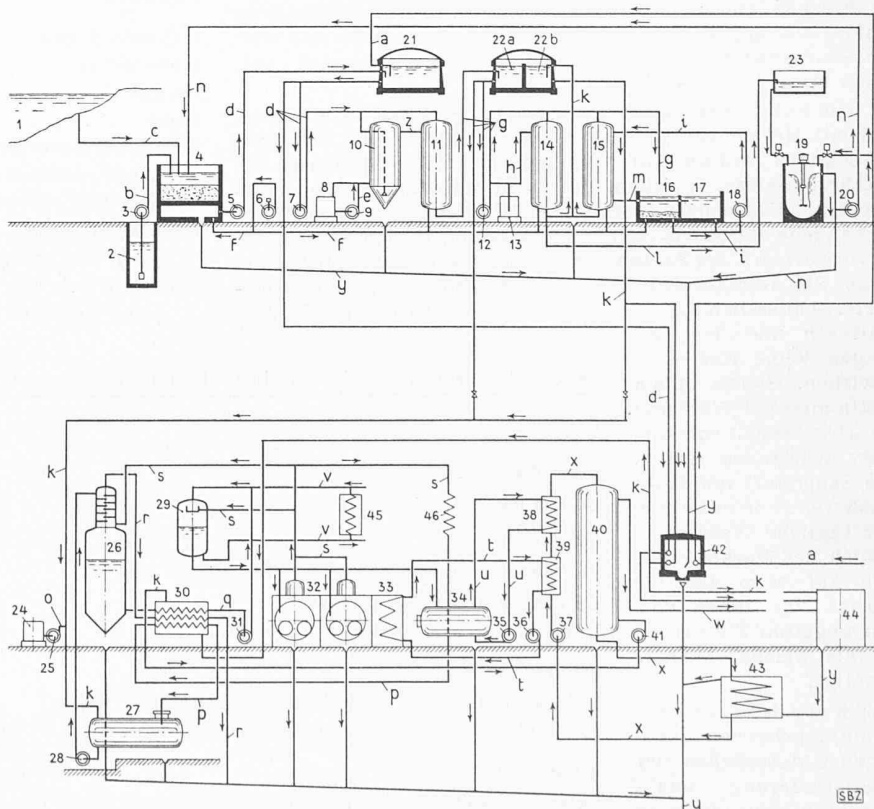


Bild 1. Prinzipschema der Wasser-Reinigungsanlage

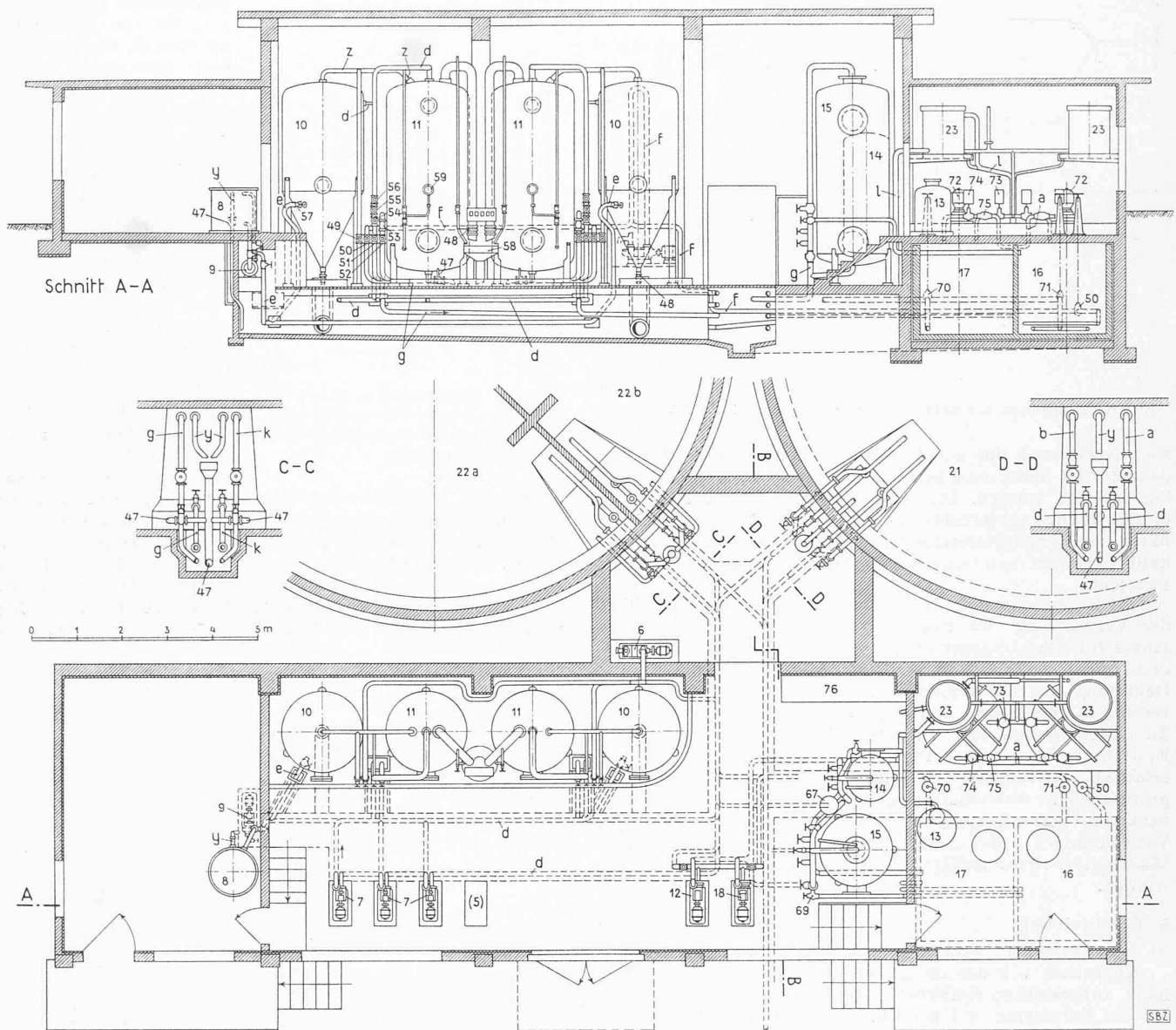


Bild 3. Die Wasser-Aufbereitungsanlage der A.-G. A. &amp; R. Moos in Weisslingen, Kt. Zürich, Masstab 1:140

