

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 125/126 (1945)
Heft: 2

Artikel: Die Wasserleitung "Funes" des Kraftwerkes Waidbruck (Ponte Gardena) am Eisack (Isarco), Südtirol
Autor: Dufour, H.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-83699>

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: 16.05.2025

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

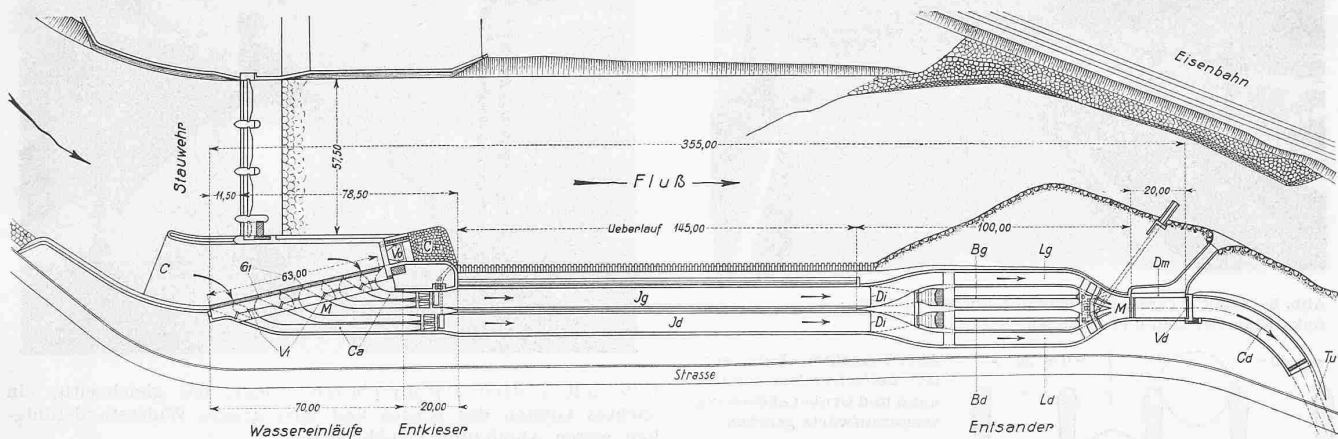


Abb. 1. Gesamtplan der Anlage, Masstab 1:2500. Legende im Text

Die Wasserfassung «Funes» des Kraftwerkes Waidbruck (Ponte Gardena) am Eisack (Isarco), Südtirol

Von Ing. H. DUFOUR, Lausanne

Die nachstehend beschriebene Wasserfassung wurde durch die «Società Montecatini» in Mailand für ihr Kraftwerk Ponte-Gardena (Waidbruck) am Eisack gebaut, das bei einem Einzugsgebiet von rund 3000 km² eine Wassermenge von 100 m³/s mit einem Gefälle von 60 m ausnützt und dabei 72 000 PS leistet.

Der Entschluss der Bauherrschaft, diese Wasserfassung mit leistungsfähigen und wirksamen Entsandeeinrichtungen auszurüsten, wurde auf Grund der in den Kraftwerken Kardaun am Eisack¹⁾, Töll und Marling an der Etsch²⁾ mit Entsandern unserer Konstruktion gemachten guten Erfahrungen gefasst³⁾. Mitbestimmend war auch der Umstand, dass der an sich ziemlich stark geschiebeführende Eisack noch den vom Villnöstal kommenden, sehr wilden und stark geschiebeführenden Gebirgsbach gerade oberhalb der Wasserfassung aufnimmt⁴⁾.

¹⁾ Dargestellt in SBZ, Bd. 94, S. 167* und 241* (1929).

