

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 37/38 (1901)
Heft: 14

Vereinsnachrichten

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: 04.04.2026

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

menge ableiten kann — in dem Masse, als der Regulator den Leitapparat der Turbine abschliesst — und darauf selbstthätig mit einer Geschwindigkeit, die durch einen Oelkatarakt beliebig reguliert werden kann, wieder schliesst. Auf diese Weise wird erreicht, dass trotz augenblicklicher Wirksamkeit des Regulators die Geschwindigkeit des Wassers in der Rohrleitung doch nur ganz allmähliche Aenderungen erfährt, sodass gefährliche Drucksteigerungen in der Rohrleitung auch bei plötzlicher vollständiger Entlastung einer Turbine ausgeschlossen sind. In der That ergaben diesbezügliche Versuche, dass bei plötzlicher Entlastung einer Turbine von 800 P. S. bis auf Leerlauf Druckschwankungen von nur 2 1/2 % eintraten, obgleich weder Schwungrad noch Windkessel vorhanden sind. (Schluss folgt.)

précaires à cause du niveau encore incertain des hautes-eaux. Cette question ne pourra être définitivement réglée que lorsque l'Aar aura été convenablement canalisée jusqu'à Attisholz ou Wylihof, comme le prévoit d'ailleurs le projet général de la correction des Eaux du Jura.

Cette entreprise à laquelle le canton de Fribourg a sacrifié une somme de fr. 580 088, a nécessité la reconstruction de tous les principaux ports de nos lacs.

A cet effet la loi sur les eaux navigables, du 19 mai 1881, fut décrétée. Elle prévoit deux classes de ports: ceux de I^{re} classe, d'Estavayer et de Morat, qui sont des ports-abris et ont été construits par l'Etat, et ceux de II^e classe, exécutés par les communes intéressées et formés de jetées en maçonnerie s'avancant assez loin au large, pour que le tirant, en basses-eaux, permette aux bateaux à vapeur chargés d'aborder.

Das Carbidwerk Flums.

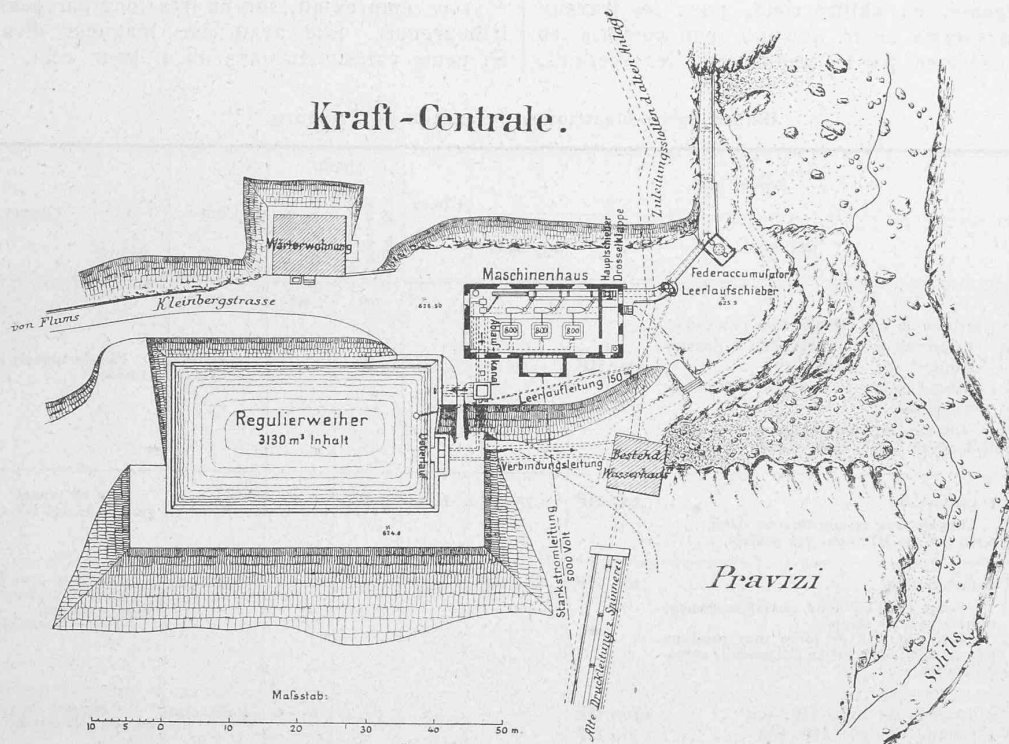


Abb. 24. Lageplan der Kraft-Centrale. — Masstab 1 : 1000.