## Legende zu den Bildern 1, 2 und 3

- |   |                                      |   |
|---|--------------------------------------|---|
| 1 Theilinger Weiher   | 32 Flammrohrkessel                   | 68 Rückgewinnungsventil                       |
| 2 Grundwasser-Schacht   | 33 Ekonomiser                        | 69 Füllventil zu 16                           |
| 3 Grundwasser-Pumpe   | 34 Elektrokessel                     | 70 Salzregeneratorschieber                    |
| 4 Offene Schnellfilter  | 35 Kesselwasser-Umwälzpumpe          | 71 Salzlösungsschieber                        |
| 5 Rohwasser-Pumpe   | 36 Ekowasser-Umwälzpumpe             | 72 Vertikalmotor des Doppelrührwerkes zu 19   |
| 6 Wasserring-Pumpe  | 37 Umwälzpumpe zu 40                 | 73 Motorventile zu 1                          |
| 7 Rohwasser-Pumpen für Vorenthärtung                                | 38 Kesselwasser-Umformer             | 74 Motorventile zu a                          |
| 8 Kalkmilch-Aufbereiter   | 39 Ekowasser-Umformer                | 75 Wassermesser zu a                          |
| 9 Kalkmilch-Pumpe   | 40 Warmwasser-Schichtspeicher        | 76 Schaltschrank                              |
| 10 Kalk-Sättiger  | 41 Warmwasser-Pumpe                  |   |
| 11 Druck-Schnellfilter  | 42 Rohrleitungskanal                 | a Gemeindewasser                              |
| 12 Weichwasser-Pumpe  | 43 Flottenabwärme-Rückgewinnung      | b Grundwasser                                 |
| 13 Säure-Lösegefäß  | 44 Flotte und weitere Verbraucher    | c Weiherwasser                                |
| 14 Wasserstoff-Austauscher  | 45 Heisswasserverbraucher            | d Rohwasser                                   |
| 15 Natrium-Austauscher  | 46 Dampfverbraucher                  | e Kalkmilch                                   |
| 16 Salzlöse-Behälter  | 47 Entleerung                        | f Druckluft                                   |
| 17 Rückgewinnungs-Behälter für Salzlösung                           | 48 Abschlammung                      | g entkarbonisiertes od. vorenthärtetes Wasser |
| 18 Salzlöse-Pumpe   | 49 Entlüftung                        | h Säurelösung                                 |
| 19 Wirbler  | 50 Druckluftventil                   | i Salzlösung                                  |
| 20 Eisenhydroxyd-Pumpe  | 51 Rückspülventil                    | k Weichwasser                                 |
| 21 Rohwasser-Reservoir, Inhalt 500 m <sup>3</sup>                   | 52 Absperrventil für g               | l Säureregenerat                              |
| 22 a Reservoir für vorenthärtetes Wasser, Inhalt 250 m <sup>3</sup> | 53 Wassermesser für g                | m Salzregenerat                               |
| 22 b Weichwasser-Reservoir, Inhalt 250 m <sup>3</sup>               | 54 Anregerventil                     | n Eisenhydroxydlösung                         |
| 23 Säure-Auffang-Gefässe  | 55 Rohwasserventil                   | o Trinatriumphosphatlösung                    |
| 24 Trinatriumphosphat-Lösebehälter                                  | 56 Regulierventil                    | p Kondensat                                   |
| 25 Trinatriumphosphat-Dosierpumpe                                   | 57 Kalkmilchschieber                 | q entgastes Speisewasser                      |
| 26 Speisewasser-Reservoir mit Kaskaden-Entgaser                     | 58 Kontrollstand                     | r Brühdampf-Gasgemisch                        |
| 27 Kondenswasser-Reservoir  | 59 Manometer für Filterverschmutzung | s Dampf, 3,7 atü                              |
| 28 Kondensat-Pumpe  | 60 Kontaktwassermesser               | t Ekonomiserumlauf                            |
| 29 Kaskaden-Umformer  | 61 Wassermesser mit Momentananzeige  | u Kesselwasserumlauf                          |
| 30 Wärmeaustauscher   | 62 Salzventil                        | v Heisswassernetz                             |
| 31 Speisepumpe  | 63 Säureventil                       | w warmes Brauchwasser                         |
|   | 64 Wasserstrahlpumpe                 | x Warmwasser-Umlauf                           |
|   | 65 Treibwasserventil zu 64           | y Abwasser, Ablauf, Ueberlauf                 |
|   | 66 Weichwasserventil                 | z Kalkwasser                                  |
|   | 67 Mischgefäß                        |   |



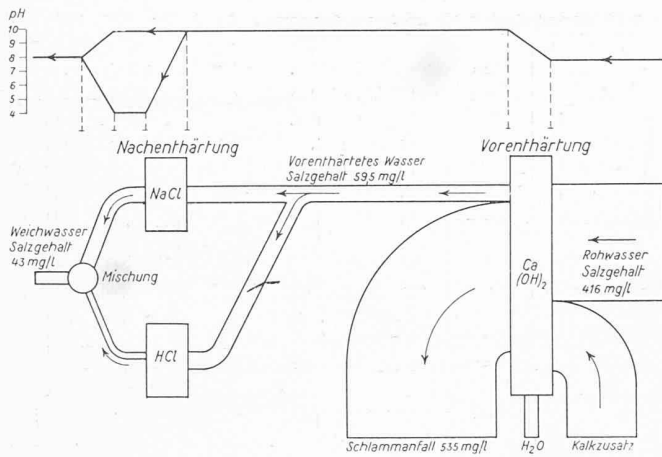


Bild 4. Diagramm des Salzgehaltes und Verlauf des pH-Wertes

sers, sowie auch des aus dem Betrieb zurückfliessenden Kondensates ist daher eine besondere thermische Entgasungsanlage erstellt worden. Die restlose Beseitigung der auch bei diesem Reinigungsverfahren noch verbleibenden geringen Resthärte des Kesselspeisewassers sowie die Regelung seiner Alkalität erreicht man ferner durch einen Zusatz von Trinatrium-Phosphat.

