

Zeitschrift:	Schweizerische Wasserwirtschaft : Zeitschrift für Wasserrecht, Wasserbautechnik, Wasserkraftnutzung, Schiffahrt
Herausgeber:	Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band:	13 (1920-1921)
Heft:	9-10
Artikel:	Ein Schutzverfahren für Turbinenschaufeln
Autor:	Dufour, H.
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-919868

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: 14.01.2026

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

und Grösse der zu bewältigenden Aufgabe gemessen, durchaus nicht übermäßig gross sind.

Die Preise der im Bahnbetriebe verwendeten Kohlen sind auf etwa das 100fache gestiegen; wir müssen heute mit einem Preise von 1000 Kronen für die Tonne oberschlesischer Kohle loko Grenzstation rechnen.

Es würde hier zu weit führen, auf die Frage der Wirtschaftlichkeit des elektrischen Betriebes näher einzugehen, zumal eine streng ziffernmässige Behandlung dieser Frage aus dem Grunde auf bedeutende Schwierigkeiten stösst, weil sich heute weder die künftige Entwicklung der Gestehungskosten aller Bauherstellungen und Maschinen, noch jene der Kohlenpreise absehen lässt. Allen rechnerischen Vergleichen zwischen zukünftigem elektrischen und Dampflokomotivbetrieb müssen also gewisse Annahmen zugrunde gelegt werden, die der Entwicklung unserer wirtschaftlichen Verhältnisse Rechnung tragen, und es ist klar, dass man bei diesen Zukunftsrechnungen den festen Boden verlieren muss. Eines ist sicher und lässt sich ziffernmässig nachweisen: bei den heutigen Kosten der Elektrifizierung und bei den heutigen Kohlenpreisen steht die Wirtschaftlichkeit der Einführung der elektrischen Zugförderung ausser jedem Zweifel; ja selbst bei einer weitgehenden Verminderung der Kohlenpreise wäre — sogar bei unverminderten Gestehungskosten der Anlagen für die Elektrifizierung — die Wirtschaftlichkeit gewährleistet.



Ein Schutzverfahren für Turbinenschaufeln.

Von H. Dufour, Ingenieur, in Basel.

In meiner Mitteilung in der Nummer vom 10./25 Oktober 1919 der „Schweiz. Wasserwirtschaft“ habe ich eine Beschreibung der Entsandungsanlage „Florida-Alta“ im Bulletin technique de la Suisse Romande, in der Folge „Bulletin“ genannt, in Aussicht gestellt. Diese Beschreibung, mit mehreren maßstäblichen Zeichnungen und Photographien, ist in den Nummern vom 13. und 27. Dezember 1919, 7. und 21. Februar 1920 unter dem Titel: „L'usure des turbines hydrauliques, ses conséquences et les moyens d'y parer“ erschienen.

Unter dem gleichen Titel ist in der Nummer vom 3. April 1920 des „Bulletin“ eine ausführliche Darlegung mit Diagrammen, der in zwei weiteren Wasserkraftanlagen, infolge Abnützung ihrer Turbinen, eintretenden starken Wirkungsgrad- und Leistungsabnahme gegeben worden.

Am Schluss meiner Mitteilung vom 10./25. April 1920, in dieser Zeitschrift, habe ich ferner gesagt, dass eine ausführliche Beschreibung der umgebauten Entsandungsanlage Ackersand, mit den Ergebnissen ihres ersten Betriebsjahres, unter dem vorstehend genannten Titel, im „Bulletin“. demnächst erscheinen würde.

Diese Beschreibung, mit einer maßstäblichen, deutlichen Zeichnung, erschien in der Nummer vom 1. Mai 1920, die Ergebnisse der Abnahmeverweise und diejenigen des ersten Betriebsjahres, mit Zahlenangaben und zusammen 6 Diagrammen nebst 4 Photographien, in der Nummer vom 12. Juni 1920.

Diese Mitteilungen enthalten Angaben über den Sinkstoffgehalt und die Sinkstoffzusammensetzung von verschiedenen Gewässern, ferner das Ergebnis von langen Untersuchungen über die Beziehungen zwischen dem Sinkstoffgehalt des Betriebswassers und den Turbinenabnützungen bzw. den durch dieselben verursachten Verlusten in der Energieproduktion von Turbinenanlagen unter den verschiedensten

Verhältnissen. Sie zeigen, welche tatsächlich verfügbaren Energiemengen in den Wasserkraftanlagen oft unvermutet verloren gehen, oder besser gesagt, effektiv nicht erzeugt werden; ferner welche Ersparnisse an Ersatzteilen und welche Gewinne an Energie nur durch Umbau nicht genügend wirksamen Entsandungsanlagen erzielt werden können.

