Kraftanlage für die Zementfabrik Unterterzen

Autor(en): **Sonderegger, A.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Wasser- und Energiewirtschaft : Zeitschrift für Wasserrecht, Wasserbau, Wasserkraftnutzung, Energiewirtschaft und Binnenschiffahrt**

Band (Jahr): **23 (1931)**

Heft 6

PDF erstellt am: **28.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-922559

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Leitung begonnen. Sobald der erste Abschnitt fertig montiert war, wurde das obere Ende desselben durch einen Deckel abgedichtet und mittels hydraulischer Presse einer Druckprobe unterworfen, wobei der Druck 50 % über dem statischen Druck des tiefsten Punktes lag. Die folgenden Abschnitte wurden in gleicher Weise geprüft, ohne den untersten schon geprüften Teil zu entleeren. Die ganze Leitung ist ohne Fixpunkte in einen Graben verlegt, der zugeschüttet wurde, sobald die Druckversuche beendet waren. Dank dieser Verlegungsweise war es möglich, Expansionsmuffen gänzlich zu vermeiden.

Die Verteilungsleitung in der Zentrale umfaßt 6 Rohre von 0,70 m Durchmesser, welche die 3 Turbinen speisen. Jedes Rohr ist mit einem hydraulisch gesteuerten Schieber versehen; der Hauptschieber der Verteilungsleitung hat einen Durchmesser von 1,50 m und ist ebenfalls hydraulisch gesteuert. Die Oeffnungs- und Schließungszeiten betragen 60 Sekunden für den Hauptschieber und 40 Sekunden für die 6 kleinen Schieber. Es wurde eine besondere Quellwasserleitung zur Speisung der Servomotoren vorgesehen. Falls aus irgend einem Grunde an dieser Leitung eine Störung eintritt, können die Servomotoren der Schieber durch eine einfache Manipulation mit der Hauptdruckleitung verbunden werden.

Kraftzentrale.

Bei Gefällen von etwa 150 m bereitet die Wahl der Turbinen oftmals Schwierigkeiten, denn es können sowohl Hochdruck-Francis-Schnelläufer als auch Pelton-Turbinen mit mehreren Strahlen und verminderter Geschwindigkeit verwendet werden. Im Vorprojekt hatte man horizontalachsige Peltonturbinen von 3500 PS Leistung bei 500 U. p. M. vorgesehen. Jede Turbinengruppe sollte aus 2 Rädern mit 2 Düsen pro Rad in einem Gehäuse bestehen. Nach Prüfung der verschiedenen Lösungsmöglichkeiten entschloß man sich, Einheiten von 5000 PS vorzusehen.

Mit Einheiten von 5000 PS und einem Gefälle von 155,8 m konnte man Francisturbinen mit einer spezifischen Drehzahl von 50—150 in Erwägung ziehen. Man hätte eine Drehzahl von 750 U. p. M. erreicht, die einer zulässigen spezifischen Drehzahl von 96 vollkommen entsprochen hätte.

n = Drehzahl pro Minute
h = Nettogefälle in m = 155,8 m.
N = Leistung in PS = 5000

$$\sqrt{h} = 12{,}48$$

$$n_s = \frac{n}{h}\sqrt{\frac{N}{\sqrt{h}}} = \frac{750}{155{,}8}\sqrt{\frac{5000}{12{,}48}} = 96$$

Mit einer Peltonturbine mit 2 Düsen und bei Annahme einer Drehzahl von 300 U. p. M. erhält man eine spezifische Drehzahl n von:

$$n_s = \frac{300}{155{,}8}\sqrt{\frac{5000}{12{,}48}} = 38{,}5$$

Nach Vornahme von Versuchen mit einem verkleinerten Modell entschlossen sich die Ateliers de constructions mécaniques de Vevey, vertikalachsige Peltonturbinen von 5000 PS Leistung bei 300 U. p. M. mit 2 diametral gegenüberliegenden Düsen vorzusehen. Die Instandhaltung dieser Turbinentype ist leichter und weniger kostspielig als solche von Francisturbinen und kann obendrein von dem Personal des Kraftwerkes selbst durchgeführt werden (Abb. 8). Die Kraftzentrale wurde am 1. Oktober 1929 in Betrieb gesetzt und hat seitdem einwandfrei funktioniert.

