

Zeitschrift: Schweizerische Wasserwirtschaft : Zeitschrift für Wasserrecht, Wasserbautechnik, Wasserkraftnutzung, Schifffahrt

Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband

Band: 5 (1912-1913)

Heft: 20

Artikel: Die Wasserkräfte des Kantons Zürich und dessen Elektrizitätsversorgung

Autor: Leuzinger, J.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-920037>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 14.03.2025

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

Direktor Wagner dankt namens des Vorstandes des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes für die freundliche Aufnahme in Chur und das grosse Interesse, das den Bestrebungen entgegengebracht worden ist.

Schluss der Sitzung zirka 5¹/₄ Uhr.

Zürich, den 14. Juli 1913.

Der Sekretär:
Ingenieur A. Härry.



Die Wasserkräfte des Kantons Zürich und dessen Elektrizitätsversorgung.

(Mit einem Lageplan und zwei Höhenplänen.)

Von J. Leuzinger, Zürich.

(Fortsetzung.)

Man darf also für das Kraftwerk Eglisau als niedrigste natürliche viermonatliche Winterwassermenge 145 m³/sek. annehmen, da diese während 22 Jahren nur einmal unterschritten wurde. Wenn dazu der Bodensee mit 540 km² Oberfläche als Staubecken verwendet wird, der innerhalb den Pegelständen (Rorschach) 4,50 m (= Kote 399,93) und 3,00 m eine Wassermenge von 800,000,000 m³ zu fassen vermag, dann lässt sich die natürliche Winterwassermenge während vier Monaten um rund 75 m³/sek. vermehren. Danach steht dem Kraftwerk Eglisau im Minimum eine Wassermenge von 220 m³/sek. zur Verfügung, dazu kommen noch einige Kubikmeter von der Thur und Töss. Die minimale Leistungsfähigkeit des Kraftwerkes beträgt dann bei 10,8 m Gefälle 24,000 PS. = 16,000 KW. Des weitern ist in Betracht zu ziehen, dass durch das Stauwehr bei Rheinsfelden selbst im Flussbett des Rheins ein Tagesregulierbecken geschaffen wird. Bei einer Staustrecke vom Wehr bis 1 km unterhalb der Thurmündung (gemäss der Konzession) von 13 km Länge und einer mittleren Flussbreite von 110 m ist eine Oberfläche von 1,4 km² vorhanden. Wird in diesem Staubecken die oberste Wasserschicht von 1,1 m Höhe als Tagesregulieraum ausgenutzt, dann beträgt die Regulierwassermenge des Beckens täglich 1,500,000 m³. Die für die Turbinen zur Verfügung stehende Wassermenge und die erzielbare Leistung lässt sich somit den Bedürfnissen der Tagesbelastung einigermaßen anpassen, so dass zum Beispiel die konstante Wassermenge von morgens 7 Uhr bis abends 7 Uhr während zwölf Stunden um 25 m³/sek. und am Abend während der zweistündigen Hauptbeleuchtungszeit um vielleicht 100 m³/sek. vermehrt werden kann, dafür wird die konstante Wassermenge in der Nacht 11 Stunden zum Teil zirka 30 m³/sek. zurückgehalten, und die oberste Wasserschicht wieder aufgespeichert. Der Wasserdurchfluss und der erzielbare Effekt könnte danach für die Winterzeit etwa wie folgt reguliert werden:

Tageszeit	Wasserdurchfluss m ³ /sek.	Mittleres	
		Gefälle m	Effekt PS.
7—12	zirka 245 (+ 25)	10,6	26,000
12—13 Mittag	„ 180 (— 40)	10,7	19,000
13—16 ¹ / ₂	„ 245 (+ 25)	10,6	26,000
16 ¹ / ₂ —18 ¹ / ₂ Hauptbeleuchtung	„ 320 (+ 100)	10,1	33,000
18 ¹ / ₂ —20	„ 240 (+ 20)	9,7	23,000
20—7 Nacht	„ 190 (— 30)	10,2	19,000