Diese Mitteilungen im „Bulletin“, welche meines Wissens die ersten ihrer Art sind, haben sofort volles Verständnis und lebhaftes Interesse sowohl bei den Turbinenkonstrukteuren als bei den Erbauern und Besitzern von Wasserkraftanlagen auch im Auslande gefunden.

Es erschien mir selbstverständlich, dass meine Veröffentlichungen im „Bulletin“, welche hier angesagt worden waren, auch zur Kenntnis des Herrn Ingenieur Büchi, der solche ausführlichen und präzisen Mitteilungen geradezu herausgefordert hatte, gelangen würden. Ich dachte, dass damit die begonnene Aussprache ihre Erledigung finden würde oder aber, dass Herr Büchi sein auf Grund meiner Mitteilungen gewonnenes Urteil den verehrten Lesern der „Schweiz. Wasserwirtschaft“ werde bekanntgeben können.

Ich war deshalb überrascht, acht Wochen nach dem Erscheinen der Beschreibung und zwei Wochen nach der Bekanntgabe der Betriebsergebnisse über die Entsandungsanlage Ackersand in dem „Bulletin“, in der Nummer vom 10. 25. Juni 1920 dieser Zeitschrift, von Herrn Büchi neben verschiedenen Anzweiflungen über meine früheren Angaben folgenden Satz zu lesen:

„Trotz aller Kritik hat sich Herr Dufour nicht entschliessen können, zahlenmässige klare Angaben über die wesentlichen Eigenschaften der Entsandungsanlage Ackersand zu geben, nämlich über die sekundliche Wassermenge, über die Grösse des Klärraumes und über die Ausscheidung in Prozenten des zugeführten Sandes.“

Am 16. Juli 1920 habe ich dem Schweizerischen Wasserwirtschaftsverband einen damals ganz neu erschienenen Sonderabdruck¹⁾, welcher die obengenannten Mitteilungen des „Bulletin“ umfasst, mit dem Bemerkern überreicht, dass es mich freuen würde, wenn derselbe mit meiner Erwähnung in der Verbandszeitschrift gewürdigt werden könnte. Wie ich neulich von der Redaktion der „Schweiz. Wasserwirtschaft“ erfuhr, konnte dieser Wunsch, infolge ihrer allzu starken Anspruchnahme, bis heute nicht erfüllt werden; ich sehe mich deshalb veranlasst, an dieser Stelle zu den von Herrn Büchi in der Nummer vom 10./25. Juni 1920 aufgeworfenen Fragen, wenn auch mit grosser Verspätung, heute noch Stellung zu nehmen.

Am Ende des zweiten Absatzes seiner Mitteilung sagt Herr Büchi, dass bei Vollast der Nutzeffekt der Entsandungsanlage Ackersand viel geringer wäre als bei Halblast und erst nachgewiesen werden müsste. In meiner Mitteilung im „Bulletin“ vom 12. Juni 1920 war aber dieser Vollast-Nutzeffekt (bei 3400 l./sek.) an Hand eines Diagrammes bereits genau angegeben. Die in die Kläranlage kommenden Sinkstoffe, bestehend aus: Kies, Sand und Schlamm, sind in acht verschiedene Korngrössen sortiert und es gibt das Diagramm für jede Korngrösse den Prozentsatz der von der Entsandungsanlage bei Vollast ausgeschiedenen Menge an.

Aus diesem Diagramme lässt sich entnehmen, dass von den Körnern mit:

> 0,8 mm dm.	...	100 %
0,8 - 0,6	”	97 ”
0,6 - 0,5	”	95 ”
0,5 - 0,4	”	86 ”
0,4 - 0,27	”	67 ”
0,27 - 0,17	”	39 ”
< 0,17	”	29 ”

Volumteile, ausgeschieden und kontinuierlich ausgespült werden.

Die erzielte Klärwirkung kann als vorzüglich bezeichnet werden, indem der im entsandeten Wasser, d. h. Turbinenwasser, noch verbleibende Schlamm an Körner über 0,4 mm nur noch 1,55 % Volumteile enthält.

Diese verschwindend kleine Schlammmenge besteht hauptsächlich aus leichten Glimmer-Blättchen, welche praktisch keinen Einfluss auf die Abnützung der Turbinenschaufeln haben.

