

Zeitschrift:	Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber:	Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band:	107/108 (1936)
Heft:	12
Artikel:	Entkiesungs- und Entsandungsanlage der Kraftwerke Pont-de-Claix und Drac-Inférieur
Autor:	Dufour, Henri
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-48371

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: 22.02.2026

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

INHALT: Entkiesungs- und Entsandungsanlage der Kraftwerke Pont-de-Claix und Drac-Inférieur — Gedanken über den technischen Beruf — Concours d'architecture pour le Pavillon Suisse de l'Exposition Internationale à Paris 1937 — I. Schweizerischer Holzkongress in Bern — Beurteilungsstelle für den Holzbau — Ueber Abwasserbehandlung — Das neue Kabinenflugzeug der Fa. W. Farmer, Flugzeugbau Grenchen — Luftschutzmassnahmen im Ausland — Mitteilungen: Deutschschweizerischer Verrech-

Band 108

Der S.I.A. ist für den Inhalt des redaktionellen Teils seiner Vereinsorgane nicht verantwortlich. Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet.

Nr. 12

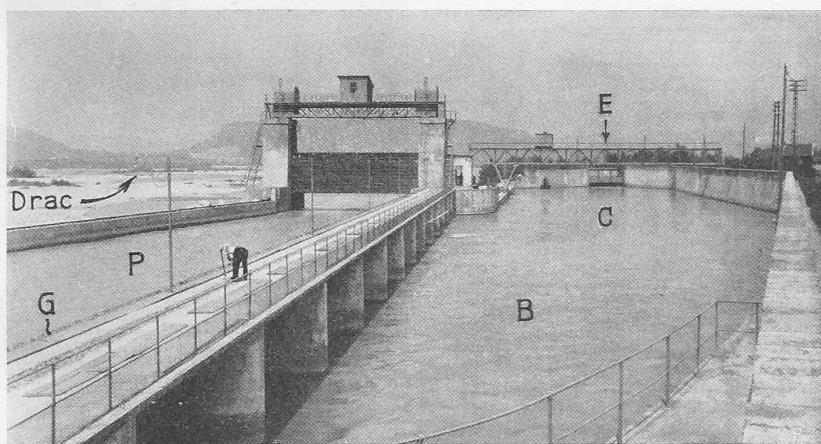


Abb. 1. Wasserfassung des Kraftwerkes Pont-de-Claix am Drac. P Kiesgasse mit Stoney-schütze, G Einlauffrechen, B Einlaufbecken, C Absetzbecken mit fahrbarem Bagger, E Kanaleinlauf.

Entkiesungs- und Entsandungsanlage der Kraftwerke Pont-de-Claix und Drac-Inférieur

Von HENRI DUFOUR, Ing. S.I.A., Lausanne.

Diese zwei am gleichen Kanal hintereinander geschalteten Kraftwerke, kurz Werk I und Werk II genannt, nützen die obere Stufe des Drac-Gefälles zwischen der Romanche und der Isère, mit einer Wassermenge von $80 \text{ m}^3/\text{sec}$ und einem Gefälle von je 17 m aus. Das Werk I¹⁾ umfasst einen festen und einen beweglichen Wehrteil, einen offenen Kanal von $8 \times 5,25 \text{ m}$ Querschnitt, 750 m Länge, eine Zementrohrdruckleitung von 6 m Innendurchmesser bei 1450 m Länge und ein Maschinenhaus mit sechs Zwilling-Francisturbinen für je 3000 PS bei $n = 300$, mit Laufrädern von 1360 mm Aussendurchmesser. Werk II besitzt sechs einfache Francisturbinen mit vertikaler Welle für je 2500 PS bei $n = 250$.

Mit Rücksicht auf die zeitweise außerordentlich starke Geschiebeführung des Drac wurde seinerzeit die Wasserfassung des Werkes I sorgfältig entworfen. Wie aus Abb. 1 ersichtlich, besteht sie aus einer Kiesgasse P mit 16 m breiter und 5 m hoher Stoney-schütze, einem Einlauffrechen G mit 75 mm Stabentfernung auf 1,5 bis 2,0 m hoher Schwelle, einem Einlaufbecken B, einem reichlich bemessenen Absetzbecken C, 100 m lang, 34 m breit, 6 m tief und darüber eine fahrbare Baggeranlage für die Rückförderung des abgesetzten Geschiebes in das Drac-Bett.

