

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 69/70 (1917)
Heft: 25

Artikel: Bestimmung des Wirkungsgrades einer Wasserkraftwerk-
Entsandungsanlage
Autor: Büchi, J.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-33894>

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: 16.03.2025

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

INHALT: Bestimmung des Wirkungsgrades einer Wasserkraft-Entsandungsanlage. — Betrachtungen über die störenden Nebenbewegungen der Eisenbahn-Fahrzeuge mit besonderer Berücksichtigung des Einflusses der Radreifen-Konizität. — Erweiterungsbau zum Töchterpensionat Theresianum des Klosters Ingenbohl. — Schweiz. Verein von Dampfkessel-Besitzern. — Der Saugtransformator in der Stromverteilung für elektrische Bahnen. — Zur Erstellung von Militärbauten in Wimmis. — Miscellanea: Schöllenenbahn. Eidgen. Technische Hochschule. Société Internationale des Electricien, Paris.

Betrieb von Dieselmotoren mit Teer anstelle von Teeröl. Zum Gedächtnis an Max Maria von Weber. Verein Deutscher Maschinen-Ingenieure. Silber als Ersatzmittel im Maschinenbau. Technische Hochschule Wien. Ausnutzung der Wasserkräfte der Dordogne. — Literatur. — Vereinsnachrichten: Gesellschaft ehemaliger Studierender der Eidgen. Technische Hochschule: Stellenvermittlung.

Tafeln 38 und 39: Erweiterungsbau zum Töchterpensionat Theresianum des Klosters Ingenbohl.

Band 69.

Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet.

Nr. 25.

Bestimmung des Wirkungsgrades einer Wasserkraftwerk-Entsandungsanlage.

Von Ing. J. Büchi, Zürich.

Es liegen in der Literatur wenig zahlenmässige Ermittlungen über die Wirksamkeit von Entsandungsanlagen vor. Die nachstehende Beschreibung von Messungen an der Entsandungsanlage der Aluminium-Industrie A. G. Neuhausen an ihrem Kraftwerk an der Borgne bei Sitten dürfte daher von etwelchem Interesse sein.

Beschreibung der Anlage. Die Gewässer der Borgne und der Dixence werden im Sauterot bei Vex (Wallis) zusammengeführt und in einer Kläranlage gereinigt, deren allgemeine Anordnung aus Abbildung 1 ersichtlich ist. Beim Einlauf ist lediglich eine Vorrichtung zum Ausscheiden des

sich bei im Prinzip paralleler Strömung einstellen würde. Man sieht, dass der Querschnitt infolge der Rückströmung schlecht ausgenützt ist und dass infolge der auf die untern Schichten konzentrierten starken Strömung der Sand zum grössten Teil über den Ueberfall in den Reinwasserkanal mitgerissen wird, was die Versuche bestätigten.

Strömungsversuche. Um eine über den ganzen Kammerquerschnitt möglichst gleichmässig verteilte, ruhige Strömung zu erzielen, wurde zunächst der Einbau einer *Verteilvorrichtung* (Beruhigungsvorrichtung) unmittelbar hinter dem Einlauf angeordnet. Nach verschiedenen Versuchen wurde

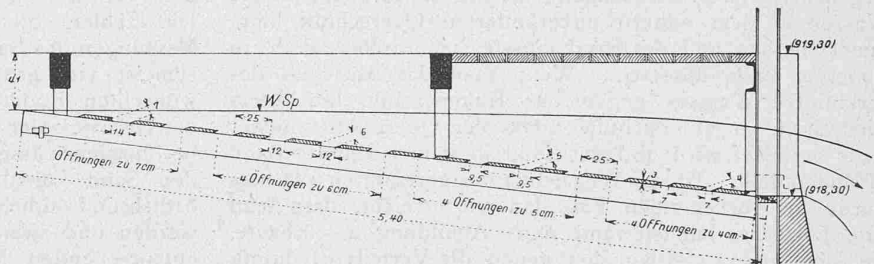
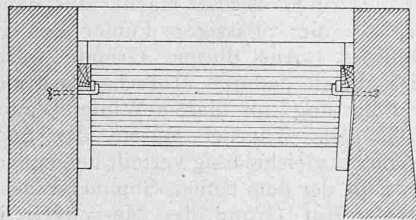


Abb. 5. Einzelheiten der im Sauterot fest eingebauten Abzug-Vorrichtung nach Patent J. Büchi. — Masstab 1 : 50.