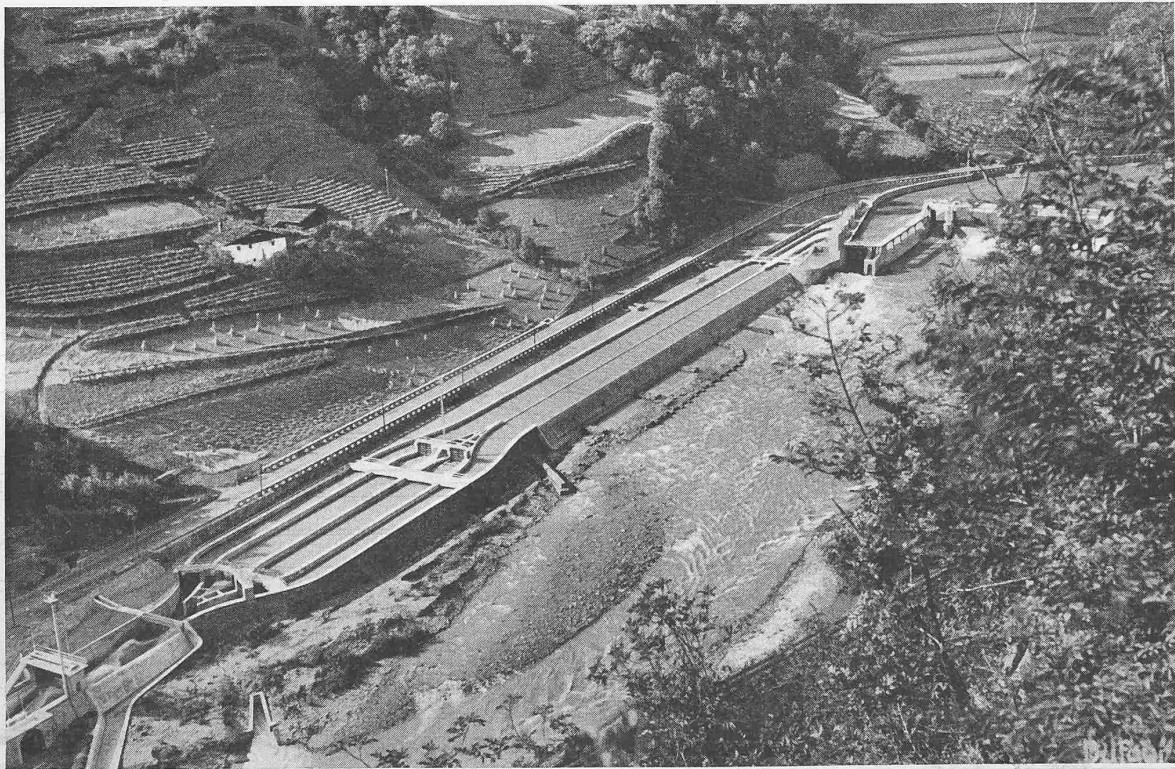
²⁾ Wirksamkeit des dortigen Dufour-Entsanders siehe Bd. 100, S. 176* (1932).

³⁾ Zahlreiche Ausführungen von Dufour-Entsändern sind dargestellt in folgenden Bänden der SBZ: Bd. 78, S. 295*, 310*, 323* (1921); Bd. 83, S. 169* und 196* (1924); Bd. 94, S. 241* (1929); Bd. 108, S. 125* (1936).

Als wir mit der Ausarbeitung des Vorprojektes beauftragt wurden, waren nur das Stauziel, die Lagen des Wehres und des Kraftwerkstollens festgelegt. Nach einer Ortsbesichtigung und einer auf Grund der uns zur Verfügung gestellten Geländeaufnahme durchgeführten Studie der in Betracht kommenden Lösungen konnten wir uns für die vorliegende dargestellte entschließen, die von den Ingenieuren mit sichtbarer Befriedigung angenommen und dann nach unseren Zeichnungen und allen Regeln der Kunst in weniger als zwei Jahren ausgeführt wurde.

Ausser dem aus vier Schützen mit je 15 bzw. 5 m Breite bestehenden Wehr, dessen Projektierung in den Händen der Bauherrschaft lag, umfasst die Wasserfassungsanlage folgende Hauptteile (Abb. 1 bis 4): Die Schottergasse C mit ihrer Schütze Vo, den Einlaufrechen G1 und die acht Einlaufschützen V1, die vier Einlaufkanäle Ca mit je einem Entsander unseres Typs 3, der hier als Entkieser zu wirken hat, die zwei Zwischen-

⁴⁾ In seiner Arbeit über «Die Geschiebequellen der Bäche und Flüsse» (SBZ Bd. 100, S. 229* ff., 1932) gibt Ing. G. Strele, Innsbruck, als Prachtbeispiel solcher Quellen gerade die Verwitterungs-Schuttkegel an den Geisslerspitzen im Villnöstal an.