Kraftanlage für die Zementfabrik Unterterzen

der Schweiz. Zementindustrie-Gesellschaft Heerbrugg.*)

Von Ingenieur *A. Sonderegger*, St. Gallen.

In der Wallenseegegend sind die ersten Fabriken mit eigenen Wasserkraftanlagen gegen das Ende des letzten Jahrhunderts entstanden, als man sich bereits an die Ausnützung größerer Gefälle heranwagte. Die rechtsufrigen Seezuflüsse, die von den steilen Felswänden der Churfirstenseite abstürzen, gehen zwar ohne Ausnahme schon früh im Sommer sehr stark zurück oder versiegen vollständig. Die Zuflüsse der weniger abschüssigen, zudem stärker bewaldeten linken Seite hingegen bieten vermöge ihres gleichmässigern Wasserstandes und ihres relativ immer noch beträchtlichen Gefälls sehr günstige Vorbedingungen für die Kraftgewinnung. An allen diesen Bächen bestehen bereits kleine Anlagen. In neuester Zeit sind auch größere Projekte studiert worden, so z. B. die Aufstauung des auf 1825 m ü. M. gelegenen Murgsees und der kleinen Seen auf der Alp Seewen, doch scheiterte ihre Verwirklichung an den ungenügenden Abflüssen der kleinen Einzugsgebiete dieser Seen. Für örtliche industrielle Zwecke aber sind die linksufrigen Wal-

*) Reproduktion aus «Schweiz. Bauzeitung», Nr. 1 und 2, Band 93, 1929, deren Redaktion uns die Bildstöcke in freundlicher Weise zur Verfügung gestellt hat.