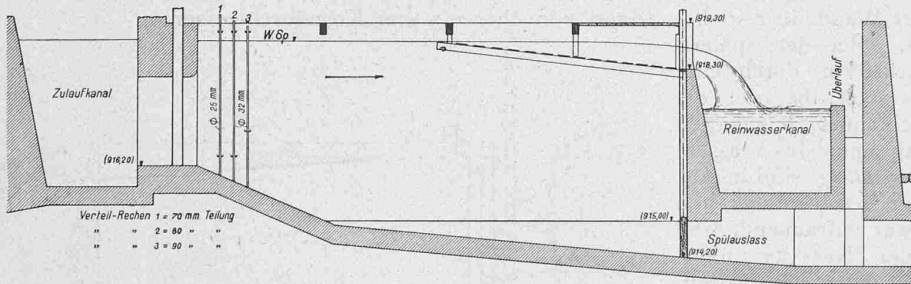


Abb. 2. Längsschnitt einer Kammer mit Beruhigungs- und Abzug-Vorrichtung. — 1 : 150.

Kieses vorhanden. Das Wasser tritt aus dem Zuleitungskanal in zehn Kammern von je 10,5 m Länge, etwa 2 m Breite und 3 bis 5 m Tiefe ein und gelangt an deren unterm Ende über einen Ueberfall in den Reinwasserkanal. Abbildung 2 zeigt den Längsschnitt durch eine solche Kammer. Der abgesetzte Sand kann nach Entleerung der Kammer durch eine Sandschütze in das Wildbett abgeschwemmt werden. Die Versuche wurden für eine Kammer-Leistungsfähigkeit von 800 bis 1000 l/sek ausgeführt.

Die mit den Kammern ohne irgend welche Einbauten ausgeführten Versuche ergaben vorerst eine geringe Absetzung von Sand. Dies ist erklärlich, wenn man die Geschwindigkeit-Diagramme in den verschiedenen Querschnitten in Abbildung 3 betrachtet; es treten erhebliche Rückströmungen ein. Der eingezeichnete Strömungsverlauf wurde annäherungsweise erhalten, indem man die Geschwindigkeit-Diagramme in eine bestimmte Anzahl gleicher Teile einteilte (z. B. 8) und die Schwerpunkte dieser Flächenteile miteinander verband, also entsprechend dem Vorgang, der

als die zweckmässigste Form die Anordnung von drei Reihen vertikalgestellter Gasröhren erkannt, wobei die Röhren an Stellen von starker Strömung (Mitte) enger, an Stellen schwacher Strömung (Ränder) weiter von einander abstehen. Dadurch wurde tatsächlich eine praktisch gleichmässige Strömung auf der ganzen Kammerbreite und damit die geringstmögliche Geschwindigkeit bei dem gegebenen Kammerquerschnitt erzielt. Wenn man annimmt, dass sich der Sand mit einer bestimmten Geschwindigkeit vertikal abwärts

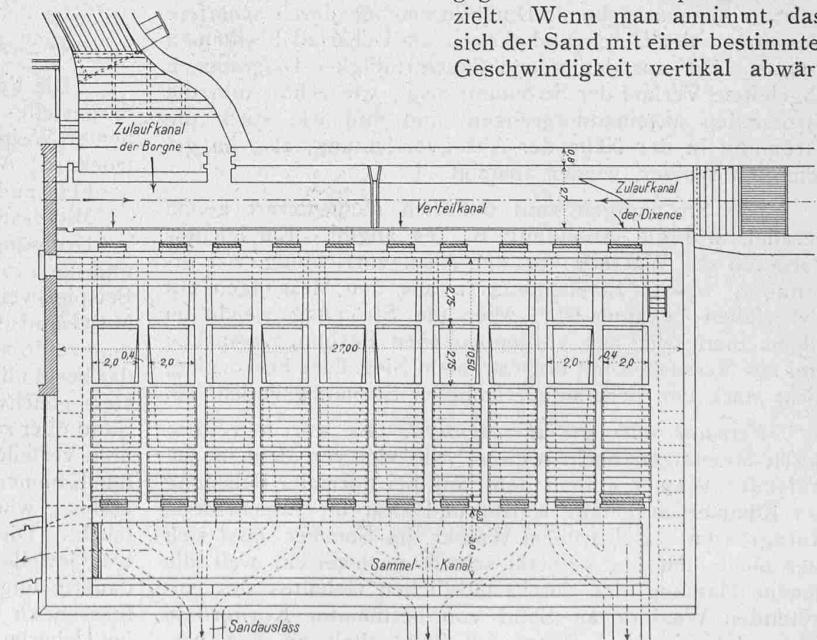


Abb. 1. Entsandungsanlage der A. J. A. G. im Sauterot, Wallis. — Grundriss 1 : 300.

bewegt, muss er sich auf einem um so kürzeren Weg zu Boden setzen, je langsamer die Strömung ist. Versuche durch Sandbeigabe bei klarem Wasser zeigten dies augenfällig; schon wenige Meter hinter der Verteilvorrichtung waren die obersten Wasserschichten praktisch sandfrei.

