Einbau von zwei Kapitalturbinen der Ateliers des Charmilles [Schluss]

Autor(en): **Marti-Ziegler, F.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Wasser- und Energiewirtschaft : Zeitschrift für Wasserrecht, Wasserbau, Wasserkraftnutzung, Energiewirtschaft und Binnenschiffahrt**

Band (Jahr): **23 (1931)**

Heft 4

PDF erstellt am: **30.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-922553

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

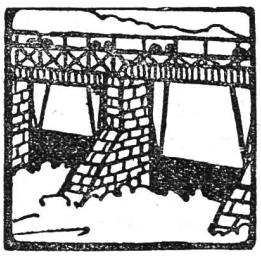
SCHWEIZERISCHE WASSER- UND ENERGIEWIRTSCHAFT

Offizielles Organ des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes, sowie der Zentralkommission für die Rheinschiffahrt + Allgemeines Publikationsmittel des Nordostschweizerischen Verbandes für die Schiffahrt Rhein-Bodensee

ZEITSCHRIFT FÜR WASSERRECHT, WASSERBAU, WASSERKRAFTNUTZUNG, ENERGIEWIRTSCHAFT UND BINNENSCHIFFAHRT

Periodische Beilage «Anwendungen der Elektrizität»

Gegründet von Dr. O. WETTSTEIN unter Mitwirkung von a. Prof. HILGARD in ZÜRICH und Ingenieur R. GELPKE in BASEL



Verantwortlich für die Redaktion: Ing. A. HÄRRY, Sekretär des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes, in Zürich 1
Telephon 33.111 + Telegramm-Adresse: Wasserverband Zürich

Alleinige Inseraten-Annahme durch:
SCHWEIZER-ANNONCEN A. G. + ZÜRICH
Bahnhofstraße 100 – Telephon 35.506
und übrige Filialen
Insertionspreis: Annoncen 16 Cts., Reklamen 35 Cts. per mm Zeile
Vorzugsseiten nach Spezialtarif

Administration: Zürich 1, Peterstraße 10
Telephon 33.111
Erscheint monatlich
Abonnementspreis Fr. 18.– jährlich und Fr. 9.– halbjährlich
für das Ausland Fr. 3.– Portozuschlag
Einzelne Nummern von der Administration zu beziehen Fr. 1.50 plus Porto

Nr. 4 ZÜRICH, 25. April 1931 XXIII. Jahrgang

Inhalts-Verzeichnis

Einbau von zwei Kaplanturbinen der Ateliers des Charmilles — Die Abflußregulierung des Zürichsees — Ausfuhr elektrischer Energie — Wasserkraftausnutzung — Schiffahrt und Kanalbauten — Elektrizitätswirtschaft — Literatur — Kohlen und Oelpreise — Anwendungen der Elektrizität: Die Entwicklung der elektrischen Großküche in der Schweiz — Gaspropaganda — Das Vergleichskochen zwischen Gas und Strom in Dillingen (Saar) — Vergleichskochen zwischen Gas und Elektrizität in Burgdorf — Elektrische Beleuchtung behördlich vorgeschrieben — Gas gegen elektrische Küche — Elektrisches Kochen im Ruhrgebiet — Neuere elektrische Apparate für Autogaragen.

Einbau von zwei Kaplanturbinen der Ateliers des Charmilles.

Von F. Marti-Ziegler, Direktor der A. G. Elektrizitätswerk Wynau, Langenthal.

(Schluß)

Reguliergarantien.

Bei einem GD^2 von 125,000 kgm^2 im Rotor des Generators bei einer Drehzahl von 125 t/min. sollen die vorübergehenden Geschwindigkeitszunahmen bei Entlastungen von

		25	50	100 %
der Nennleistung, die Geschwindigkeit nach der Entlastung um nicht mehr als:				
unter dem Nettogefälle von	3,5 m	3,5	6,5	20 %
unter dem Nettogefälle von	4,0 m	4	8	23 %
unter dem Nettogefälle von	5,0 m	5,5	11	29 %

überschreiten. Ungleichförmigkeitsgrad von 3 %.