Société suisse des Ingénieurs et Architectes,
39^{me} Assemblée générale
 à Fribourg, les 25 et 26 août 1901.

Discours d'ouverture
 du Président du Comité local, M. Am. Gremaud.

III.

IV. Lacs et cours d'eau.

Le canton de Fribourg possède en partie ou en totalité les lacs suivants:

- 1^o Une partie du lac de Neuchâtel, soit approximativement 4620 ha.
- 2^o Une partie du lac de Morat 1650 ha.
- 3^o Le lac Noir d'environ 45,75 ha.
- 4^o Le Lac de Seedorf 10,33 ha.
- 5^o Le lac de Lussy 3,25 ha. et quelques petits lacs alpins.

Les travaux d'abaissement des Eaux du Jura ont complètement changé l'aspect des trois lacs du Jura et mis à sec une superficie de terrain qui peut être évaluée: pour le lac de Neuchâtel (territoire fribourgeois) à 554 ha.

„ „ „ Morat à 305,5 ha.

Ces terrains ont été en partie cultivés et en partie boisés. Mais leur culture et leur productivité sont très

Les ports de II^e classe sont ceux: de Portalban (Lac de Neuchâtel), de Môtier, de Praz et de Sugiez (Lac de Morat).

Voici les principales données de nos ports:

Désignation	Longueurs des jetées	Ports-abris		Dépenses		Totaux	
		Superficie du bassin	Longueurs des môles	Etat	Commune		
			Sud	Nord			
Estavayer	275	860	150	65	88 824	22 206	111 030
Morat	pas de jetée	680	110	100	30 000	69 344	99 344
Portalban	300	—	—	—	31 036	7 760	38 796
Môtier	50	—	—	—	2 100 sub.	3 200	5 300
Praz	35	—	—	—	3 350 sub.	5 030	8 380
Sugiez	pas de jetée, déhârcadère en bois	—	—	—	1 840	2 760	4 600
	660	1540	260	165	157 150	110 300	267 450

La dépense totale pour la reconstruction des ports a été de fr. 267 450 dont fr. 157 150 payés par l'Etat à titre de subvention. Le coût des ports-abris proprement dits, sans les jetées et autres travaux accessoires concernant le service de la navigation, peut être évalué, en chiffre rond, à fr. 100 par m carré de bassin.

Quant aux travaux d'endiguement, il n'a été entrepris,

avant 1886, que des travaux isolés pour défendre les terrains cultivés, les habitations et les voies de communication. Toutefois nous devons mentionner les travaux exécutés, d'après des plans rationnels et d'entente avec les gouvernements de Berne et de Vaud, sur les cours d'eau suivants: la Sarine à Boesingen, la Singine à Flamatt et le canal de la Broye, entre Payerne et le lac de Morat.

Ce n'est qu'à partir de 1886 que des travaux rationnels, méthodiques et suivis furent entrepris, grâce aux subsides généreux accordés par la Confédération.

C'est ainsi que furent en partie endigués les cours d'eau suivants: la Mortivue à Semsales, le Stoutz à La-Roche, la Glâne entre Siviriez et Macconnens, la Sionge dans la Basse-Gruyère et la Veveyse à Châtel-St-Denis.

Des projets ont aussi été élaborés pour l'endiguement du torrent de Scherwyl à La-Roche, de la Jogne, de la Trême, de la Gérine et de la Petite-Glâne.

Il a été dépensé, en chiffre rond, pour les travaux d'endiguement, la somme de fr. 400 000, non compris les travaux exécutés isolément par les communes et les riverains.

V. Usines hydro-électriques.

Il existe dans le canton de Fribourg 6 grandes usines hydro-électriques, à savoir:

1. l'usine du Barrage à Fribourg,
2. " de Châtel-St-Denis,
3. " " Bulle-Charmey,
4. " " Montbovon,
5. " " Thusy-Hauterive,
6. " " de Broc.

Le tableau ci-après résume les principales données concernant ces usines. Pour d'autres renseignements, voir l'Album de fête.

VI. Distribution d'eau.

La plus ancienne conduite d'eau établie dans notre pays, c'est celle qui alimentait jadis la cité romaine d'Aventicum.

