

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 66 (1948)
Heft: 8

Artikel: Umbauten im Kraftwerk Stechelberg
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-56673>

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: 16.05.2025

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

Für alle Anhänger einer vorausschauenden Landes- und Regionalplanung kommt dem Beschluss der Bundesversammlung hinsichtlich seiner Beteiligung an der Aufstellung eines Ausbauplanes der Gewässer zwischen dem Genfersee und der Aaremündung in den Rhein eine grosse Bedeutung zu, da damit eine Planungsarbeit im Kernstück der ganzen Wasserstrasse Rhone-Rhein ermöglicht wird, nachdem dank dem früheren Entgegenkommen des Bundes und des Kantons Genf schon für den Rhonesektor zwischen der französisch-schweizerischen Landesgrenze ein Ausbauplan vor der Vollendung steht und in der Stadt Genf selbst der ebenfalls vom S. R. R. S.-Verband in den Jahren 1943/44 organisierte Wettbewerb über eine Schiffsstrasse, die die Rhone mit dem Genfersee verbindet, einen wertvollen Beitrag zur Abklärung dieser für die Stadt Genf aus stadtplanerischen Gründen sehr schwierigen Probleme gebracht hat⁵⁾.

Zurzeit läuft noch der Ideenwettbewerb des gleichen Verbandes zur Trassenwahl für den transhelvetischen Kanal zwischen Vufflens-La-Ville und Genfersee samt Aufstellung eines Regional- und Verkehrsplanes im Geländedreieck Morges-Ouchy-Vufflens La Ville⁶⁾. Die Ergebnisse dieses Wettbewerbes werden wohl Ende 1948 bekanntgegeben werden können und man möchte gerne hoffen, dass er die auch vom Staatsrat des Kantons Waadt als dringend betrachtete Lösung dieser Planungsaufgaben bringe, da von ihr der weitere Ausbau der grossen Durchgangsstrassen in jenem Gebiet und die Bebauungspläne von Lausanne, Renens und Morges entscheidend abhängen.

Aus den bisherigen Ausführungen ergibt sich zwingend, dass das Zustandekommen einer einheitlichen Planung, die sich wie die vorliegende über mehrere Kantone erstreckt, nur möglich war, weil sich alle Interessenten sowohl an der Finanzierung, wie an den technischen Vorarbeiten beteiligen. Diese enge Zusammenarbeit muss aber auch während den Projektierungsarbeiten wirksam bleiben, damit ein Plan entstehen kann, dem auf weite Sicht eine grundlegende Bedeutung gesichert bleibt und schliesslich auch einmal die Frage beantwortet werden kann, ob der transhelvetische Kanal für alle Zeiten Illusion bleiben soll oder doch Aussicht auf Verwirklichung hat.

Nachdenkliche Nachschrift des selben Verfassers

Man möchte hoffen, dass das eben skizzierte Beispiel einer fruchtbaren Zusammenarbeit der verschiedensten Interessenten an einer gemeinsamen Aufgabe auch auf dem Gebiete unserer Energiebeschaffung nachgeahmt würde. Das erstrebte nationale Ziel, die Sicherung unserer Elektrizitätsversorgung im Winter, wäre dem Schweisses der Edlen wert. Solange wir aber nur Kantonsgrenzen und Wasserscheiden sehen, kommen wir nicht vorwärts. Rein technisch ist das Problem des Energieaustausches über weite Gebiete schon lange verwirklicht.

Wenn nun heute der Anzapfung von Gewässern aus kantonsfremden Einzugsgebieten zum Zwecke der Erstellung von möglichst wirtschaftlichen Grossspeicherwerken Schwierigkeiten bereitet werden, so mag daran nicht nur der «Kantongeist» schuld sein, der die politischen Grenzen a priori als unübersteigliche Stacheldraht Hindernisse rein föderalistischer Prägung auszugestalten wünscht, sondern es wird ebenso sehr die ganz nüchterne Überlegung mitsprechen, dass die Kraftanlagen ein sehr interessantes Steuerobjekt darstellen, das jede Kantonsregierung seinem eigenen Kanton allein sichern möchte.