Die bei einem Gefälle von 3,7 m vorgenommenen Entlastungsversuche ergaben Uebereinstimmung mit den vertraglichen Garantien. Die bezüglichen Tachogrammaufnahmen sind in Abb. 16 wiedergegeben.

Es darf hervorgehoben werden, daß die oben besprochenen Turbinen die ersten in der Schweiz zur Aufstellung gekommenen Kaplanturbinen mit vollautomatischer Laufradschaufelregulierung sind. Es mögen noch einige Angaben in konstruktiver Beziehung interessieren:

Der Turbinen-Regulator enthält den für die Leitapparatregulierung nötigen Druckkolben mit Steuerventil und darauf aufgebaut die Steuerventileinrichtung für den Servomotor der Laufradschaufelbewegung, welcher in den Kupplungsflansch zwischen Generator- und Turbinenwelle eingebaut ist, und in welchem sich der Regulierkolben in axialer Richtung bewegt. Die Betätigung beider Servomotoren geschieht durch Drucköl, das mittels einer im Doppelregulator eingebauten Räderpumpe erzeugt wird.

Für die Steuerung der Laufradregulierung ist eine Kurvenscheibe am Regulator selbst angebracht, die die auf Grund von Vorversuchen ermittelte günstigste Einstellung der Laufradschaufeln je zu der Oeffnung des Leitapparates unbedingt gewährleistet.

Das Diagramm in Bild 17 zeigt das Resultat

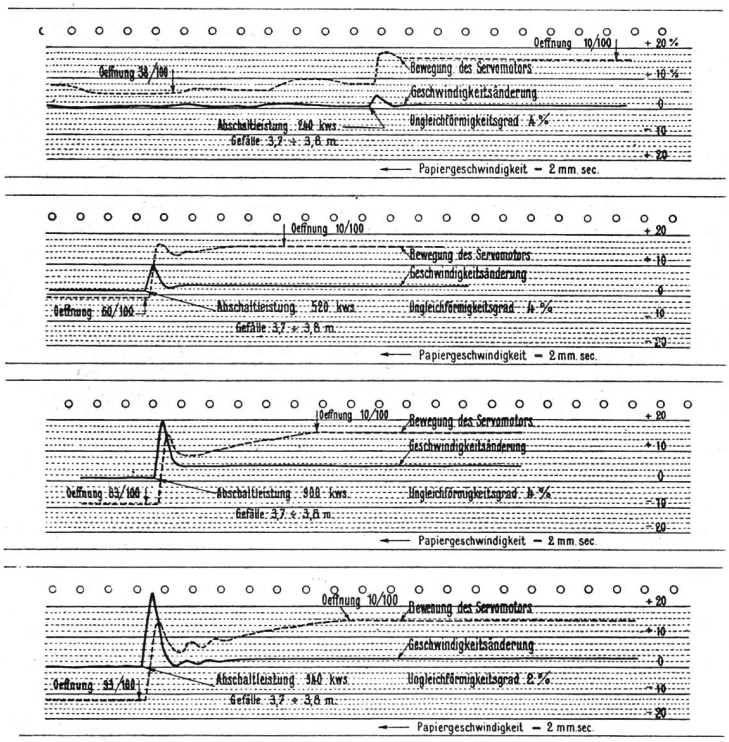


Abb. 16. **Tachogramm-Aufnahmen über Abschaltversuche.**

der bezüglichen Vorversuche, gültig für 4,5 m Gefälle.

Wie ersichtlich, wurden dabei je für verschiedene Leitapparatöffnungen und Gefälle die Turbine als Propellerturbine (das heißt blockierten Laufradschaufeln) durchprobiert und dementsprechend die Kurvenscheibe so ausgebildet, daß nun die wirkliche Wirkungsradkurve der Kaplanturbine möglichst genau der Umhüllungskurve der Wirkungsgrade der einzelnen Vorversuche entspricht.

Die Oeldruckräderpumpe des Regulators ist durch einen Drehstrommotor 15 kW betätigt, der vom Eigenbedarfstransformator des Kraftwerkes aus gespeist wird.

