Zeitschrift: Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 75 (1983)
Heft: 7-8

Artikel: Altes BBC-Kraftwerk an der Limmat soll neu gebaut werden
Autor: G.W.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-941269

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: 10.07.2025

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

«Diese Eulersche Theorie der Flüssigkeiten besitzt eine kaum zu überschätzende Wichtigkeit. Ihre Grundgesetze wurden von Euler in Form einiger einfacher und schöner Gleichungen formuliert, die mit knapper Erklärung auf eine Postkarte geschrieben werden könnten. Es ist eine der tiefsinnigsten Seiten des Buches der Natur. Erstens war es die erste Formulierung einer Teilerfassung der Erfahrungswelt mit Hilfe des Modells des kontinuierlichen Feldes. Zweitens hat die ideale Flüssigkeit als Musterbeispiel oder Ausgangspunkt für viele spätere physikalische Modelle bis in die heutige Zeit gedient. Drittens ist ein ganz neuer Zweig der reinen Analysis, die Theorie der partiellen Differentialgleichungen, daraus entstanden. Dies sind alles vorborgene, erst später bewiesene Folgerungen der Eulerschen Theorie.
In der Mechanik erscheint Euler nicht so sehr als Rechner oder Löser besonderer Probleme, vielmehr als der *Schöpfer der Begriffe.* Seine Leistungen in der Mechanik bilden einen *Triumph der mathematischen Denkweise.»*

[1] *Speiser Andreas:* Leonhard Euler aus Basel 1707–1783, Abschnitt in «Pionniers Suisses de la science», herausgegeben von Fueter Eduard, Atlantis Verlag, S. 133–135, Zürich 1941
[2] Euler-Kommission der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft; verschiedene Autoren: Leonhard Euler – Opera Omnia. Teubner-Verlag, Leibzig und Berlin; Orell Füssli-Verlag, Zürich; Birkhäuser-Verlag, Basel u. Boston u. Stuttgart, 74 Bände ab 1911
[3] *Szabó István:* Die Vollendung der klassischen Hydromechanik durch Leonhard Euler. Zeitschrift «Humanismus und Technik», Band *16,* S. 148–158, LHW-Verlagsgesellschaft, Berlin 1972
[4] *Vischer Daniel:* Daniel Bernoulli zum 200. Todestag. Zeitschrift «wasser, energie, luft», *74.* Jg., H. 5/6, S. 144–146, Baden-Schweiz 1982

Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. *Daniel Vischer,* Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH, 8092 Zürich.

Altes BBC-Kraftwerk an der Limmat soll neu gebaut werden

1. Einleitung

Chronik

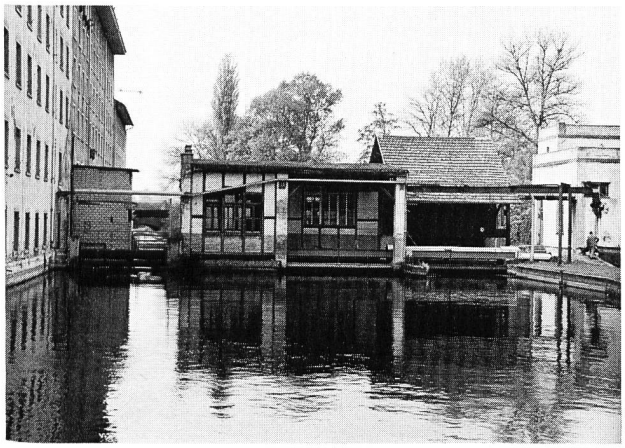
Die Wasserkraft der Limmat war ursprünglich ausschlaggebend für die Standortwahl der Fabriken E. Kappeler-Bébié und E. Bébié + Cie Turgi. Die ersten Wasserrechte gehen auf das Jahr 1826 zurück, danach sollte das Gefälle der Limmat von der «Schiffmühle», das heisst, der Chemischen Fabrik Dr. Landolt (etwa 600 m oberhalb der Strassenbrücke Turgi–Siggenthal) bis 36 m oberhalb der gedeckten Holzbrücke in Turgi genützt werden. 1826 wurde der Grundstein für die Wassernutzung mittels eines Wasserrades gelegt. 1841 folgte die Erweiterung der Anlage um ein zweites Wasserrad und 1889 wurden anstelle der Wasserräder zwei Jonval-Turbinen eingebaut.
1905 wurden die Jonval-Turbinen durch Francis-Turbinen ersetzt, und gleichzeitig wurde die Erzeugung elektrischer Energie mit Generatoren aufgenommen.
Seit 1905 wurde bis heute an der Anlage nichts Grundlegendes geändert.