Trotz diesen an sich zweckmässigen Einrichtungen, die auch ordentlich funktionieren, zeigte es sich nach einigen Betriebsjahren, dass immer noch namhafte Geschiebe- und Sandmengen in den Kanal eindrangen und für das Werk I folgende Hauptnachteile hatten: Empfindliche Abnutzung der Zement-Druckleitung, deren Reparatur die Stillegung beider Kraftwerke erfordert würde; Bildung einer grossen Geschiebeablagerung am unteren Ende der Druckleitung und auf dem Aufgang zu den Turbinenkammern. Diese, in Abb. 2 eingetragene Ablagerung verhinderte die Querschnitte, verursachte einen empfindlichen Gefällsverlust mit entsprechender Abnahme der Werkeistung und erschwerte das Entleeren der Druckleitung. Schnelle Abnutzung der Leitradwände und Spaltringe, hauptsächlich aber der Laufradkränze und -Schaufeln der Turbinen, deren Wirkungsgrade stark abnahmen. Es kam auch vor, dass die durch Abnutzung geschwächten Laufräder durch Steine und Holzstücke nach kurzer Betriebszeit zerschlagen wurden; Abb. 3 zeigt zwei solche stark abgenützte Laufräder. Infolge der etwas schweren Zugänglichkeit der Turbinen war ihre Instandsetzung zeitraubend und teuer.

Durch diese Vorkommnisse gestaltete sich der Betrieb des Werkes I schwer und unsicher und da die gleichen Nachteile auch das untenliegende Werk II bedrohten, wurden wir mit der Ausarbeitung des Projektes einer selbsttätig arbeitenden Ent-

¹⁾ Beschrieben in «Houille Blanche» vom Nov./Dez. 1921.

nungsverkehr, Feuerungen für Holzabfall, Gussrohrverbindungen mit Gummidichtung, Kanaldichtungen mit Asphalt. Tropenfestigkeit von Auto-Karosserien aus Holz. Prüfung der Standrohre für Niederdruck-Dampfkessel. Neuer Aussichtstriebwagen der Deutschen Reichsbahn. Neue Dampflokotiv-Bauarten. Oelvorkommen im Jura? Trajektverkehr England-Frankreich. — Wettbewerbe: Kantonsbibliothek-Gebäude in Lugano. — Literatur. — Sitzungs- und Vortrags-Kalender.

Der S.I.A. ist für den Inhalt des redaktionellen Teils seiner Vereinsorgane nicht verantwortlich. Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet.

Nr. 12

kiesungs- und, soweit als möglich, auch Entsandungsanlage beauftragt. Dabei war zunächst auf die etwas grosse Entfernung der Einlaufrechenstäbe von 75 mm und auf weitere Verstopfungsgefahr durch in den langen offenen Kanal geworfene grössere Gegenstände Rücksicht zu nehmen. Sodann musste mit dem Andrang von Geschieben aller Grössen bis zu Steinen von 1 dm^3 und Mengen von wahrscheinlich weit über $2 \text{ cm}^3/\text{l}$ Wasser gerechnet werden; bei $80 \text{ m}^3/\text{sec}$ ergibt dieser Geschiebegehalt eine tägliche Geschiebeführung von 13800 m^3 . In baulicher Hinsicht hatte sich die Entkiesungsanlage den örtlichen Verhältnissen und namentlich dem geringen Höhenunterschied der Vorflut von nur 0,80 m zwischen der Kanal- und der Drac-Sohle nach Möglichkeit anzupassen; ihr Einbau, der die Stillegung zweier grosser Kraftwerke erforderte, sollte in möglichst kurzer Zeit erfolgen können.

Für die Lösung dieser Aufgabe war es nahe liegend, unsern bekannten und bewährten Entsandertyp II²⁾ vorzusehen; darnach haben wir in den Jahren 1929 bis 1933 mehrere Projekte ausgearbeitet. Die Besitzerin des Werkes I erkannte zwar die Zweckmässigkeit unserer Vorschläge an, konnte sich aber wegen der hohen Kosten und der in Aussicht zu nehmenden Stillegung der zwei Kraftwerke mit allen ihren Folgen zur Ausführung nicht entschliessen; sie wünschte eine einfachere Lösung, auch wenn diese nur eine Verminderung der schwersten Nachteile herbeiführen könnte.