Abb. 4. Gesamtansicht der Anlage. Einzugsgebiet des Flusses rd. 3000 km², gefasste Wassermenge 100 m³/s

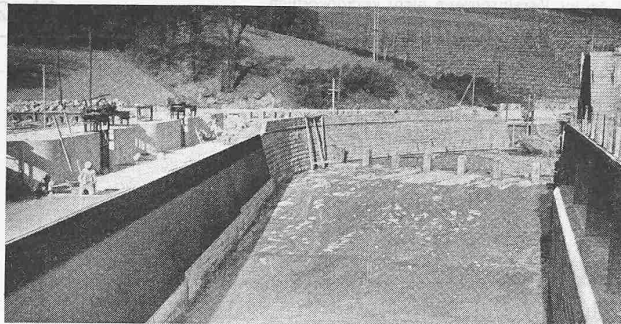


Abb. 5. Schottergasse mit Sohle aus Porphyryplatten, links Einlaufrechen und Schützen

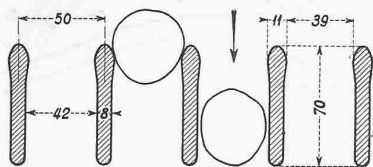


Abb. 7 (rechts). Entkieser mit Leitschwellen, Spülöffnung und Grubenabdeckung, wasseraufwärts gesehen

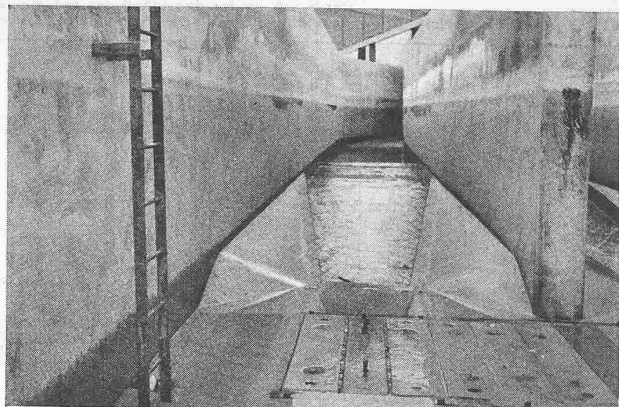
Abb. 6 (links). Schnitt durch die Stäbe des Einlaufrechens; Masstab 1:4

kanäle Jd - Jg, weiter abwärts die Seitenkanäle Ld - Lg und die Einbecken-Entsander Bd - Bg unseres Typs 2.

Bei ihrem Einlauf hat die Schottergasse (Abb. 5) eine Breite von 24 m und eine Wassertiefe von 3,5 m. Ihre mit schön glatten Porphyryplatten belegte Sohle, mit 2,4 % Gefälle, endet an der Schwelle der 7 m breiten Sektorschütze Vo, die durch eine in ihrem rechtsseitigen Pfeiler eingebaute kleine Turbine angetrieben wird.

Der 63 m breite Einlaufrechen, mit vierstufiger Schwelle und 39 mm lichter Stabweite, besteht aus Stäben eines in Abb. 6 dargestellten Spezialprofils, die durch Rundeisentraversen und Distanzstücke in Feldern zusammengestellt sind. Damit sie dem parallel zur Rechenfront wirkenden Wasserdruck widerstehen können, sind sie in der Schwelle, sowie am mittleren Träger festgehalten und ausserdem am gut verankerten Rechenholm befestigt. Das Profil der Rechenstäbe erleichtert deren Reinigung, die vorläufig noch von Hand erfolgt, wesentlich. Die spätere Aufstellung einer Rechenreinigungsmaschine ist vorgesehen.

Die 2 m breiten Einlaufschützen V1, deren Schwellen alle auf gleicher Höhe liegen, haben Rahmen aus Profileisen und eiserne Tafeln von 3,4 m Höhe. Sie werden mittels hydromechanischer Winden, im Bedarfsfall aber auch von Hand, angetrieben. Die Sohlen der 2,8 m breiten Einlaufkanäle Ca, sowie die Rinnen R und die Leitschwellen s der Entkieser sind eben-



falls mit glatten Porphyryplatten belegt, die gleichzeitig ein leichtes Gleiten des Kiesel und eine grosse Widerstandsfähigkeit gegen Abnutzung gewährleisten.

Zwischen den Öffnungen O und den Schiebern V2 der Entkieser (Abb. 7) befinden sich die Spülkanäle aus Blech, die, damit sie leicht nachgesehen und im Bedarfsfall ausgetauscht werden können, in einer Grube mit abnehmbarer Abdeckung aus Eisenbetonplatten eingebaut und befestigt sind. Der kurze Spültunnel Te mündet im Flussbett unterhalb der Schotter-schütze Vo. Das Vorkommen von Kiesablagerungen vor den Entkieseröffnungen kann mit einer von den Bedienungsstegen aus geführten Kontrollstange jederzeit von Hand festgestellt werden.

