Ein Schutzverfahren für Turbinenschaufeln [Schluss]

Autor(en): **Dufour, H.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Wasserwirtschaft : Zeitschrift für Wasserrecht, Wasserbautechnik, Wasserkraftnutzung, Schiffahrt**

Band (Jahr): **13 (1920-1921)**

Heft 11-12

PDF erstellt am: **29.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-919871

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

tables si l'on s'en rapporte aux résultats obtenus, tant sur la partie voisine du Rhin que sur le Rhône, où cependant les conditions sont plus favorables; on ne voit pas comment on pourra fixer le lit et le défendre contre les mouvements du gravier, ni comment on pourra franchir la barre d'Istein sans barrage ou sans dérivation; les travaux auront d'ailleurs pour conséquence forcée une aggravation de la vitesse des courants qui sont dès aujourd'hui le principal obstacle à l'utilisation du fleuve.

La canalisation dans le lit même du fleuve comporterait un nombre de barrages variable suivant les projets, mais qui paraît devoir être d'au moins quatorze; la plupart présenteraient de grandes difficultés de fondations et leur manoeuvre au moment des crues ne serait pas sans danger pour les riverains, la moindre fausse manoeuvre pouvant entraîner l'inondation de la plaine voisine; en tous cas, ils imposeraient à la navigation le franchissement de quatorze écluses, soit, avec les sept ponts de bateaux actuellement existants, vingt et un arrêts en route.

La dérivation du Rhin par le grand canal d'Alsace, de Huningue à Strasbourg, constitue au contraire une solution sûre et de beaucoup préférable à tous points de vue. Elle ne demande qu'un seul barrage près de Huningue, à un endroit où les fondations seront faciles; elle offrira une cuvette de 86 mètres de largeur sur 6 ou 7 de profondeur, de plus grande section que la moyenne du fleuve; le courant n'y sera jamais supérieur à 1 m 20 par seconde et, enfin, elle ne présentera comme points d'arrêt des bateaux que ses huit écluses; les bateaux circuleront plus vite et la capacité de trafic sera supérieure à celle de la meilleurs des solutions en concurrence.

Cette solution, très préférable au point de vue de la navigation, l'est encore bien plus à celui de la captation de la force motrice, que ne pourrait réaliser que d'une façon intermittente la canalisation dans le lit et que sacrifierait complètement la régularisation."

Ein Schutzverfahren für Turbinenschaufeln.

Von H. Dufour, Ingenieur, in Basel.

(Schluss.)

Die ursprüngliche Entsandungsanlage Florida-Alta, für 20 m³/sek., bestand aus zwei Klärbassin mit einem Klärraum von zusammen rund 9800 m³.

Bei meiner Ankunft in Florida-Alta, im Mai 1911, lagen für die Verbesserung dieser als ungenügend erkannten Entsandungsanlage Projekte vor, welche die Lösung in der Schaffung einer grösseren Anzahl geräumigen Kammern, die dann, wenn einmal versandet, der Reihe nach ausgespült werden sollten, suchten. Die Kostenvoranschläge ergaben für die voraussichtlichen Baukosten 500,000—600,000 Fr.

Auf Grund von systematischen Erhebungen über die auszuscheidende Sandmenge, die bis zu 2 m³/l Wasser, oder bei einer Wassermenge von 20 m³/sek., 3456 m³ und mehr pro Tag anwachsen könnte, gelang es mir, über die Bedeutung der Sandabfuhr ein zuverlässiges Bild zu erhalten und, an Hand eines hierzu angefertigten Versuchsmodelles die Ausführbarkeit einer brauchbaren Entsandungsanlage mit kontinuierlicher und selbsttätiger Spülung nachzuweisen. Die nach meinen Plänen ausgeführte und im „Bulletin" beschriebene Anlage wurde in den vorhandenen Bassins eingebaut; der Gesamt-Klärraum ihrer acht Klärkammern, mit kontinuierlicher Spülung, erreicht nicht die Hälfte desjenigen der zwei Bassins. Der Kostenaufwand betrug ca. 250,000 Fr.

Über das Entstehen und das praktische Ergebnis dieser Anlage gibt das nachstehende, von der Besitzerin der Anlage, der in der Schweiz wohl bekannten Deutsch-Überseeischen Elektrizitätsgesellschaft in Berlin, Niederlassung Santiago de Chile, ausgestellte Zeugnis, welches ich der Redaktion der „Schweizerischen Wasserwirtschaft" vorgelegt habe, Aufschluss:

„Santiago de Chile, den 19. Oktober 1920.

