

Zeitschrift:	Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber:	Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band:	83/84 (1924)
Heft:	17
Artikel:	Neues über Turbinen-Abnützungen und automatische Entsandungs-Anlagen
Autor:	Dufour, H.
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-82781

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: 09.02.2026

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

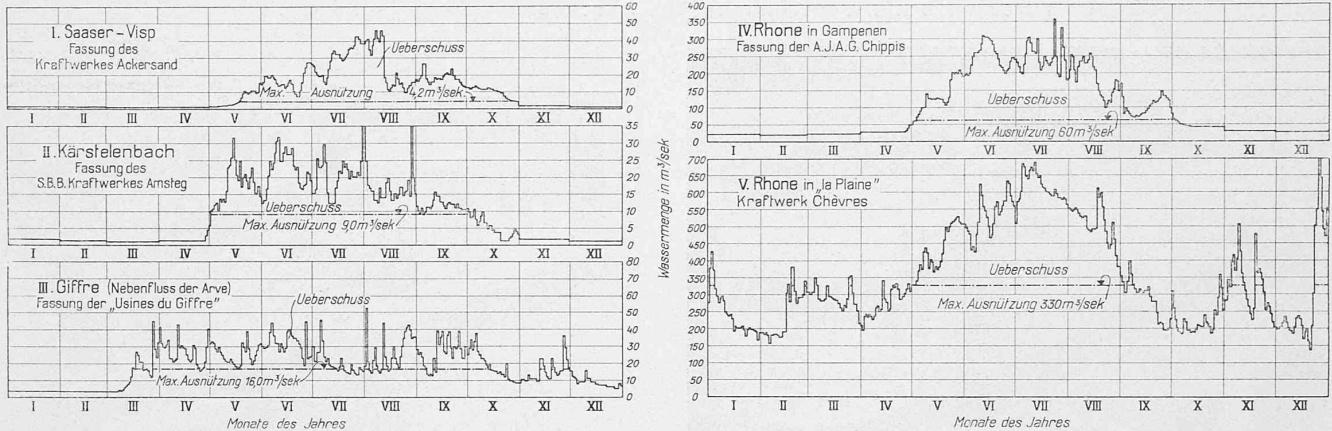


Abb. 6. Jährliche Wassermengen-Kurven einiger Flüsse der Alpen.

Neues über Turbinen-Abnützungen und automatische Entsandungs-Anlagen.

Von Ing. H. Dufour, Lausanne (früher Basel).

(Schluss von Seite 171.)

Die mit diesem einfachen und billigen Entsander gemachten, in jeder Beziehung sehr befriedigenden Erfahrungen, haben dazu beigetragen, dass seither die Anordnung von mehreren solchen Anlagen (mit nur einem Klärkanal) beschlossen wurde; so beispielsweise eine bei Modane als Ergänzung einer beim Bau des Mont-Cenis-Tunnels schon erstellten Wasserfassung am berüchtigten „Torrent du Charmaix“, die letzten Sommer in Betrieb kam, und das Turbinenwasser sowie Fabrikationswasser einer Papierfabrik bis 0,2 mm Korngrösse herab entsandet. Zur Zeit lässt auch die „Motor-A.-G. in Baden, als Bauleitung, einen Entsander für 3 m³/sek in Norditalien ausführen, und es wird die Fassung des Triège für das Kraftwerk Vernayaz der S. B. B einen Entsander erhalten, der in einer Erweiterung des Zuleitungstollens Platz finden wird.

Die automatischen Entsander lassen sich in gewissen Fällen leicht so anordnen, dass die zu entsandende Wassermenge im Betrieb auf eine bestimmte Grösse eingestellt und dann innerhalb enger Grenzen automatisch gehalten wird. Auch die automatische Regulierung des Spülwassers, in Funktion der in den Entsander an kommenden Wassermenge, ist praktisch durchführbar und für einige bereits bestellten Anlagen vorgesehen worden.

Der automatische Entsafter kann auch in Betracht kommen zur Ausscheidung des grössten Geschiebes bis etwa 5 mm herab und Vermeidung von Beschädigungen oder Auffüllung des Zuleitungstollens, wie der für das „Kraftwerk Wägital“, für die Einleitung des Anken- und des Trebsenbaches in den Stausee¹⁾ vorgesehene, ferner aber auch bei Pumpanlagen, wo eine weitgehende und besonders zuverlässige Wasserreinigung gefordert wird. Eine solche

Anlage für die Vor-Entsandung bis 0,3 mm herab des Dorinet-Wassers (Savoyen), das vorläufig durch zwei (später vier) 5000 PS Hochdruck-Zentrifugalpumpen in den 440 bis 520 m höher gelegenen „Lac de la Girotte“ als Akkumulier-becken gefördert wird¹⁾, ist letzten Sommer gebaut worden.

Es darf noch hervorgehoben werden, dass der dem automatischen Entsander heute noch ab und zu gemachte Vorwurf, für die Spülung mehr Wasser als die anderen primitiveren Systeme zu verlieren, absolut nicht berechtigt ist. Die automatische Spülung ist ja nur bei Wasserüberschuss in Tätigkeit und bedingt demnach keinen Wasserverlust. Die periodische Abführung der sich bei deren Ausschaltung bildenden kleinen Ablagerungen erfordert, weil ohne Entleerung der Klärkanäle möglich, weniger Wasser als bei Anlagen mit nur periodischer Spülung.