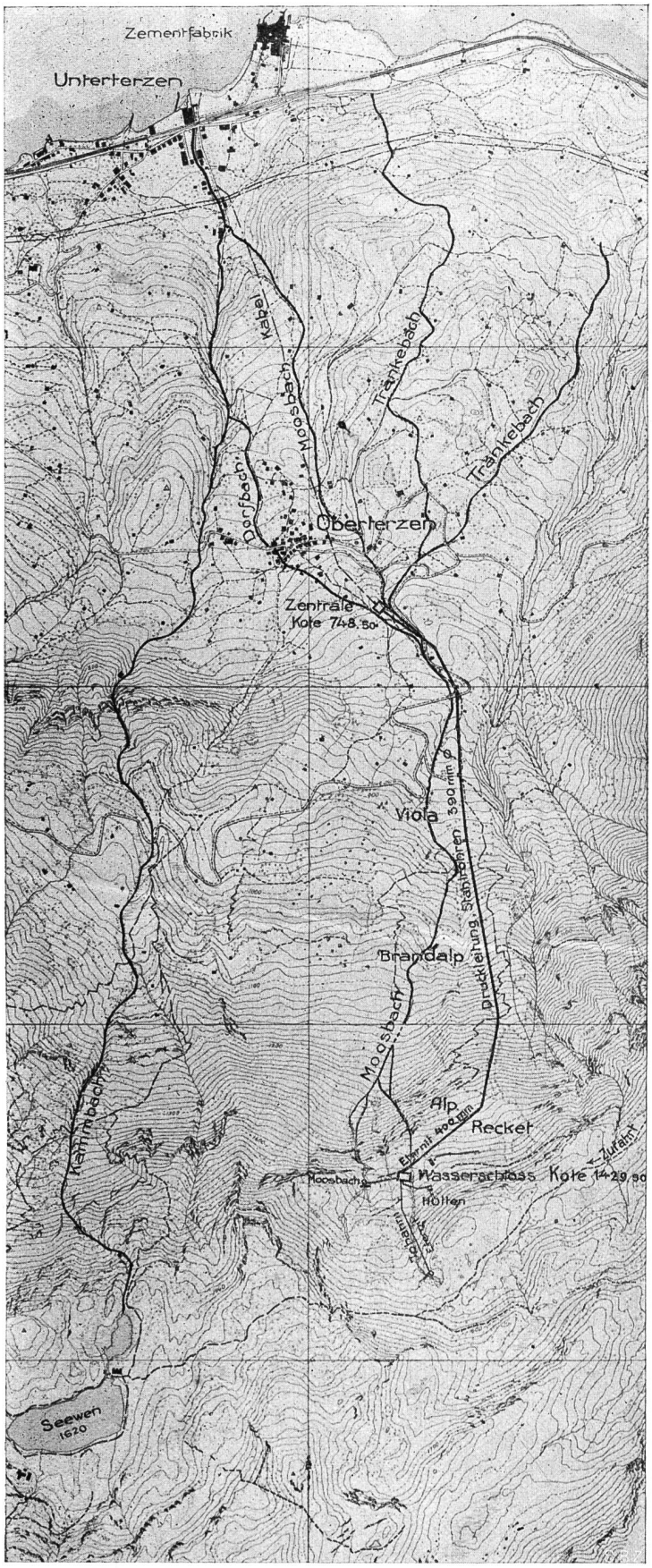

Abb. 1. **Uebersichtsplan des Kraftwerkes Oberterzen und der Verteilung seines Abwassers auf Dorfbach, Moosbach und Tränkebäche gemäß unablösbaren Wasserrechten.** Das strichpunktierte Linienpaar oberhalb Unterterzen ist die Albula-Fortsetzung der Stadt Zürich. Maßstab 1 20 000.

lenseebäche namentlich deshalb sehr gut geeignet, weil es im allgemeinen möglich ist, die Kraftzentralen nahe an die Fabriken heranzurücken. Der hierin liegende Vorteil wird von den Fabrikbesitzern um so höher eingeschätzt, als sie in der Regel bereits über Personal verfügen, dem der Ueberwachungsdienst der Maschinen als Nebenbeschäftigung anvertraut werden kann, ohne daß daraus Mehrkosten von Belang entstünden. Aehnliche Rücksichten auf die Arbeitsökonomie haben die Schweizer. Zementindustrie-Gesellschaft Heerbrugg auch veranlaßt, die Zentrale des hier in Frage stehenden kleinen Kraftwerkes, die aus besondern Gründen allerdings etwa 2 km abseits der Zementfabrik Unterterzen und etwa 320 m höher liegt, mit Fernsteuerung und allen nötigen Einrichtungen zu versehen, die den Betrieb der Zentrale von der Fabrik aus ermöglichen.

Zur Zementfabrik in Unterterzen gehört eine kleine alte Kraftanlage an den Oberterzener Bächen, die anfänglich der Herstellung von Kalk diente; diese Wasserkraft war es, die Veranlassung gegeben hatte, die Kalköfen in deren Nähe bei Unterterzen aufzustellen. Als zu Anfang dieses Jahrhunderts den Kalköfen auch noch eine Zementfabrik zur Seite gestellt wurde, erwies sich die Wasserkraft als ungenügend und mußte durch Dieselmotoren ergänzt werden, die ihrerseits jedoch schon vor dem Krieg ersetzt

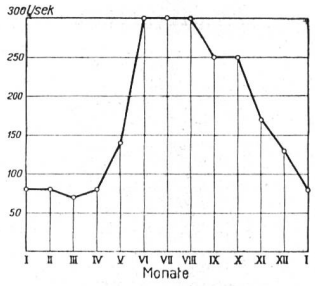

Abb. 2. **Charakteristik der Zuflüsse.**

wurden durch Anschluß an das Alkulawerk der Stadt Zürich, dessen Uebertragungsleitung in der Nähe der Fabrik vorbeiführt. Die neue, vor drei Jahren in Betrieb genommene Kraftanlage nützt die gleichen Wasserläufe aus wie die alte, jedoch mit mehr als verzehnfachtem Gefälle.