Vor diese neue Sachlage gestellt, suchten wir die in der langen geraden Strecke des offenen Werkkanals stattfindende weitgehende Zusammenziehung des Geschiebes auf die Sohle

²⁾ Beschrieben in «SBZ», Bd. 83, S. 169* und 196* (12. und 26. April 1924).

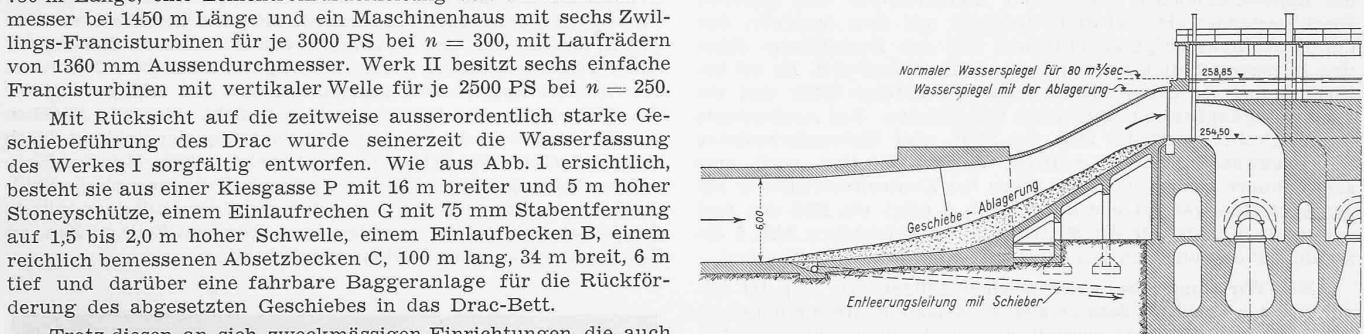


Abb. 2. Längsschnitt am unteren Ende der Druckleitung mit Entleerungsleitung und dem versandeten Aufgang zu den zwei Turbinenkammern.



Abbildung 3.

a) Gusseisernes Laufrad nach 5800 Betrieb-Stunden: starke Abnutzung von Kranz u. Schaufeln, sowie eingeklemmte Steine.

b) Bronzelaufrad nach 13200 Betrieb-Stunden: Kranz zum Teil weggeschliffen, a die von den Steinen gehämmerte Schaufeleinlaufkante.

Dieser neue, in der Schweiz und im Ausland durch Patente geschützte Entsander-Typ, für Steine bis zu 1 dm³ und darüber ist in Abb. 4 dargestellt. Die Anlage besteht aus drei durch Leitkörper mit geneigten Seitenböden c und Rippen n gebildeten Sammelrinnen R, die in drei Spülöffnungen O übergehen. Ein mit Eisenbetonböhlen abgedeckter Sammelkanal aus starkem Blech verbindet die drei Spülöffnungen mit dem Spülrohr, das durch die linksseitige Kanälmauer und den Drac-Damm führt und in dessen Bett gerade in Sohlenhöhe ausmündet. Es sei besonders auf die grosse Einfachheit, die geringe Höhe und die leichte Zugänglichkeit aller Teile hingewiesen. Am Auslaufende des Spülrohres befindet sich der Spül- oder Entsanderschieber mit hochwassersicherem Antrieb. Ergänzend sind noch eine schwenkbare Leiter und zwei Stege der Kontrollvorrichtung für die Spülöffnungen zu erwähnen. Abb. 5 zeigt ein Bild des fast entleerten Kanals mit der Mittelrinne des Entsanders, Abb. 6 die Spülöffnungen und den Sammelkanal mit ihren Abdeckungen.

Die Wirkungsweise eines solchen Entsanders, Typ III genannt, ist so einfach, dass es sich erübrigen dürfte, sie näher zu beschreiben. Das Zusammenführen, das Auffangen und die Abführung des auf die Kanalsohle geschleppten Geschiebes und Sandes erfolgt also wie in einem Entsander Typ II selbsttätig und kontinuierlich. Seit seiner Inbetriebsetzung im August 1934 hat der Entsander immer einwandfrei gearbeitet. An den Schlägen gegen die Stäbe des Einlaufrechens kann die immer noch grosse in den Kanal eindringende Geschiebemenge beobachtet werden, während das Freibleiben der Spülöffnungen und die zeitweiligen starken Ablagerungen im Drac-Bett unterhalb des Entanderschiebers bestätigen, dass das Geschiebe aus dem Kanal tatsächlich abgeführt wird.

