Grosse Wasserkraftanlagen in Norwegen

Autor(en): **[s.n.]**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **37/38 (1901)**

Heft 6

PDF erstellt am: **24.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-22667

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

Dass der Bund bei der gegenwärtigen Einrichtung der Anlagen hiermit ein grosses Opfer bringt, ist nicht zu bestreiten.

Die übrigen acht Artikel des zweiten Abschnittes stellen in einer, dem publizierten Entwurf gegenüber wesentlich unveränderten Fassung die Berechtigung des Bundes fest, für seine Leitungen die öffentlichen Plätze, Strassen, Wege, Flüsse, Seen, u. dgl., sowie das den Bahngesellschaften gehörende Gebiet zu benutzen, und behalten dem Bunde gewisse Rechte über Privateigentum im Luftraum vor, alles unter schützenden Bestimmungen für die Eigentümer des Grundes. Der Art. 7 des Entwurfs betr. Baumäste ist nach Abschnitt VI verlegt worden. (Forts. folgt.)

Grosse Wasserkraftanlagen in Norwegen.

Der einzige, für die Ausbeutung bedeutender Wasserkräfte (10000 *P. S.* und darüber) günstige Verhältnisse bietende Strom Norwegens ist der Glommen, welcher sich unterhalb Eidsvold mit dem Vormen vereinigt. Zu seinem 40430 km^2 grossen Niederschlagsgebiet gehören 91 Seen, dessen grösster, der Mjösen, eine Oberfläche von 359 km^2 besitzt. Von den grösseren Wasserfällen des Glommen befindet sich die Mehrzahl in seinem unteren Laufe, also unterhalb der Vereinigung mit dem Vormen. Für die Verwertung können jedoch vorläufig nur die keine besonders kostspieligen Wasserbauten erfordernden Wasserfälle in Betracht kommen, welche nach dem Ausfluss des Glommen aus dem See Oejeren bis zu seiner Mündung in den Christiania-Fjord bei Frederikstad, auf einer Strecke von etwa 65 *km* zur Verfügung stehen. Da nach Regulierung des Sees Mjösen das Minimalwasser des Stromes, welches jetzt nahe der Mündung im Winter bis auf 100 m^3 zurückgehen kann, nie unter 300 m^3/Sek. sinken wird und der mittlere Sommerwasserspiegel des Sees Oejeren 102,4 *m* über Normal-Null im Hafen zu Christiania liegt, so sind zwischen dem Oejeren und der Mündung des Glommen in den Christiania-Fjord allein bei Minimalwasser gegen 300000 Nutzpferdekräfte vorhanden, wovon bis vor wenigen Jahren so gut wie nichts verwertet war. Erst im Jahre 1896 ist man dazu geschritten, diese Kräfte in grösserem Masstabe nutzbar zu machen und zwar bei dem Städtchen Sarpsborg, wo der Glommen einen Wasserfall «Sarpfos» von 18 *m* Höhe bildet. Es gründete sich die Aktiengesellschaft Hafslund, welche der Firma Schuckert & Cie. die gesamten Arbeiten zur Verwertung der in ihrem Besitze befindlichen Wasserkraft des Glommen übertrug.

Auf Grund vergleichender Berechnungen wurden die Wasserbauten für eine sekundliche Wassermenge von 125 m^3/Sek. ausgeführt und, für den Weiterbetrieb einer auf dem linken Ufer bereits bestehenden Säge, Mühle und Cellulose-Fabrik noch weitere 25—30 m^3/Sek. vorgesehen. Die in Aussicht genommene Normalleistung von 24000 *P. S.*, erzeugt mit dem Normalgefälle von 18 *m*, kann neun Monate hindurch, vom April bis Dezember erreicht werden. In den drei Wintermonaten ist in der Regel nur auf 15—18000 *P. S.* zu rechnen. Der erste 7000 pferdige Ausbau der seit Mitte des vorigen Jahres im vollen Betriebe stehenden Centrale, welche eine Karbidfabrik, die Industriebahn Hafslund-Sandesund, sowie zahlreiche Ziegeleien mit Kraft, ferner auch die Stadt Frederikstadt mit Kraft und Licht versorgt, soll neuerdings auf 17000 *P. S.* erweitert werden. Die Disposition dieser Anlage[1]) ist insofern von Interesse, als die durch aussergewöhnliche Niveauschwankungen der Wasserspiegel verursachten Schwierigkeiten Anlass waren, von der gewöhnlichen Art derartiger Wasserfassungen abzuweichen. Der Winterwasserstand oberhalb des Wasserfalles bewegt sich nämlich zwischen Kote 19 und 20, der entsprechende unterhalb des Wasserfalles zwischen Kote 1 und 2. Bei Hochwasser kann der Oberwasserspiegel bis Kote 30 ansteigen (also gegen 10 *m*) und der Unterwasserspiegel bis Kote 9,6. Man entschloss sich, das Gefälle nur bis Kote 23 des Oberwassers zu verwerten, jedes weitere Ansteigen aber durch geeignete Schutzbauten für die Anlage unschädlich zu machen. Der Ausfall an Gefälle sollte durch einen entsprechend grösseren Wasserverbrauch ausgeglichen werden, worauf bei Ausführung der Turbinen Rücksicht genommen wurde.