Dass übrigens bei Wasserkraftwerken der Wasserausnutzung während der ganzen Dauer der für die Turbinen schädlichen Geschiebeführung vorhanden ist, dürfte aus Abb. 6 ohne weiteren Kommentar deutlich hervorgehen.

Mit Unrecht wird auch ohne weitere Ueberlegung angenommen, dass die Oberleitung, falls sich der automatische Entsander nicht unmittelbar am Wehr befindet, einen grösseren Wasserquerschnitt erhalten soll, als wenn die Entsandung durch Anlagen mit periodischer Spülung erfolgt. Vergleichsmessungen darüber liegen nicht vor;

¹⁾ Vgl. «S. B. Z.» Band 76, S. 146 (25. September 1920).

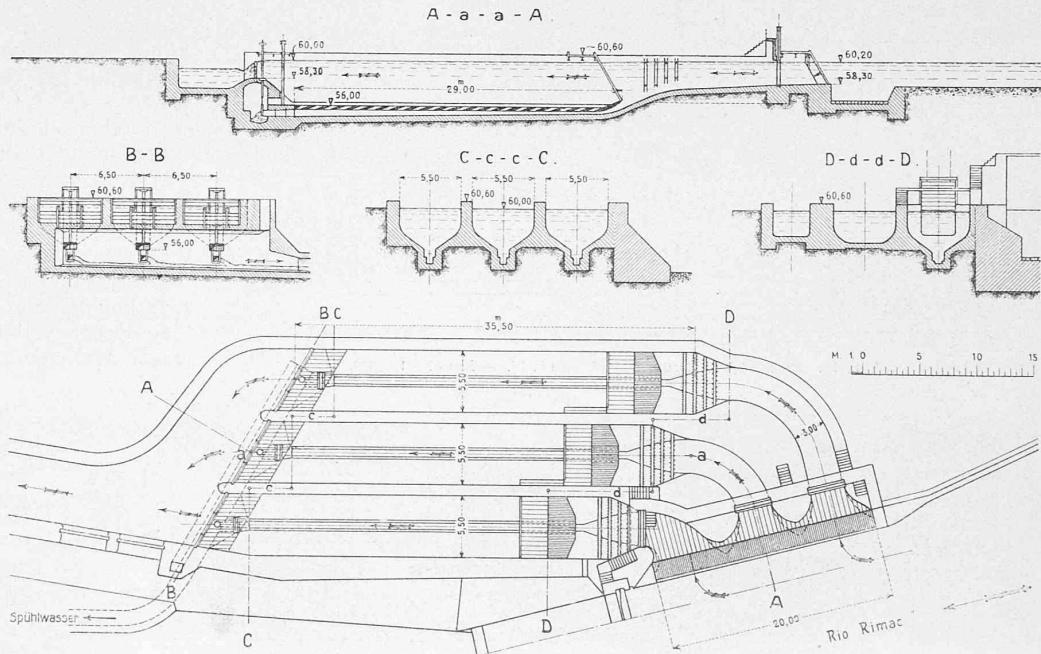


Abb. 7. Automatischer Entsander des Kraftwerks Yanacoto am Rio Rimac, 15 000 PS Q = 20 m³/sek, H = 72 bis 75 m. - 1 : 600.

¹⁾ «S. B. Z.» Bd. 77, S. 85
(19. Februar 1921)

es erscheint mir aber selbstverständlich, dass, wenn es bei der Abführung einer bestimmten, beispielsweise täglichen Sandmenge, auf ein Minimum der erforderlichen sekundlichen Wassermenge ankommt, die 24stündige, regelmässige und kontinuierliche Abführung mit einer genau berechneten und einstellbaren Einrichtung wie der Empfänger, mit weniger wird auskommen können, als wenn diese Abführung erst nach wiederholten Entleerungen von geräumigen Kammern und in möglichst kurzer Zeit erfolgen muss.

II. Automatische Entsander für mittlere Wassermengen.

Bei mittleren Wassermengen müssen die Entsander hauptsächlich aus baulichen Gründen mit mehreren Klärkanälen errichtet werden. Abbildungen 7 und 8 zeigen eine solche Anlage für $20 \text{ m}^3/\text{sek}$ und eine Entsandung bis $0,6 \text{ mm}$ herab kombiniert mit der Wasserfassung, die zur Zeit die „Motor“-A.-G. in Baden, als oberste Bauleitung, für das Kraftwerk Yanacoto in Peru erstellen lässt. Zu dieser Anlage, die alle Vervollkommnungen derjenigen am Findelenbach besitzen wird, sind alle Eisen- und Holzteile aus der Schweiz geliefert worden. Zur Beseitigung der grossen Mengen der in den Rio Rimac von Kupferschmelzöfen ausgeworfenen Schlacken wird dieser Entsander auch bei Kleinwasser benutzt werden müssen; dabei soll versucht werden, von der Möglichkeit, das ausgeschiedene Material durch periodische automatische Spülungen ohne Entleerung der Klärkanäle abzuführen, einen ausgiebigen Gebrauch zu machen.

Im Prinzip könnte die Entsandung von noch grösseren Wassermengen als $20 \text{ m}^3/\text{sek}$ durch Einrichtungen wie die hier bereits beschriebenen Entsander bewirkt werden¹⁾; wegen ihrer grossen Abmessungen können sie aber zu teuer und unrentabel werden, sodass es notwendig war, nach zweckmässigeren, den örtlichen Verhältnissen gut angepassten Lösungen zu suchen.