Cette conduite d'eau, formée d'un canal maçonné de $30/30$ cm, empruntait, sur un très long parcours, le territoire fribourgeois. Elle avait une longueur d'environ 14 km. Sa pente variait du 0,75 au 2 pour cent. Cet aqueduc

Usines hydro-électriques du canton de Fribourg.

Désignation des usines	Force, HP		Chute <i>m</i>	Débit		Coût	Observations
	utilisée	disponible		par les basses-eaux extraordinaires	par les basses-eaux ordinaires		
Fribourg (1872)	1 turbine de 300 HP pour les pompes et 1 turbine de 300 HP pour le groupe lumière soit ensemble 600 HP 1 turbine pour le groupe moto-électrique de 500 HP Ces 1100 HP sont produits par un débit de 8 m ³ en basses-eaux extraordinaires.	—	10	8	9	fr. 256 990	Pas de tunnel; barrage de 10 m de hauteur.
Châtel-St-Denis (1895—1896)	1 turbine de 225 HP Basses-eaux extraordinaires débit 0,100 m ³ 300 HP, dont 225 utilisés.	75 HP	142	0,160	—	490 000	Pas de tunnel. Une conduite. Un groupe de 225 HP reste de réserve.
Charmey 1893	1 turbine de 200 HP Force 1000 HP dont 200 HP seulement utilisés pour le moment. Les 1000 HP de force sont produits par un débit de 2 m ³ en basses-eaux extraordinaires.	800 HP	40	2	3	210 420	La chute peut être portée à 49 m en plaçant le barrage de prise d'eau plus en amont. Tunnel remplacé par une conduite.
Montbovon (1896)	4 turbines de 1100 HP, soit 4400 HP 2 turbines de 500 HP, soit 1000 HP Ces 5400 HP ont été calculés pour un débit de 6 m ³ en basses-eaux ordinaires. En basses-eaux extraordinaires, la force peut être réduite de 3500 à 4000 HP, mais dans ces cas extrêmement rares et de courte durée, le tunnel (long 2066 m, pente 0,6 pr. mille, section 10 m ²) peut fonctionner comme réservoir. Durant 6 mois de l'année le débit de la Sarine ne descend pas au-dessous de 8 m ³ .	—	67	3—4	6—7	4 060 000	1 groupe de 1000 HP et 1 groupe de 500 HP restent comme réserve.
Thusy-Hauterive (1901)	4 unités de 1100 HP, soit 4400 HP Les installations sont faites pour obtenir 8 unités de 1100 HP, soit 8800 HP en admettant un débit de 12 m ³ , mais pour le moment on n'utilisera que 4 unités de 1100 HP, soit 4400 HP. En cas de basses-eaux extraordinaires on pourra toujours compter sur une force de 6 à 7000 HP, mais dans ce cas le tunnel (long 9217 m, pente 0,6 pr. mille, section 15 m ²) devra fonctionner comme réservoir, du reste, pendant 5 à 6 mois de l'année, le débit de la Sarine ne descend pas au-dessous des 14 m ³ .	4400 HP	60	6—7	10—12	5 000 000	2 unités restent comme réserve. En totalité 11 000 HP.
Broc (1901)	2 turbines de 550 HP, soit 1100 HP 1 turbine pour l'éclairage de 50 HP Les installations sont faites pour 1800 HP correspondant à une débit de 3 m ³ , mais on n'en utilise pour le moment que 1150 HP (non compris l'ancienne turbine qui utilise la chute de l'ancien moulin). Dans les basses-eaux extraordinaires le tunnel (long 805 m, pente 0,8 pr. mille, section 5 m ²) pourra fonctionner comme réservoir.	650 HP	45	2	4	400 000	Il reste encore comme réserve la première turbine établie de 160 HP utilisant la chute de l'ancien moulin. Si le débit minimum de la Jogne est ici de 2 m comme à Charmey, cela provient de ce que les affluents entre ces deux localités donnent très peu d'eau en basses-eaux extraordinaires et qu'il y a des déperditions d'eau soit par infiltration, soit par évaporation. Les jaugeages faits simultanément à Charmey et à Broc ont donné dans les deux cas un débit de 2 m en basses-eaux extraordinaires.
		12 475 HP	5925 HP			10 417 410	

romain est le plus long et le plus considérable que nous ayons en Suisse.

Depuis l'époque romaine, il n'a pas été fait de grands travaux en vue de l'alimentation d'eau. Cependant l'Etat, les chefs-lieux de districts et les couvents ont fait quelques modestes installations de ce genre.