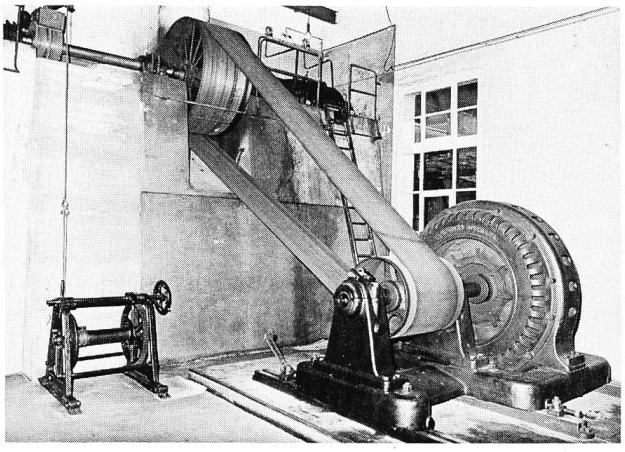
Bestehende Anlage

Die Hauptbestandteile der heutigen Wasserkraftanlage sind:
– Ein Streichwehr entlang der Limmat mit einer Länge von 390 m. Um bei Niederwasser die Fassung des nutzbaren Wassers zu sichern, sind die ersten 95 m des Wehres stark gegen die Flussrichtung abgewinkelt.
– Ein 18 m breiter Oberwasserkanal mit einer Länge von 130 m (vom Ende des Streichwehrs bis zum Turbinenhaus).
– Ein Turbinenhaus mit zwei ausgebauten Kammern und zwei voneinander getrennten Generatorgebäuden.
– Ein Unterwasserkanal von 155 m Länge und 14 m Breite.
Die Anlage ist seit 1980 nicht mehr in Betrieb; einzelne Teile des Werkes wiesen eine allzu starke Überalterung auf, vor allem die nun bald 80jährigen maschinellen und elektrischen Einrichtungen. Mit grossem Personalaufwand mussten sie dauernd überwacht werden. Sie entsprachen nicht mehr den heute gültigen Arbeitsschutzbestimmungen.
Die baulichen Teile der Anlage sind bis 150 Jahre alt. Gewisse Strecken des Oberwasserkanals sind verlandet und schränken dadurch die Wasserführung in den Kanälen ein. Einzelne Verengungen der Kanalprofile und scharfe Richtungsbrüche der Kanalmauern beeinflussen die Wasserzuleitung ungünstig.
Der Vollständigkeit halber sei ausserdem noch erwähnt, dass die starken Lärmimmissionen die Anlieger immer wieder zu Klagen veranlasst haben.
Mit der bestehenden Anlage konnten bei zweischichtigem Betrieb an Arbeitstagen (16 Stunden) und einschichtigem 8-Stunden-Betrieb an Samstagen etwa 1,4 Mio kWh Jahresenergie erzeugt werden.

Neubauprojekte

Seit 1930 wurden verschiedene Projekte zur Verbesserung der Anlage studiert, die aber nicht ausgeführt wurden.
Der prekäre Zustand der Anlagen und der wachsende Energiebedarf des Werkes Turgi waren Anstoss, die Erneuerung des Kraftwerkes erneut zu prüfen. Die BBC Lie-





Bilder 1 und 2. Relikte aus der industriellen Pionierzeit: Die nostalgischen Gebäude und Maschinen des heutigen Limmatkraftwerkes Turgi, die ersetzt werden sollen. Rechts ein BBC-Generator aus dem Jahre 1927.

genschaften AG, Baden, beauftragte deshalb im Jahre 1979 das Ingenieurbüro Schalcher & Gerber, Windisch, mit der Studie der Ausbaumöglichkeiten für die bessere Kraftnutzung der vorliegenden Konzessionsstrecke der Limmat.
Im Einverständnis mit dem Auftraggeber schloss sich das Ingenieurbüro Schalcher & Gerber zur Ausführung dieses Auftrages mit der Locher & Cie AG, Zürich, zu einer Ingeneurgemeinschaft zusammen.
Ende Dezember 1979 überreichte diese Ingenieurgemeinschaft der BBC die Variantenmappe mit verschiedenen Ausbaumöglichkeiten.

