

**Zeitschrift:** Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria  
**Herausgeber:** Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband  
**Band:** 69 (1977)  
**Heft:** 11-12

**Artikel:** Einweihung der Industrieabwasser-Recycling-Anlage der Swissair in Kloten  
**Autor:** Roth, Hans-Peter  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-941512>

### **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:** 25.07.2025

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

### Kompressoren

Die in der Kältetechnik neuerdings für kleinere und mittlere Anlagen verwendeten Kolbenkompressoren genügen den höheren Anforderungen vielfach nicht, die bei Wärmepumpenanlagen an den Wirkungsgrad und die Laufruhe gestellt werden müssen. Bei der Entwicklung geeigneter Typen wird man die Beziehung zwischen der Wirkungsgradverbesserung und der Erhöhung der Gesteungskosten zu beachten haben und jene Lösung zur Serienfertigung vorsehen, die bei den am meisten vorkommenden Betriebsverhältnissen minimale Jahreskosten ergibt. Bei grossen Leistungen dürfte der Turbokompressor in seiner heutigen Form weitgehend genügen.

### Automatische Steuerung und Messgeräte

Gewisse Entwicklungsarbeiten sind namentlich für jene Fälle noch zu leisten, wo Wärmepumpen mit Zusatzheizungen für die Spitzendeckung zusammenarbeiten und zwar dahingehend, dass die Wärmepumpe bei kombiniertem Betrieb möglichst gut ausgelastet wird. Erwünscht ist ferner ein preisgünstiger Wärmezähler, der es den einzelnen Konsumenten ermöglicht, ihren Verbrauch festzustellen.

### Arbeitsmittel

Da die heute hierfür meist verwendeten fluorierten Chlor-kohlenwasserstoffe ungünstige Strömungs- und Wärmeübergangs-Eigenschaften aufweisen, wäre ein neu zu entwickelndes Arbeitsmittel erwünscht, bei dem diese Eigenschaften ähnlich sind, wie bei Ammoniak, das aber weder giftig noch brennbar, noch sonst umweltschädigend ist. Solange ein solches Mittel fehlt, wird man in manchen

Fällen auf Ammoniak zurückgreifen und dafür sorgen, dass allfällige Undichtheiten sofort erkannt und behoben werden. Dazu sollte ein kostengünstiges Gerät verfügbar sein, das Spuren von Ammoniak im Wasser anzeigt.

### Schlussbemerkungen

Dass es in der Schweiz technisch möglich ist, das Wärmepumpenverfahren für die Raumheizung, die Warmwasserbereitung und für andere ähnliche Zwecke anzuwenden, beweisen die Betriebsergebnisse einer grösseren Anzahl derartiger Anlagen, die während und nach dem Zweiten Weltkrieg erstellt worden sind. Die Anlagekosten von Heizanlagen mit Wärmepumpen sind meist beträchtlich höher als jene mit brennstoffbefeuerten Heizkesseln. Die Betriebskosten hängen von der Auslegung, der Betriebsweise und den Energiekosten ab. Sie sind bei den heutigen Energiepreisen und bei richtig bemessenen und zuverlässig betriebenen Wärmepumpenanlagen meist beträchtlich geringer als bei gleichwertigen Vergleichsanlagen mit Heizölfeuerungen. Dadurch werden die Jahreskosten bei Anlagen mit Wärmepumpen unter Annahme heute üblicher Zinssätze und Amortisationsdauern meist etwas höher ausfallen als bei solchen mit ölbefeuerten Heizkesseln. Trotz dieses Kostenunterschieds kann sich die Aufstellung einer Wärmepumpenanlage rechtfertigen, weil sie anderweitige Vorteile bietet. Vor allem lassen sich fossile Brennstoffe, hauptsächlich Rohöl und Erdgas, substituieren. Man kann damit die natürlichen Bestände schonen, die Abhängigkeit von unsicheren ausländischen Märkten mildern und die Luftverschmutzung in Wohngebieten verringern.

## Einweihung der Industrieabwasser-Recycling-Anlage der Swissair in Kloten

DK 628.33/34

Die am 26. September eingeweihte Industrieabwasseranlage erlaubt es, die aus dem technischen Betrieb anfallenden Industrieabwasser zentral zu reinigen und als Brauchwasser wieder zu verwenden.

Im technischen Betrieb einer Fluggesellschaft fallen Industrieabwasser dezentralisiert an und sind mengenmässig und in ihrer Belastungsart recht unterschiedlich. Sie stammen aus Galvanik-, Reinigungs- und mechanischen Werkstätten, Oberflächenbehandlungslinien, Rissprüfung, Garagebetrieben und Flugzeugwerften.

Eine Kreislaufführung der gesamten Industrieabwasser ist bei herkömmlichen Verfahren nicht möglich. Erstmals wurde hier eine patentierte Verfahrenskombination, bestehend

wurde zuvor im Dauerversuch mit über 5000 Betriebsstunden in einer Pilotanlage erfolgreich getestet<sup>1)</sup>.