Die Ausnutzung des Staubeckens als Tagesregulieraum würde also ermöglichen, im Winter die konstante Turbinenleistung während der Hauptbeleuchtungszeit von 24,000 auf 33,000 PS. zu erhöhen, wodurch ein ganz bedeutender Vorteil erreicht würde. Der Abfluss variiert demnach von 320 (2 Stunden) bis 190 m³/sek., würde also für ein unterhalb (etwa bei Reckingen oder Koblenz) liegendes Kraftwerk scheinbar Nachteile zur Folge haben. Dazu ist aber zu bemerken, dass für ein unteres Kraftwerk am Rhein für die Ausnutzung des Wassers wie beim Kraftwerk Eglisau auch wieder ein Stauwehr quer durch den Rhein erstellt werden muss, so dass ein solches am Morgen auch ein volles Tagesregulierbecken zur Verfügung hat und der Wasserdurchfluss in derselben Weise wie bei Eglisau reguliert und den Tagesbedürfnissen angepasst werden kann. Ein Kraftwerk, das konstante Kraft benötigt, hat mit dem Regulierstaubecken die Möglichkeit, eine konstante Wassermenge auf die Turbinen zu leiten, indem es eben umgekehrt die vom obern Kraftwerk herfließende grössere Wassermenge am Tage aufspeichert und dafür in der Nacht beim verminderten Zufluss verbraucht. Das weiter unten folgende Kraftwerk hat dann wieder eine konstante Zuflusswassermenge.

Obige Tabelle zeigt, dass während der Nacht der Durchfluss 190 m³/sek. und der Effekt 19,000 PS. beträgt. Für ein Kraftwerk, das wie das Eglisauerwerk für die allgemeine Elektrizitätsversorgung die elektrische Energie liefern soll, ist aber diese Nachtenergie nur zum Teil ausnutzbar und zwar vielleicht zirka 7000 PS., und es könnten zirka 12,000 PS. während elf Stunden nicht ausgenutzt werden, eventuell nur für elektrochemische Industrie. Es wäre daher sehr wünschbar, dass der Bodensee gleichzeitig auch als Tagesregulierbecken benutzt werden könnte, indem für die helle Tageszeit eine grössere Wassermenge, 270 statt nur 220 m³/sek. und in der Nacht nur 170 m³/sek. abgelassen werden. Dadurch würde eine viel bessere Ausnutzung erzielt, und es könnte am Abend während der Hauptbeleuchtungszeit ein Effekt von zirka 42,000 PS. erzeugt werden. (Bei Erstellung des oben beschriebenen Rheinfalkraftwerkes würde dessen Reservoir auf dem Rheinauerfeld als Tagesregulierweiher wirken.) Da aber bei der für das Kraftwerk Eglisau vorgesehenen Disposition für das Maschinenhaus, sieben Turbinen zu 5000 PS., eine eventuelle spätere Erweiterung um eine achte Gruppe von 35,000 auf 42,000 PS. ausgeschlossen wäre, sollten in Berücksichtigung dieser

Möglichkeit bei dem beschränkten Raum, der in der Querrichtung des Rheins zur Verfügung steht, die sieben Hauptmaschinensätze eine Leistungsfähigkeit von je **6000 PS.** statt nur 5000 PS. erhalten. Diese Vergrößerung der Einheiten würde die Gesamtanlagekosten nur unwesentlich verteuern.