Als Neuerung ist der elektrische Antrieb des Pendels des Turbinenregulators zu vermerken. Der Antriebsmotor von 1/3 kW Leistung erhält seinen Antriebsstrom aus einem direkt an den Generatorklemmen angeschlossenen Drehstromtransformator. Dieser Pendelantrieb hat sich bis zur Stunde glänzend bewährt, und damit werden die lästigen Riemen- oder Zahnradgetriebe zwischen Turbinenwelle und Regulator vermieden. Für den Fall der Stromlosigkeit des Pendelmotörchens bringt ein Umstellrelais den Regulator in die Schlußstellung.

Das vom Turbinenlieferanten gelieferte Spurlager, über dem Drehstromgenerator angebracht, ist für eine Betriebslast von 54 Tonnen gebaut. Dieses nach patentierter Anordnung gebaute Spurlager hat bis zur Stunde anstandslos funktioniert.

Ein oberhalb des Spurlagers eingebauter Maximaltourenregulator bringt bei allfälligem Durchbrennen der Turbine den Regulator in die Schlußstellung und schließt mittelst Fernsteuerung die Turbineneinlaufschütze. Dieser Sicherheitsapparat ist auf 170 Touren/Minuten eingestellt.

Grundsätzlich erfolgt die Geschwindigkeitsregulierung der Turbine durch den Leitapparat mit Finkh'scher Drehklappenanordnung, der von der üblichen Konstruktion bei Francisturbinen nicht abweicht.

Die Schließzeit für den Leitapparat beträgt ca. 2½—3 Sekunden, die Oeffnungszeit desselben ca. 7—8 Sekunden.

Die Schließ- und Oeffnungszeiten für die Laufradregulierung betragen 33 bezw. 25 Sekunden. Hiedurch wird der gestellten Forderung Genüge geleistet, daß alle Bewegungen der Laufradschaufeln sich ruhig, gleichmäßig, ohne Stoß oder Vibrationen ausführen, und daß kein Pendeln der Laufradregulierung auftreten kann.

Eine beachtenswerte Neuerung gegenüber Kaplanturbinenausführungen anderer Firmen besteht darin, daß die Betätigung der Rückführungs-Kurvenscheibe der Laufradregulierung nicht mechanisch, sondern hydraulisch mit dem im Regulator erzeugten Oeldrucke erfolgt. Hiedurch fällt das bis anhin an Kaplan-

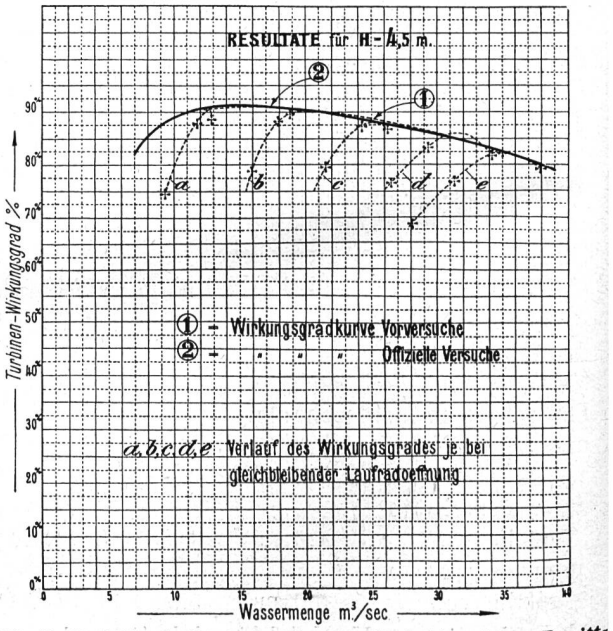


Abb. 17. **Umhüllende Kurve der Vorversuche bei h = 4,5 m. Ermittlung der günstigsten Einstellung der Laufradschaufeln. Verlauf des Wirkungsgrades je bei gleichbleibenden Laufradöffnungen.**