Die zu Anfang des Jahres 1910 in Betrieb gesetzte Turbinenkraftanlage in Florida Alta, bei Santiago de Chile (der Deutsch-Überseeischen Elektrizitätsgesellschaft in Berlin gehörig) hatte in den ersten zwei Betriebsjahren ausserordentlich mit der zerstörenden Wirkung zu kämpfen, welche der hohe Gehalt an feinem, scharfem Sand des Betriebswassers mit sich brachte. Die Abnutzung trat an den Turbinen (zwei Francis-Doppelturbinen à 4000 PS der Firma ..... und zwei Turbinen à 4000 PS der Firma .....) gleichmässig in derartig starkem Masse auf, dass an eine radikale Revision oder gänzliche Umarbeitung der Turbinen gedacht werden musste. Um an Ort und Stelle die Zweckmässigkeit gewisser Änderungen in Konstruktion und Material zu studieren, wurde zur Überwachung der geplanten Arbeiten an den beiden .....-Turbinen der Ingenieur Herr Henri Dufour von seiner Firma hierher beordert. Herr Dufour hat, einer Anregung der Direktion folgend, sich während der durch die Betriebsverhältnisse gegebenen Wartezeit eingehend nicht nur mit dem Problem beschäftigt, die Einwirkung des Sandes auf die Turbinen und dessen zerstörende Folgen zu beseitigen, sondern auch mit der Bekämpfung der Ursache, d. i. mit der Möglichkeit, den Sandgehalt vor Eintritt in die Turbinen durch ein besonderes Klärverfahren auf ein Minimum zu bringen. Versuche mit einem grösseren und mehrfach abgeänderten Holzmodell haben den Beweis erbracht, dass durch geeigneten Umbau der bestehenden beiden Klärbassins eine ganz erhebliche Verringerung des Sandgehaltes des Nutzwassers erzielt werden kann.

Die Direktion hat sich 1912 entschlossen, auf Grund der von Herrn Dufour vorgenommenen Versuche und dessen konstruktiven Vorschlägen, den Umbau vorerst an einem Klärbassin vorzunehmen; nachdem das erzielte Resultat äusserst befriedigend war, wurde die Abänderung des zweiten Bassins sofort in Angriff genommen. Als schlagender Beweis für das erzielte End-Endergebnis kann angeführt werden, dass, nachdem früher die Turbinen nach einer Betriebsdauer von nur ca. 2000 Stunden einer vollständigen Umarbeitung (Ersatz von Leitschaufeln, Laufrädern, Bolzen, Seitendeckel etc.) unterworfen werden mussten und eine längere Lebensdauer der Turbinen überhaupt in Frage gestellt war, nunmehr dieselben erst nach ca. 7—8000 Stunden ohne Generalreparatur und ohne die vorher auftretenden plötzlichen schweren Betriebsstörungen in Revision genommen werden müssen. Trotzdem die Umbaukosten der Kläranlage erheblich waren, mit Rücksicht darauf, dass eine vorhandene und im Betrieb befindliche Anlage umgeändert werden musste, so haben die erzielten Ersparnisse an Ersatzmaterial und an Ausgaben für Löhne und Gehälter durch die Vereinfachung und Sicherstellung des Betriebes bewiesen, dass die Ausgaben an Baukosten in diesem Falle vollauf gerechtfertigt waren. Die Kläranlagen arbeiten bis heute völlig zufriedenstellend und erfordern geringe Bedienung und Unterhaltung."

Die ursprüngliche Entsandungsanlage Ackersand bestand aus zwei Klärkanälen mit einem Gesamt-Klärraum von rund 270 m³. Für ihre Verbesserung lagen im Herbst 1918 zwei Projekte vor.

Das eine, ohne kontinuierliche Spülung, wollte zwei weitere Klärkanäle mit Beruhigungseinrichtungen, mit je zwei Absperrschützen und einer Spülschütze, anbauen; die Vergrösserung der bestehenden Klärräume würde rund 80 % betragen haben. Wie in meiner Mitteilung vom 10./25. April 1920 bereits gesagt, hätte diese Lösung wohl eine Verbesserung gebracht, sie hätte aber einen sehr hohen Geldaufwand erfordert und die Klärung wäre wie bisher stets von der Aufmerksamkeit und der Arbeit des Bedienungspersonals abhängig gewesen. Nach meinem Projekt dagegen war nur die Anbringung von Verteil- und Beruhigungseinrichtungen, sowie der kontinuierlichen und selbsttätigen Spülung in den vorhandenen Kanälen, wobei die Klärraum-Vergrösserung nur 11 % betrug, erforderlich. Die allerdings nur geschätzten Baukosten des ersten Projektes würden mindestens 5 bis 6 Mal so viel als diejenigen des zweiten, welches dann zur Ausführung gelangte, betragen haben.