Es ist bereits angedeutet worden, dass die Möglichkeit der Verwendung des Regenerates des Wasserstoff-Austauschers für die Abwasserreinigung den Gedanken nahelegte, diese Reinigung mit der Wasseraufbereitung in Verbindung zu bringen. Zu diesem Zweck sind besondere Einrichtungen erstellt worden, die erlauben, das für den Flockungsprozess bei der Abwasserreinigung benötigte Eisenhydroxyd unter Verwendung des Regenerates des Wasserstoff-Austauschers zu gewinnen.

## 5. Beschreibung

### a) Gesamtdisposition

Abgesehen von den im Kesselhaus aufgestellten Einrichtungen für die Entgasung und den Phosphatzusatz wurde die gesamte Wasseraufbereitung in einem Neubau untergebracht, der mit den ebenfalls neu erstellten Behältern in zweckmässiger Weise verbunden werden konnte. Bild 3 zeigt den Gesamtplan der Anlage. Obwohl es sich bei diesem Gebäude um einen reinen Zweckbau handelte, konnte doch eine architektonisch befriedigende Lösung, insbesondere für die Vorderfront gefunden werden (Bild 8).

### b) Die neue Reservoiranlage, Bilder 6 und 7

Im Hinblick auf einen später möglicherweise grösseren Wasserbedarf, sowie zum Erzielen einer möglichst hohen Betriebssicherheit und schliesslich auch mit Rücksicht auf die mit zunehmender Reservoirgrösse günstiger werdenden Baukosten pro m<sup>3</sup> gespeicherten Wassers wurde die Reservoiranlage für den Bedarf von zwei Tagen dimensioniert. Demnach sind zwei Behälter mit einem Speicherinhalt von je 500 m<sup>3</sup> erstellt worden und zwar in der heute üblichen Form als Zylinderbehälter mit Kuppelabdeckung in

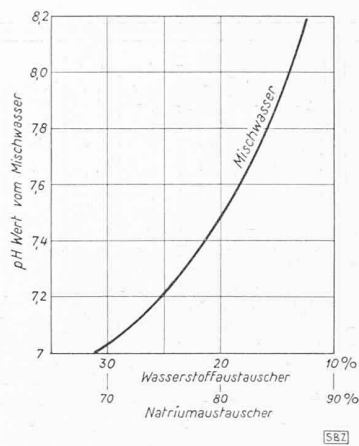


Bild 5. Zusammenhang zwischen pH-Wert und Mischungsverhältnis der Wässer aus Wasserstoff- und Natriumaustauscher

durch eine Zwischenwand in zwei Teile geteilt. Den Berechnungen dieser Wand wurde ein minimaler Inhalt in der einen und ein maximaler Inhalt in der andern Hälfte zugrunde gelegt. Die Zwischenwand wurde durch drei Rippen in vier Felder aufgeteilt, wodurch die Platte gleich stark wie die Reservoirwand gehalten werden konnte. Die 20 cm starken Rippen, die am Boden eine Breite von 1,4 m erreichen, über-