Das Elektroflotationsverfahren nach Baer und Xylander wurde ursprünglich zur Trennung von Ölemulsionen entwickelt und ist heute vor allem in der Transport- und Automobilindustrie in Deutschland gut eingeführt. Das Verfahren arbeitet mit Flockungschemikalien, wobei die Flocken mittels Flotation, beziehungsweise Schwimmaufbereitung abgetrennt werden.

aus Elektroflotation und Umkehrosmose eingesetzt. Diese

<sup>1)</sup> Die Anlage und die angewendeten Verfahren wurden beschrieben in «Wasser- und Energiewirtschaft» 66 (1974), S. 185–195. H. P. Roth: Integrales Industrieabwasserprojekt mit Elektroflotation und Umkehrosmose.

Bild 1. Schematische Darstellung der Industrieabwasser-Recycling-Anlage der Swissair in Kloten.

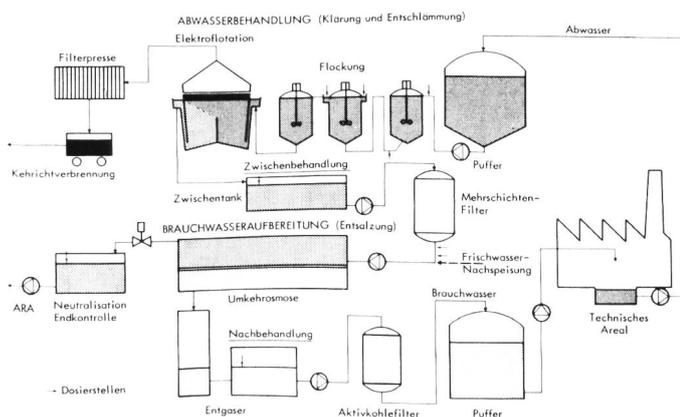
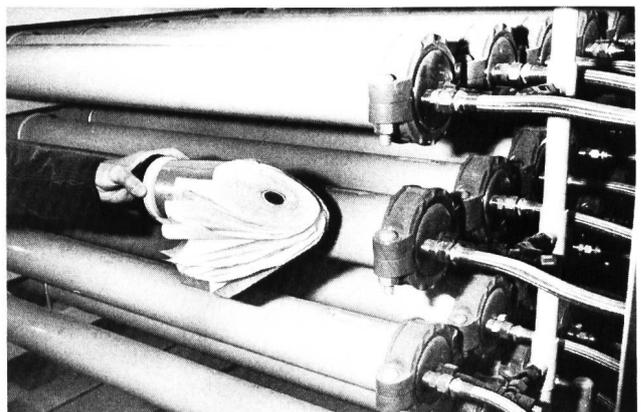


Bild 2. Aufgeschnittener Umkehrosmose-Modul. Daneben die eingebauten spiralgewickelten Zelluloseazetat-Module (im ganzen 210), die für eine Reinwasserausbeute von 80 % ausgelegt sind.



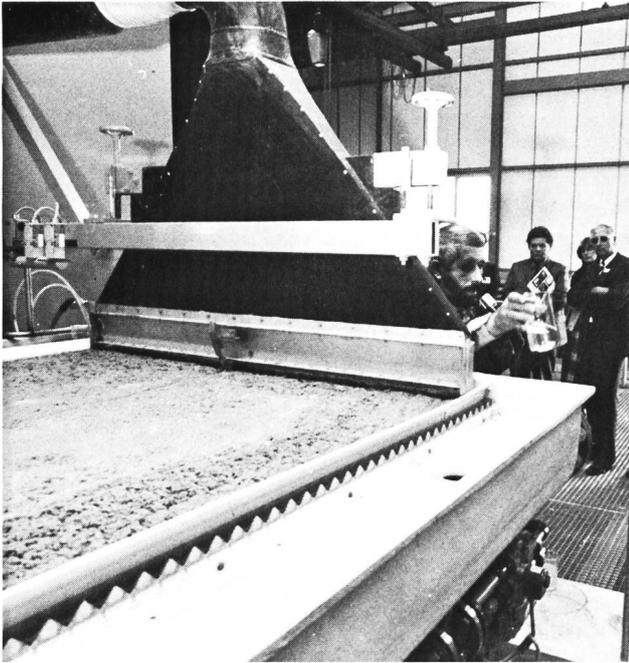


Bild 3. Eine der beiden Strassen der Elektroflotationsanlage.

Als Flotationsmittel werden feine elektrolytisch erzeugte Gasbläschen (daher der Name) benutzt. Das Verfahren eignet sich grundsätzlich überall dort, wo trübes, emulsion- und schlammhaltiges Abwasser geklärt, neutralisiert und entschlämmt werden muss. Es zeichnet sich durch optimale Reinigungswirkung, geringen Chemikalienverbrauch und kompakte Bauweise aus. Die bei der Swissair benutzte Elektroflotationsanlage ist zweistrassig ausgelegt und hat eine Wasserleistung von total 40 m<sup>3</sup>/h.