2. Ausbaumöglichkeiten

Der jährliche Energiebedarf des BBC-Werkes Turgi beträgt heute etwa 4,2 Mio kWh, und für den Vollausbau der Fabrik ist mit einem Gesamtverbrauch von etwa 12 bis 14 Mio kWh zu rechnen. Bei einem Neubau des Kraftwerkes kann durch folgende Massnahmen die eigene Energieproduktion, die in die Variantenstudie miteinbezogen wurde, beträchtlich gesteigert werden:
– Erneuerung der maschinellen und der elektrischen Einrichtungen: Eine neue vollautomatische Anlage erlaubt einen 24stündigen Ganzjahresbetrieb, was gegenüber der heutigen Betriebszeit eine grosse Produktionssteigerung erlaubt. Hinzu kommt der höhere Wirkungsgrad der neuen Einrichtungen.
– Erhöhung des nutzbaren Gafälles durch Verbesserung der Wasserzu- und -ablaufkanäle; dies allerdings nur in beschränktem Masse.
– Vergrösserung der Ausbauwassermenge durch geeignete bauliche Massnahmen für die Wasserfassung sowie Zu- und Ablaufkanäle.

3. Hydrologie

Die Wasserführung der Limmat ist infolge der obenliegenden natürlichen sowie künstlichen Seen (Linth-Limmern, Klöntal, Wägital, Sihlsee, Walensee, Zürichsee) sehr ausgeglichen, was sich günstig für ihre Nutzung auswirkt.
Die mittlere Abflussmenge beträgt 101 m^3/s. Das 100jährliche Hochwassser wurde vom kantonalen Amt für Wasserbau und Wasserwirtschaft zu 800 m^3/s berechnet.

4. Varianten

Es wurden – entsprechend der heutigen Anordnung – drei Varianten Kanalkraftwerke untersucht. Die Ausbauwassermenge für diese drei Varianten beträgt 26, 70 oder 100 m^3/s. Für eine Flussvariante mit Stauwehr und angebauter Zentrale wurde die Ausbauwassermenge von 120 m^3/s zugrunde gelegt.

5. Das Auflageprojekt

Variantenvergleiche und detaillierte Kostenrechnungen führten zum Auflageprojekt, dem das gleiche Konzept wie der alten Anlage zugrunde liegt:
Streichwehr, Oberwasser- und Unterwasserkanal werden übernommen und lediglich saniert. Die Ausbauwassermenge bleibt mit 35 m^3/s sehr tief.
Diese Ausbauwassermenge zuzüglich 5 m^3/s Dotierwassermenge ergibt 40 m^3/s, was im Durchschnittsjahr an 353 Tagen erreicht oder überschritten wird. Die neue Anlage wird somit fast das ganze Jahr mit Voll-Last betrieben und liefert ein annähernd konstantes Energieband, das Tag und Nacht von der Eigentümerin selber gebraucht wird. Dieser niedrige Ausbau ergibt den günstigsten Strompreis.
Das Maschinenhaus wird unterhalb der abzubrechenden alten Zentrale neu gebaut. Auf Fallenhaus, Spülschütze, Entlastungskanal, die für den Betrieb zwar praktisch wären, wird aus wirtschaftlichen Gründen verzichtet.
– Das bestehende Fallenhaus muss abgebrochen werden, da es nicht mehr betriebsfähig ist.
– Auf neue Kanalschützen wird verzichtet, weil im seltenen Fall, in dem der Kanal trockengelegt werden muss, Spundwände gerammt werden können.
– Durch das Weglassen der Kanalschützen wird auch die Spülschütze überflüssig, da ohne die ersten der Kanal weder geleert noch gespült werden kann.
– Der in den früheren Varianten vorgesehene Entlastungskanal für das teilweise Auffangen des Schwalles und für die Entleerung des Oberwasserkanals ist nicht mehr berücksichtigt worden. Der beim plötzlichen Schliessen der Turbine entstehende Schwall beträgt nur etwa 30 cm. Er ist ungefährlich.
Das bestehende Streichwehr bleibt in seiner heutigen Form weitgehend erhalten. Der oberste etwa 50 m lange Teil besteht aus morschen Holzladen; er muss durch eine Spundwand ersetzt werden.
Es ist vorgesehen, die Sohle des Oberwasserkanals stellenweise um 20 bis 40 cm abzuteufen, um das unterschiedliche Sohlengefälle auszugleichen und um dadurch einen gleichmässigeren Durchfluss zu gewährleisten.
Das alte Maschinenhaus, die Zentralen 1 und 2, der Lagerschopf auf dem Inseli sowie der Metallsteg über den Oberwasserkanal werden abgebrochen. Der ganze Oberwasserkanal und der Inselibereich, sollen durch eine entsprechende Bepflanzung gefällig gestaltet werden.
Das Maschinenhaus, 55 m unterhalb der bestehenden Zentrale, besteht aus einem 21 m langen geschlossenen Rahmen von 5,9 m Breite und 12,5 m Höhe. Im unteren Teil aus massivem Beton sind Turbine und Saugrohr eingebettet; im oberen Teil mit 50 cm starken Wänden aus Sperrbeton sind in kompakter Anordnung das Getriebe, der Generator, der Transformator inklusive Batterien sowie in zwei Ebenen die Schalt- und Steuerschränke vorgesehen. Durch die tiefe Anordnung der Turbine liegt das Zentralengebäude grösstenteils im Erdreich, so dass nur die obersten 3,5 m aus dem Boden herausragen. Das Bauwerk fügt sich damit unauffällig in die Umgebung ein. Über der Turbinenkammer befindet sich ein 5-t-Laufkran für die Unterhaltsarbeiten. Im eigentlichen Maschinenhaus wurde dagegen auf einen Portalkran für grössere Revisionsarbeiten verzichtet, da für diese seltenen Fälle ein Pneukran beigezogen werden kann.
Sowohl das Einlaufbauwerk mit Dammbalkennuten, Armaturen, Rechen, Rechenreinigungsmaschine und Einstiegöffnung als auch die Dienstbrücke unmittelbar über dem Turbinenauslauf mit einer Längsöffnung in der Mitte zum Einfädeln der Dammbalken sind mit dem Maschinenhaus zusammengebaut und auf der gleichen Sohle fundiert. Im Ober- und Unterwasser folgen nun die Ein- und Auslauftrichter mit einer Länge von je 16,5 m und einem Sohlengefälle von 1:5.
Im oberen Teil des Einlaufbauwerkes ist im Beton zwischen Rechen und Einstiegöffnung eine Rinne für den Transport des Geschwemmsels, das mit der Reinigungsmaschine herausgenommen wird, ausgespart. Sie führt zu einer 3,7 m tiefen im rechten Ufer vorgesehenen Grube, wo das Geschwemmsel direkt in die dafür bereitstehenden Mulden fällt.