Die Oberterzener Bäche entspringen als mächtige Quellen auf der Alp Recket, in einer Höhe von rund 1500 m ü. M. (siehe Plan). Das topographische Einzugsgebiet der Quellenpunkte ist sehr klein, das Wasser stammt ohne Zweifel aus weiterentlegenen Strichen und legt einen langen, unterirdischen Weg zurück, bevor es zutage tritt. Hierauf deutet schon

die geringe Empfindlichkeit des Wasserstandes gegen anhaltende Trockenheit, wie gegen starke Regengüsse hin. Die Wassertemperatur bleibt sich das Jahr durch nahezu gleich, sie schwankt zwischen 4,6 und 5,2 ° C. Die Quellen schwellen im Mai an und erreichen im Juni den höchsten Stand; nur die Johanniquelle, die einzige, die im Nachwinter fast vollständig versiegt, läßt bis gegen Johanni (24. Juni) auf ihr Wiedererscheinen warten. Im Nachsommer nimmt der Erguß der Quellen langsam ab und sinkt, den Herbst und Winter über stetig zurückgehend, im März auf den tiefsten Stand (vergleiche die Charakteristik in Abb. 2).

Die Quellen wurden gefaßt und in einem Wasserschloß auf der Alp Recket, Kote 1429,50, zusammengeleitet (Abb. 3). Der Speicherraum konnte auf 120 m³ beschränkt werden, indem der Fabrikbetrieb weder starke, noch anhaltende Spitzen mit sich bringt. Das Schloß ist zugleich als Zentralpunkt der Wasserfassungsanlagen ausgebildet; alle Quellenleitungen können dann die Höhe des Wasserspiegels im Schloß und damit indirekt auch dort überfließende Wassermengen auf einem Papierstreifen im Schaltraum der Zementfabrik kontinuierlich auf. Hinter dem, mit einem Feinrechen versehenen Einlaufkonus der Druckrohrleitung ist außer einem gewöhnlichen Wasserschieber eine v. Roll'sche Schließklappe eingebaut, die die Leitung im Falle eines Rohrbruches selbsttätig absperrt. Ein Diensttelephon verbindet das Wasserschloß mit der Zentrale und der Zementfabrik; die Drähte des Telephons wie des Wasserstand-Fernmeldeapparates sind in einem im Rohrgraben der Druckleitung verlegten Kabel vereinigt. Der ganze Bedienungsapparat ist in einem Vorbau untergebracht, dessen Wände aus ausgefugtem Bruchsteinmauerwerk von buntem Verrucano, dunkelrotem Schiefer, Dolomit und hellem Kalk bestehen und ein mit kleinen, grauen Eternitschindeln eingedecktes Dach tragen (Abb. 3).

Das Gefälle zwischen dem Wasserspiegel im Schloß und der Turbinenaxe beläuft sich auf 681 m (Abb. 4). Es ist an einzelnen Stellen stark konzentriert, zwischen Recket und Brandalp zum Beispiel erreicht es auf 250 m Länge bis zu 100 %, während die durchschnittliche Neigung der 2063 m langen Druckrohrleitung 33 % beträgt. Die Trasse der auf ihrer ganzen Länge unter die Gefriergrenze in den Boden eingebetteten Leitung zieht sich, einer möglichst ge-

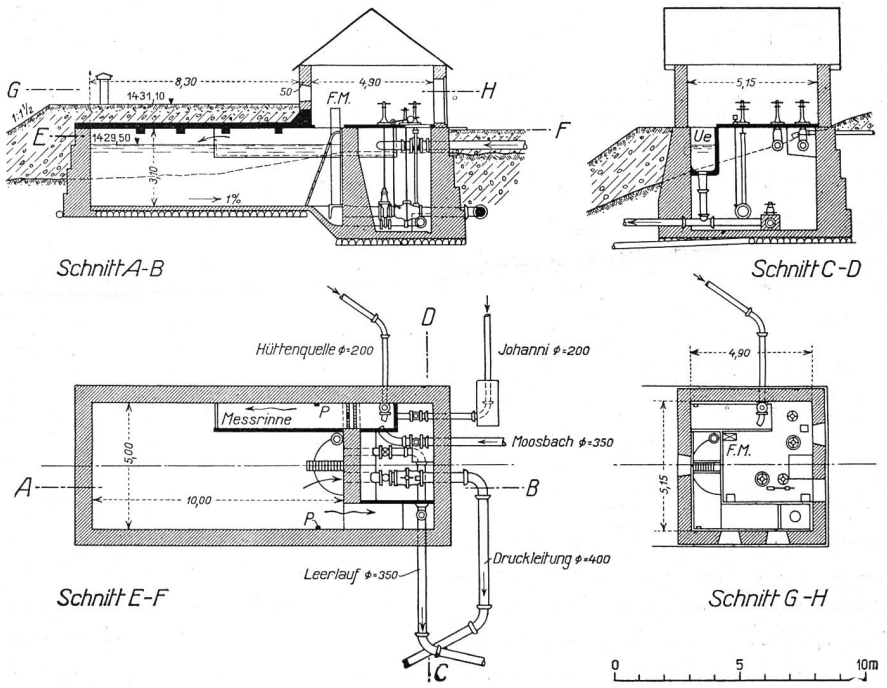

Abb. 3. Das Wasserschloß auf Alp Recket. Maßstab 1 : 300.