Das Niedergehen der Geschiebekörper auch im fliesenden Wasser hat als natürliche Folge, dass in den unteren Schichten der Geschiebegehalt stärker ist als an den oberen, und dass die grösseren, für die Turbinen schädlichen Körper aus diesen oberen Schichten vollständig verschwinden. Da man sich nun für Turbinenanlagen mit mittleren und niedrigen Gefällen mit der Ausscheidung der ein gewisses Mass überschreitenden Sandkörper begnügen kann, ist, unter Anwendung der automatischen Geschiebeabführung, die namhafte Ablagerungen ausschliessst, die genügende Entsandung auch von grossen Wassermengen mittels relativ kompendiösen Einrichtungen möglich.

¹⁾ In Japan ist dies zur Zeit für ein Kraftwerk mit $Q = 28 \text{ m}^3/\text{sek}$, $H = 25$, mit nur zwei Kläranlagen der Fall.

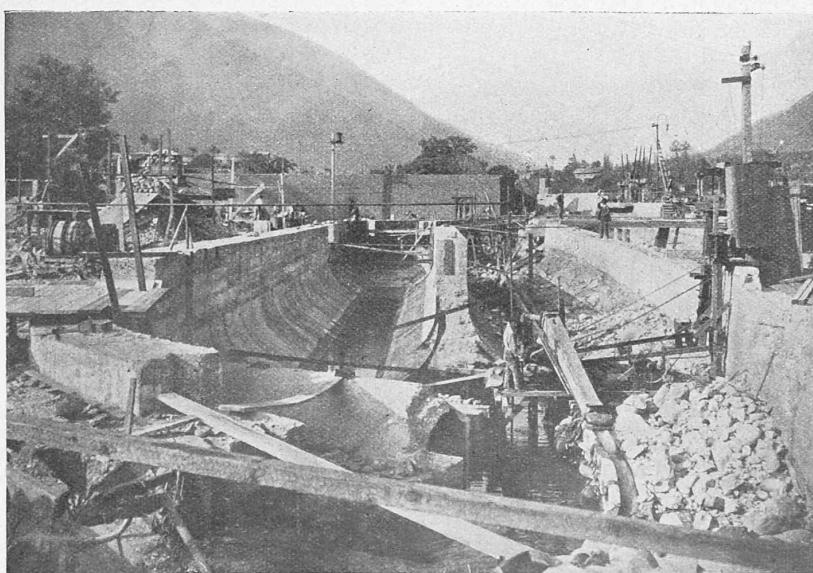


Abb. 8. Automatische Entsandungs-Anlage des Kraftwerk Yanacoto (Peru) im Bau.

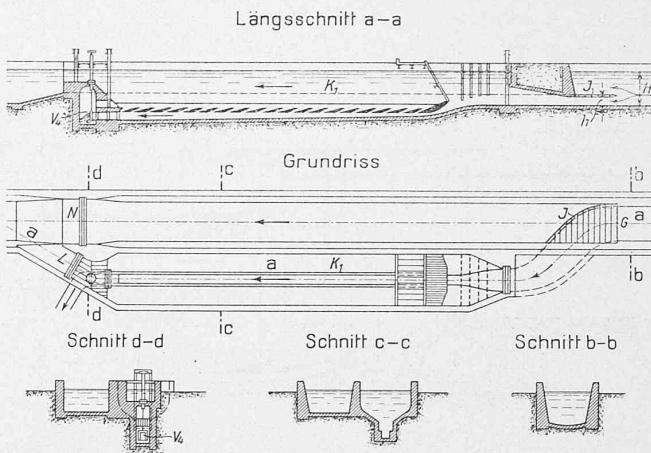


Abb. 9. Entwurf eines Entsanders für ein Kraftwerk in Japan.
 $Q = 20 \text{ m}^3/\text{sek}$, $H = 42,5 \text{ m}$. — Masstab 1 : 600.

Abbildung 9 stellt das Projekt einer solchen Anlage für Japan dar. G ist der untere Teil einer geradlinigen, etwa 300 m langen Kanalstrecke, in der die Konzentration der Sinkstoffe in den unteren Wasserschichten stattfindet. Der Boden J trennt die untere Schicht von den oberen, ohne Wirbel zu bilden, und lenkt sie nach dem Klärkanal K_1 , deren Konstruktion und Wirkungsweise bekannt sind, ab. Diese entsandete Teilwassermenge gelangt durch das Uebergangstück L wieder in den Werkkanal, während alle ausgeschiedenen Sinkstoffe mit dem Spülwasser automatisch dem Flusse zugeführt werden. Die Schütze N ruft oberhalb des Querschnittes b-b die zur Ueberwindung der Widerstände in dem Entsander erforderliche geringe Erhöhung des Wasserspiegels hervor. Bei Niederwasser ist die Oeffnung des Regulierschiebers V_4 reduziert oder geschlossen. Die im letzten Falle etwa zurückgelassenen Ablagerungen werden periodisch ausgewaschen. Die Höhe „h“ der unteren Wasserschicht ist nur ein Bruchteil der Wassertiefe „H“. Die geringere Breite der Kanalsohle begünstigt noch eine Reduktion der abgelenkten Wassermenge und somit der Abmessungen und Anlagekosten.