Wenn Politik wirklich die Kunst des Möglichen bedeutet, so sollte sie es schliesslich auch fertig bringen, diesen gordischen Knoten rein fiskalischer Natur durchzuschneiden. Wenn man die technische und volkswirtschaftliche Notwendigkeit anerkennt, nur solche Grossspeicheranlagen zu bauen, die uns billige Winterenergie liefern können — und diese Bedingungen erfüllen nur ganz wenige der vielen theoretisch möglichen Werkkombinationen — so sollte man bei einigem guten Willen auch eine Einigung über einen interkantonalen Ausgleich der Einnahmen aus Wasserzins, Steuern usw., die ein solches Werk einbringt und dessen Erstellung von der Wasserrechtsverleihung zweier oder mehrerer Kantone abhängt, zustandebringen.

Unter Einigung möchte man aber gerne ein Verfahren verstehen, das nicht an Rekurse und Bundesgerichtsent-

scheide appelliert, sondern auf freundschaftliche Gespräche am Kaminfeuer abstellt, da, wie wir nun zur Genüge erfahren haben, rein juristische und politische Erwägungen mehr bauverhindernd als baufördernd wirken.

Aber auch in diesem Fall gilt das Sprichwort: «Viel gibt, wer schnell gibt». Im Volk herrschen leider in bezug auf die Kosten, die mit jeder Bemühung um eine Konzessionserteilung a priori verbunden sind, ganz unrichtige Vorstellungen. Es kann nicht genug betont werden, dass wir es uns in der Schweiz einfach nicht mehr leisten können, ungezählte Millionen für Vorprojekte, geologische und hydrologische Untersuchungen, topographische Aufnahmen usw. nutzlos auszugeben — Ausgaben, die für jede seriöse Konzessionsbewerbung um ein grösseres Wasserwerk unabdinglich sind —, wenn nicht eine Gewähr dafür vorhanden ist, die für den Bau der geplanten Werkkombination notwendigen Konzessionen zu erhalten. Die für die Erteilung zuständigen Kantone und Gemeinden müssen sich heute in dieser Beziehung ihrer grossen Verantwortung gegenüber dem ganzen Schweizervolk bewusst sein. Auch darf ihre Haltung nicht Anlass dazu geben, dass unsere Elektrizitätsversorgung immer mehr vom Ausland abhängig wird, dass das Ausland uns mit Winterstrom und Schweröl für unsere kalorischen Aushilfsanlagen versehen muss, während wir früher elektrische Energie exportierten. Dieser Export wird wieder kommen müssen, wenn wir es vermeiden wollen, dass in Kriegszeiten unsere Bahnen und Fabriken wegen Mangel an Energie stille stehen. Und das in einem Land, dessen einziger natürlicher Reichtum an Rohstoffen die weisse Kohle ist!

Umbauten im Kraftwerk Stechelberg

DK 621.311.21 (494.246.2)

Das im Jahre 1906 erbaute Kraftwerk Stechelberg am Zusammenfluss der Schmadri- und der Sefinen-Lütschine, das mit den Elektrizitätswerken der Jungfraubahn zusammengeschlossen ist, nützt das Wasser der Sefinen-Lütschine von Kote 1170 bis 914 auf einer Flusslänge von 829 m aus und war ursprünglich mit zwei Pelton-Turbinen ausgerüstet, die mit 570 U/min umliefen und bei 246 m Nettogefälle und einer Wassermenge von je 0,1 m³/s je 185 kW leisteten. Im Jahre 1911 wurde eine dritte Einheit von 440 kW Leistung, gemessen an der Turbinenwelle aufgestellt, wodurch das Werk über 810 kW verfügte. Die hierzu nötige Wassermenge von 0,49 m³/s ist im mittleren Jahr an 240 Tagen vorhanden. Anfangs der Dreissigerjahre hat man die Leistungsfähigkeit des Werkes durch Ersatz einer 185 kW-Gruppe gegen eine Gruppe von 1000 kW wiederum gesteigert, wobei nach den damaligen Anschauungen über den zulässigen Druckverlust in der Druckleitung die dieser Leistung entsprechende Wassermenge von 0,54 m³/s als oberste Grenze festgelegt wurde; sie steht während 232 Tagen pro Jahr zur Verfügung.