Rheinau. Ferner kommt an der Zürcher Rheingrenze ein Kraftwerk bei Rheinau in Betracht. Hierfür ist von der Firma Locher & Cie. bereits ein Projekt ausgearbeitet worden, welches die Ausnutzung einer 11 km langen Flußstrecke vorsieht und je nach der Rheinwassermenge 78 bis 106 m³/sek. bei einem entsprechenden Gefälle von 11 bis 5,8 m ausnutzt, mit einer Leistung von 8500 bis 6000 PS. Ein Stauwehr, 500 m oberhalb der alten Irrenanstalt, staut den Rhein bis an den Fuss des Rheinfalls auf Kote 361 m auf einer 7 km langen Strecke. Oberhalb des Stauwehres wird das Wasser in einem 300 m langen Stollen durch die Landzunge hindurch nach dem Krafthaus 4,5 km unterhalb des Stauwehres (an der Flußstrecke gemessen) geleitet. Der Unterwasserspiegel liegt bei Niederwasser auf Kote 350 m. Die oben angeführte Wassermenge steht dem Rheinauer Kraftwerk auch zur Verfügung, wenn das Rheinfalkraftwerk ausgeführt wird, d. h. wenn oberhalb Langwiesen durch den Kohlfirst ein Teil des Rheinwassers abgeleitet und erst 2 km unterhalb Rheinau dem Rhein wieder zugeleitet wird, indem bei Ausführung der Bodenseeregulierung auch bei geringstem Wasserhaushalt des Rheins zur Erhaltung der Schönheit des Rheinfalls in den Wintertagen am hellen Tag (10 Stunden) noch 180 m³/sek., und in der Nacht noch 50 m³/sek. über den Rheinfall dem Rheinauer Kraftwerk zufließt. Die 7 km lange Staustrecke vom Wehr bis Rheinfall gestattet durch Absenkung des Wasserspiegels um 1 m diesen ungleichen Zufluss den Bedürfnissen der Tagesbelastungen anzupassen. Dagegen ist bei diesem Rheinauer Kraftwerk auf einen andern Umstand aufmerksam zu machen. Der gestaute Oberwasserspiegel des Eglisauer Kraftwerkes reicht bis 1 km unterhalb der Thurmündung hinauf und liegt auf Kote 345,7 m. Es würde daher zwischen dieser Staugrenze und dem Krafthaus des Rheinauer Werkes noch eine Flußstrecke von 6,5 km mit einem Flußgefälle von nur noch 4,3 m vorhanden sein. Für die Erstellung eines Stauwehres im Rhein bei der Thurmündung liegen ungünstige Verhältnisse vor, indem die Rheinsohle zum Teil aus von der Thur hergeschwemmtem Geschiebe und Lehm gebildet wird und der gegenwärtige Rhein bis zum Krafthaus Rheinau auf einer 10—20 m tiefen lockern Kies- und Sandschicht eines alten Rheinlaufes dahinfließt, wo es ausserordentlich schwierig und kostspielig wäre, ein Wehr mit einem bedeutenden Wasserhorizontalschub in den Rhein zu setzen und die Wehrschwelle gegen Unter-

fressungen des Wassers zu sichern.*) Da also nach den bei dem Eglisauer und Rheinauer Kraftwerk vorgesehenen Dispositionen das zwischenliegende Gefälle wohl kaum jemals durch eine besondere Staustufe ausgenutzt würde, sollte dieses relativ kleine Gefälle mit dem (obern) Gefälle des Rheinauer Werkes zusammengefasst werden, und zwar in der Weise, dass der Rhein von der Thur an aufwärts bis zum Krafthaus Rheinau ausgebaggert würde. Bei einem regelmässigen Flußbett würde für die Niederwassermenge von 220 m³/sek. ein Flußgefälle von 0,2 ‰ genügen, so dass der Unterwasserspiegel des Kraftwerkes Rheinau auf 347 m liegen könnte, gegenüber 350 m beim Projekt Locher. Dabei würde bei Niederwasser ein um 3 m und bei Mittelwasser 2,5 m grösseres Gefälle und eine um 3000 PS. grössere Wasserkraft erzielt werden. Die auszubaggernde Kiesmasse würde etwa 500—600,000 m³ betragen und etwa 1,600,000 Fr. Kosten verursachen. Dieser Kies würde ein ausgezeichnetes Material geben für den in zirka 4 km mittlerer Entfernung anzuschüttenden Damm der Kahntransportbahn, welche beim Projekt „die Umgehung des Rheinfalls“ für die Schifffahrt vorgesehen ist (siehe N. Z. Ztg. 22. März 1912). Das bei diesem Projekt vorgesehene Rheinfalkraftwerk würde durch die Vertiefung der Rheinsohle bei Ellikon einen ebenfalls um etwa 3 m tiefern Unterwasserspiegel, d. h. 46 statt 43 m mittleres Gefälle und daher eine um 3000 PS. grössere Leistungsfähigkeit erhalten und damit etwa 12,000,000 KWh. mehr erzeugen können. Obige Kosten für die Ausbaggerung werden verteilt auf das Rheinfalkraftwerk (Schiffbarmachung des Rheins Basel—Bodensee) und auf das Kraftwerk Rheinau je 800,000 Fr. Durch die Ausbaggerung dieser Flußstrecke könnten etwa 6000 PS. = 4000 KW., im Jahr zirka 30,000,000 KWh. gewonnen werden. Werden die Baukosten hiefür zu 2,000,000 Fr. angenommen, dann kostet die KWh. mehr erzeugbare Energie zirka 0,35 Rp.