Die Trennung der Wasserschichten durch einen Boden und die Ablenkung der untern, zwecks Entsandung, kann auch ausgeführt werden, wenn der Zuführungskanal als Stollen ausgebildet ist; in diesem Falle wird der Entsander, der meistens kleine Abmessungen erhält, in einem Nebenstollen, im Freien, oder schliesslich in einem für den Bau erstellten und als Entsander eingerichteten Fensterstollen Platz finden.

III. Automatische Entsander für grosse Wassermengen.

Bei Kraftwerken mit sehr grossen Wassermengen und kleinen Gefällen, die wie die in der Einleitung erwähnten Anlagen A und B eine Entsandung so dringend benötigen, kann diese auch mit Einrichtungen nach Abbildung 9 nicht mehr bewerkstelligt werden. Solche Werke befinden sich gewöhnlich am Ende eines langen Kanals oder sie bilden einen Teil des Stauwehrs, das einen langen Rückstau des Flusses hervorruft, sodass ihnen die für ihre Turbinen schädlichen Sinkstoffe auf die Obergrabensohle geschleppt oder in geringer Höhe schwimmend zugetragen werden. Diese Tatsache wurde durch direkte Sondierungen festgestellt und durch die Beobachtung bestätigt, dass bei solchen Turbinenanlagen nur die untersten Teile abgenutzt werden. Es darf also angenommen werden, dass, wenn der Uebergang des Wassers vom Obergraben in die Turbinenkammer ohne Richtungs- oder Ge-

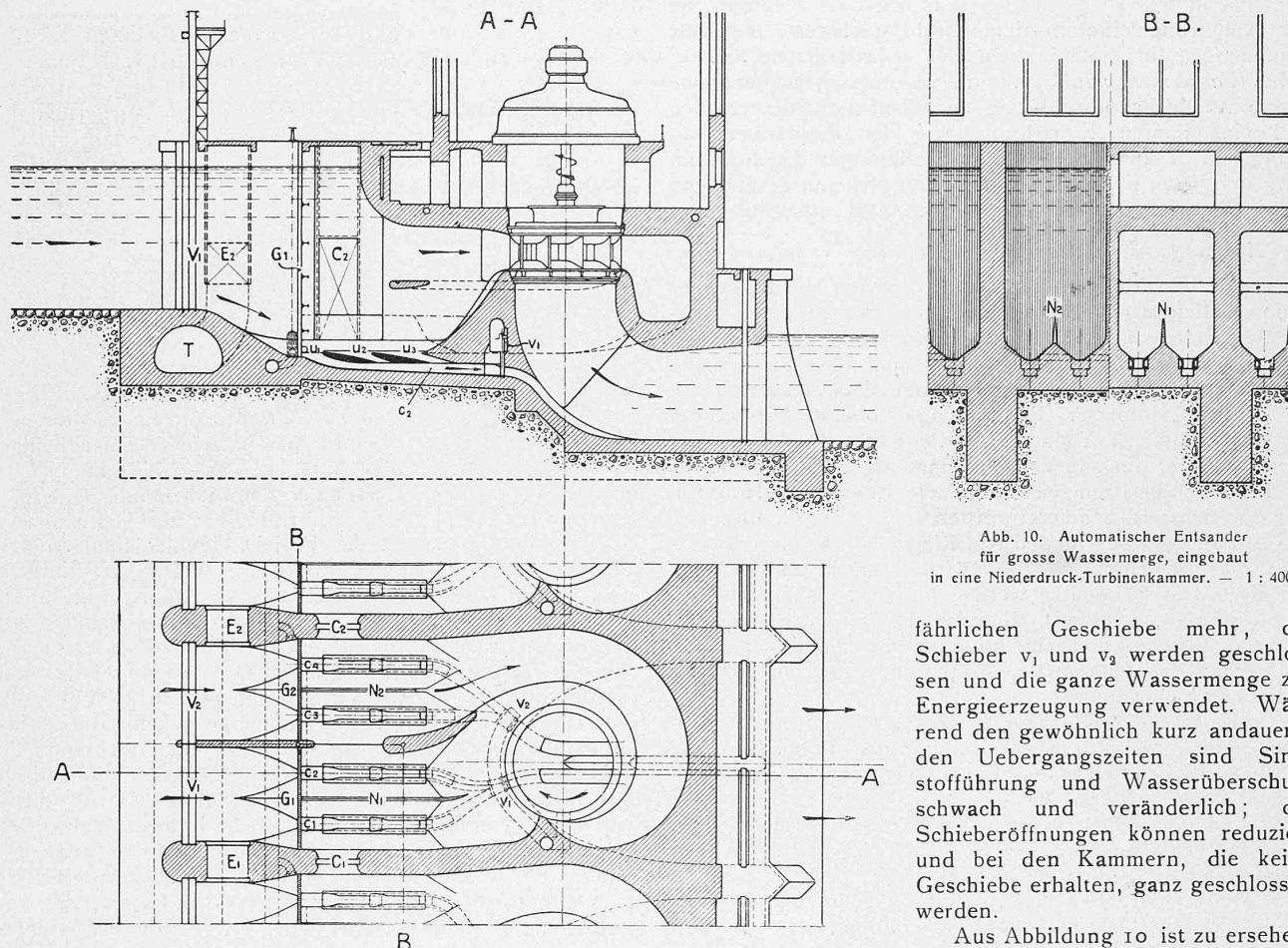


Abb. 10. Automatischer Entsander für grosse Wassermenge, eingebaut in eine Niederdruck-Turbinenkammer. — 1 : 400.

fährlichen Geschiebe mehr, die Schieber v_1 und v_2 werden geschlossen und die ganze Wassermenge zur Energieerzeugung verwendet. Während den gewöhnlich kurz andauern den Übergangszeiten sind Sinkstoffführung und Wasserüberschuss schwach und veränderlich; die Schieberöffnungen können reduziert und bei den Kammern, die keine Geschiebe erhalten, ganz geschlossen werden.