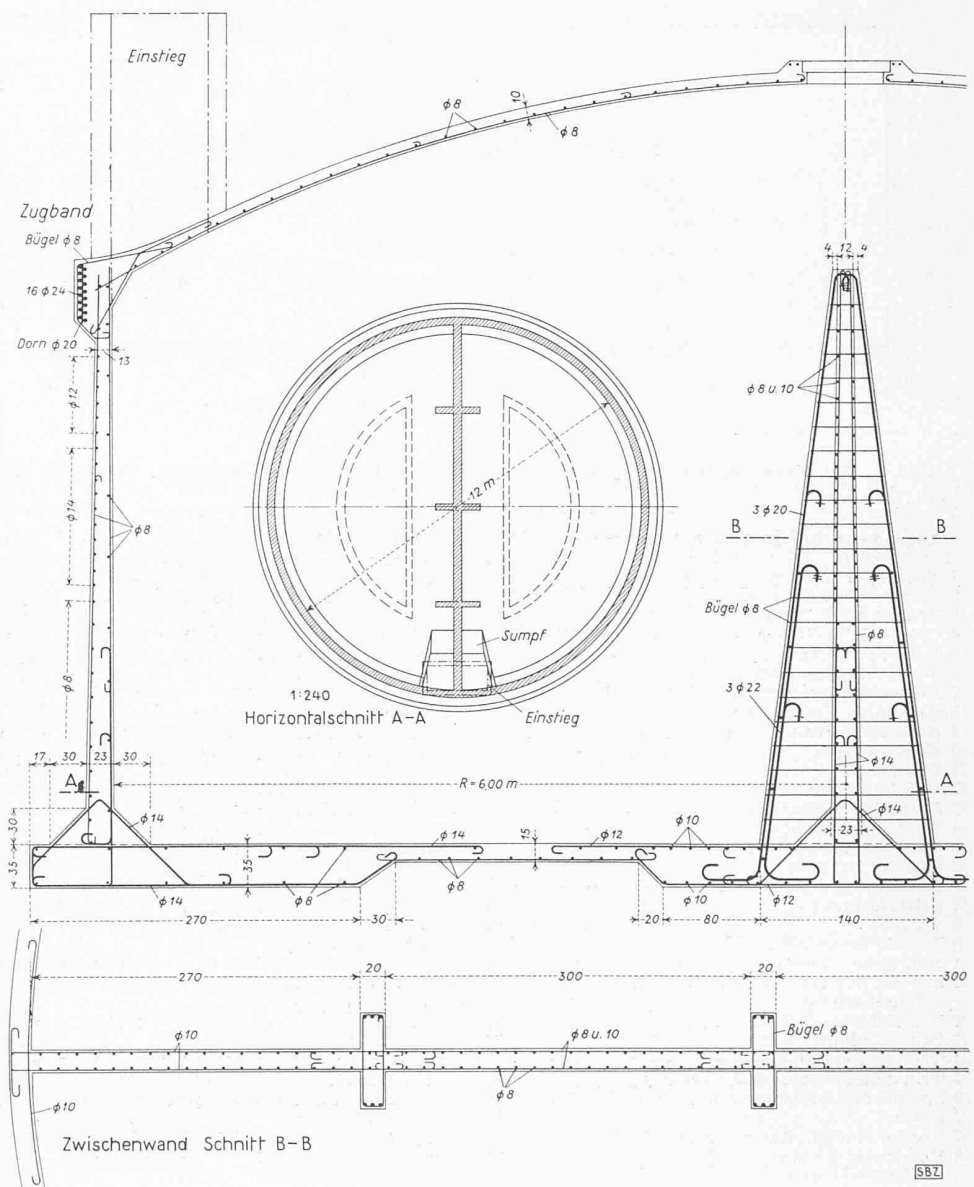


Bild 6. Das Wasserreservoir 22, Vertikalschnitt Masstab 1:60; Gesamt-Horizontalschnitt 1:240

Eisenbeton. Die Schalungen für die Wände und die Kuppel konnten zweimal verwendet werden, was niedrige Erstellungskosten ergab. Die Wassertiefe beträgt 4,5 m, der Durchmesser 12 m. Der Kuppelschub wird durch einen stark armierten Zugring aufgenommen. Ein 2,7 m breiter Fundamentring gewährleistet die Einspannung der Behälterwand im Boden, während der übrige Bodenteil dünn gehalten und nur schwach mit Stahldraht armiert ist.

Das eine Reservoir ist zur Aufnahme des Rohwassers, das andere für die aufbereiteten Wässer bestimmt und deshalb

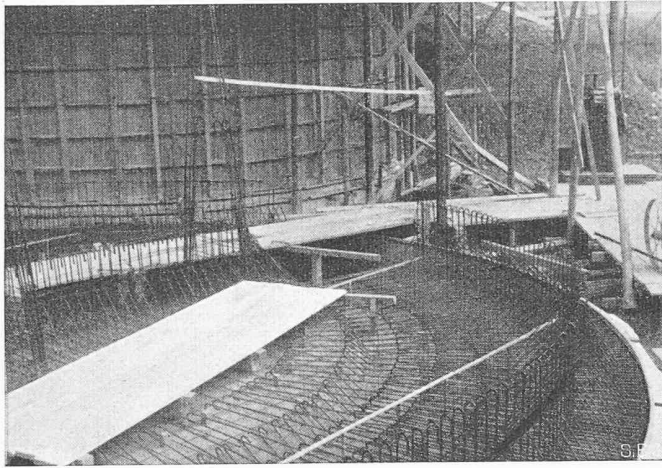


Bild 7. Bau des Wasserreservoirs mit innerer Scheidewand

tragen den Horizontalschub auf einen 3 m breiten Fundamentstreifen. Bild 6 zeigt die Konstruktion der Behälter, Bild 7 ein interessantes Baustadium.

Die Wände und der Boden sind in P 300 mit 1% Plastimentzusatz, der Zugring und die Kuppel in P 350 betoniert. Alle benetzten Innenflächen sind mit einem abgeglätteten Sika-Verputz versehen. Ausserdem wurde auf diesen Verputz im Reinwasserreservoir noch ein Anstrich von Purigo 5 und Conservado 2f aufgebracht als Schutz gegen die Zementgefährlichkeit des hier gespeicherten Weichwassers. Um Temperatureinflüsse von aussen auszuschalten, sind die Behälter rd. 1 m mit Erde überdeckt.

#### c) Schieber- und Maschinenhaus, Bilder 2 und 3

Zwischen den beiden Behältern liegt das Schieberhaus (Bild 3). Es ist niedrig gehalten und 3 m hoch mit Erde überschüttet. Das davorliegende Maschinenhaus, in dem die Pumpen und die Reinigungsanlage untergebracht sind, gliedert sich in einen hohen Hauptbau und zwei niedrige Seitenflügel. Die ganze 6 m hohe Rückwand des Maschinenhauses hat den Erddruck der Reservoirüberdachung aufzunehmen. Sie ist in Eisenbeton als eine mit Rippen versteifte Platte konstruiert. Der Abstand zwischen Wand und Reservoir beträgt an der engsten Stelle 1,1 m. Der Erddruck wurde hier nach der Methode des Wanddruckes in Silozellen in Rechnung gestellt. Die Rippen sind zugleich die Stiele von einhüftigen Rahmenbindern, die vorne auf einer Stütze aufliegen und hinten den

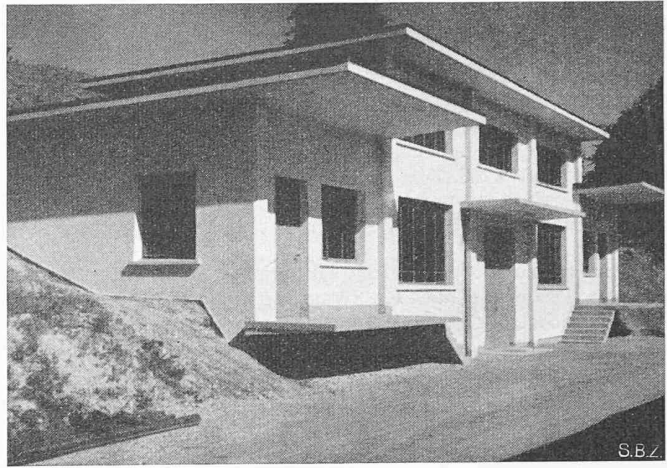


Bild 8. Maschinenhaus, Aussenansicht

Horizontalschub auf die armierte Bodenplatte übertragen (Bild 2). Die Anordnung der Binder ergab sich aus der Gebäudeform: Die zwei äusseren Binder fallen mit den seitlichen Trennwänden zwischen Hauptgebäude und Seitenflügel zusammen, die zwei inneren befinden sich im Hauptgebäude (Bild 3). Die Stützen ragen über die Vorderfront vor, wie aus Bild 8 deutlich ersichtlich ist. An den Riegeln im Hauptgebäude sind Kranhaken für je 5 t angebracht, die den Einbau der Apparate erleichtern. Die Seitenwände des Maschinenhauses, die ebenfalls teilweise Erddruck erhalten, sind in Sichtbeton ausgeführt. Das selbe gilt für die Stützen in der Vorderfassade, die Dachuntersichten und die Rampen. Die flache Decke ist mit einem Kiesklebedach abgedichtet. Die Innenwände und die Decke sind zur Isolation mit 3 cm dicken Korkplatten belegt.