Um die Wirksamkeit des Entsanders mengenmässig festzustellen, wurde am Auslauf der in Abb. 2 angedeuteten Entleerungsleitung in den Unterkanal des Werkes I eine Entnahmeverrichtung nach Abb. 7, mit Entnahmerohr t , Bewegungsspindel f und der Aufnahmekiste von 300 l Inhalt angebracht. Die Proben fanden im Sommer 1935 in der Weise statt, dass bei Hochwasser des Drac und voller Wasserführung des Kanals, entsprechend einer Wassergeschwindigkeit von rund 2,6 m/sec, zunächst bei geöffnetem (Muster 1 in Abb. 8), dann bei geschlossenem Entanderschieber (Muster 2), Proben aus der von der Entleerungsleitung kommenden Rohrleitung, also des Aufschlagwassers der Turbinen entnommen wurden. Muster 1 enthielt nur sieben Körner > 3 mm aber < 5 mm, Muster 2 dagegen viele Körner > 3 mm bis zu solchen mit $32 \times 43 \times 58$ mm (grössere gingen nicht durch

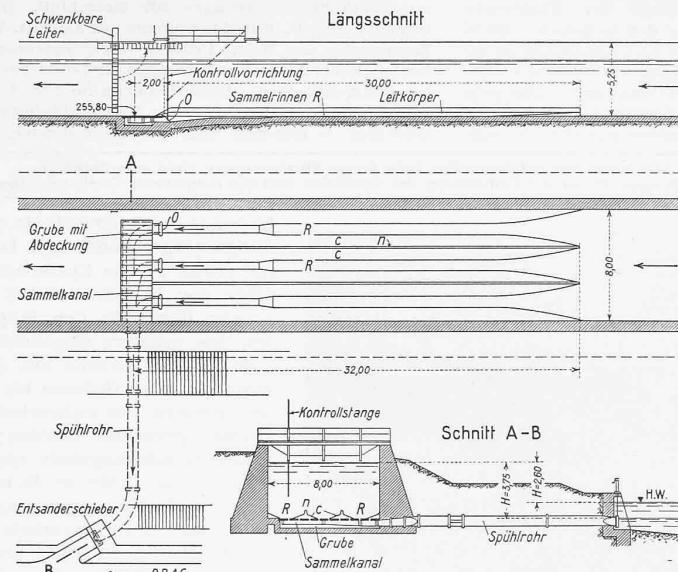


Abb. 4. Entsander nach Patenten H. Dufour, Typ III. — Masstab 1:500.
R Sammelrinnen, *c* geneigte Seitenböden, *n* Rippen, *O* Spülöffnungen.

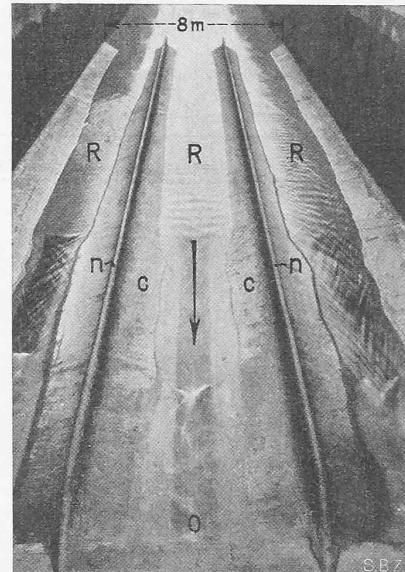


Abb. 5. Entsander flussaufwärts gesehen.

das Entnahmrohr). An Körnern < 1 mm enthielt Muster 1, 161 cm³, Muster 2, 190 cm³; der Unterschied ist nicht sehr gross, jedoch schon zu gunsten des Musters aus dem entsandeten Wasser. An Körnern von 1 bis 3 mm enthielt Muster 1 9 cm³, Muster 2 dagegen deren 104; der Unterschied ist bedeutend und zeigt, dass der Entsander einen sehr namhaften Teil schon dieser kleineren Korngrössen ausscheidet. An Körnern über 3 mm aber waren im Muster 1 nur noch 0,5 cm³, im Muster 2 dagegen 145 cm³; dieser Unterschied ist sehr gross und zeigt, dass der Entsander praktisch alle Körner über 3 mm ausscheidet. Ein im November 1935 bei starken Hochwasser und bei Kanalwasserführung von nur 46 m³/sec entnommenen Muster enthielt 98 % Volumen-Teile an Körnern unter 0,5 mm, und nur 0,5 % an solchen über 1 mm, was die weitgehende Wirksamkeit des neuen Entsander-Typ bestätigt.