Die Zwischenkanäle (Abb. 8) haben eine Länge von 145 m, eine Sohlenbreite von 7 m und eine Wassertiefe von 3,55 m. Die Trennmauer M sowie die flussseitige Kanalmauer sind, um eine Konzessionsbedingung zu erfüllen, als Ueberlauf ausgebildet. Am unteren Ende dieser Kanäle befinden sich, 1,10 m über deren Sohlen, die horizontalen Scheidewände Di aus Eisenbeton.

Die so gebildeten, von den Scheidewänden gedeckten, geraden Kanäle mit zunehmenden Querschnitten münden durch die Einlaufschützen V4 in die Entsander Bd und Bg. Jeder derselben, mit 51,50 m wirksamer Länge, 7,40 m oberer Breite und 4,70 m Wassertiefe in der Mitte, ist mit Beruhiger G2 (Abb. 9), Feinrechen G3, Spülkanal S, Geschiebeabzug E, Spülschieber V6, Entleerungs- und Auslaufschützen V5 bzw. V7 versehen. Das Spülwasser beider Entsander wird von der Schieberkammer Cv durch den Spültunnel Tp dem Fluss wieder zu-geführt.

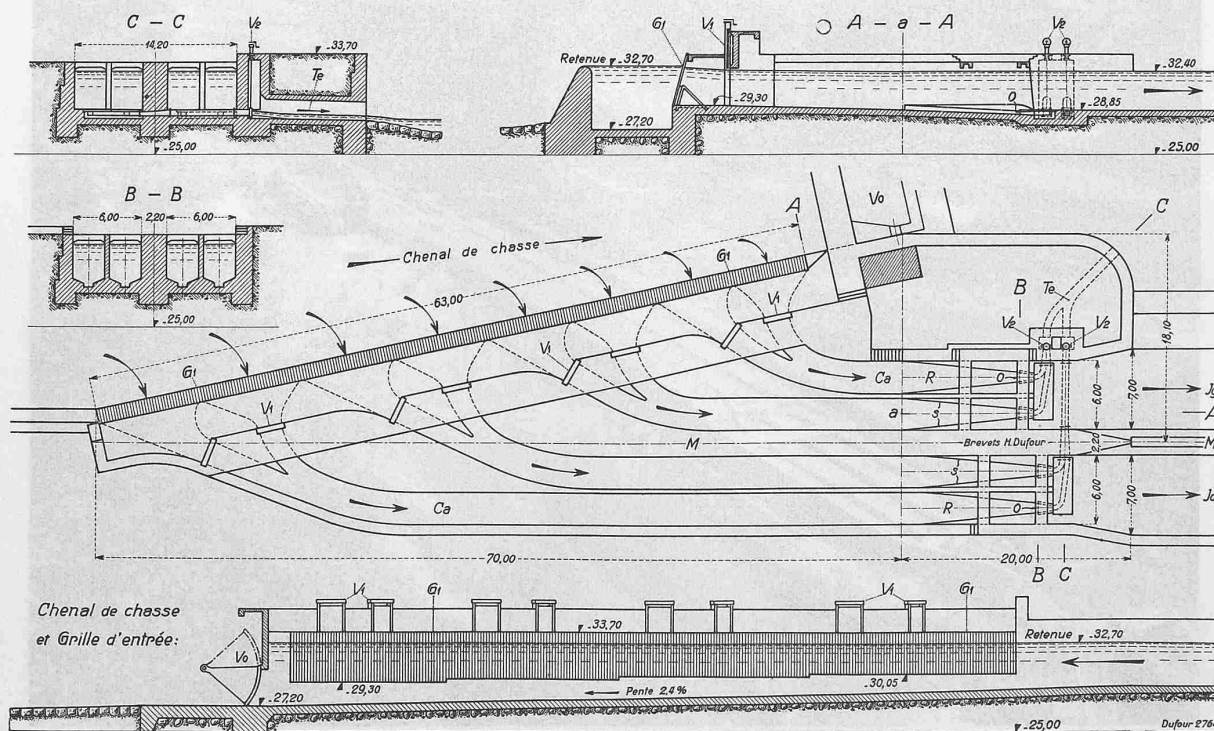


Abb. 2. Wassereinflüsse und Entkieser. Grundriss 1:600. Legende im Text

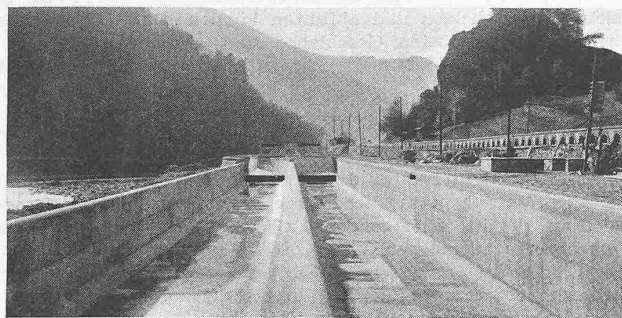


Abb. 8. Zwischenkanäle; im Hintergrund Scheidewände und Seitenkanal-Einläufe

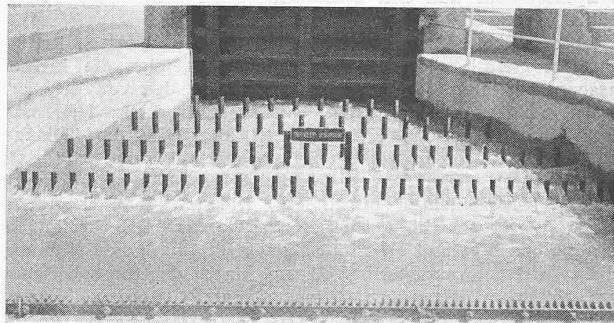


Abb. 9. Wasserberuhigung und -Verteilung am Einlauf der Entsanderbecken

Die oberen Wasserschichten der Zwischenkanäle werden durch sanft gekrümmte Leitwände über die Scheidewände nach den Seitenkanälen, mit 4 m Sohlenbreite und je einer Auslaufschütze V3, geleitet. Diese Seitenkanäle können durch je einen Schieber entleert werden, und eine feststehende Leiter ermöglicht den Zugang zu der Schieberkammer.

Unterhalb der Schützen V3 und V7 gehen die Seitenkanäle und die Entsanderausläufe wieder als sanft gekrümmte Kanäle in den offenen, 7,50 m breiten, mit einem Ueberlauf Dm und einer großen Schütze Vd versehenen Auslaufkanal Cd über. Nach einem Bogen von 50 m Länge beginnt der Kraftwerkstollen Tu.

Durch die lange Trennmauer wird die ganze Anlage in zwei gleiche, von einander ganz unabhängige Anlagehälften geteilt, deren eine jederzeit abgeschlossen und entleert werden kann. Die Länge der Wassereinflüsse beträgt 70 m, der Entkieser 20 m, der Zwischenkanäle 145 m, der Entsander mit Scheidewänden 100 m, des Ueberlaufs 20 m, die Gesamtlänge der Anlage somit 355 m.