#### d) Vorenthärtung

Die Vorenthärtungsanlage wurde mit Rücksicht auf die betrieblichen Vorteile in zwei parallelen, völlig getrennt arbeitenden Einheiten mit einer Leistung von je 12,5 m<sup>3</sup>/h gebaut. Jede der beiden Einheiten besteht im wesentlichen aus einem Kalkmilchaufbereiter 8, einem Kalksättiger 10 und einem Filter 11, sowie den Rohwasser-Pumpen 5 und 7, der Kalkmilchpumpe 9 und den Verbindungsleitungen. Im Kalkmilchaufbereiter wird zunächst der in Form von Kalziumhydrat zugegebene Kalk mit Wasser zu Kalkmilch verarbeitet, wobei die Kalkmilchpumpe die nötige Rührwirkung durch Umwälzung des Mischgutes herbeiführt. Diese Pumpe hat ferner die Aufgabe, die fertige Kalkmilch in den Kalksättiger 10 zu befördern.

Von der gesamthaft zuströmenden Rohwassermenge leitet man einen Teil durch die im Kalksättiger 10 eingelagerte Kalkmilch hindurch, der dann als gesättigtes Kalkwasser austritt und sich mit dem übrigen Wasser im Filter 11 vereinigt. Bei der hier stattfindenden innigen Mischung dieser beiden Teilströme fallen die Karbonathärtebildner als unlöslicher Schlamm aus und werden vom Filtersand zurückgehalten. Die Reaktion wird durch die Beimischung von bereits ausgeschiedenem Schlamm und durch die Berührung mit den auf dem Filtersand befindlichen Rückständen be-

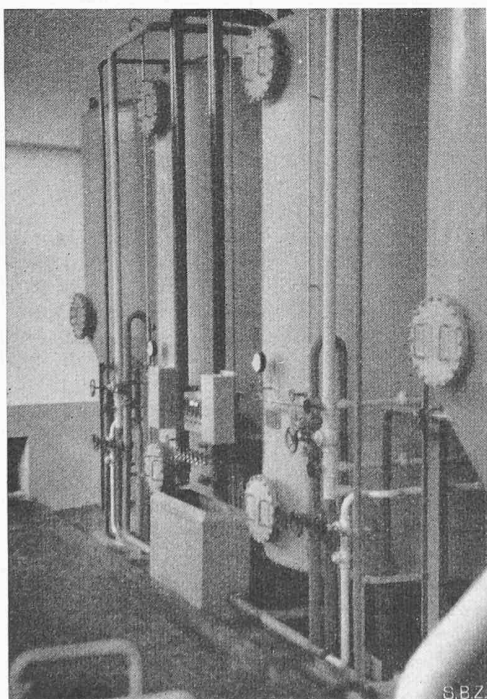


Bild 9. Vorenthärtungsanlage

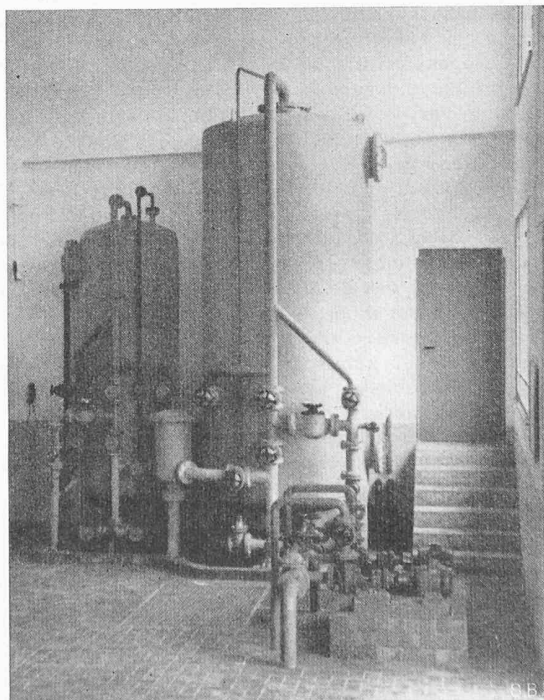


Bild 10. Austauscher für die Nachenthärtung



schleunigt. Das aus den Filtern austretende, vollkommen klare Wasser wird dem Reservoir 22a für vorenthärtetes Wasser zugeleitet.

Von Zeit zu Zeit muss der im Filter sich sammelnde Karbonatschlamm ausgespült werden. Man erreicht dies durch Rückspülen der Filter mit Rohwasser, wobei die Reinigungswirkung durch gleichzeitigen Zusatz von ölfreier Luft erheblich verstärkt wird. Die hierzu notwendige Druckluft liefert die Wasserringluftpumpe 6. Die Luft dringt durch Düsen, die im untern Teil des Filters angeordnet sind, in die Filtermasse ein.

Die ganze Vorenthärtungsanlage arbeitet unter Druck. Für die Dosierung des Kalkwassers genügt daher ein einfaches Drosselorgan 56. Der Platzbedarf dieser Anlage ist sehr gering, da bei ihr das bei andern Wasserreinigungsanlagen nötige Reaktionsgefäss wegfällt. Ausserdem sind weder Aufbauten noch Treppen erforderlich. Dadurch wird auch die Bedienung äusserst einfach und kann von einem einzigen Punkt (Kontrollstand) aus erfolgen.