Aus Abbildung 10 ist zu ersehen, dass der Entsander keine Veränderung der allgemeinen Turbinen-Anordnung nach sich zieht und dass seine mehr oder weniger grosse Wirksamkeit keinen Nachteil für das einwandfreie Funktionieren der Turbinen-Anlage haben kann. Wenn beim Bau des Werkes seine Notwendigkeit nicht vorliegt, kann er beispielsweise in der gefährdesten Kammer eingerichtet, bei den andern aber, durch Offenlassen der Aussparungen im Beton, nur vorgesehen werden.

Bezüglich der Wirksamkeit einer solchen Errichtung wird man sich fragen müssen, welche Sinkstoffe er entfernen wird und welche Körner noch durch die Turbine gelangen werden. Es ist ferner die Frage zu untersuchen, ob der Entsander im Stande sein wird, alle bei Hochwasser

schwindigkeitsänderungen stattfindet, die wesentliche Wirbel in den unteren Schichten verursachen, die Entsandung sich auf die Abführung der auf die Sohle oder in ihrer Nähe kommenden Materialien beschränken kann.

Einen für solche Kraftwerke heute zweckmäßig erscheinenden Turbinentyp, mit einem vertikalachsigen Laufrad und spiralförmiger Kammer, ist in dieser Zeitschrift bereits dargestellt worden¹⁾; Abbildung 10 zeigt eine solche Turbine mit zwei Einlasschützen V_1 , V_2 , zwei Rechen G_1 , G_2 , zwei Verbindungsöffnungen C_1 , C_2 , sowie den zwei Abzugskanälen E_1 , E_2 für die Rechenrückspülung und schliesslich mit der automatischen Entsandungseinrichtung. Der hinter dem Rechen eingebaute Entsander besteht aus vier Spülkanälen c_1 , c_4 mit je einem Empfänger, der drei Durchgangsoffnungen u_1 , u_3 bildet. Die Spülkanäle c_1 und c_2 vereinigen sich vor dem Absperrschieber v_1 , jene c_3 und c_4 vor v_2 um dann in nur zwei Sammelkanälen, die tangential im untersten Teil des Saugrohres einmünden, überzugehen. Die Rippen N_1 , N_2 bewirken eine geradlinige Bewegung der untersten Wasserschichten und begünstigen das Niedergehen der Sinkstoffe, die, auf die geneigten Bodenflächen gleitend, durch die Empfängeröffnungen in die Spülkanäle gelangen.

Durch die Veränderung der Schieberöffnungen v_1 , v_2 wird die Spülwassermenge und damit die Wassergeschwindigkeit in den Kanälen c_1 , c_4 und den Öffnungen u_1 , u_3 entsprechend den abzuführenden Geschiebemengen bzw. Geschiebeabmessungen eingestellt. Wie bei Kraftwerken an Gebirgsflüssen findet, wie aus dem Diagramm V in Abbildung 6 (auf Seite 196) ersichtlich, auch bei Niederdruckwerken der Geschiebetransport in Zeiten reichlichen Wasserstandes statt, und es hat die für die Spülung erforderliche Wassermenge auf die Werkleistung keinen Einfluss. Bei Niederwasser führen die Flüsse keine ge-

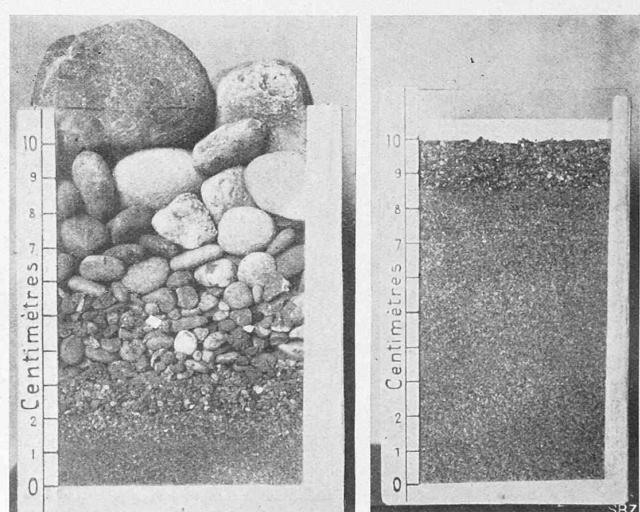


Abb. 14 u. 15. Geschiebe aus dem Spülwasser (links) und dem Reinwasser (rechts).

¹⁾ «S. B. Z.» Band 77, S. 28 (15. Januar 1921).