Wirkungsweise

Bei Niederwasser führt der Fluss weder Geschiebe noch Sand; die Wehrschützen und die Schotterschütze sowie die Spülschieber der Entkieser und der Entsander bleiben geschlossen und das ganze Flusswasser gelangt in den Kraftwerkstollen. Wenn dieses Wasser etwas Schlamm und Abfälle vor den Spülöffnungen der Entkieser und über den Geschiebeabzügen der Entsander zurücklässt, genügt es, um diese zu reinigen, die zugehörigen Spülschieber von Zeit zu Zeit, während 15 bis 30 Minuten zu öffnen, ohne die Kanäle oder Becken zu entleeren oder den Betrieb der Anlage zu unterbrechen.

Bei Mittelwasser und so lange die Flusswassermenge unter dem Werkbedarf bleibt, wird wie bei Kleinwasser vorgegangen; nur die Öffnungsreinigungen müssen vielleicht öfters durchgeführt werden.

Uebersteigt die Flusswassermenge den Werkbedarf, der 100 m³/s erreicht, so werden die Spülschieber der Entkieser und der Entsander geöffnet, was die selbsttätige, kontinuierliche Abführung aller Materialien sichert. Wenn die Flusswassermenge dies gestattet, wird ausserdem die Schotterschütze offen gehalten und ermöglicht somit, ohne die Werkwassermenge zu vermindern, die Abführung des durch den Einlaufrechen zurückgehaltenen Geschiebes und Geschwemmels, das sich ohne diese kontinuierliche Spülung vor dessen Fuss anhäufen würde. Genügt die Strömung für die restlose Abführung der in der Schottergasse niedergehenden Materialien noch nicht, so wird, so lange als notwendig, die Öffnung der Schotterschütze rasch vergrößert. Diese Geschiebeabführungen werden durch den glatten Belag der Schottergassensohle wesentlich erleichtert. Diese periodischen, starken Auswaschungen der Schottergasse verursachen eine Senkung des Wasserspiegels vor dem Einlaufrechen und erleichtern dessen Reinigung wesentlich. Da sie aber eine gewisse Abnahme der gefassten Wassermenge verursachen können, werden sie immer erst nach vorheriger Verständigung mit dem Zentralen Chef durchgeführt.