Die Gefällsstufe Rheinau würde danach die 18 km lange Rheinstrecke vom Fuss des Rheinfalls, Kote 361 m, bis zur Staugrenze des Eglisauer Werkes, Kote 345,7 m = 15,3 m Bruttogefälle, mit 14 m Turbinengefälle ausnutzen und bei einer Mindestwassermenge von 75—90 m³/sek. (zirka 10—15 m³/sek. müssen im natürlichen Flußbett in der Rheinauer Schleife erhalten bleiben) eine Leistungsfähigkeit von 11—13,000 PS. aufweisen. Von dieser Kraft fällt die eine Hälfte dem Kanton Zürich, die andere Hälfte dem Kanton Schaffhausen und dem Grossherzogtum Baden zu. Die Ausbaggerung dieser Rheinstrecke ist eine dauernde, da der Rhein auf dieser Strecke keinerlei Geschiebe und Schlamm, sondern nur den stets klaren Abfluss aus dem Bodensee führt.

*) Vgl. J. Hug, Beiträge zur Kenntnis der geologischen Verhältnisse für Wehrbauten am Rhein. Schweizerische Wasserwirtschaft, 10. Dezember 1910.

in absehbarer Zeit gänzlich beseitigt werden, so dass an dieser Stelle ein Seeregulierwehr eingebaut werden kann.

Sind die Limmatwasserkraftanlagen auf 20,000 KW. ausgebaut, dann können in den Sommermonaten 180—240 Tage grössere Wassermengen ausgenutzt und demnach im Durchschnitt der Jahre an der zürcherischen Limmat folgende Energiemengen produziert werden:

	Wassermenge m ³ /sek.	Gefälle m	Effekt KW.	Energie KWh.			
				Jährlich Millionen	Täglich		
					Total	für Kraft und Licht	für Elektro- chemie
Sechs Sommermonate .	100—120	24,5	18,000	77,5	430,000	170,000	260,000
Zwei Herbstmonate . .	40—70	26	10,000	14,5	235,000	190,000	45,000
Vier Wintermonate . . .	70	26	12,000	35	285,000	230,000	55,000
Im Mittel	85	24,7	14,400	127			

Diese Wassermengen dürften, mit Ausnahme von Jahren mit ausserordentlich langen Trockenperioden, im Herbst und Winter mit wenig Niederschlägen, wie 1908/09, stets vorhanden sein; bei Wassermangel im Herbst 35 m³/sek. statt 55 m³/sek. im Mittel müsste die weiter unten erwähnte Reservekraftanlage die Ergänzungsenergie liefern.