Die gestellte Aufgabe war mit verhältnismässig einfachen Mitteln zu lösen. Etwa 60 *m* oberhalb des Wasserfalles beginnt der in den Felsen eingesprengte, 10 *m* breite und 10 *m* tiefe Oberwasserkanal von 240 *m* Länge und 5 ‰ Sohlengefälle. Er wird längs des linken Ufers bis Profil 18 geführt, wo der Kanal mit einer kräftigen Betonmauer überbrückt ist, welche, wie die stromauf gelegenen linken Kanalwandungen, bis Kote 26,0 aufgeführt ist. Die Krone der rechten Kanalwandung vom Wasserfall bis zum Profil 18 liegt hingegen auf Kote 22,5 und bildet somit einen mächtigen Ueberfall. Vor der Betonmauer, der eigentlichen Hochwasser-Absperrmauer, liegt unter einem Winkel von 45° geneigt ein Schutzrechen aus kräftigen, 40 *cm* hohen I-Traversen mit 150 *mm* Lichtweite zwischen den Stäben. Er hat den Zweck, einzelne Baumstämme, die der oberhalb befindlichen Flossbinde-Station entschlüpft sind, vom Kanal fern zu halten; ausserdem kann mit dieser Rechenkonstruktion eine bedeutende Senkung des Wasserspiegels erzielt werden. Hinter der Hochwasserabsperrmauer befinden sich die Haupteinlassfallen und rechts seitlich davon die Leerfallen. Es ist klar, dass der Wasserspiegel vor und hinter dem Rechen gleich hoch sein wird, wenn die Schleusen geschlossen sind, also das Wasser nicht strömt. In dem Augenblicke aber, wo durch Oeffnen der Schleusen eine Wasserbewegung eintritt, wird durch die drosselnde Wirkung der Rechenstäbe eine Absenkung hinter dem Rechen eintreten, und zwar wird dieselbe um so grösser werden, je rascher das Wasser strömt. Durch entsprechendes Einstellen der Leerfallen, die von Hand, sowie mittels zweier Elektromotoren bewegt werden können, ist es möglich, diesen Unterschied im Wasserspiegel bis auf 3 *m* zu bringen.

Der Rechen, der aus einzelnen Feldern besteht, ist nur während der Sommermonate in Thätigkeit, während der Wintermonate wird er mittels einer fahrbaren Winde bis über den Wasserspiegel gehoben, um Vereisungen zu vermeiden. Da der Glommen keine Geschiebe führt, war die vorerwähnte Anordnung ohne weiteres zulässig; sie ist seit zwei Jahren im Betrieb und funktioniert ganz zufriedenstellend.

Der lange Ueberfall hat den Zweck, ein Ansteigen des Wasserspiegels über die Krone der Hochwasserschutzmauer zu verhindern. Er kann weit über 1000 m^3/Sek. überfliessen lassen, wodurch eine derartige Regelung des Wasserspiegels herbeigeführt wird, dass Ueberflutungen der die Wasserkraftanlage schützenden Dämme ausgeschlossen sind. Es war andererseits möglich, einen kleinen Damm im linken Teile des Wasserfalls aufzuführen, um bei Niederwasser einen gleichmässig hohen Oberwasserspiegel zu erhalten.

Die Schützen sind derart kräftig gebaut, dass sie einem einseitig ausgeübten Wasserdrucke bis zu 9 *m* Höhe Widerstand leisten können; um nicht zu schwere und komplizierte Aufzugsmechanismen zu erhalten, sind sie in Felder von 2350 *mm* Lichtweite geteilt. Die Schützentafeln sind aus Holz mit Eisenarmierung hergestellt und haben je 3 *m* Höhe. — Hinter den Haupteinlassfallen erweitert sich der Oberwasserkanal zu einem Bassin. Die gegen den Wasserfall zu liegende Wandung ist als Ueberfall ausgebildet und dient dazu, die beim Betriebe unvermeidlichen Wasserschwankungen auszugleichen. Hieran schliesst sich noch eine kleine Spülfalle, die im Winter auch dazu benützt wird, das in den Kanal bezw. Bassin gedrungene Scholleneis zu entfernen.