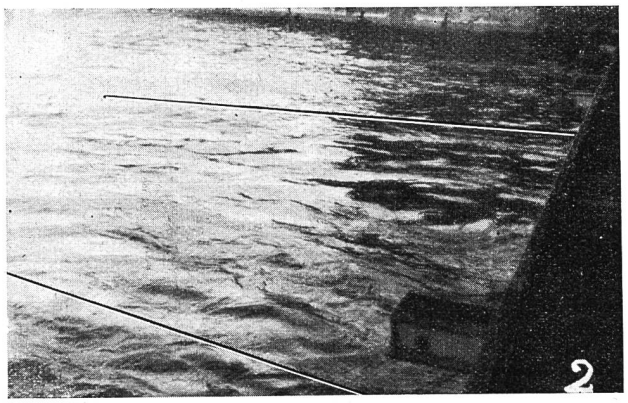


Abb. 18. Leerlauf als Kaplanturbine.

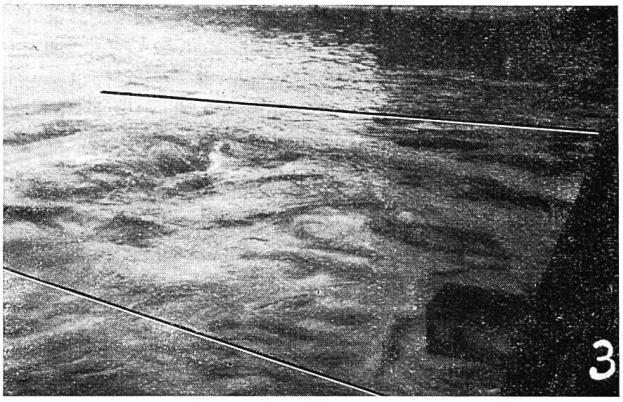


Abb. 19. Leerlauf als Propellerturbine (offenes Laufrad).

turbinen übliche und gewissermaßen als Wahrzeichen dienende Rückführungsgestänge vom Regulierkopf zu oberst auf dem Drehstromgenerator über der Erregermaschine bis zum Turbinenregulator, wo sich die Kurvenscheibe befindet, weg.

Auch diese Neuerung hat sich in jeder Hinsicht bewährt.

Wichtig ist bei Kaplanturbinen die sorgfältige mechanische Ausgestaltung des Laufradflügelkopfes. Zur Vermeidung des Eintrittes von Wasser und Sand muß die Abdichtung der Flügelzapfen mit besonderer Sorgfalt durchgebildet werden. Aus diesem Grunde muß der Oelverlust aus dem Flügelkopf auf ein Minimum begrenzt werden. Die Nachkontrolle des Oelstandes im Flügelkopf zeigt alsdann den aufgetretenen Oelverlust. Dieser Oelstand ist direkt unter dem Kuppelungsflansch zwischen Generator und Turbine angebracht und kann bei ruhender Turbine mit Leichtigkeit nachkontrolliert werden. Als Schmieröl für den Flügelkopf dient ein Spezialöl, welches selbst bei 0° C noch flüssig bleibt. Der Oelverschleiß im Flügelkopf pro Turbine beträgt nach den bisherigen Erfahrungen ca. 1,0—1,1 Liter pro Monat.

Zum Schlusse mögen noch die Abbildungen 18—22 über die Strömungsverhältnisse beim Austritt unterwasserseitig kurze Beachtung finden.

Diese Photo-Aufnahmen, alle bei einem Gefälle von 3,5 m, zeigen zur Evidenz den bedeutenden Einfluß der Laufradverstellung.

b) Die auf die Turbinenwelle direkt aufgebauten Drehstromgeneratoren sind offener Bauart mit natürlicher Luftkühlung, feststehender Armatur mit rotierendem Magnetrad, direkt aufgebautem Erreger, gebaut für folgende Daten:

Dauerleistung 1500 KVA oder bei cos φ = 0,7 = 1050 kW bei 9500 Volt Drehstrom, 50 Perioden p. S., Drehzahl 125 pro Minute.