A partir de l'année 1870, beaucoup de conduites d'eau, sous pression, ont été établies dans notre canton. Ces installations, au nombre de 21, comprennent des pressions statiques variant de 1,2 à 16,5 atmosphères. Le nombre des hydrants est de 372 et l'étendue des conduites de 50 km, en chiffre rond. Il a été dépensé pour ces installations d'eau fr. 2 271 508,50, dont fr. 1 099 871 pour celle de Fribourg (Voir 4^{ème} rapport, page 4, année 1874, du Conseil d'administration de la Société des Eaux et Forêts). — Le tableau ci-après résume les principales données concernant les distributions d'eau.

Localités	Capacité des réservoirs m ³	Nombre d'hydrants	Conduites		Pression statique m	Coût Francs	Subsides accordés par l'Etat Francs	Observations
			Longueur m	Débit en litres-min.				
Albeuve . . .	—	8	580	—	25-30	9000	1000	Captation de la source dans le lit de la Marivue.
Bas-Vully . . .	300	16	5010	176	30-48	52000	6440	
Bulle	500	45	12000	2200	87-100	300000	15000	358 litres par habitant et par jour.
Broc	200	11	1741	600	49-53	34040	3400	
Charmey	100	10	1119	500	12-35	36367	3640	
Orésuz	108	4	480	30	44-58	8511	850	
Châtel St-Denis .	300	25	4571	1000	60-93	153000	15500	
Droguens	150	6	280	—	—	17500	3600	
Enney	82	6	—	450	68	17000	1575	
Estavayer	120	23	—	450	50-80	175600	6500	
Estavannens . .	250	8	1080	110	36-75	20340	2000	
Fribourg	6000	88	4000	800-900	165	1099871	—	
Fraeschels . . .	145	10	755	110	15-50	26120	2610	
Grandvillard . .	90	14	1990	—	68-105	17000	1600	
Gruyères	50	5	1790	75	114	22500	418	
Lessoc	135	8	685	—	—	10965	1080	
Montbovon . . .	50	4	100	minimum 15 maximum 50	45	5000	670	
Morat	500	33	3411	185	45-50	98654	5000	Source de la Neirigue.
Neirivue	—	11	1170	1200	33	16340	1634	
Vaulruz	200	27	5532	200	51-113	123700	4000	
Villarvolard . .	200	10	942	115	23-32	26000	1500	
	9480	372				2271508	78017	

(à suivre.)

Zur Theorie der de Laval'schen Dampfturbine.

Gegen einige Anschauungen, die ich in meinen Veröffentlichungen: „Versuche über das Ausströmen von Luft durch konisch divergente Rohre“ und „Theorie der Dampfturbinen“ in dieser Zeitschrift¹⁾ über die Turbinen von de Laval geäußert habe, sind von einigen Seiten Einwände erhoben worden. Soweit es sich dabei um Einwände handelt, die sich nur auf eine persönliche Meinung des Gegners stützen, erscheint deren weitere Erörterung nutzlos. Anders steht es dagegen mit Einwänden, die aus besonderen, einschlagenden Versuchen hergeleitet sind. Da erscheint es nötig zu prüfen, ob solche Versuche zweckmässig angeordnet und einwandfrei verwertet worden sind.

In dieser Richtung möchte ich hier eine Arbeit kurz besprechen, die mir unlängst zugeschickt worden ist: Schütz, Die Ausnutzung des Dampfes in den Laval-Turbinen, Inaugural-Dissertation vor der philosophischen Fakultät der Universität zu Göttingen.²⁾

Bei den in dieser Schrift dargestellten Versuchen mit einer Laval-Turbine wurde der Druck unter anderen auch an folgenden zwei Stellen gemessen: unmittelbar vor dem letzten Flansch, an dem das Abdampfrohr befestigt war, durch eine Seitenbohrung, und unmittelbar hinter dem Laufrade mit einem Röhrchen, das, parallel zur Achse

stehend und senkrecht zu ihr abgeschnitten, dem Laufradkranze von der Austrittsseite her auf 3 mm genähert war, und zwar mitten zwischen zwei Einlaufdüsen. Ueber die Ergebnisse dieser Druckbeobachtungen sagt Schütz auf Seite 15, rechts oben: „Der Druck unmittelbar hinter dem Laufrade ist mit dem weiter im Abdampfrohr gemessenen völlig übereinstimmend.“ Es ist dies Ergebnis zwar nicht unerwartet, aber es verdient doch ausdrücklich hervorgehoben zu werden, da Bedenken geäußert wurden, ob der Dampf das Laufrad nicht noch mit einem, wenn auch kleinen Ueberdruck über den Dampf in der Abdampfeitung verlasse.“ Als Quelle dieser Bedenken ist dann meine Arbeit über Theorie der Dampfturbinen genannt, und Schütz scheint anzunehmen, dass er durch seine Versuche meine Anschauung widerlegt habe.