Im Durchschnitt der Jahre hat die Limmat im Hard einen mittleren Gesamtabfluss von zirka 3,6 Milliarden m³ = 110 m³/sek. oder für das ganze 2146 km² umfassende Einzugsgebiet 51 l/sek. per km². (Im Vergleich dazu hat die Sihl bei Untersiten nach den Berechnungen der Landeshydrographie nur einen Abfluss von zirka 41 l/sek. per km².) Der mittlere Wasserhaushalt der Limmat variiert von einem wasserreichen zu einem wasserarmen Jahr zwischen 130 und 90 m³/sek. Mit den in obiger Tabelle angeführten 85 m³/sek. mittlerer jährlicher Wassermenge erreicht man also eine Ausnutzung von 94 % der Wassermenge eines wassermageren Jahres und im Durchschnitt der Jahre zirka 75 % der Gesamtwassermenge. Um eine vollständige Ausnutzung zu erzielen, müssten noch viel grössere Wassermengen aufgespeichert werden können.*) Von den 127,000,000 KWh. könnten für die Elektrizitätsversorgung nur zirka 70,000,000 verwendet werden und die übrigen 57,000,000 KWh., hauptsächlich Sommerenergie, wäre von der Elektrochemie zu absorbieren. Bei einem billigen Preis von 0,7 Rp. per KWh. an die elektrochemische Industrie würde die sonst nicht ausnutzbare Energie der Limmatwasserkräfte einen jährlichen Ertrag von 400,000 Fr. abwerfen und à 5 % schon 8,000,000 Fr. Anlagekapital verzinsen.

*) Als weitere Staubecken kämen später in Betracht sechs Stauseen oberhalb Linthal, der Obersee ob Näfels und der Wäggitalsee mit zusammen 90,000,000 m³.

Das Karbidwerk Thusis bezahlt an das Albula-
werk im Mittel zirka 0,6 Rp. per KWh. In Schweden und Norwegen, wo die reichlichsten und billigsten Wasserkräfte vorhanden sind, ist die elektrische Energie für die Elektrochemie durchaus nicht etwa umsonst erhältlich. Die Baukosten stellen sich, einige besonders günstige Anlagen ausgenommen, auf 400 bis 500 Fr. per PS. und die KWh. kostet zirka 0,5 bis 0,6 Rp. für elektrochemische Industrie, Kalzium-

karbid und Kalkstickstoff. Wenn man nun bedenkt, dass für den Export dieser Produkte ins Ausland Fracht und Zoll hinzukommen, so sollte in einem Land mit intensiver Landwirtschaft, wie in der Nordschweiz die Kalkstickstoffdüngerfabrikation rentieren, auch wenn die elektrische Energie etwas teurer ist als in Schweden und Norwegen.

Es wäre daher sehr wünschenswert, wenn für die Ausnutzung der Limmatwasserkräfte die technischen, finanziellen und wirtschaftlichen Studien möglichst frühzeitig begonnen würden, damit die sowohl für die Wasserkraftausnutzung als die zukünftige Limmat-schiffahrt günstigsten Stellen für die Staustufen bestimmt werden können und festgestellt werden kann, wie hoch die Gesamtkosten zu stehen kommen.

(Fortsetzung folgt.)



Wasserwirtschaft und Wasserbauten in der Schweiz im Jahre 1912.

(Schluss.)

Vorarbeiten für den elektrischen Bahnbetrieb der schweizerischen Bundesbahnen im Jahre 1912.

1. Die schweizerische Studienkommission für elektrischen Bahnbetrieb hat das bei ihrer Gründung aufgestellte Arbeitsprogramm erledigt. Es steht nur noch ein zusammenfassender Schlussbericht aus. Im abgelaufenen Jahr arbeitete die Studienkommission ein Projekt über den elektrischen Betrieb der Strecke Luzern-Olten-Basel und eine Vergleichsrechnung mit dem Dampfbetrieb auf dieser Strecke aus. Dieser Vergleich stellte sich für den elektrischen Betrieb günstiger als derjenige, welcher sich auf den ganzen Kreis II bezog, und der in unserem Jahresbericht pro 1911, Seite 194, erwähnt ist. Im Mai 1912 erstattete die Studienkommission einen Sonderbericht: „Die Elektrifizierung der schweizerischen Bahnen unter besonderer Berücksichtigung der ehemaligen Gotthardbahn“. Dieser enthält die allgemeinen und die die ehemalige Gotthardbahn betreffenden, im Jahresbericht pro 1911, Seiten 193 und 194, bereits erwähnten Ergebnisse der Arbeiten der Studienkommission.

2. Im Jahresbericht pro 1911 wurde über die Einführung des elektrischen Betriebes auf der Gotthardlinie mitgeteilt, dass ein Ausführungsprojekt, um-