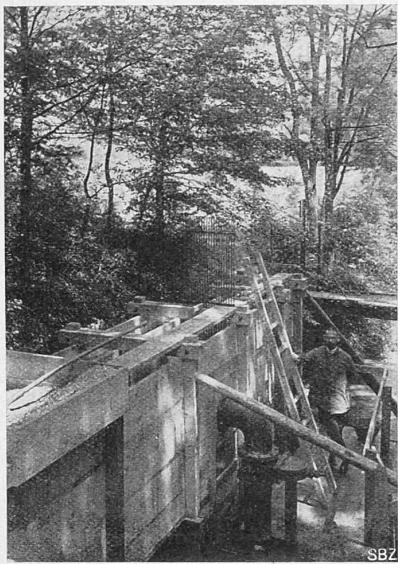


Abb. 12. Entsander-VersuchsmodeLL
Ansicht von oben.

in „Neue Welt“ bei Basel aufgestellten Versuchsmodelle eingehend studiert. Das Modell ist eine Reduktion auf 1 : 7 des Turbinenschnittes A-A in Abbildung 10. Es bestand aus einem Hauptkanal C₁ und einem Nebenkanal C₂, der C₁ während der Reinigung des Rechens G durch Rückspülung speiste. In Abbildung 10 sind zu erkennen: die Einlaufschützen V₁, V₂, die Verbindungsöffnung C, der Abzugschieber E, der Empfänger mit den drei Durchgangsöffnungen u₁, u₂, u₃, die regelbare Öffnung T an Stelle der Turbine. Das Rohr t₁ leitet einen Teil des aus T abfließenden Wassers in eine Kiste, wo es sich ent sandet, das Rohr t₂ erfüllt den gleichen Zweck für das ganze Spülwasser; F₁, F₂ und F₃ sind Beobachtungsfenster mit Glasscheiben. Die während der Versuche aufgenommene Höhe h₀ diente für die Berechnung der Wassermengen Q, q und Q_a nach den in Abbildung 11 einge tragenen Formeln.

Die Versuche zur Prüfung der Wirksamkeit des Modells fanden wie folgt statt: Nach dem Öffnen der Schütze V_1 und Erhaltung eines konstanten Durchflusses wurde bei Punkt o ein bestimmtes Quantum von gemischem Kies, Sand und Schlamm regelmässig und in gegebener Zeitdauer in das Wasser abgelassen. Die Rechenreinigung durch Rückspülung, die 2 bis 4 min dauerte, wurde durch Öffnen von V_2 und E und Schliessen von V_1 erzielt. Am Schluss eines jeden Versuches wurden V_1 und V_2 herabgelassen und aus den zwei Kisten je ein Geschiebemuster zur Untersuchung entnommen.

Nach Vornahme einiger Ergänzungsarbeiten entsprachen die Wirkungsweise und die Wirksamkeit des Modells den Voraussetzungen und Berechnungen vollkommen. Durch die Fenster F_1 und F_2 war zu sehen, dass vom Punkt J aus, das geschiebehende Wasser

auf seine Empfänger gelangenden Geschiebe abzuführen, auch wenn man berücksichtigt, dass die Geschiebetransporte wie die Hochwasserwellenartig auftreten und das Geschiebe dieser Wellen auf nur wenige Turbinen einer Anlage und sogar auf nur einer Seite ihrer Kammern konzentriert sein kann.

Wie seinerzeit in Florida - Alta und Brig für die bereits beschriebenen Entsandungs-Anlagen, wurden die ersten dieser Fragen an Hand des in den Abbildungen 11, 12 und 13 dargestellten,

der geneigten Ebene und dem horizontalen Teil K — u_3 des Bodens unter Abgabe des Kieses und Sandes in u_1 — u_3 folgte. Als das Wasser grössere Körper wie Holzabfälle und Steine führte, bildete sich in K eine Ablagerung, die aber jedes Mal bei der Rechen-Rückspülung verschwand. Die von den Wasserwirbeln gehobenen leichten Körper fanden nach kurzer Zeit die Öffnung nach dem Schieber E, die gelösten Kieskörner die Durchgangsöffnung u_1 . Während

der Versuche betrug die „Reinwassermenge“ Q im Mittel 600 lit/sec, die Spülwassermenge q 26 lit/sec, die Wassergeschwindigkeit im Kanal C_1 rund 1 m/sec, die bei jedem Versuch eingeführte Geschiebemenge schwankte zwischen 13 und 182 dm³.

Die Abmessungen der vom Spülwasser abgeföhrten Geschiebe schwankten wie jene der eingeführten, während die Körnung der Reinwassersinkstoffe sehr regelmässig war. Die durch Siebung erfolgte Sortierung von acht Entnahmeproben hat die extremen Werte laut Tabelle ergeben. Besser als diese Zahlen werden die Abb. 14 und 15 die Wirksamkeit des Entsander-Modells veranschaulichen. Eingeführt wurden Geschiebe, deren Körnung

Korndurchmesser in mm	Teilvolumina in % des Gesamtvolumens bei den Versuchen			
	ohne Rechenreinigung		mit Rechenreinigung	
$\leq 0,5$	85,8 %	90,5 %	72,3 %	78,0 %
0,5 bis 1,1	12,9 %	8,6 %	25,1 %	20,5 %
1,1 bis 2,2	0,9 %	0,7 %	2,0 %	1,3 %
$\geq 2,2$	0,4 %	0,2 %	0,6 %	0,2 %
	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %

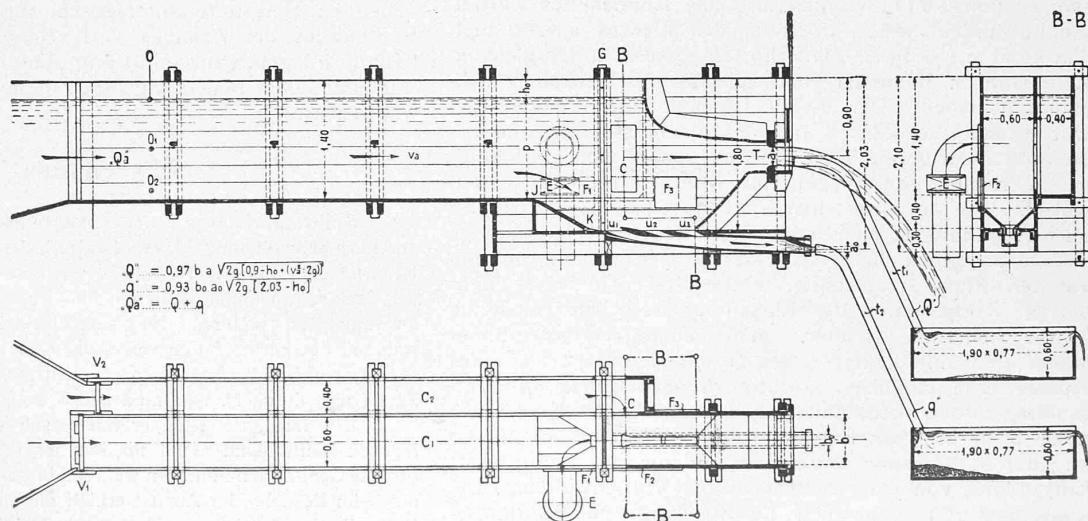


Abb. 11. VersuchsmodeLL eines automatischen Entsenders, aufgestellt in der „Neuen Welt“ bei Basel. — Maßstab 1 : 80.

zwischen 40 mm und 0 schwankte und das Reinwasser enthielt im Maximum nur 0,6% Volumanteile an Körnern über 2,2 mm. Das Ergebnis der Versuche ohne Rechenreinigung war noch günstiger, nachdem das Reinwasser nur 0,4% an Körnern über 2,2 mm und nur 1,3% an solchen über 1,1 mm aufwies. Wenn, um den vermutlichen tatsächlichen Verhältnissen des Geschiebetransportes am Einlauf einer für die Entsandung zweckmäßig gebauten Turbinenkammer besser zu entsprechen, das Geschiebe bei o₁ oder o₂ statt bei o (Abb. 11) eingegeben worden wäre, so wäre die Wirkksamkeit des Versuchsmodeles sicher noch günstiger ausgefallen.

Diese auf Grund von 15 kontradiktiorisch durchgeführten Versuchen gewonnenen Ergebnisse stimmen mit den Vorberechnungen vollkommen überein. Sie zeigen einmal mehr die wertvollen Eigenschaften der selbsttätigen Geschiebeabfuhrung für die Wasserentsandung in den verschiedensten Verhältnissen und insbesondere in einer Turbinenkammer nach Abbildung 10. Ohne kontinuierliche Geschiebeabfuhrung werden alle zur Aufnahme der Geschiebe bestimmten, notwendigerweise aber sehr beschränkten Räume bei Hochwasser rasch ausgefüllt und im Augenblick, wo sie am notwendigsten wären, unwirksam.

*

Es bleibt noch zu untersuchen, ob die Abführungs-Fähigkeit eines automatischen Entsanders für die in der Praxis vorkommenden Geschiebemengen ausreicht; dies soll an Hand eines Beispiels erläutert werden. Es wird dabei angenommen, dass die Turbine von Abbildung 10 wie jene der projektierten Rheinkraftwerke 80 bis 100 m³/sek verarbeite, während die Spülwassermenge rund 5% dieses Quantums betrage. Diese Verhältniszahl, die keine Regel bildet, gestattet die Durchgangsoffnungen der Empfänger, sowie die Wassergeschwindigkeit in denselben und in den Spülkanälen, für eine einwandfreie Abfuhrung aller vom Rechen nicht zurückgehaltenen Materialien zu gestalten. Wie bereits erwähnt, ist die selbsttätige Entsandung nur bei Wasserüberschuss in Tätigkeit; eine mehr oder weniger grosse Spülwassermenge hätte daher auf die Energie-Erzeugung keinen Einfluss.

Es wird weiter angenommen, dass die Turbine der Abbildung 10 nicht am Rhein, dessen Geschiebetransport unbedeutend und zudem unbekannt, sondern an der Rhone aufgestellt sei. Meines Wissens ist die Rhone der einzige unserer grossen Flüsse, für den gleichzeitige Erhebungen über Wassermenge und Geschiebetransport gemacht worden sind.¹⁾ In Gampen (Wallis) hatte die Rhone am 6. und 7. August 1913, während 18 aufeinander folgenden Stunden, eine mittlere Durchflusswassermenge von 186 m³/sek und liess in dem, durch das Wehr in Leuk hervorgerufene Rückstau 2686 m³ Geschiebe zurück. Nach erfolgter Aufschwemmung und Stabilisierung des Rhonebettes würden die Entsander zweier an Stelle des Wehres aufgestellten Turbinen mit je 93 m³/sek Schluckfähigkeit, in der gleichen Zeit, eine im Maximum gleich grosse Geschiebemenge abzuführen haben. Der Geschiebegehalt ihres Spülwassers würde dabei im Mittel 4,45 cm³/lit betragen, einen bedeutend niedrigeren Wert als bei den in Betrieb befindlichen Entsandungsanlagen des öfters schon festgestellt wurde. Wie er vorgesehen ist, könnte also der Entsander nach Abbildung 10 eine bedeutend grössere Geschiebemenge als die an einem durch seine starke Geschiebeführung bekannten Fluss festgestellte, einwandfrei abführen. Diese bei der Konstruktion des Entsanders leicht zu erzielende grosse Sicherheit ist aber, um bei allen im voraus unbestimmbaren Zufälligkeiten des Geschiebetransportes eines Flusses, eine möglichst störunglose Entkiesung und Entsandung zu bewirken, unbedingt notwendig. — Es sei hier noch bemerkt, dass Entsander nach Abbildung 9 und 10 an jeden Wasserkanal angebracht und zur Entkiesung bzw. Entsandung von jeder beliebigen für Kraftgewinnung, Bewässerung und schliesslich zur Speisung von Schiffahrts-