#### e) Austauscher- und Regenerier-Anlage

Eine Pumpe 12 fördert das vorenthärtete Wasser den Austauschern 14 und 15 zu, wo es in der bereits oben beschriebenen Weise umgewandelt wird. Nach dem Durchtritt einer bestimmten Wassermenge, die von der Grösse der Austauscher und der Konzentration des Wassers an auszutauschenden Salzen abhängt, ist die Aktionsfähigkeit der Filtermassen erschöpft. Um sie wieder erneut verwendungsfähig zu machen, müssen sie regeneriert werden.

Die Masse des Natrium-Austauschers 15 wird mit einer Lösung von denaturiertem Kochsalz regeneriert, das man während einer bestimmten Zeit auf die Masse einwirken lässt. Um den Salzverbrauch möglichst zu verringern, wird das «Compoundverfahren» angewendet, d. h. die Regeneration wird in zwei Phasen durchgeführt: In der ersten Phase füllt man den von Wasser entleerten Austauscher mit bereits gebrauchter Salzlösung, lässt sie etwa 20 Minuten auf die Masse einwirken, entleert dann den Austauscher, wobei die Lösung durch den Ablauf wefliesst, füllt darauf frisch angefertigte Lösung aus dem Behälter 16 ein, die nach ebenfalls etwa 20 Minuten Reaktionszeit in den Sammelbehälter 17 abgelassen wird und dort für den nächstfolgenden Regenerationsprozess aufgespeichert bleibt. Für das Einfüllen der Salzlösungen verwendet man die sonst für die Förderung des vorenthärteten Wassers verwendeten Pumpen 11 und 18. Das Compoundverfahren ergibt gegenüber einmaliger Regenerierung eine Verringerung des Salzverbrauchs um etwa 40%. Die Mehrkosten der zusätzlichen Einrichtungen lassen sich hierdurch in wenigen Jahren amortisieren.

Die Regeneration der Masse des Wasserstoff-Austauschers erfolgt mit einer verdünnten Salzsäurelösung, die aus handelsüblicher Salzsäure in einem besonderen Mischgefäss 13 hergestellt wird. Eine Compoundregenerierung ist hier nicht angewendet worden, da das anfallende Regenerat, wie erwähnt, für die Abwasserreinigung verwendet werden kann.

Zur Bestimmung der Wassermengen, die einerseits durch den Natrium-Austauscher 15 und andererseits durch den Wasserstoff-Austauscher 14 strömen, dienen direkt anzeigende Durchflussmessinstrumente 61. Ferner sind bei jedem Austauscher Kontaktwassermesser 60 vorhanden, die nach dem Durchfluss einer einstellbaren Wassermenge jeweils ein optisches und akustisches Signal auslösen, was dem Wärter anzeigt, dass die Anlage regeneriert werden muss.

Die aus den beiden Austauschern austretenden Wassermengen werden in einem Mischgefäss 67 gemischt. Der gewünschte pH-Wert der Mischung kann durch passendes Einstellen des Verhältnisses der Durchsatzmengen durch die beiden Austauscher gemäss der Kurve Bild 5 erreicht werden. Die Zeit zwischen zwei Regenerationen hängt unter sonst gleichen Verhältnissen von der Durchsatzmenge ab; normalerweise beträgt sie etwa eine Woche.

#### f) Wirbler-Anlage und Abwasserreinigung

Wie bereits erwähnt, wurde für die Reinigung der aus der Färberei anfallenden Abwässer zum Verfahren der Flockung gegriffen. Die hierzu notwendige Aufbereitung von Eisenhydroxyd erfolgt örtlich unmittelbar neben der Wasserreinigung und wird mit dieser gemeinsam bedient. Das Flockungsmittel erzeugt man in den Wirblern 19 und mischt es dann dem Abwasser bei. Die ausgefällten Bestandteile setzen sich

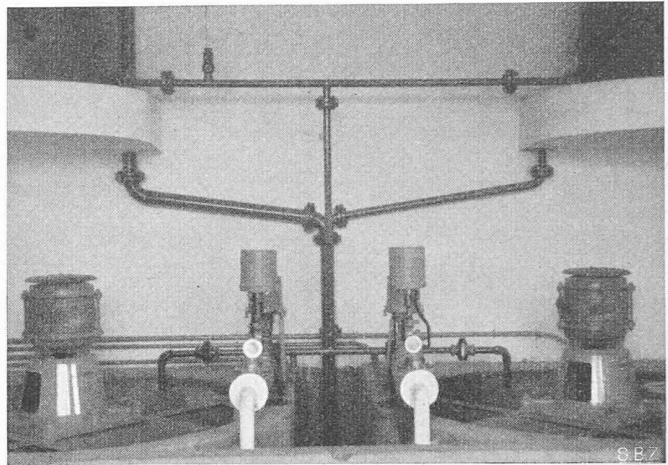


Bild 11. Wirbleranlage

in einer besonderen Kläranlage ab. Normalerweise steht nur ein Wirbler kleiner Leistung im Betrieb, während der zweite, wesentlich grössere nur in Stosszeiten einzugreifen hat.

Die Wirbler werden mit Rohwasser gespeist, das einen Zusatz von Eisen (Gusspänen) erhält. Der Doppelpropeller bewirkt ein Einsaugen von Luft und ein inniges Durchmischen von Wasser, Luft und Gusspänen, wodurch sich Eisenhydroxyd bildet. Um die Reaktion zu beschleunigen, wird die vom Wasserstoff-Austauscher anfallende Abfallsäure zugesetzt. Wie im Prinzipschema (Bild 1) angedeutet ist, soll diese Eisenhydroxydlösung auch noch für die im Bau befindliche Weiherwasser-Filteranlage verwendet werden.