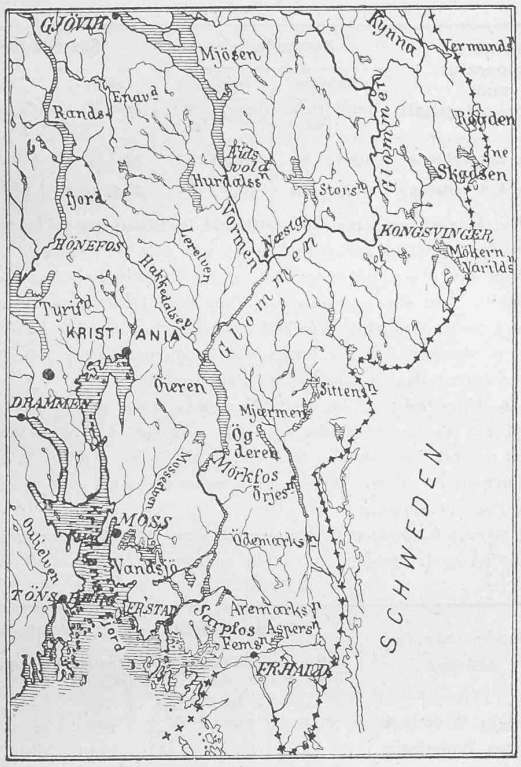
Der südliche Abschluss des Verteilungsbassins wird von einer kräftigen Betonmauer bewirkt. In derselben sind sechs Rohrstutzen von je 3 *m* Lichtweite und einer von 1,60 *m* Durchmr. einbetoniert. Vor den Rohreinläufen befindet sich ein Schutzrechen aus Flacheisenstäben mit 30 *mm* lichter Weite. Er dient dazu, im Wasser schwimmende Fremdkörper von dem Eintritte in die Turbinenräder abzuhalten.

Das Wasser wird den Turbinen in Eisenrohren zugeführt. Sämtliche Rohre sind durchaus genietet, ihre Wandstärke beträgt 8 *mm* bezw. 6 *mm*. Sie ruhen auf massiven Steinpfeilern und sind von 3 zu 3 *m* mit Versteifungsringen aus Winkeleisen versehen. Eines der Hauptrohre führt 23,5 m^3 mit 3,5 *m* Geschwindigkeit, die andern je 20 m^3 mit 3 *m* Geschwindigkeit. Anfänglich wurden Befürchtungen geäussert, dass bei den niederen Wintertemperaturen Vereisungen in den Rohren eintreten würden; man hat die Rohre mit Holz verschalt und die Zwischenräume mit Sägespänen ausgefüllt, nur eines wurde probeweise offen gelassen. Diese Befürchtungen sind glücklicher Weise unnötig gewesen, weshalb auch die unschöne Umschachtelung demnächst entfernt werden wird; diese würde wahrscheinlich nur dazu beitragen, das äusserliche Rosten der Rohre zu begünstigen. — Der erste Ausbau der Centrale benötigte den kleinen Rohrstrang mit 1,6 *m* Durchmesser und zwei mit je 3 *m* Durchmesser. Das Maschinenhaus befindet sich knapp unterhalb des Wasserfalles.

Wegen der erwähnten Schwankungen des Unterwasserspiegels kamen nur Turbinen mit Saugrohren und vertikalen Achsen in Betracht. Die seinerzeit an Ort und Stelle eingezogenen Erkundigungen über die Wasser- und Eisverhältnisse waren die Veranlassung, dass man sich entschloss, die einfachsten Turbinen zu wählen und von komplizierten Reguliervorrichtungen, die leicht zu Brüchen oder Verstopfungen führen konnten, absah.

[1]) «Ueber norwegische Wasserkräfte», Vortrag von Hch. Dietz im Nürnberger Bezirksverein deutscher Ingenieure, Bayer. Industrie- und Gewerbebl. 1900 Nr. 43.