Elektromechanische Ausrüstung

Das Projekt für das neue Maschinenhaus basiert auf einer Kaplan-S-Turbine mit Doppelregulierung und mit Stirnradgetriebe der Firma Bell, Maschinenfabrik AG, Kriens. Die Turbinencharakteristiken sind in Tabelle 1 zusammengestellt.

Tabelle 1. Turbinencharakteristiken bei Voll-Last (QA=35 m^3/s) und minimalem bzw. maximalem Nettogefälle lauten:

	kleinstes Nettogefälle 2,23 m	grösstes Nettogefälle 3,43 m
Leistung	664 kW	1 065 kW
Drehzahl	111,1 min^{-1}	111,1 min^{-1}
Durchbrenndrehzahl	366 min^{-1}	366 min^{-}
Getriebewirkungsgrad	98,5%	98,5%
Turbinenwirkungsgrad		
bei 40% QA	87,9%	90,2%
60% QA	90,7%	92,4%
80% QA	89,8%	92,1%
100% QA	86,8%	90,5%
Einlaufquerschnitt		4760/4760 mm
Laufrad:		
Drehrichtung in Flussrichtung gesehen		«mit der Uhr»
Laufraddurchmesser		2800 mm
Schaufelzahl		4
Leitapparat:		
Anzahl Leitschaufeln		13
Leckwasserverlust bei geschlossenem Leitapparat (Neuzustand)		ca. 130 l/s
Spurlager		
Belastung		ca. 22 t
Regulierung:		
Regulierarbeit des Leitradservomotors		ca. 2100 Kqm
2stufiges Stirnrad-Erhöhungsgetriebe:		
Turbinen-Drehzahl (normal)		111,1 U/min
Turbinen-Drehzahl (Durchgangsdrehzahl)		366 U/min
Generator-Drehzahl		1000 U/min
Durchbrenn-Drehzahl (Generator)		3180 U/min
Übersetzung		i = 9,0

Es ist ein geschlossenes Kühlsystem vorgesehen, das seinerseits mit Flusswasser gekühlt ist. Eine Nutzung des Kühlwassers zur Gebäudeheizung wird geprüft.