Nun verlässt aber der Dampf das Laufrad der Laval-Turbine mit einer absoluten Geschwindigkeit, die eine, bei den ausgeführten Schaufelwinkeln sogar verhältnismässig grosse *achsiale Komponente* besitzt. Trifft ein solcher Dampfstrahl gegen ein achsial angebrachtes Röhrchen, so muss er in diesem notwendigerweise eine *Druckerhöhung* erzeugen, wesentlich gleich, wie das Wasser in einer Pitot'schen Röhre. Wenn dagegen Schütz in seinem Röhrchen *keinen* Ueberdruck angezeigt erhält, so kann das nur daher rühren, dass es *überhaupt gar nicht von achsial bewegtem Dampfe getroffen worden ist*. Wahrscheinlich ist es an ungeeigneter Stelle angebracht gewesen, sodass es *neben* dem eigentlichen Dampfstrahle in ruhendem Dampfe ausmündete. Es wäre aber auch nicht ganz ausgeschlossen, dass vielleicht der Dampf bis zum Auftreffen auf die Ausmündung des Röhrchens seine Geschwindigkeit schon so weit verloren hatte, dass er keine bemerkbare Druckerhöhung mehr hervorbringen konnte.

Um den Seitendruck im freien Strahle messen zu können, hätte das Röhrchen vielmehr *radial* eingeführt werden sollen, sodass sich die Dampfteilchen parallel zu seiner Mündungsebene bewegt hätten. Hätte sich so ein Ueberdruck im freien Strahle ergeben, so hätte das allerdings bewiesen, dass auch im Austrittsquerschnitte des Laufradkanals noch ein Ueberdruck herrscht. Umgekehrt dürfte aber aus dem Fehlen eines Ueberdruckes im Röhrchen doch nicht auch auf das Fehlen eines Ueberdruckes im Austrittsquerschnitte geschlossen werden. Denn in einem solchen freien Strahle scheint sich ein beim Austritte noch vorhandener Ueberdruck sehr rasch auszugleichen; das folgt wenigstens aus Versuchen von Dr. R. Emden¹⁾ und seinen Vorläufern, Versuchen, auf die ich mich auch noch an einer späteren Stelle beziehen muss.

Wenn man ein solches radiales Röhrchen zu tief in den bewegten Strahl einführt, so sind allerdings auch Störungen in der natürlichen Bewegung des Dampfes in der Art möglich, dass an der Mündung des Röhrchens eine Saugwirkung auftritt. Dann sind Rückschlüsse auf den Druck im Austrittsquerschnitt überhaupt unzulässig.

Eine *unmittelbare* Messung dieses Druckes lässt sich bei einer arbeitenden Laval-Turbine wahrscheinlich gar nicht vornehmen. Diese Frage muss also einstweilen offen bleiben. Keinesfalls liefern aber die Versuche von Schütz einen Beitrag zu ihrer Lösung. Ich muss also nach wie vor, gestützt auf eigene Beobachtungen, an der Ansicht festhalten, dass beim Ausströmen einer elastischen Flüssigkeit in einen mit gleichartiger Flüssigkeit angefüllten Raum, der Druck in der Mündungsebene *stets grösser* bleibt, als der Druck der umgebenden, ruhenden Flüssigkeit. Bestärkt werde ich in dieser Ansicht noch dadurch, dass ich bei gelegentlichen früheren Versuchen auch beim Ausströmen von Wasser unter Wasser durch eine gut abgerundete Mündung in der Mündungsebene einen Ueberdruck gefunden habe.

Der zweite Punkt, den ich besprechen möchte, bezieht sich auf die Vorgänge in der divergenten Dampf Düse. Schütz hat in dieser Druckmessungen vorgenommen und

¹⁾ 1898, Bd. XXXI, S. 68 u. ff. und 1899, Bd. XXXIII, S. 102 u. ff.
²⁾ Buchdruckerei A. W. Schade, Berlin N. Schulzendorferstr. 26.

¹⁾ «Ueber die Ausströmungserscheinungen permanenter Gase» Habilitationsschrift. Leipzig, Johann Ambrosius Barth, 1899.