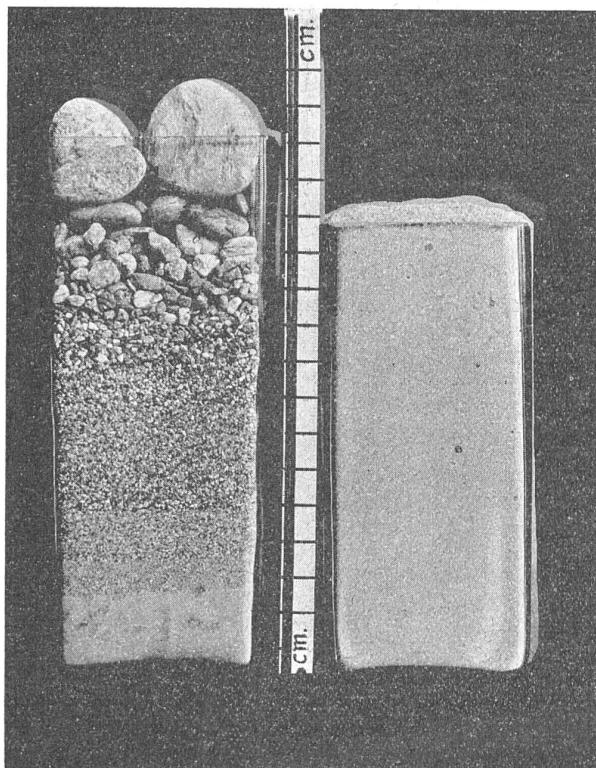
¹⁾ Der gleiche Sonderabdruck aus der französischen Zeitschrift „La Houille Blanche“ kann von der Librairie Jules Rey, grande rue 23, in Grenoble, zum Preise von französ. Fis. 6.60 einschl. Porto bezogen werden.

Dass bei Teilbelastungen die Klärwirkung noch besser wird, braucht wohl kaum noch erwähnt zu werden.

Es ist dagegen hervorzuheben, dass bei der Entsandungsanlage Ackersand, mit kontinuierlicher Spülung, der anlässlich der Abnahmeverweise festgestellte Nutzeffekt, auch im Betrieb, weil von der Wartung und der Bedienung unabhängig, unverändert bleibt, was bei Anlagen ohne diese Einrichtung nicht der Fall sein kann. Bei letzteren Anlagen nimmt bekanntlich der wirksame Klärraum mit zunehmender Ablagerung in den Kammern und während der Reinigung derselben ab, und damit auch der Nutzeffekt. Wie ich weiter zeigen werde, kann bei ungenügender Kammerreinigung dieser Nutzeffekt nicht nur null, sondern auch negativ werden.

In meiner Mitteilung im „Bulletin“ vom 12. Juni 1920 ist ferner angegeben worden, dass im Sommer 1919 die entsandete Wassermenge zwischen 2610 und 3700 l/sec. schwankte und dass die Wirksamkeit der Entsandungsanlage im Betrieb vom 1. Juni bis 30. September durch je zwei tägliche Probenentnahmen am Auslauf der Klär- und Spülkanäle sowie an den Turbinenausläufen kontrolliert wurde. Das untenstehende aus dem „Bulletin“ entnommene Bild zeigt, deutlicher als die Zahlen, die vorzügliche Wirksamkeit der Entsandung.

Entsandungsanlage „Ackersand“
mit continuierlicher und selbsttätiger Spülung
System H. Dufour; patentiert in der Schweiz und im Ausland



Geschiebe und Schlammuster

mit 30—40 mm maximaler Körnigössse,
aus dem Spülwasser der Entsandungs-
anlage.

mit ca. 0,4 mm max. Körnigössse, aus
dem entsandeten Wasser, das bisst aus
dem Turbinen-Wasser.

Herr Büchi glaubt, dass die Angaben der Publikation von Herrn Professor Dr. Collet über den Sinkstoffgehalt des Drance-Wassers nicht richtig sind. Ich kann dieselben nicht kontrollieren, weiss aber aus einer Veröffentlichung des „Bulletin“ vom Jahre 1910, dass infolge des ungewöhnlich hohen Sandgehaltes des Wassers, welcher vom Erbauer selbst zu 33 kg pro m³ (33 gr pro Liter) angegeben wird, der Stollen der dortigen Wasserkraftanlage sich, trotz der hohen Wassergeschwindigkeit von über 3,5 m/sec., bis zu 1 m hoch versandete.