Da das einlaufende Wasser noch viel Kies und Sand aller Grössen enthält, wird seine Geschwindigkeit soweit erhöht, dass es in den Einlaufkanälen keine Ablagerungen zurücklässt, wobei jedoch ein ansehnlicher Teil dieser Materialien auf deren Sohlen weiter geschleppt wird, bis er in den Entkiesern durch die Leitschwellen zu den Spülöffnungen und von diesen durch

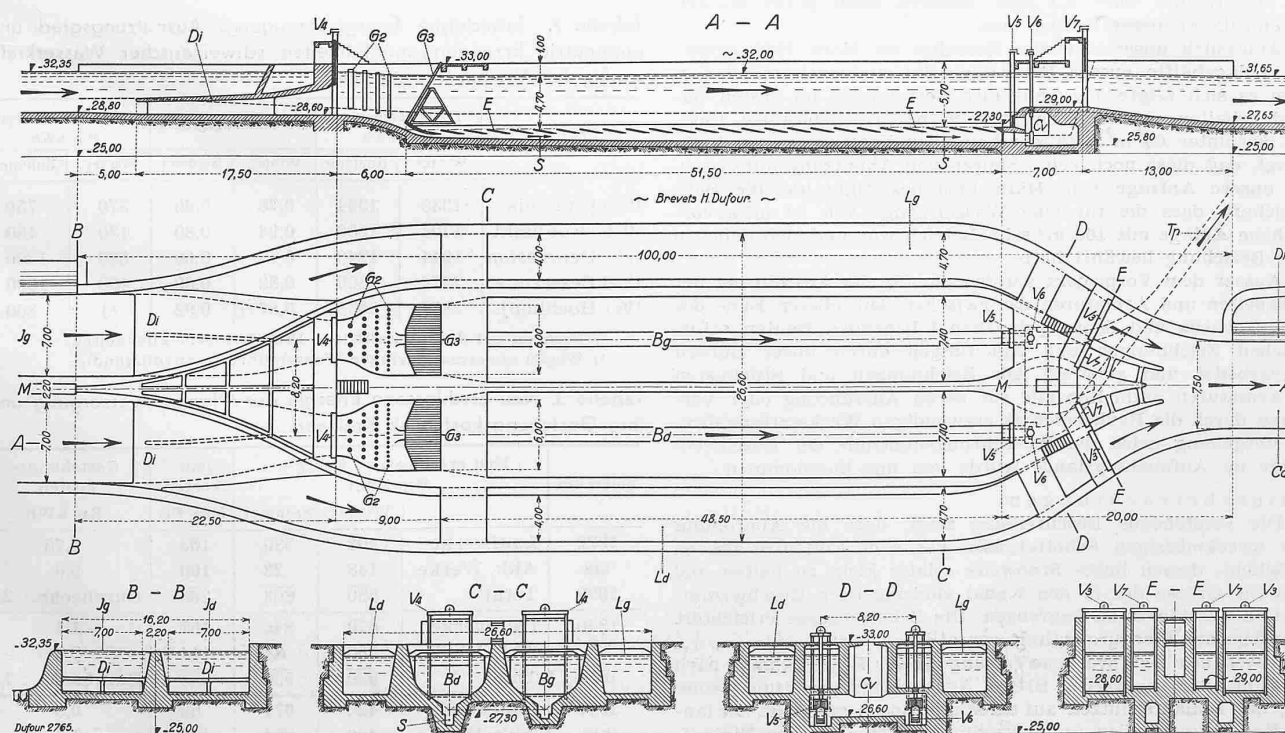


Abb. 3. Entsander, Grundriss 1:600. Legende im Text

Clichés «Bulletin Technique de la Suisse Romande»

die Spülschieber und den Spülstollen nach dem Fluss zurückgeführt wird.

In den Zwischenkanälen (mit grösserem Querschnitt und kleinerem Gefälle als die Einlaufkanäle) genügt die kleinere Wassergeschwindigkeit für die Fortführung des von den Entkiesern nicht ausgeschiedenen Sandes und, dank der Länge dieser Kanäle, um das Niedergehen aller für die Turbinen schädlichen Körner in die unteren Wasserschichten zu bewirken. Bei ihrer Ankunft vor den Scheidewänden sind also die oberen Wasserschichten entsandet. Die mit Sand beladenen unteren Wasserschichten fließen in die Entsanderbecken, in denen sie beruhigt und gleichmässig verteilt, durch die Feinrechen von ihrem Geschwemmsel befreit und bis zu der für den Schutz der Turbinen erforderlichen Grenze entsandet werden.