Über die tatsächliche Wirksamkeit und die Wirtschaftlichkeit der verbesserten Anlage geben meine Mitteilungen im „Bulletin" vom 12. Juni 1920 genau Aufschluss; es sei deshalb hier das dort Gesagte auszugsweise wiedergegeben:

Im Jahre 1919 war die verbesserte Anlage von Mitte Mai bis Mitte Oktober im Betrieb. Alle ausgeschiedenen Sinkstoffe, vom feinsten Schlamm bis zu den Kiessteinen mit 40 mm und mehr Korngrösse wurden ganz selbsttätig, also ohne jegliche Bedienung ausgespült. Das täglich ausgespülte Gewicht schwankte zwischen 1 und 470, in einem Fall sogar ca. 688 t und betrug im Mittel 65,2 t. Das festgestellte Maximum erreichte die Zahl von 44 t pro Stunde bei 3080 l/sek. entsandeten Wassermenge. Diese Zahlen zeigen die Bedeutung der kontinuierlichen und selbsttätigen Spülung. Das Gewicht der vom 1. Juni bis einschliesslich 1. Oktober ausgeschiedenen Sinkstoffe erreichte ungefähr 8020 t, während das Gewicht des im entsandeten Wasser gebliebenen feinen Schlammes nur noch wenig mehr als 3300 t betrug.

Das Diagramm des „Bulletin" zur Veranschaulichung der Tätigkeit der Entsandungsanlage in der Sommerperiode 1919 gibt für jeden Tag den Sinkstoffgehalt des ankommenden Wassers in m^3/l, die ankommende Sinkstoffmenge, die von der Anlage ausgeschiedene und die im entsandeten Wasser verbleibende Sinkstoffmenge in m^3 an.

Aus dem Umstande, dass sowohl die Wasserführung der Visp als die Belastung des Kraftwerkes Ackersand im Sommer 1919 wesentlich grösser waren als im Sommer 1918, dass ferner im Sommer 1919 die Wehrschützen so gehandhabt wurden, dass möglichst viel Sand in die Kläranlage gelangte[1]), kann geschlossen werden, dass die im Winter 1918—19 verbesserte Anlage im Sommer 1919 mindestens so viel Sinkstoffe erhalten hat als die ursprüngliche Anlage im Sommer 1918. Die Ergebnissse des Turbinenbetriebes, auf die es hier schliesslich ankommt, können also zum mindesten verglichen werden.

Dank der Wirksamkeit der neuen Einrichtungen wurde die Betriebssicherheit des Kraftwerkes erhöht, die Turbinenabnützungen, sowie die dadurch verursachten Wirkungsgradverluste stark vermindert.

Vom 1. April bis 1. Oktober 1919 betrug die wegen Revisionen, Reparaturen und Auswechslungen von abgenützten Teilen erlittene Verminderung der Energieerzeugung $^1/_{20}$ der jenigen des Jahres 1918.

Die mittlere Abnahme der Wandstärke, der Laufradschaufeln aus Stahlguss (die bei drei der vier Turbinen vor der Sommerperiode der beiden Jahre erneuert worden waren), welche im Jahre 1918 6 bis 7 mm erreicht hatte, betrug im Jahre 1919 nur 1,3 mm.

Der Verbrauch an Ersatzteilen, welcher im Jahre 1918 6600 kg überschritten hatte, fiel im Jahr 1919 auf vier kleine Düseneinsatzringe aus Stahl, im Gewicht von zusammen 13 kg, zurück. Es kann heute angenommen werden, dass in Zukunft unter den gleichen Betriebsverhältnissen die Lebensdauer der Laufradschaufeln um mehrere Jahre verlängert werden wird, und die Unterhaltungskosten der Turbinen um ca. 70 bis 80 % gegenüber denjenigen des Jahres 1918 zurückgehen werden.

[1]) Zwecks Gewinnung des vorzüglich gewaschenen Sandes aus dem Spülwasser der Kläranlage.