Die Turbinenanlage umfasst gegenwärtig 6 Turbinen zu 1200 *P. S.* und 2 Turbinen von 280 *P. S.*, welche sämtlich von *J. J. Rieter & Cie.* in Winterthur geliefert sind. Die erstgenannten sechs Turbinen sind in Gussgehäusen montierte Jonvalturbinen, die mittels am unteren Ende der Saugrohre befindlichen Ringschützen reguliert werden. Jede bei 143 Min.-Umdr. 1200 *P. S.* leistende Turbine ist mit einer Dynamo von 800 *kw* verbunden. Die Reguliervorrichtungen werden direkt vom Schaltbrett



Flusskarte des südöstlichen Norwegens. 1 : 2000000.

aus bethätigt. Ausserdem befindet sich vor jeder Turbine eine Drosselklappe, die vom Generatorenraum aus von Hand gestellt werden kann. — Die Turbinen sind mit über dem Wasser liegenden Ringspurzapfen ausgerüstet. Um die Zapfenkonstruktion zu entlasten, ist auf jeder Turbinenwelle ein in einem Gehäuse befindlicher Kolben angebracht; das Druckwasser wird aus den Rohren für das Betriebswasser entnommen, und die Grösse der Entlastung mittels eines Schiebers geregelt; der Kolben hat eine einfache Labyrinthdichtung. Oberhalb des Kolbens befindet sich ein Ablaufrohr, das in das Unterwasser führt.

Die Turbinen und Generatoren sind von reichlicher Abmessung und während der Niederwasserperiode durchschnittlich mit je 1200 *P. S.* belastet. Bei dieser Belastung beträgt die mittlere Wassergeschwindigkeit in den grösseren Zuleitungsrohren bei einem Nettogefälle von 18 *m* etwa 3 *m*. Der Druckhöhenverlust vom Bassin bis in das Turbinengehäuse erreicht hierbei insgesamt im ungünstigsten Falle 0,5 *m*.

Leistungsversuche an den Turbinen wurden im Herbste 1899 vorgenommen. Bei der durch die Situation bedingten Schwierigkeit, genaue Wassermessungen im Oberkanal oder in den Rohren vorzunehmen, musste man sich damit begnügen, die von den Turbinen bei ganz gehobener Ringschütze aufgenommene Wassermenge aus der Grösse der Querschnitte zu berechnen. Die Generatoren arbeiteten hierbei auf Wasserwiderstände; ihr Wirkungsgrad war mit 92 % angenommen worden. Der Nutzeffekt der Turbinen überschritt 80 %.

Gleichzeitig mit der Aktiengesellschaft Hafslund haben die Nachbarn derselben eine Wasserkraftanlage erstellt, die für 7500 *P. S.* vorgesehen wurde. Derzeit läuft dort eine 1500 *P. S.* Francisturbine und eine zweite gleich grosse ist im Bau; ausserdem sind noch drei kleinere Turbinen in Betrieb. Auch diese Centrale versorgt mehrere elektrochemische Fabriken mit Kraft, sowie die Stadt Sarpsborg mit Licht.

Eine weitere Wasseranlage am Glommen ist ungefähr 40 *km* stromaufwärts von Sarpsborg im Bau. Der Ausbau wird von der Elektricitäts-Aktiengesellschaft vormals Schuckert & Cie. für die Aktiengesellschaft «Glommens Träsliberi» ausgeführt.

Bei dem Gehöfte Kykkelsrud bildet der Glommen die Wasserfälle Fossumfos, Sandefos, Dalefos, Kykkelsrudfos, die zusammen ein Gefälle von 18 bis 21 *m* ergeben. Gefälle und Wasserverhältnisse sind ähnlich wie im Sarpsfos, man kann sich daher die dort gesammelten Erfahrungen zu nutze machen. Da die Wasserfälle nicht wie am Sarpsfos auf einem Punkte konzentriert sind, ist die Anlage eines längeren Werkkanals erforderlich. Derselbe wird für eine maximale Wassermenge von 260 m^3/Sek. gebaut, was bei dem mittleren Gefälle von 18 *m* einer Leistung von 46800 *P. S.* an den Turbinenwellen entspricht. Auch der Ausbau dieser Anlage wird nach und nach erfolgen. Es sind vorläufig Maschinensätze von je 3000 *P. S.*, für den späteren Ausbau solche von je 5000 *P. S.* in Aussicht genommen.