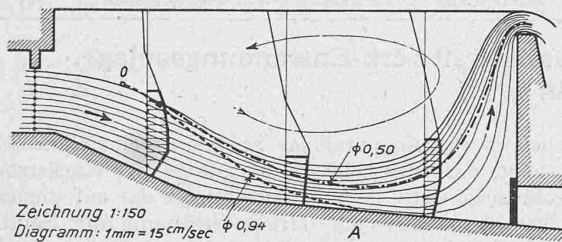


Abb. 3. Geschwindigkeit-Diagramm und Sandkorn-Wege in einer Klärkammer ohne Einbauten, bei 850 l/sek.

Diese Beobachtung wurde benützt, um die Wirkung der Einrichtung zu steigern. Denn, wenn es möglich wäre, diese gereinigte oberste Wasserschicht aus dem Querschnitt wegzuziehen (z. B. abzugsaugen), müsste das zurückbleibende Wasser in dem nahezu unveränderten Querschnitt langsamer fließen und der Sand müsste sich rascher, d. h. in steilerem Falle absetzen. Wenn man das Abziehen des gereinigten Wassers gegen das Kammerende hin öfters wiederholt, so ist ersichtlich, dass der Querschnitt immer mehr entlastet wird und der Sand in immer steilerer Bahn zu Boden fällt. Dieses Wegziehen des gereinigten Wassers wurde im vorliegenden Fall dadurch erreicht, dass man eine hölzerne Jalousiewand nach Abbildung 4 einbaute, die sich vom Ueberlauf her gegen die Verteilvorrichtung hin erstreckt. Durch entsprechende Wahl der Spaltöffnungen der Jalousiewand wird leicht erreicht, dass das Wasser gleichmässig auf die ganze Länge der Wand oder in beliebig anderer Verteilung durchfliesst. Bei der spätern Ausführung wurde dann diese Versuchsform durch eine einfache feste, schräge Bretterwand ersetzt, bei der die Bretter in geeignetem Abstand von einander aufgenagelt sind (Abb. 5). Die Geschwindigkeit-Diagramme des Wassers nach Einbau der Verteil- und Abzugvorrichtung sind in Abbildung 6 dargestellt. Die Messung der Geschwindigkeiten erfolgte mit einem Amslerflügel. Sie war zeitraubend, weil die Geschwindigkeit des Wassers in der Nähe der untern Grenze der Empfindlichkeit des Flügels lag. Die prozentualen Fehler dieser Messungen sind daher etwas gross; doch ändert dies an den erhaltenen Mittelwerten wenig, da man die massgebende Durchflussmenge durch schärfere Messungen der Geschwindigkeiten am Ueberfall bestimmen konnte. Der aus den neuen Geschwindigkeit-Diagrammen abgeleitete Verlauf der Strömung zeigt, wie schön nun die Stromfäden auseinandergezogen sind und wie stark die Strömung in der Nähe der Abzugvorrichtung, also im gereinigten Wasser, wieder ansteigt.

Die Strömungen sind natürlich nicht derart genau parallel, wie die Abbildung 6 dies angibt. Ein leichtes Pulsieren des Wassers vor der Abzugvorrichtung war erkennbar, welche Erscheinung ja aus den Messungen mit Ueberfällen bekannt ist. Aber die Strömung weicht im allgemeinen, wie aus vorgenommenen Färbungsversuchen und aus Versuchen mit eingestreutem Siegelack hervorging, nicht stark von dem aufgezeichneten Strömungsverlauf ab.

Versuche über die Wirksamkeit. Es war nun noch durch Messungen nachzuweisen, wie viel von dem im zulaufenden Wasser enthaltenen Sand bei normaler Belastung der Kammer ausgefällt wurde und zwar für verschiedene Korngrößen. Bei trübem Wasser im Sommer lässt sich dies nicht oder nur äusserst schwer nachweisen, weil die genaue Messung des durchschnittlichen Gehaltes des eintretenden Wassers an Sand von bestimmter Korngrösse sehr schwierig ist. Denn der Sandgehalt an den verschiedenen Stellen eines bestimmten Querschnitts ist ver-

schieden. Man müsste, ähnlich wie bei Wassermessungen mit dem Flügel, den Sandgehalt an einer Reihe von Punkten eines Querprofils messen und mit den zugehörigen Durchflussmengen bzw. Geschwindigkeiten multiplizieren, um die gesamte Menge des einflussenden Sandes zu bestimmen.