Die Wirbler können entweder von Hand oder durch Schaltern betätigt werden. Die ganze Anlage lässt sich auch durch Fernsteuerung von der zentralen Kläranlage aus bedienen. Die einzelnen Wirbler arbeiten im übrigen automatisch, indem gleichzeitig mit dem Anlassen auch die Rohwasserzuleitung und der Zufluss von Abfallsäure aus den Vorratsgefässen geöffnet werden. Auf Bild 11 erkennt man links und rechts unten die Wirblergefässe, darüber die Rührwerkmotoren 72 und in der Mitte die Motorventile für die automatische Steuerung der Zuleitung von Rohwasser und Abfallsäure; oben an der Wand sind die Behälter für Abfallsäure noch teilweise sichtbar.

#### g) Entgaser-Anlage

Aus verschiedenen Gründen ist die Entgaser-Anlage für das Kesselspeisewasser nicht im neuen Gebäude der Wasserreinigung, sondern im Kesselhaus selber aufgestellt worden. Die Schaltung geht aus Bild 1 hervor. Das aus der Fabrik zurückfliessende Kondensat sammelt sich nach erfolgter Abkühlung im Wärme-Austauscher 30 im Reservoir 27, von dem aus die Pumpe 28 das Wasser in den Kaskadenentgaser fördert, der über dem Speisewasserbehälter 26 angeordnet ist. Ausserdem wird dem Behälter 27 so weit nötig Weichwasser aus dem Reservoir 22b zugesetzt. Eine Rheodifferentialsteuerung regelt die Fördermenge der Pumpe 28 derart, dass das Niveau im Behälter 26 konstant bleibt.

Die Entgasung kommt durch Aufheizen des Wassers mittels Dampf zustande, der unten in die Kaskade eingeführt wird. Der Dampf wird dem allgemeinen Netz entnommen, in dem ein Druck von 3,7 atü herrscht, und in einem automatischen Reduzierventil auf den Kaskadendruck entspannt, der einer Speisewassertemperatur von 105° C entspricht. Die mit Wasserdampf gesättigten Gase ziehen oben ab, und treten nach Abkühlung im Wärme-Austauscher 30 ins Freie aus.

Das sich im Speisewasserreservoir sammelnde, gasfreie Wasser ist vor der Berührung mit der Atmosphäre durch ein unter leichtem Ueberdruck stehendes Dampfpolster geschützt. Das Trinatriumphosphat führt man im Kondenswasser-Reservoir zu. Die einsetzende Reaktion mit den noch vorhandenen restlichen Härtebildnern erfolgt also in diesem Reservoir, so dass die anschliessenden Speiseleitungen und der Speisewasservorwärmer 29 vor der Bildung von Belägen aus Reaktionsprodukten geschützt sind.

#### 6. Betriebsergebnisse

Die Anlage steht seit dem 1. Mai 1949 im Betrieb. Die an ihr erzielten Reinigungswirkungen entsprechen den Erwar-

tungen. Dabei ermöglicht die vorhandene Mengenregulierung, den pH-Wert des Weichwassers (Mischwasser) in sehr engen Grenzen konstant zu halten.

### 7. Schlussbemerkung

Das hier beschriebene Beispiel einer industriellen Wassereinigungsanlage zeigt, dass die Frage der Wasseraufbereitung in jedem einzelnen Fall ein sorgfältiges Studium der jeweils vorliegenden Verhältnisse und Bedingungen erfordert und eine wirklich zweckmässige Lösung nur durch individuelle Anpassung und verständnisvolle Zusammenarbeit gefunden werden kann. Dies gilt insbesondere auch im Hinblick auf die rechtzeitige Berücksichtigung späterer Bedürfnisse und allfälliger Erweiterungen.

Die Planung und Berechnung der Eisenbetonarbeiten besorgte Ing. *Walter Schmidt*, Lenzburg. Die architektonische Bearbeitung der Maschinenhausfassade lag in den Händen von Arch. *H. E. Huber*, Zürich. Es sei auch an dieser Stelle der Leitung der Aktiengesellschaft A. & R. Moos für die in grosszügiger Weise erteilte Erlaubnis zur Veröffentlichung des vorliegenden Aufsatzes der vom Verfasser projektierten und ausgeführten Anlage bestens gedankt.

## Zur Frage des Exportes elektrischer Energie

DK 332.6 : 621.311 (494)

Im vergangenen Sommer konnte die Ausfuhr elektrischer Energie wieder in grösserem Umfange aufgenommen werden. Während im Mai, Juni und Juli 1949 insgesamt 214 Mio kWh ausgeführt wurden, waren es in den gleichen Monaten des Jahres 1950 370 Mio kWh. Der Stromexport konnte dank günstiger Verhältnisse in der Wasserführung bis Mitte September 1950 auf einem hohen Stand gehalten werden. So sind z. B. am 13. September von den in unserem Lande erzeugten 34,3 Mio kWh nur 27,7 Mio kWh im Inland verbraucht worden, während 6,6 Mio kWh oder rd. 19 % ins Ausland gingen.

Da weite Kreise noch unter dem Eindruck des Energiemangels standen, führte der erneute Aufbau des Exportes zu einer öffentlichen Diskussion, sodass eine sachliche Klarstellung der Verhältnisse geboten erscheint.

Bild 1 gibt einen Ueberblick über die Entwicklung der Stromausfuhr und ihre prozentuale Bedeutung bezogen auf die pro Jahr insgesamt verfügbare, das heisst in Wasser- und Wärmekraftwerken unseres Landes erzeugte und vom Ausland eingeführte elektrische Energie während der Zeit von 1910 bis 1949.

Das absolute Maximum der Ausfuhr trat im Jahre 1939/40 auf; es betrug 1797 Mio kWh; das relative Maximum wurde im Jahre 1935/36 erreicht, indem damals 24,2 % der verfügbaren Energie ins Ausland abgegeben werden konnte.

Aus Bild 1 ist weiter ersichtlich, wie von 1943/44 an der Elektrizitätsexport zugunsten der Inlandversorgung mehr und mehr zurückgezogen wurde, um im Jahre 1947/48 auf 442 Mio kWh oder 4,2 % der verfügbaren Elektrizitätsmenge zusammenzuschumpfen. Auf diese Weise konnten in kritischer Zeit dem Inland über 1 Mrd. kWh pro Jahr zur Verfügung gestellt werden, auf die wir hätten verzichten müssen, wenn nicht rechtzeitig die für den Export nötigen Produktionsreserven aufgebaut worden wären.