Nach Ausbruch des zweiten Weltkrieges musste eine weitere Leistungssteigerung sowie der Umbau der Zentrale von 40 auf 50 P./s ins Auge gefasst werden. Zunächst konnte ohne bauliche Veränderungen die Leistung des Werkes von 1000 auf 1250 kW gesteigert werden, nachdem im Jahre 1941 auf Grund eingehender Versuche festgestellt worden war, dass die grössere Wassermenge mit noch zulässigem Druckabfall in den bestehenden Anlagen (Wasserrfassung, Stollen, Druckleitung) der Zentrale zugeleitet werden kann. Die letzte Erweiterung wurde 1945/46 gleichzeitig mit dem Umbau auf 50 P./s durchgeführt und am 15. Oktober 1946 beendet. Dabei hat man die beiden älteren Gruppen von 185 und 440 kW Leistung durch eine neue Gruppe von 1350 kW ersetzt und gleichzeitig die bestehende 1000 kW-Gruppe unter möglichstster Leistungssteigerung auf 50 P./s umgestellt. Die am 12. und 13. Mai 1947 durchgeführten Abnahmeprobe-

Tabelle. Entwicklung des Kraftwerkes Stechelberg

Jahr		1906	1911	1931	1941	1946
Installierte Leistung	kW	2×185	810	1000	1250	1535
Reserve	kW	—	—	185+440	145	1100
Nettogefälle	m	256	242	239	230	220
Max. Wassermenge	l/s	200	490	540	700	850
Energie- (möglich Mio kWh)		3,15	5,76	6,58	8,70	10,00
produktion (erreicht Mio kWh)		9,34	—	3,19	5,60	—
Ausnutzungsfaktor	%	10,7	—	48,4	65	—

⁵⁾ Vgl. SBZ, Bd. 121, S. 59 (30. I. 43) u. Bd. 123, S. 59 (29. I. 44), sowie Bd. 127, S. 65* (9. 2. 46).

⁶⁾ Vgl. SBZ 1947, Nr. 27, S. 378 und 1948, Nr. 2, S. 28.

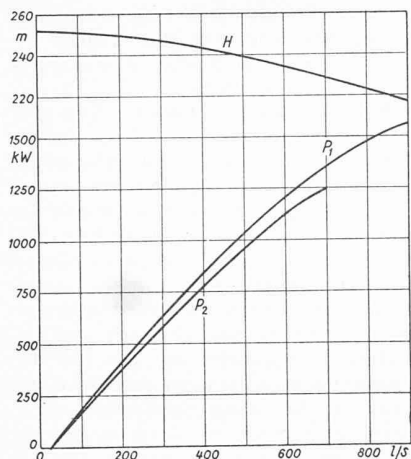


Bild 1. Messergebnisse
H Nettogefälle, P_1 Leistung der neuen Turbine, P_2 Leistung der alten Turbine

geführt worden sind, konnte die mittlere jährliche Energieproduktion von 6,58 auf 10,0 Mio kWh gesteigert werden, und zwar ohne Änderungen an den wasserbaulichen Anlageteilen.