Das aus der Elektroflotationsanlage vorgereinigte Abwasser muss aus verfahrenstechnischen Gründen in einer Zwischenbehandlung weiter konditioniert werden, bevor es der Umkehrosmose zugeleitet werden kann.

Das Umkehrosmoseverfahren ist eine Technik zum Entsalzen von Wasser auf physikalischem Wege. Das Ver-

fahren ist eine technische Nachbildung des in der Natur wichtigen osmotischen Vorganges, allerdings im umgekehrten Sinn. Die Osmose beherrscht Wasserhaushalt und Stoffwechsel der lebenden Zelle. Als Osmose bezeichnet man den spontanen Wasserfluss durch eine für gelöste Stoffe undurchlässige, semipermeable Membran, von einer wässrigen Lösung niedriger Stoffkonzentration in eine mit höherer Stoffkonzentration. Der dabei entstehende hydrostatische Druck ist gleich dem osmotischen Druck der Lösung. Bei der Umkehrosmose wird nun, gegen den osmotischen Druck, durch mechanische Arbeit reines Wasser aus der Lösung durch eine semipermeable Membran ausgetrieben. Die technische Realisation des Umkehrosmoseverfahrens erforderte, neben der Entwicklung von synthetischen Membranmaterialien, eine zweckmässige Anordnung der Membrane im Modulkonzept und die dazu notwendige Verfahrenstechnik. Die Umkehrosmosetechnologie hat in den letzten Jahren gewaltige Fortschritte erzielt; heute sind Anlagen bis zu 60 000 m<sup>3</sup>/Tag in Realisation, allerdings betrieben mit Frischwasser. Die hier gezeigte Anlage ist für eine maximale Reinwasserleistung von 720 m<sup>3</sup>/Tag gebaut und arbeitet mit einem Systemdruck von 30 bis 40 bar. Die Anlage enthält 210 spiralgewickelte Zelluloseazetat-Module und ist für eine Reinwasserausbeute von 80 % ausgelegt, das heisst anlagenseitig können 80 % des anfallenden Abwassers im Kreislauf gefahren werden.

Aus der Umkehrosmose anfallendes Reinwasser wird in einer Nachbehandlung für den Verbraucher weiter konditioniert. Das zurückgewonnene Wasser weist einen Reststoffgehalt von ca. 15 mg/l auf und ist von vorzüglicher technischer Qualität. Es eignet sich besonders für alle technischen Spül- und Waschprozesse sowie zur Klimabefeuchtung.

Durch dieses Projekt wurde mit einem Kostenaufwand von 17 Mio Franken ein wegweisendes Umweltschutzverfahren verwirklicht, das 80 % Frischwasser erspart und das die kommunale Kläranlage wirksam entlastet. Täglich durchfliessen bis zu 500 m<sup>3</sup> Kreislaufwasser die neue Anlage.

Hans-Peter Roth

## Musée technique dans l'ancienne centrale hydroélectrique de Kappelerhof, à Baden, sur la Limmat

DK 069.02.6

Un petit musée technique vient d'être inauguré dans le bâtiment de la centrale hydroélectrique de Kappelerhof, sur la Limmat, usine mise hors service le 15 mars 1976. Des quatre groupes de machines qui ont été remplacés dans une nouvelle centrale par une turbine Kaplan du type bulbe à axe incliné, une unité complète a pu être conservée. Le puits d'entrée de la turbine et l'aspirateur ont été obturés par un mur et mis à sec. Un étroit escalier donne accès à la turbine Francis d'Escher Wyss, construite en 1918 et laissée à sa place originale. Dans une partie cloisonnée de la salle des machines de l'usine, mise en service en 1892, se trouve un générateur de Brown, Boveri & Cie., construit en 1925. L'engrenage conique construit en 1918 par Escher Wyss a été partiellement découvert pour montrer la denture de bois.

Les appareils et machines qui sont des dons de diverses provenances illustrent les débuts de l'électrotechnique:

commutateurs pneumatiques, interrupteurs à huile, transformateurs, interrupteurs-séparateurs, coupe-circuit, matériel d'installation, téléphones, appareils d'alarme, compteurs, théodolites, niveaux à lunette, etc.

C'est principalement grâce à l'esprit d'initiative et à l'engagement de Josef Stalder, Directeur technique des Services municipaux de Baden, que l'on doit ce petit musée dans lequel les objets sont présentés de façon claire et ordonnée. Il est à souhaiter que ce ne sera que le début d'un plus grand et plus riche musée, la ville de Baden étant étroitement liée à l'industrie électrique par BBC, NOK et Motor-Columbus.

Le Musée technique est ouvert tous les mercredis et dimanches de 14.00 à 17.00 h. Les écoles et sociétés peuvent s'annoncer par téléphone 056/22 61 05 (Centrale hydroélectrique de Kappelerhof) ou par écrit (Städtische Werke Baden, 5401 Baden) pour des visites en dehors des heures d'ouverture.