Die beiden Generatoren sind in den Werkstätten der Lieferantin, den Ateliers de Sécheron S. A. in Genf ausprobiert worden und weisen folgende Ergebnisse auf:

Wirkungsgrade

	bis cos φ = 1		bis cos φ = 0,7	
	garantiert	effectiv	garantiert	effektiv
1500 KVA = 4/4 Last	94,2	94,7	91,4	91,8
1125 KVA = 3/4 Last	93,8	94,3	90,6	91,2
750 KVA = 1/2 Last	91,4	92,9	88,9	89,5

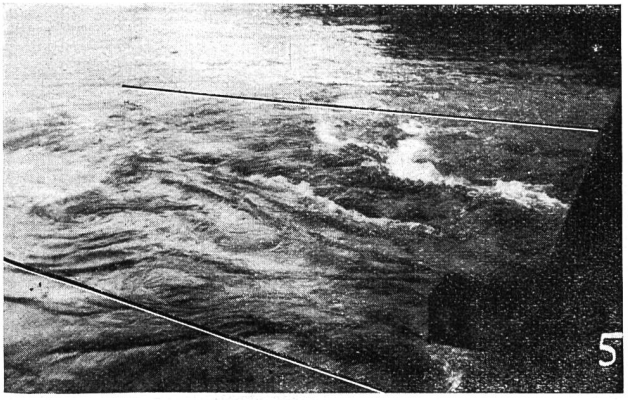


Abb. 20. Leerlauf als Propellerturbine (offenes Laufrad).

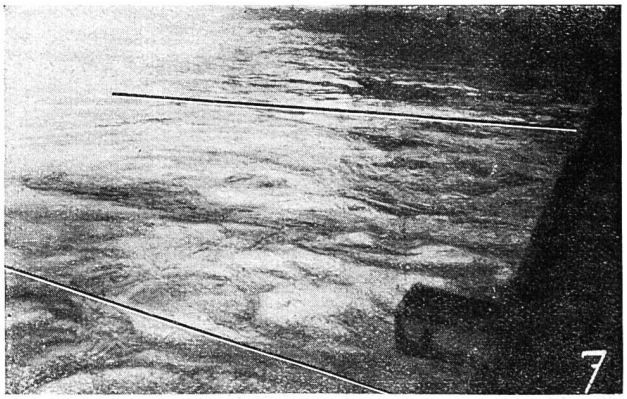


Abb. 21. Turbine 1/2 belastet, als Kaplanturbine.

Die Spannungserhöhungsproben ergaben:
Zwischen Vollast und Leerlauf
bei cos $\varphi = 1$ 15,8 % effektiv, garantiert 15 %
bei cos $\varphi = 0,7$ 28 % effektiv, garantiert 28 %
beides mit üblicher Toleranz.

Die gelieferten Drehstromgeneratoren weisen somit die im Lieferungsvertrage versprochenen Eigenschaften auf und haben sich auch sonst in einem bald einjährigen Betriebe in allen Teilen bewährt.

c) Die Wirtschaftlichkeit des Umbaues läßt sich an Hand folgender Angaben beurteilen: Auf die früheren Publikationen hinweisend ist zu bemerken, daß die Gruppenleistung durch den Einbau der Kaplanturbine beim mittleren Jahresnettogefälle von 3,5 m von 400 kW auf 900 kW gesteigert werden konnte. Bei einem Wasserdurchfluß von 20,5 m^3/sek (Vollast alte Turbine) ergab die alte Gruppe bei voller Oeffnung bei 3,5 m Nettogefälle ca. 330 kW in Hochspannung umtransformiert. Die neue Gruppe dagegen ergäbe beim nämlichen Wasserverbrauche und gleichem Gefälle eine Leistung ab Generator von 590 kW in Hochspannung, Oeffnung des Leitapparates 7/10. Der Gewinn an elektrischer Arbeitsleistung betrüge somit 260 kW, macht bei 8000 Betriebsstunden jährlich 2,0 Mio. kWh. Rechnen wir diese zu 4,6 Rp. pro kWh (Durchschnittserlös in der Gesamtstromabgabe des Wynauwerkes), so ergibt sich ein Jahresmehrerlös von Fr. 92,000.— pro Turbine = 29 % der aufgewendeten Umbaukosten.