Betriebserfahrungen

Im Herbst 1938 fertiggestellt, wurde die Anlage kurz darauf in Betrieb genommen und, im Juli 1939, zu Hochwasserzeit des Flusses, hatten wir, durch Proben und auf Grund der Betriebsberichte, Gelegenheit festzustellen, dass ihre Wirkungsweise und Wirksamkeit den gegebenen Erklärungen und Garantien entsprachen.

Bei starken Hochwässern des Flusses und wenn die gefasste Wassermenge 100 m³/s erreicht, ist die Reinigung des Einlaufrechens mühsam; die aus der Nähe geholte Hilfsmannschaft ist aber von dem ihr dadurch bei Regenwetter zukommenden Nebenverdienst befriedigt und für diese Arbeit genügend. Die Reinigung der Feinrechen ist dagegen leicht.

Die Kontrolle der Entkieser- und Entsanderspülöffnungen hatte wie vorgesehen regelmässig stattgefunden und erwiesen, dass diese Öffnungen sich noch nie verstopft hatten. Als man aber, zu Hochwasserzeit, die Entkieser- und Entsanderspülschieber geschlossen hatte, konnte man nach kurzer Zeit die Bildung von beträchtlichen Ablagerungen vor und über diesen Öffnungen feststellen.

Die bei einer Durchflusswassermenge von 80 m³/s erfolgte Bestimmung der Wasserspiegelmassen ergab, dass das Gefälle vom Stauwasserspiegel bis zum Wasserspiegel am Auslauf der Seitenkanäle 0,38 m und am Auslauf der Entsanderbecken 0,55 m betrug, während es nach unseren früheren Angaben bis zu 0,70 m hätte erreichen können. Das so entstandene und verfügbare Mehrgefälle erleichtert die Fassung der grösseren Wassermenge von 100 m³/s, die sich im vorliegenden Fall als sehr willkommen erwiesen hat.

Nach den erhobenen Proben und den Angaben des Oberwärters scheiden die Entkieser von dem durch den Einlaufrechen mit 39 mm lichter Stabweite eingedrungenen Geschiebe alle Kiessteine, darunter solche von rd. 1 kg, bis herab zu den Sandkörnern von rund 3 mm aus. Die Zwischenkanäle und die Entsander setzen die Wasserentsandung fort und scheiden nicht nur alle Körner über 0,5 mm, sondern noch einen starken Prozentsatz kleinerer Körner aus.

Anlässlich unseres letzten Besuches im März 1940 konnte eine Anlagehälfte ausser Betrieb gesetzt und entleert werden, wobei es sich zeigte, dass alle ihre Bestandteile im besten Zustand erhalten waren. Eine kurz vorher durchgeführte Revision der unter 60 m Gefälle arbeitenden Francisturbinen hatte gezeigt, daß diese noch keine Spuren von Abnutzung aufwiesen. Auf unsere Anfrage vom März 1943 bestätigte uns die Bauherrschaft, dass die für eine Wassermenge von 80 m³/s vorgesehene Anlage mit 100 m³/s im Betrieb war und sich dabei in jeder Beziehung bewährt hatte.

Ausser dem Vorprojekt wurden die für die Ausführung der Bauarbeiten und Armaturen der zwischen dem oberen Ende des Einlaufrechens und dem Auslaufkanal liegenden Bauten erforderlichen Zeichnungen und Anleitungen durch unser Bureau ausgearbeitet und geliefert. Die Zeichnungen und Stücklisten der Armaturen enthielten alle für deren Ausführung oder Vergebung durch die Bauherrschaft notwendigen Werkstattangaben. Die Vergebung nebst der Ausführungskontrolle der Geschiebeabzüge im Aufstellungslande wurde von uns übernommen.

Schlussbetrachtungen

Die vorstehende Beschreibung zeigt, dass die Anordnung einer zweckmässigen Schottergasse vor dem Einlaufrechen es ermöglicht, dessen lichte Stabweite relativ klein zu halten und somit die Grösse des in den Kanal eindringenden Geschwemmels und Geschiebes zu begrenzen. Die Schottergasse erleichtert ausserdem die Rechenreinigung wesentlich.