Ueber Turbinenkennfelder

Von Ing. Dr. H. HAUSENBLAS, Decize, Frankreich 621—135

1. Einleitung DK 621.438 : 629.135

Während im Verdichter- bzw. Kreiselpumpenbau und Wasserturbinenbau die Aufnahme von Kennfeldern ohne weiteres geläufig ist, trifft dies bisher für die Dampf- und Gasturbinen nicht zu. Dies hat seinen Grund darin, dass die bis vor einigen Jahren fast ausschliesslich in Verwendung befindlichen Dampfturbinen — mit Ausnahme der Schiffsturbinen — meist bei gegebenem Gefälle und mit vorgeschriebener Drehzahl laufen. Die Aufnahme von vollständigen Dampfturbinenkennfeldern war im allgemeinen wenig interessant und wurde wegen den hohen Versuchskosten unterlassen. Man hat sich soweit erforderlich auf Näherungsbetrachtungen (Dampfkegel, v^2 -Methode usw.) beschränkt.

Anders liegen die Verhältnisse bei den modernen Gasturbinen für Fahrzeugantrieb, bei denen die Turbinen in den verschiedenen Fahrzuständen des angetriebenen Fahrzeuges unter den verschiedensten Bedingungen laufen müssen. Hier gewinnt die Aufnahme und Vorausberechnung von Turbinenkennfeldern dauernd an Bedeutung. Den ersten wesentlichen Ansatz zur Klärung der Turbinenkennfelder betreffenden Fragen lieferte Sörensen [1]*), der die Aufnahme von Einheitskennfeldern von Dampfturbinen entsprechend jenen von Wasserturbinen vorschlug.

2. Darstellungsformen von Turbinenkennfeldern

Ein Turbinenkennfeld muss enthalten: das Durchsatzgewicht, das Turbinengefälle, die Drehzahl, den Wirkungsgrad. Unter Beachtung der Ähnlichkeitsgesetze können diese Grössen gemäss Tabelle 1 dargestellt werden.

Dabei bedeuten:

- $c_0 = \sqrt{2g h_{ad}}$ die dem Gefälle h_{ad} entsprechende Idealschwindigkeit
- $c_{m_0} = V_0/F_0$
- c_{s_0} die zu T_0 gehörige Schallgeschwindigkeit
- g Erdbeschleunigung
- h_{ad} adiabatisches Turbinengefälle (im allgemeinen zwischen den Gesamtdrücken, gegebenenfalls auch zwischen Gesamtdruck vor Turbine und statischem Druck hinter Turbine)
- n Drehzahl der Turbine
- u Bezugsumfangsgeschwindigkeit (bei Dampf- und Gasturbinen im Gegensatz zu den Wasserturbinen und Axialgebläsen meist am mittleren Durchmesser der Schaufeln)
- D Bezugsdurchmesser (bei Dampf- und Gasturbinen normalerweise der mittlere Durchmesser)
- F_0 Bezugsdurchtrittsfläche (meist freie Ringfläche vor der Turbinendüse)

*) Die Zahlen in eckigen Klammern beziehen sich auf das Literaturverzeichnis am Schluss des Aufsatzes.

Tabelle 1. Darstellung der Hauptgrössen

	A. Dimensionslose Kennwerte			B. Dimensionsbehaftete Kennwerte			Wirkungsgrade
	Durchsatz	Gefälle	Drehzahl	Durchsatz	Gefälle	Drehzahl	
I.	$\varphi = \frac{c_{m_0}}{u}$	$\psi = \frac{2g h_{ad}}{u^2}$	$M_u = \frac{u}{c_{s_0}}$	$\frac{V_0}{n}$	$\frac{h_{ad}}{n^2}$	$\frac{n}{\sqrt{T_0}}$	η η'
II.	$\frac{c_{m_0}}{c_{s_0}}$	oder $\frac{c_0}{c_{s_0}}$ oder $\frac{2g h_{ad}}{c_{s_0}^2}$	$\frac{u}{c_{s_0}}$	$\frac{V_0}{\sqrt{T_0}}$	$\frac{h_{ad}}{T_0}$	$\frac{n}{\sqrt{T_0}}$	
III.	$\frac{c_{m_0}}{c_0}$	oder $\frac{c_0}{c_0}$ oder $\frac{2g h_{ad}}{c_{s_0}^2}$	$\frac{u}{c_0}$	$\frac{V_0}{\sqrt{h_{ad}}}$	$\frac{h_{ad}}{T_0}$	$\frac{n}{\sqrt{h_{ad}}}$	
IV.	—	—	—	$\frac{V_0}{D^2 \sqrt{h_{ad}}}$	$\frac{V_0}{V_2}$	$\frac{n D}{\sqrt{h_{ad}}}$	