Gemäss der Offerte der Tabelec für die elektrische Ausrüstung ist ein Synchrongenerator von 1300 kVA, Nennspannung 3150 V und Nenndrehzahl 1000 U/min vorgesehen. Ein Blocktransformator (Dreiphasen-Öltrafo) hat eine Nennleistung von 1300 kVA. Die Spannungen sind primär 16 500 – 16 000 – 15 000 V, sekundär 3150 V, die Nennleistung beträgt 1300 kVA.

Kosten

Die Kosten der beschriebenen Anlage, einschliesslich Sanierung von Streichwehr und Oberwasserkanal, betragen 10,24 Mio Franken. Die jährliche mittlere Energieproduktion wird 7,7 Mio kWh betragen. Es wird mit einer Bauzeit von etwa 2½ Jahren gerechnet. G. W.

Energie-Exkursion des Linth-Limmatverbandes

Am Dienstag, 21. Juni 1983, führte der Linth-Limmatverband unter der Leitung seines Präsidenten alt Stadtrat *Adolf Maurer,* Zürich, seine traditionelle Frühjahrsexkursion durch.

Um die Entsorgung der Kernkraftwerke sicherzustellen benötigt die Nagra, Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle, grosses Wissen um den schweizerischen Untergrund. Sie teuft dazu Bohrungen ab.

Der Besuch der Tiefbohrung in Weiach beeindruckte die Teilnehmer: Ein mustergültig organisierter, sauberer Bauplatz, auf dem in der Mitte der 46 m hohe Bohrturm steht. Ruhige, zielgerichtete Arbeit ermöglicht es aus dem Untergrund bis auf 2000 m Tiefe Gesteinsproben heraufzuholen. Um aus dem «Nadelstich» ins Erdinnere, möglichst viel an Auskünften und Wissen herauszuholen, werden alle Tricks und Feinheiten der modernen Technik angewandt, wie: Kompass-Orientierung der Bohrkerne und Markierung ihrer Lage, Bohrlocherkundung mit Ultraschall, Druck- und Wasserproben, Messung des Schwerfeldes der Erde im Bohrloch usw.

Auf der Nagra-Bohrstelle Weiach (ZH) wurden die Teilnehmer an der Exkursion des Linth-Limmatverbandes Zeugen eines aufsehenerregenden Fundes: Als erste Aussenstehende bekamen sie Bohrkerne zu Gesicht, die auf ein Kohlevorkommen in rund 1600 Meter Tiefe schliessen lassen.

Die 40 Exkursionsteilnehmer, Wasserbauingenieure, Gewässerschutzfachleute, Geologen und Politiker, waren die ersten Aussenstehenden, die vom aufsehenerregenden Befund der Nachtschicht erfahren haben: In 1600 m Tiefe wurde ein Kohlevorkommen von 6 m Mächtigkeit durchfahren. Leider ist die Tiefe zu gross, das Vorkommen wahrscheinlich zu klein, um diesen Bodenschatz wirtschaftlich zu bergen. Die aus dem Bohrloch heraufgeholten schwarzen Kohlezylinder (Bohrkerne) haben 10 cm Durchmesser und sind durch stark glänzende Scherflächen aus bituminösem Material begrenzt.

Die zweite Station wurde im Besucherpavillon Böttstein der Kernkraftwerke Beznau gemacht, wo die interessante Ausstellung durch Frau *Claire Wüger* kompetent kommentiert wurde.

Der Weg zur dritten Besichtigung, der Wehrbaustelle Beznau, führte an den kulturgeschichtlich interessanten, noch heute in Betrieb stehenden Wasserrädern von Böttstein vorbei. In grossen Baugruben wird unterhalb des alten Wehres Beznau aus dem Jahre 1898 bis 1902 ein neues Wehr gebaut, das nach Vollendung die Aare auf der gleichen Höhe staut wie das alte, damit das Wasser durch den Oberwasserkanal zum hydraulischen Kraftwerk Beznau fliesst und dort Strom produziert. Das jederzeit freizuhaltende Hochwasser-Durchflussprofil, zwingt hier zu einem komplizierten, langwierigen Bauvorgang in kleinen Baugruben. Eine Wehröffnung muss nach der anderen gebaut werden. Ist das Wehr erneuert, kann die hydraulische Anlage Beznau, deren Maschinen in den Jahren 1926 bis 1932 erneuert wurden, wieder für Jahrzehnte Strom ans Netz abgeben. *Georg Weber*