Da er sich im normalen Betrieb noch nie verstopft hat, kann er auch als betriebssicher betrachtet werden. Wenn der Entsan- derschieber geschlossen ist, sammelt sich das Geschiebe vor den drei Spülöffnungen und es genügt, den Schieber zu öffnen, um die selbsttätige Spülung wieder in Tätigkeit zu setzen. Nur wenn der Schieber längere Zeit geschlossen war, die Ablagerung vor den Oeffnungen aus grossen Steinen besteht oder mit Abfällen vermischt ist, wird die Wiederinbetriebsetzung der Spülung durch blosses Oeffnen des Schiebers nicht mehr sicher. Mit der Kontrollvorrichtung kann im Betrieb festgestellt werden, ob die Spül-Oeffnungen noch frei sind; wäre dies nicht der Fall, dann müsste der Kanal kurz entleert werden, was aber von Zeit zu Zeit an Sonntagen ohne Schwierigkeit möglich ist.

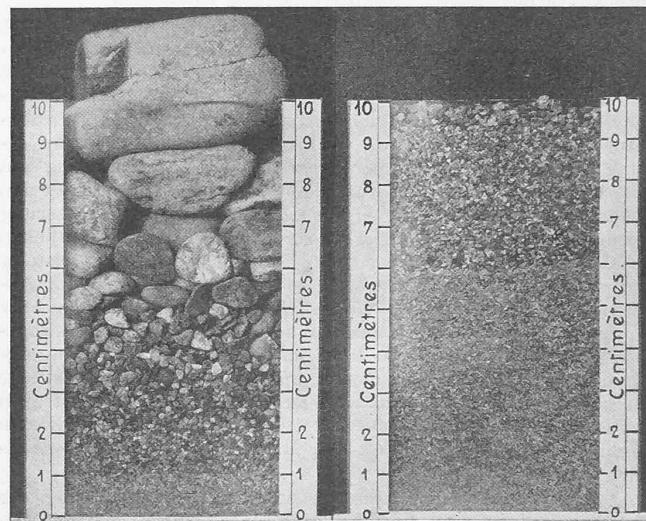


Abb. 8. Geschiebe des Betriebwassers bei Ausnützung von 80 m³/sec. Enthalten sind nur die Steine, die durch das Entnahmerohr von 53 mm Ø hindurchgegangen sind. Rechts Muster 1 mit, links 2 ohne Entsander.

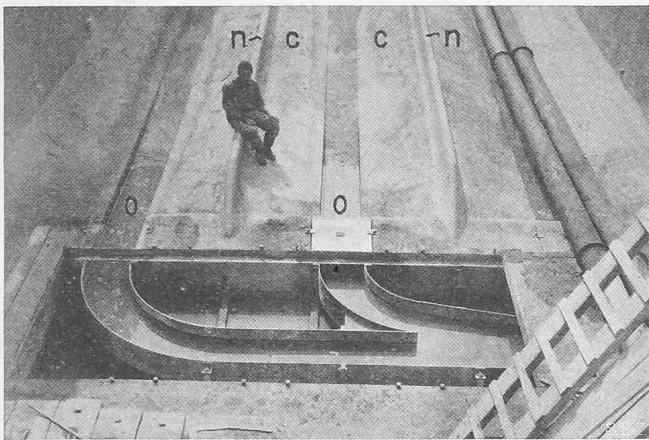


Abb. 6. Unterteil des Entsanders mit den Spülöffnungen, dem Sammelschacht und den Eisenbetonplatten für seine Abdeckung.

Für den Werkbetrieb wird der Entsander zunächst den Vorteil haben, dass das Wasser nur noch Schlamm mit wenig feinem Sand führen und somit die lange Zementleitung nicht weiter angreifen wird. Da die in Abb. 2 dargestellte grosse Geschiebeablagerung nicht mehr auftritt, kommen weder Gefälls- noch Energieverluste mehr vor. Die erhaltende Wirkung des Entanders auf die Lebensdauer der Turbinenteile ist jetzt schon sehr deutlich, wird aber erst in einem oder zwei weiteren Betriebsjahren zahlenmäßig angegeben werden können. Die gleichen Vorteile kommen natürlich auch dem Werk II zugute.