Durch die ausgesprochene Verjüngung der Einlaufkanäle nach dem Einlaufrechen werden Breite, Anschaffungspreis und Bedienung der Einlaufschützen auf ein Mindestmass gebracht. Die langen Krümmungsradien und geradlinigen Strecken der Einlaufkanäle erleichtern das Niedergehen des Geschiebes, das die Ent-

kieser, dank ihrer geringen Bauhöhe, unmittelbar nach den Kanaleinläufen ausscheiden und abführen können. Dank dieser Ausscheidung des grössten Geschiebes sind Ablagerungen in den Zwischenkanälen nicht mehr zu befürchten und die Wassergeschwindigkeit in denselben kann klein genug sein, um gleichzeitig das Niedergehen und die Fortführung des für die Turbinen noch schädlichen Sandes in den unteren Wasserschichten zu ermöglichen.

Die Schichtentrennung durch die horizontalen Scheidewände hat den Vorteil, dass die oberen, gut entsandeten Wasserschichten, die im vorliegenden Fall drei Viertel der gefassten Wassermenge ausmachen, mit grosser Geschwindigkeit, infolgedessen in kleinen und relativ billigen Seitenkanälen nach dem Auslaufkanal weitergeführt, während die unteren in Becken entsandet werden können, deren Klärräume nur ein Viertel derjenigen sind, die für die Entsandung der ganzen Wassermenge erforderlich wären.

Unseres Wissens ist eine so weitgehende Entsandung einer so grossen Wassermenge noch nirgends angestrebt und erzielt worden. Die beschriebenen, durch Patente geschützten Einrichtungen dürfen deshalb wohl als interessante und wertvolle Neuerung auf diesem Gebiete bezeichnet werden.

Zur Frage der Notwendigkeit von Speicherkraftwerken in der Schweiz

Wie auf allen Gebieten der Warenproduktion richtet sich auch bei der Energieerzeugung der Ausbau der Produktionsanlagen nach dem Verhältnis von Angebot zu Nachfrage: Wo diese dauernd jene überwiegt, muss gebaut werden. Ing. Dr. A. Strickler, Küsnacht-Zh., zeigt in der Zeitschrift «Elektrizitätsverwertung» 1944/45, Nr. 6/7, S. 121, wie unsere Elektrizitätsversorgung stets mehr Sommerenergie zur Verfügung stellen konnte, als Winter-

Tabelle 1. Bestand und Zuwachs von Winter- und Sommerenergie in neugebauten schweizerischen Wasserkraftwerken¹⁾ in Mio kWh

Zustand am Ende d. Jahres	Winter 1. 10. bis 31. 3.		Sommer 1. 4. bis 30. 9.		Verhältnis Winter/Jahr
	Bestand	Zuwachs	Bestand	Zuwachs	
1925	1704	226	2110	320	0,44
1929	1930	590	2430	770	0,44
1933	2520	340	3200	160	0,44
1936	2860	805	3360	975	0,46
1942	3665		4335		0,46

¹⁾ Berücksichtigt sind die Werke der Allgemeinversorgung einschliesslich eines kleinen Bezuges aus Industrie- und Bahnkraftwerken.

Tabelle 2. Tatsächliche Energieerzeugung, Ausnützungsgrad und unbenützte Erzeugungsmöglichkeiten schweizerischer Wasserkraftwerke der Allgemeinversorgung

Jahr	Energieerzeugung Mio kWh		Ausnützungsgrad ²⁾		Unbenützte Energie Mio kWh	
	Winter	Sommer	Winter	Sommer	Winter	Sommer
1925 } aufsteig.	1338	1364	0,78	0,65	370	750
1929 } Konjunkt.	1794	1956	0,93	0,80	130	480
1933 Depression	1944	1948	0,77	0,60	580	1300
1936 Besserung	2370	2300	0,83	0,69	480	1000
1941 Hochkonj.	2877	3563	0,87 ³⁾	0,92	³⁾	300

²⁾ Bezogen auf durchschnittliche Produktionsmöglichkeiten.

³⁾ Wegen abnormal geringer Wasserführung unvollständig.

Tabelle 3. Neu erschlossene Energie der Allgemeinversorgung und ihre Gesteungskosten ab Kraftwerk

Zeitraum	Neu erschlossene Energie Mio kWh			Bau- kosten	Gesteigungs- kosten
		Winter	Sommer	Mio Fr.	Rp./kWh
1922	Laufwerke	402	580	163	1,75
bis	Akk. Werke	148	23	100	5,0
1929	Total	550	603	263	Durchschn.: 2,2
1930	Laufwerke	670	846	167	1,1
bis	Akk. Werke	260	84	114	2,6
1936	Total	930	930	281	Durchschn.: 1,4
1937	Laufwerke	425	671	83	0,8
bis	Akk. Werke	430	304	125	1,3
1942	Total	855	975	208	Durchschn.: 1,0