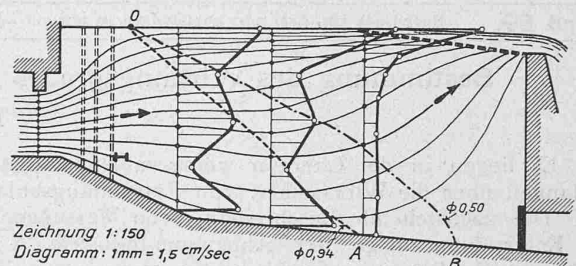


Abb. 6. Geschwindigkeit-Diagramme und Sandkorn-Wege mit Verteilvorrichtung und Abzug-Vorrichtung, bei 800 l/sek.

Ausserdem schwankt die Sandführung bekanntlich im Laufe eines Tages ziemlich stark, oft sogar um mehrere hundert Prozent. Man müsste den Sandgehalt also gleichzeitig an den verschiedenen Stellen des Querschnitts bestimmen. Die Fehler, die man bei zeitlich auseinanderliegenden Messungen des Sandes im trüben Wasser macht, sind daher zumeist viel grösser, als die zulässigen Fehler des gewünschten Endergebnisses. Aus diesem Grunde wurde der Nachweis der Wirksamkeit dadurch erbracht, dass man bei betriebsmässiger Belastung mit klarem Winter-Wasser den Sand künstlich beigab. Hierbei musste der Sand örtlich und zeitlich möglichst gleichmässig verteilt beigegeben werden und zwar etwa in der dem trüben Sommer-Wasser entsprechenden Menge. Auf Grund der Messungen im Sommer 1915 schwankt dieser Sandgehalt im Bach in der Regel zwischen 0,4 und 1,0 Gramm im Liter und zwar für Sand von über 0,3 mm Korndurchmesser.

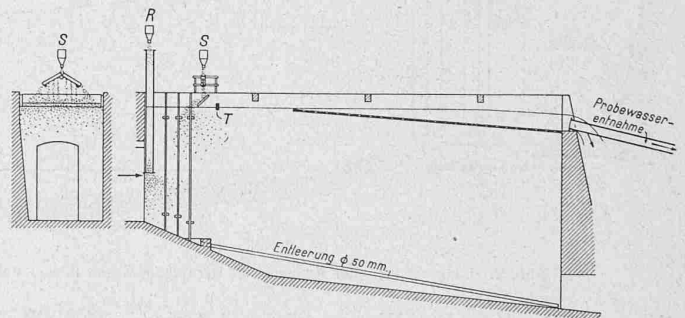


Abb. 7. Schema der Versuch-Einrichtung zur Wirksamkeit-Bestimmung.

Die Versuchsvorrichtung ist in Abbildung 7 schematisch dargestellt. Der zwischen Sieben von 1,5 und 0,3 mm lichter Weite ausgesiebte Sand wurde über dem Feuer getrocknet. Von diesem Sand wurden Proben ausgesiebt als

Feinsand	"	"	"	0,3 bis 0,6 mm
Mittelsand	"	"	"	0,6 " 0,8 "
Grobsand	"	"	"	0,8 " 1,5 "

und der Prozentsatz an jeder dieser drei Sorten bestimmt. Beispielsweise waren in 100 kg Sand 20 kg Feinsand, 29 kg Mittelsand und 51 kg Grobsand enthalten. Dieser Sand wurde dem zufließenden Wasser von einem Gefäss aus beigegeben, das beständig gefüllt gehalten wurde, sodass in der Sekunde stets gleichviel zufluss. Aus dem Sandgefäss S rieselte der Sand über zwei schräge Bleche mit einer Reihe von Löchern und verteilte sich so gleichmässig über die ganze Breite der Kammer. Damit er nicht etwa trocken auf dem Wasser abfloss, wurde ein Brett (T in Abbildung 7) leicht eingetaucht. Die für einen Versuch verwendete Sandmenge betrug jeweils zwischen 44 und 61 kg; der einzelne Versuch dauerte ungefähr 30 Minuten. Die Bestimmung der durchfließenden Wassermengen erfolgte durch Flügelmessungen im Ueberlauf und nachherige Ablesung der Ueberfallhöhe in Abständen von einigen Minuten. Nach Verlauf eines