Nach Festlegung der für den Entsander Pont-de-Claix vorgesehenen Einzelheiten wurden die Versuche und die Verbesserungen am Modell fortgesetzt und es liess sich bei Vereinfachung seiner Konstruktion die Wirksamkeit noch erhöhen. Mit anderen Leitkörpern könnte beispielsweise ihre Länge gegenüber der in Pont-de-Claix ausgeführten noch bedeutend vermindert werden; es liess sich auch feststellen, dass die geradlinige Kanalstrecke vor dem Entsander bei weitem nicht so lang zu sein braucht als sie dort vorhanden ist. Die mit den Entandersen in Vevey und in Pont-de-Claix gemachten günstigen Erfahrungen haben die Vermutung bestätigt, dass in einem geradlinigen Kanal die Abführung der auf dessen Sohle geschleppten Geschiebeteile eine schon weitgehende und in manchen Fällen genügende Entsandung bewirken kann. Sie haben dazu geführt, den neuen Entsandertyp III, mit einer einzigen Spülöffnung und in sehr einfacher Ausführung, bei den Wildbach-Fassungen von sechs Walliser Bewässerungskanälen mit 0,4 bis 1,0 m³/sec, darunter bei den Fassungen der bekannten grossen «Bisse de Savièze» anzuwenden, deren Benutzer sichtlich befriedigt sind. Der neue Entsandertyp ist in Italien, in einen bestehenden Kanal mit 10 m³/sec und sechs Kraftwerken mit geringen Gefällen nur an Sonntagen nach und nach eingebaut worden, und sofort hat die Geschiebe- und Sandführung stark abgenommen. Bei einer andern italienischen Wasserfassung für 1,5 m³/sec, wo die verfügbare Höhe für den sonst gewünschten Entsandertyp II nicht genügte, wurde Typ III eingebaut; dadurch konnten die Sandablagerungen im Kanal vermieden und die für den Schutz der empfindlichen Maschinen erforderliche Entsandertyp II am untern Kanalende eingebaut werden.

Gedanken über den technischen Beruf

Prof. Dr. G. Eichelberg, E. T. H. Zürich, hielt kürzlich in Luzern über dieses Thema einen Vortrag in der Sommerkurswoche der Stiftung Lucerna, die dieses Jahr «Mensch und Arbeit» gewidmet war. Die stilistisch und rhetorisch glänzend dargebotenen Ausführungen fanden in der 250 Personen umfassenden Zuhörerschaft ein dankbares Auditorium. Wer tiefer in die Gedankengänge des Referats, das wir nur auszugsweise wiedergeben können, eindringen möchte, sei auf Heft 6 der «Kultur- und Staatswissenschaftlichen Schriften der E. T. H.» 1932 «Technik und Verantwortung» und auf das März/April-Heft 1936 der «Schweizer Annalen» über «Technik als abendländische Prägung in ihrem Sinn und Wahn» des selben Autors verwiesen.

Technik als Beruf ist erst wenige Generationen alt. Noch ist ihre Unabwendbarkeit nicht allgemein anerkannt; der Einwände gegen sie sind viele. Der vielseitige Eingriff der Technik ins menschliche Leben wird als willkürlich, als entbehrlich bezeichnet. Die Technik ist aber kein Belieben; es ist eine unumstössliche Tat-

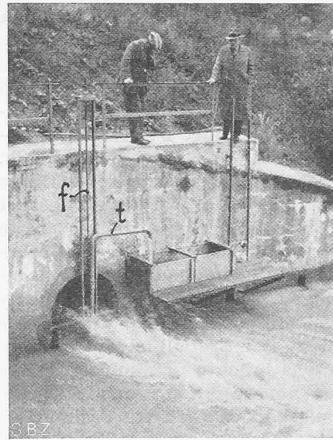


Abb. 7. Vorrichtung für die Proben-Entnahme.

Gestaltens eines Geschauten, noch nicht Geformten bedarf. Das Mitreissende der Technik liegt darin, dass etwas vom Schöpferischen des Menschen sich in ihr ausdrückt. Mag auch die Wirtschaft die Aufgabe setzen, die richtige unter den möglichen Lösungen muss intuitiv erfasst werden. Dennoch unterscheidet sich Technik von Kunst. Wohl vollziehen sich beide durch die Einzelpersönlichkeit in beglückendem Schaffen, aber während die Technik in die unpersönliche Materie der Welt beherrschend eingreift und den Gesamtbau der Kultur miterrichten hilft, mitwirkt an der Prägung einer Epoche, ist das Kunstwerk persönlich, unersetztlich, einmalig — wie die Werke der begnadeten Meister beweisen.