Exportiert wurde sozusagen ausschliesslich Ueberschussenergie, wie sie in unserem Lande hauptsächlich während des Sommers zur Verfügung steht und zur Wärmeezeugung in Elektrokesseln verwendet wird. Im Ausland dient diese Energie zur Entlastung der thermischen Erzeugungsanlagen, wobei pro kWh rund dreimal mehr Kohle gespart werden kann, als bei der Wärmeezeugung in Elektrokesseln. Das Schwergewicht des Exportes wurde auch in den letzten Jahren in immer steigendem Masse auf den Sommer verlegt. So entfielen von der gesamten Elektrizitätsausfuhr der Jahre 1930/31, bzw. 1942/43, bzw. 1946/47, bzw. 1948/49 auf die entsprechenden Sommerhalbjahre 51 %, bzw. 56 %, bzw. 69 %, bzw. 74 %.

Nachdem heute die Inlandversorgung wieder unter allen Umständen gesichert ist, gehen die Elektrizitätsunternehmen daran, den Export wieder neu aufzubauen. Sie schaffen damit nicht nur eine Reserve, von der wir nie wissen, wann wir sie für den Inlandmarkt brauchen werden, sondern sie fördern damit auch den Ausbau unserer Wasserkrafts, indem neue Werke gebaut werden können, für die der Bedarf im

Inland noch nicht vorhanden ist. Weiter können durch den Export sonst kaum verwertbare Energiemengen geliefert und somit unsere Wasserkraftanlagen besser ausgenützt werden. Hierdurch ergeben sich geringere Gestehungskosten, die es ermöglichen, die Inlandtarife niedrig zu halten. Ausgebaute Wasserkrafts sind für unsere Wirtschaft von grossem Wert, auch wenn ihre Erzeugung zunächst zum Teil ausgeführt werden muss. Die Anlagen bleiben im Lande und im Besitz der Schweiz; sie können jederzeit der schweizerischen Energieversorgung dienstbar gemacht werden. Dadurch erhält unsere Inlandversorgung eine grössere Stabilität. Diese Momente dürfen nicht übersehen werden, wenn der Wiederaufbau unseres Elektrizitätsexportes diskutiert wird.

Unsere nationale Wirtschaft ist in immer steigendem Masse auf die internationale Zusammenarbeit angewiesen. Der freiwillige Elektrizitätsexport, der von den entsprechenden Unternehmen im freien Gespräch mit den jeweiligen ausländischen Partnern vereinbart wird, dürfte wohl einer starren, internationalen Regelung vorzuziehen sein, weil eine solche Regelung unseren nationalen Interessen unter Umständen nachteilig sein könnte. Eines ist jedenfalls festzuhalten: Man wird für den vernünftigen und unserer Elektrizitätsversorgung förderlichen Elektrizitätsexport eintreten müssen, unter der Voraussetzung, dass die Interessen der Inlandverbraucher durch diesen Export in keiner Weise beeinträchtigt werden.

Dem Schutz der inländischen Konsumenten dienen aber die verschiedenen gesetzlichen Regelungen und Kontrollen. So ist für die Ausfuhr elektrischer Energie eine Bewilligung des Bundesrates nötig, die nur erteilt wird, wenn die Energie im Inland keine Verwendung findet. Die Gesuche um Export müssen veröffentlicht werden, damit der Inlandmarkt seinen Bedarf für diese Energie anmelden kann, die ihm zu mindestens gleich günstigen Bedingungen wie dem Auslande angeboten werden muss. Eine Kommission, die gleichmässig aus Erzeugern und Verbrauchern elektrischer Energie zusammengesetzt ist, wacht über die Einhaltung dieser Bestimmungen.

Da somit das Interesse der schweizerischen Elektrizitätsverbraucher auf alle Fälle gewahrt wird, ist der vermehrte Export elektrischer Energie zu begrüssen. Er dient durch Reservehaltung, durch Kraftwerkbau auf Vorrat, durch bessere Ausnützung der Anlagen dem schweizerischen Elektrizitätskonsumenten und fördert zugleich die internationale Energiewirtschaft.

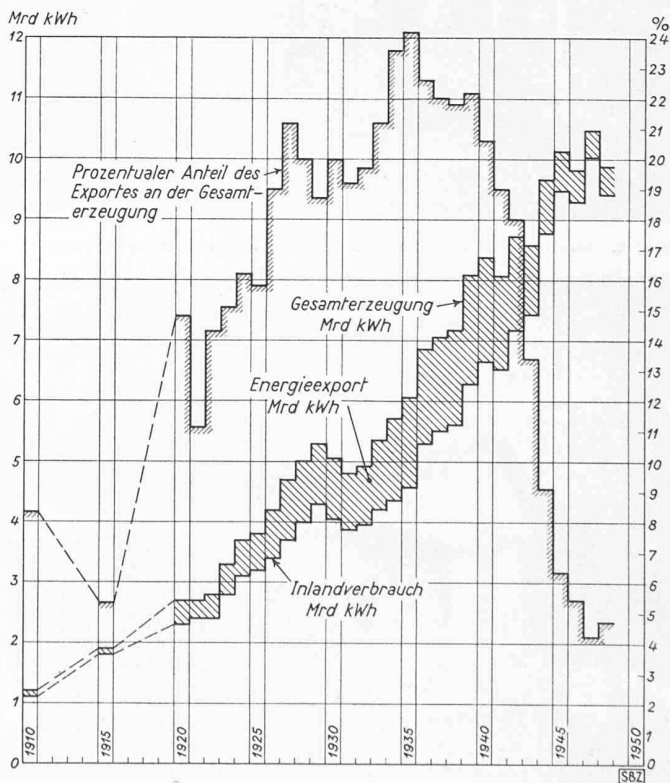


Bild 1. Entwicklung von Gesamterzeugung, Inlandverbrauch und Export elektrischer Energie in Mrd kWh pro Jahr, sowie des prozentualen Anteils des Exportes an der Gesamterzeugung