Aus einem scheinbaren Widerspruch in der Tabelle auf Seite 114 des Werkes von Professor Dr. Collet möchte Herr

Büchi schliessen, dass die Art der Messungen nicht richtig war. Ich habe mich darüber in Martigny an massgebender Stelle erkundigt und die Erklärung für diese interessante Erscheinung, welche dort alle Jahre vorkommt, und auch an der Entsandungsanlage Ackersand, ohne Querwände aber vor ihrem Umbau für die kontinuierliche Spülung beobachtet wurden war, bestätigt gefunden. Der an gewissen Tagen konstatierte stärkere Sinkstoffgehalt des Turbinenwassers, gegenüber dem Drance-Wasser, röhrt nicht von einem Messfehler her, sondern von einem Auswaschen des im Stollen und in der Entsandungsanlage an den Tagen starker Sinkstoffführung angesammelten Sandes. Dabei tritt eben die unerwünschte Eigenschaft dieser Entsandungsanlage ohne kontinuierliche Spülung zu Tage, nämlich dass ihr Nutzeffekt, wenn sie nicht rechtzeitig gereinigt wird, negativ ausfällt.

Es liegt also kein genügender Grund vor, die von mir, als Beispiel eines Maximums angegebene grosse Abscheidung von 16 cm³ Sinkstoffe pro Liter Wasser als unrichtig zu betrachten.

In Fortsetzung des schon zitierten Satzes schliesst Herr Büchi seine Mitteilung vom 10./25. Juni 1920 wie folgt ab:

„So lange diese Angaben nicht gemacht werden, ist eine positive Diskussion kaum möglich. Einzig diese Angaben erlauben, sich ein Urteil über die tatsächliche Wirksamkeit und über die Wirtschaftlichkeit zu bilden. Denn dass man mit grossen Kosten geräumige Entsandungsanlagen bauen kann, die wirksam sind, ist ein im allgemeinen schon längst gelöstes Problem. Das Problem ist vielmehr das, dass man mit den geringsten Kosten den grössten Nutzeffekt erreichen soll und dass man diesen Nutzeffekt durch präzise Zahlenangaben beweist.“

Wie meine Aufsätze im „Bulletin“, welche älter sind als diese Mitteilung des Herrn Büchi, einwandfrei daran, habe ich schon vor zehn Jahren die Lösung des Problems im vorstehenden Sinne sehr eingehend gesucht und zur vollsten Zufriedenheit meiner Auftraggeber gefunden. Es sei mir deshalb hier noch gestattet, über die Größenverhältnisse, die tatsächliche Wirksamkeit und die Wirtschaftlichkeit der von mir ausgeführten und bereits veröffentlichten Entsandungsanlagen einige Angaben zu machen.

(Schluss folgt.)

Starkstromkabel und Freileitung.

Über dieses in der letzten Zeit viel besprochene Thema entnehmen wir der „N. Z. Z.“ vom 2. Dez. 1920 folgende augenscheinlich aus sachkundiger Feder stammenden Mitteilungen:

„Die starke Zunahme des Verbrauchs elektrischer Energie während und seit der Periode des Weltkrieges, hervorgerufen durch die grosse Knappeit an ausländischen Brennstoffen aller Art hat fast ausnahmslos bei allen Kraftwerken den Bau neuer Hochspannungsfreileitungen zur Folge gehabt. Namentlich die grossen Überlandkraftwerke mussten zur vermehrten und besseren Bedienung ihrer Versorgungsgebiete und zum Bezug von Reserve- bzw. Ergänzungsenergie eine Reihe neuer Hochspannungsfreileitungen erstellen. Der Bau neuer Kraftwerke und die Energieabgabe aus denselben sowie der Zusammenschluss der Werke zu gegenseitiger Aushilfe bedingt auch für die Zukunft einen weitern Ausbau des Freileitungsnetzes.“

Dass dadurch viele landschaftliche Schönheiten geopfert werden, liegt auf der Hand. Die Schweizerische Vereinigung für Heimatschutz hat seit Jahren dem Überhandnehmen von Freileitungen unserer grossen Überlandkräfte ihre volle Aufmerksamkeit geschenkt, und ist auch da und dort bei Behörden und Werkleitungen zum Schutze gefährdeter Landschaftsbilder teils mit, teils ohne Erfolg vorstellig geworden. Gestützt auf das Ergebnis von Beratungen einer vor ihr bestellten Kommission, der u. a. auch Prof. Dr. W. Kummer in Zürich angehörte, wurde an der letzten Generalversammlung vom 6. Juni in Schaffhausen folgende Resolution gefasst: „Die zunehmende Verunstaltung des Landes durch willkürliche und ungeordnete Anhäufung von elektrischen Freileitungen bewegt die Generalversammlung der Schweizerischen Vereinigung für Heimatschutz, sich an den Bundesrat mit dem Wunsche zu wenden, dass er mit ordnender Hand in diesen hässlichen Wirrarr eingreift und dabei in erster Linie die