kanälen und Sammelbecken aller Art bestimmten Wassermenge mit Erfolg angewendet werden können.

Bei der grossen Verschiedenheit der Betriebsverhältnisse von hydro-elektrischen Anlagen, von denen die glücklichsten immer klares und selbst unter den höchsten Gefällen unschädliches Wasser ausnützen, kann selbstverständlich nicht mit einer Verallgemeinerung der Abnutzungsergebnisse, die hier an Hand einiger Beispiele charakterisiert wurden, geschlossen werden. Es kann aber gesagt werden, dass überall wo Abnutzung, so auch Verluste, d. h. Betriebstörungen, Unterhaltskosten und Verminderung der verfügbaren Energie auftreten. Bei allen Wasserkraftwerken, die eine möglichst vollkommene und wirtschaftliche Ausnutzung der ihnen konzidierten Wasserkraft anstreben, verdient deshalb dieser Faktor volle Aufmerksamkeit. Bei zahlreichen, heute in Betrieb befindlichen Werken liesse er sich bedeutend verbessern.

*

Zum Schluss möge es noch gestattet sein, auf eine weitere Anwendung des automatischen Entsandungsprinzips aufmerksam zu machen. Es ist bekannt, dass in den Wasserschlössern, Ausgleichbecken usw. von verschiedenen Kraftwerken, bei denen das entsandete aber noch sinkstoffhaltige Wasser für die Turbinen nur noch wenig oder nicht mehr schädlich ist, Schlammablagerungen vorkommen. Das Entfernen dieser Ablagerungen, die für den Betrieb störend sein können, ist fast immer schwierig und teuer.

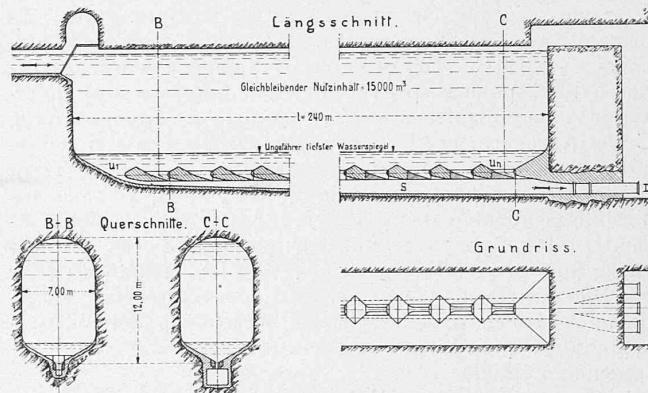


Abb. 16. Wasserkammer mit automatischer Schlammabfuhrung. — 1 : 650.

Wird, wie Abbildung 16 zeigt, die Sohle der Wasserkammer mit trichterförmigem Querprofil ausgebildet, mit einer Anzahl in einen Entnahmekanal S ausmündenden Durchlassöffnungen u₁–u_n versehen, und dieser Entnahmekanal an die Druckrohre angeschlossen, so können, wie dies bei den beschriebenen Entsandungsanlagen geschieht, alle niedergehenden Sinkstoffe automatisch abgeführt werden. Die Reinhaltung der Kammer wird also ohne besondere Spülleitungsanlagen, ganz selbsttätig ohne irgend welche Ueberwachung oder Bedienung und ohne Wasserverluste gewährleistet.

Miscellanea.

Schweizerisches Luftverkehrswesen. Nach dem Bericht der Eisenbahnabteilung des schweizerischen Post- und Eisenbahn-Departements für das 1923 belief sich in der Schweiz Ende 1923 der Bestand an immatrikulierten Flugzeugen auf 38, gegenüber 49 am Ende des Vorjahrs. Neu zum Luftverkehr zugelassen wurden während des Jahres 7 Flugzeuge, dagegen 18 gestrichen, und zwar eins wegen Bruch, 5 weil sonst nicht mehr flugfähig, 4 wegen Zerstörung durch Hangarbrand und 8 wegen Handänderung.

Die im Jahre 1922 eröffnete schweizerische Flugpostlinie Schweiz-Deutschland stand im Sommer und Herbst 1923 auf der Strecke Genf-Zürich-München während insgesamt 5½ Monaten neuerdings im Betrieb. Im August erhielt die englische Firma Handley-Page die Ermächtigung, einen regelmässigen Luftverkehr London-Paris-Basel-Zürich zu organisieren, der versuchsweise, mit reduzier-

¹⁾ Siehe «Annales Suisses d'Hydrographie» Vol II, pages 159 à 164.