$M_u = \frac{u}{c_{s_0}}$ mit der Bezugsumfangsgeschwindigkeit gebildete Machzahl

- T_0 Gesamttemperatur vor Turbine (Bezugstemperatur)
- V_0 Durchsatzvolumen der Turbine bezogen auf den Gesamtzustand vor der Turbine
- V_2 Durchsatzvolumen der Turbine, bezogen auf den Zustand hinter der Turbine
- φ Durchsatzkennziffer
- ψ Druckkoeffizient
- η Turbinenwirkungsgrad, bezogen auf das adiabatische Turbinengefälle zwischen Gesamtzustand vor der Turbine und dem statischen Druck hinter der Turbine
- η' Turbinenwirkungsgrad, bezogen auf das adiabatische Turbinengefälle zwischen dem Gesamtzustand vor der Turbine und dem Gesamtdruck hinter der Turbine.

Von den angegebenen Darstellungsarten des Kennfeldes sind IA und IIB (Tabelle 1) im Gebläsebau üblich. Die Darstellungsart IVB stammt von Sörensen und wurde von diesem aus Einheitsdiagrammdarstellungen des Wasserturbinenbaues abgeleitet [1].

Für Turbinenkennfelder erscheinen die unter III genannten Darstellungen besonders günstig, da die hier auftretende Kennzahl u/c_0 bereits als Schnellaufzahl im Turbinenbau allgemein eingeführt ist und die Durchsatzkennziffer c_{m_0}/c_0 dem Wesen der Turbinen dadurch gut entspricht, dass der Durchsatz einer Turbine vor allem durch das an die Turbine angelegte Gefälle gegeben wird. Die Gefälle kennzahl dieser Darstellungsart entspricht jener der Verdichterkennfelder nach II. Würde man in der Darstellungsart IIB diese Gefälle kennzahl durch den Wert V_0/V_2 ersetzen, so käme man praktisch zu der Darstellung von Sörensen. Sie hat, wie Sörensen zeigte, den Vorteil, dass man bei Vorhandensein solcher Kennfelder der Einzelstufen, diese einfach aneinander anschliessen und zu einer mehrstufigen Turbine zusammenbauen kann.

In diesem Zusammenhang sei noch auf folgende Zusammenhänge hingewiesen. Bei Verwendung der Turbine in Turbine-Luftstrahl-Triebwerken und Propeller-Turbine-Luftstrahl-Triebwerken erscheinen für die Berechnung der Kennfelder des gesamten aus Verdichter und Turbine bestehenden Gasturbinensatzes die unter I genannten Darstellungsarten der Turbinenkennfelder besonders geeignet. Auf diese Zusammenhänge soll im nächsten Abschnitt eingegangen werden.

Die zur Gefälle kennzeichnung im Verdichterbau verwendete Druckkoeffizient hängt mit der im Turbinenbau als Kennwert für die Umfangsgeschwindigkeit verwendeten Schnellaufzahl wie folgt zusammen:

$$(1) \quad \psi = \frac{1}{(u/c_0)^2}$$

Für die im Verdichterbau eingeführte Drosselkoeffizient erhält man:

$$(2) \quad \sigma = \frac{\varphi^2}{\psi} = \left(\frac{c_{m_0}}{c_0} \right)^2$$