Im Jahre 1918 wurden die im Sommer abgenützten Turbinen vom Oktober an, so rasch als dies mit Rücksicht auf den Betrieb möglich war, repariert (Ersatz der Leitapparate und der Laufradschaufeln). In den ersten vier Monaten des Winters 1918/19 betrug aber der Ausfall in der Energieerzeugung wegen der niedrigen Turbinenwirkungsgrade noch 12 % der vom Werk erzeugten Energie in kWh. Nach der Sommerperiode des Jahres 1919, mit den verbesserten Entsandungseinrichtungen, konnten die abgenützten kleinen Leitapparatteile aller Turbinen in wenigen Stunden ausgewechselt werden, wodurch die Turbinen von Anfang Oktober ab ihren ursprünglichen Wirkungsgrad wieder erzielten. Im Winter 1919/20 ist also eine Verminderung der Energieerzeugung infolge Abnützung nicht eingetreten.

Über das wirtschaftliche Ergebnis der vorerwähnten Verbesserung der Entsandungsanlage Ackersand sei noch mitgeteilt, dass die Ersparnisse an Turbinenersatzteilen im Jahre 1919 gegenüber 1918 die Kosten der Verbesserung überschreiten. Durch den im Jahre 1919 gegenber 1918 erzielten Energiegewinn allein sind diese Kosten auch schon reichlich ausgeglichen.

Wie aus diesen Ausführungen, sowie hauptsächlich aus meinen Veröffentlichungen im „Bulletin" zu ersehen ist, sind diese als vortrefflich anerkannten Ergebnisse durchaus nicht, wie aus den Äusserungen des Herrn Büchi angenommen werden könnte, mit geräumigen und mit grossen Kosten erstellten Entsandungsanlagen, sondern durch eine zweckmässige Beruhigung des Wassers und durch Anwendung der kontinuierlichen Spülung erzielt worden.

Die Einrichtung dieser Spülung, welche sich von Anfang an als betriebssicher erwiesen hat, erfordert in ihrer jetzigen vervollkommneten Ausführung keine grossen Ausgaben.

Meines Erachtens ist es auch einleuchtend, dass Entsandungsanlagen, deren Klärräume weder durch Sandablagerungen noch durch Ausschaltung von einzelnen Kammern im Betrieb vermindert werden, und bei welchen die Ausführung des ausgeschiedenen Sandes selbsttätig vor sich geht, mit den geringsten Kosten den grössten Nutzeffekt erreichen können.

Wie viele andere Neuerungen hat auch das Entsandungssystem mit kontinuierlicher und selbsttätiger Spülung zunächst Gegner gehabt. Die mit ihm erzielten überraschend guten Ergebnisse in Fällen, wo andere Entsandungssysteme versagt hatten, haben aber auch Gegner zu überzeugten Verteidigern gemacht und zahlreiche Wasserkraftwerkbesitzer veranlasst, diesem System ihre Aufmerksamkeit zu schenken.

Bis heute sind bereits 10 Anlagen (davon 5 im Jahre 1920) für Wassermengen bis zu 30 m^3/sek. und Gefällen bis 1100 m in Betrieb genommen oder in Auftrag gegeben worden.

Schweizer. Wasserwirtschaftsverband

Protokoll

der IX. ordentlichen Generalversammlung des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes Samstag den 30. Oktober 1920, vormittags 11 Uhr, im Grossratssaal in Luzern.

Traktanden:

1. Protokoll der VIII. ordentlichen Hauptversammlung in Basel vom 7. März 1919.
2. Jahresbericht pro 1919.
3. Jahresrechnung und Bericht der Kontrollstelle pro 1919.
4. Budgets pro 1920 und 1921.
5. Wahlen in den Ausschuss.
6. Wahl eines Vorstandsmitgliedes an Stelle des verstorbenen Herrn Direktor Hch. Wagner.
7. Wahl der Rechnungsrevisoren.
8. Verschiedenes.

Vertreten waren folgende Behörden, Vereine und Verbände, Werke, Firmen, Presse:

Eidgen. Oberbauinspektorat (Oberbauinspektor Bürkli).
Eidgen. Amt für Wasserwirtschaft (Direktor Mutzner, Oberingenieur Lütschg).
Generaldirektion der S. B. B. (Generaldirektor Zingg).
Technische Prüfanstalten der S. E. V. (W. Brüderlin).