Die Gesamtumbaukosten beider Gruppen, inbegriffen Einbau neuer Einlaufschützen mit elektrischer Betätigung, betrugen Fr. 630,000.—.

Wichtig zu Zeiten der Sommerwasserstände ist auch die schon erwähnte Leistungsvermehrung, wobei besondere Feststellungen während der Abnahmeversuche gezeigt haben, daß die Rechenverluste auch bei den größten gemessenen Durchflußmengen durch die Turbine in annehmbaren Grenzen bleiben.

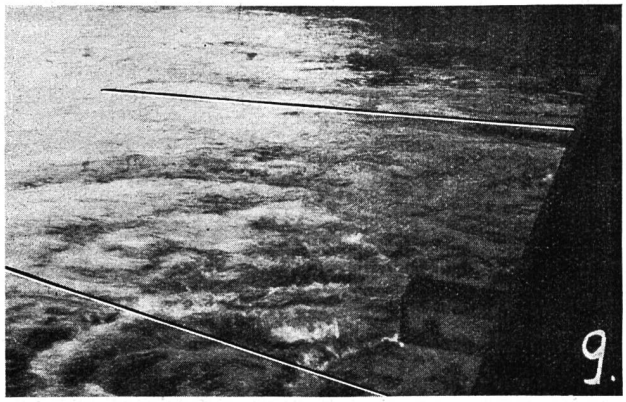


Abb. 22. Turbine voll belastet als Kaplanturbine.

Eingehende Untersuchungen vor Ablauf der einjährigen Garantiefrist haben ergeben, daß nicht die geringsten Korrosionsspuren weder an Laufrad noch an übrigen Konstruktionsteilen aufgetreten sind, wobei beide Kaplanturbinen als Regulierturbinen arbeiteten, Gruppe II aber immerhin im Jahre 1930 3,2 Mio. kWh geleistet hat und 7400 Stunden im Betriebe war.

Das Problem des Einbaues von zwei Kaplanturbinen im Wynauwerke ist also in jeder Beziehung, auch mit Bezug auf Konstruktionsgröße richtig und glücklich gelöst, und man darf die Erstellerin zu ihrer Erstlieferung vollautomatischer Kaplanturbinen in der Schweiz um so mehr beglückwünschen, als sich zeigt, daß mit Bezug auf den Wirkungsgrad Resultate erzielt worden sind, die in neugebauten modernen Niederdruckanlagen selbst bei größeren Einheiten kaum übertroffen werden. Dabei ist zu beachten, daß die Einlauf- und Auslaufquerschnitte keine Vergrößerung gegenüber früher erfahren konnten, daß aber die Durchflußmenge beinahe verdoppelt worden ist. Diesem Umstande ist es aber zuzuschreiben, daß bei Vollast die Austrittsverluste verhältnismäßig groß sind, 4 % bei Vollast und 3,5 m Gefälle; bei einer Neuanlage hätte man diesem Uebelstande durch bauliche Maßnahmen begegnen können, wodurch selbstverständlich bei den höheren Beaufschlagungen noch bessere Wirkungsgrade erzielt worden wären.

Die Abflußregulierung des Zürichsees.

(Auszug aus dem Referat von Herrn Obering. Bertschi an der Versammlung des Linth-Limmatverbandes vom 11. April 1930 in Zürich.)

Von den vielen Einbauten, die früher in der Limmat zwischen See und Platzspitz erstellt worden sind, bestehen heute nur noch die Bauten am oberen und unteren Mühlesteg, in dem sich die Einrichtungen für die Regulierung des Seeabflusses befinden. Schon seit vielen Jahren haben sich die Bauverwaltungen der Stadt Zürich mit Studien befaßt für eine umfassende Umgestaltung oder Beseitigung dieser Anlagen unter gleichzeitiger endgültiger Ordnung der Seeabflußregulierung und Anpassung des Limmatquais und Leonhardplatzes an die neuen Verkehrsbedürfnisse.