Wegen der bedeutenden Wassermengen- und Wasserspiegel-Unterschiede im Sommer und Winter — der Unterwasserspiegel kann bis 12 *m* über den tiefsten Stand ansteigen — werden ganz bedeutende Wasserbauten erforderlich sein. Der Wasserbau für die volle Wassermenge und der erste Ausbau der Centrale im Betrage von 10—12000 *P. S.* werden eine Bauzeit von ungefähr $2^1/_2$ Jahren erfordern. Die gewonnene Energie soll an die Seeküste, etwa 25 *km*, und nach Christiania, etwa 45 *km* weit übertragen werden.

Simplon-Tunnel.

Am 25. Januar ist der neueste *Vierteljahresbericht* der Jura-Simplon-Bahn über den Stand der Arbeiten im Simplon-Tunnel vom 31. Dezember 1900 veröffentlicht worden.

Der Fortschritt der Arbeiten wird für das Berichtsvierteljahr wie folgt nachgewiesen: Auf der *Nordseite* mit 384 *m* im Sohlenstollen des Haupttunnels, 492 *m* im Parallelstollen und 687 *m* im Firststollen; auf der Südseite für die entsprechenden Stollen mit 380, 432 und 516 *m*. Der Vollausbruch ist auf der Nordseite um 733 *m*, auf der Südseite um 509 *m* vorgerückt. Der Gesamtaushub für die drei letzten Monate 1900 beziffert sich auf 28786 m^3 nördlich und 21335 m^3 südlich, der Fortschritt in der Ausmauerung auf 564 *m* mit 5307 m^3 Mauerwerk auf der Nordseite und 551 *m*, bezw. 5471 m^3 auf der Südseite. Die Gesamtleistung bis Ende Dezember zeigt die

Tabelle I.

Gesamtlänge des Tunnels 19729 *m*		Nordseite-Brieg		Südseite-Iselle		Total	
Stand der Arbeiten Ende . .		Sept. 1900	Dez. 1900	Sept. 1900	Dez. 1900	Septemb.	Dezemb.
Sohlenstollen im Haupttunnel .	*m*	3735	4119	2768	3148	6503	7267
Parallelstollen	*m*	3592	4084	2718	3150	6310	7234
Firststollen	*m*	2709	3396	1883	2399	4592	5795
Fertiger Abbau	*m*	2519	3252	1841	2350	4360	5602
Gesamtausbruch	m^3	134039	162825	98191	119526	232230	282351
Verkleidung, Länge	*m*	2309	2873	1469	2020	3778	4893
Verkleidungsmauerwerk . . .	m^3	23951	29258	14817	20288	38768	49546

Der mittlere Querschnitt ist während der drei Monate gemessen worden: auf der *Nordseite* mit 6,4 m^2 im Sohlenstollen und 6,2 m^2 im Parallelstollen auf der *Südseite* für die gleichen Stollen je mit 6,0 m^2. In jedem der vier genannten Stollen standen durchschnittlich drei Bohrmaschinen im Betriebe, welche an Arbeitstagen aufzuweisen hatten: auf der *Nordseite* im Hauptstollen 68, im Parallelstollen 111 (mit zwei gleichzeitigen Angriffspunkten) und auf der *Südseite* je 90 in beiden Stollen. Die Gesamtzahl der Angriffe belief sich nördlich auf 623 und südlich auf 682. Durch die mechanische Bohrung sind im Quartal an Aushub in allen vier Stollen zusammen erzielt worden 9960 m^3, wofür im ganzen 33891 *kg* Dynamit und 8269 Arbeitsstunden aufgewendet wurden; von letzteren entfielen 3229 auf die Bohrarbeit und 5040 auf das Laden der Schüsse und des Schuttern.

Durch Handbohrung sind auf beiden Tunnelseiten zusammen 39451 m^3 ausgehoben und hierfür 33253 *kg* Dynamit, sowie 140394 Arbeiter-Tagschichten beansprucht worden.

An Arbeitern waren während des Vierteljahres täglich durchschnittlich beschäftigt:

	Nordseite	Südseite	Total
im Tunnel	1459	1294	2753
ausserhalb des Tunnels	481	529	1010
Zusammen	1940	1823	3763

gegen die Durchschnittszahl von 3729 im vorhergegangenen Quartal. Von den im Tunnel beschäftigten Arbeitern haben im Maximum gleichzeitig darin gearbeitet auf der Nordseite 580, auf der Südseite 510.

Geologische Verhältnisse. Der Richtstollen der *Nordseite* ist im gleichen Gestein, welches der letzte Vierteljahresbericht bei *km* 3,735 meldete, bis zum *km* 3,843 geblieben. Infolge stärkerer Neigung der Schichten wurden erst hier der Dolomitkalk und Gips angefahren, die