Plötzlich, vor ein bis zwei Generationen, brach die Technik über das Abendland herein. Die Bewohnerzahl aller beteiligten Länder schnellte aus einem Jahrhunderte lang fast gleichen Stand auf das Doppelte und mehr. In der Schweiz z. B. lebten noch 1830 2 1/2 Millionen Menschen; heute sind es über vier. In Europa leben heute dreimal mehr Menschen als zu Beginn des 19. Jahrhunderts. Unsere Möglichkeiten, diese Bevölkerung gut zu nähren, ausreichend zu kleiden, in menschenwürdigen Behausungen unterzubringen, ihren Krankheiten weitgehend vorzubeugen oder sie zu heilen, ihr Distanzen für Wort, Schrift und Begegnung zu kürzen, sind aber noch weit mehr gewachsen dank der durch die Technik bedingten Kultur: die Ergiebigkeit des Bodens ist vervielfacht; die Energiequellen der Erde sind erschlossen; der Schritt vom Handwerk zur Maschine hat die Leistungsfähigkeit der Menschenhand vervielfältigt. Motorpflüge, künstlich erzeugter Dünger, Erntemaschinen, Förderanlagen, Schiffe, Bahnen und Kraftwagen stehen bereit, Ueberfluss zu schaffen oder an jeden Ort der Welt zu führen. Die Technik hat auch das Gesicht der Erde geändert: ein Netz von Kanälen, Brücken, Dämmen, Schienen und Drähten verkleinerte den Erdball.

Die Begabung für die technischen Berufe ist ungleich unter die Nationen verteilt. An der Maschinenbau-Abteilung der E. T. H. sind mehr als 1/3 Ausländer; unter ihnen sind nicht alle, aber immer wieder gewisse Nationen vertreten. Beim Schweizer z. B. ist konstruktive Begabung und Bedürfnis nach Realisation bei Eignung für Messung und Versuch unverkennbar vorhanden. Andere Gruppen, etwa aus südlichen und östlichen Völkern stammend, weichen trotz mathematischer Begabung konstruktiver Gestaltung aus und flüchten in theoretische Untersuchung, praktisch oft ratlos. Was an den Hochschulen im Kleinen, zeigt sich auf dem Erdball im Grossen: Das Abendland ist die Heimat der Technik. China, Indien und trotz seines heutigen Eifers auch Russland wären von sich aus nie zur Technik gelangt, da sie in anderem Wachstum stehen.

Der Durchbruch der Technik auf abendländischem Boden ist nicht denkbar ohne die geschichtliche Entwicklung. Allerdings führt keine gerade Linie von der Stein- zur Einsteinzeit! Von der nach Jenseits gerichteten Schau der unter der Vorherrschaft der Theologie stehenden philosophischen Erkenntnis bis zum Mittelalter befreite die Renaissance die gebundene Formkraft der menschlichen Hand; Humanismus und Aufklärung liessen die menschliche Vernunft aufkommen und der Mensch wurde das Mass aller Dinge. Im Glauben, dass Aufklärung und Appell an die freie Vernunft genüge, den Menschen zur Wahrheit zu führen, wurde dem Mitmenschen das Recht der Freiheit der Persönlichkeit zugesprochen. Doch je mehr in der Folge der Glaube an eine letzte Wahrheit überhaupt ins Wanken kam, umso kühner

sache, dass heute das technische Zeitalter besteht. In grosser Vielfalt der Aspekte und Werkformen begegnen wir ihr als dienender, aufbauender und zerstörender Technik: doch immer kennzeichnet sie sich als beglückendes Spiel mit Kraft und Schnelligkeit im Kampfe mit dem Rohstoff. Das Wesen der Technik wie das der Ingenieurkunst wird gleicherweise klar, wenn wir uns vergegenwärtigen, dass kein technisches Neuwerk nur errechnet werden kann, vielmehr jede technische Neuheit neben der Meisterung der Zahlen und der Kenntnis der Naturgesetze oder der Eigenschaften der Rohstoffe schöpferischen