selbst mittels Schiebern abgestellt werden; eine Ueberlaufleitung, verbunden mit Leerlauf, führt das überschüssige Wasser wieder dem Moosbach, dem größten natürlichen Gerinne der Alp, zu. Mit Hülfe von zwei rechteckigen Meßgerinnen von 1 m Breite kann sowohl das von den Quellen zufließende, als das überschüssig ablaufende Wasser kontrolliert werden; ein elektrischer Wasserstand-Fernmeldeapparat zeich-

streckten Linie folgend, in der Richtung des größten Gefälls die Steilabhänge hinab.

Die Leitung besteht zum größten Teil aus nahtlos warmgewalzten Stahlröhren aus den Werken des Röhren-Verbandes Düsseldorf. Sie sind hergestellt aus hochwertigem Siemens-Martin-Flußstahl von 55 bis 65 kg/mm² Festigkeit, bei mindestens 15 % Dehnung, Streckgrenze bei 28 bis 35 kg/mm². In der Berechnung der Wandstärken wurden dem hydrostatischen Druck, der beim Turbinenhaus 68 at erreicht, am untern Rohrende 20 at zugeschlagen, welcher Zuschlag bergwärts linear bis auf 5 at am obern Rohrende abnimmt. Die Wandstärke im obern, 388 mm weiten Leitungsabschnitt beträgt im Maximum 11 mm, im untern, 344 mm weiten Abschnitt 12 mm, wobei die Beanspruchung des Materials in keinem Punkte 13 kg/mm² erreicht. Die Rohrverbindungen sind so kräftig gehalten, daß die Flanschen und Schraubenbolzen den nämlichen Sicherheitsgrad in den Festigkeitsziffern aufweisen wie die Rohrwandung. Die Rohre besitzen Doppelbördel, die aus dem Rohre selbst in Gesenken und Pressen hergestellt sind, und lose, vor der Umbördelung übergestülpte Flanschenringe. Die Dichtung besteht aus einem Gummiring, der durch einen darüber liegenden profilierten Kupferring gegen Herauspressen geschützt ist. Zum Schutze gegen Rost sind die Rohre innen und außen heiß asphaltiert und außen mit heißasphaltierten Jutestreifen umwickelt. Im Hinblick auf den Bergtransport mußte die Rohrlänge auf rund 12 m eingeschränkt werden. Die Rohre des untern Leitungsabschnittes wurden von unten herauf gezogen, im obern Abschnitt hingegen von oben hinunter gelassen, zu welchem Behufe vom Endpunkt der Flumserbergstraße auf dem Tannenboden ein 3 km langer Fahrweg bis zum Wasserschloß auf der Alp Recket erstellt wurde, der auch die Quellenfassungsarbeiten erleichterte und späterhin der Unterhaltung der Anlagen gute Dienste leisten wird.

Der tiefrote, schwere Untergrund des Leitungstrasse, wie auch des Wasserschlosses und des Machinenhauses, besteht aus Bergsturztrümmern und Verwitterungsprodukten des Quartenschiefers; man darf ihn wohl als ruhig und stabil, jedoch nicht als unwandelbar fest und starr bezeichnen, wenigstens nicht schon in geringer Tiefe unter der Oberfläche. Es schien daher geboten, sämtliche Bögen einzubetonieren und die stärkeren als gut verankerte Fixpunkte auszubilden. In den steilen Abschnitten ruhen die Rohre auf Sockeln auf, die zur Verhütung von Abrutschungen des wieder in den Graben einzufüllenden Materials bis auf Terrainhöhe betoniert oder gemauert wurden (vergl. Längenprofil Abb. 4).

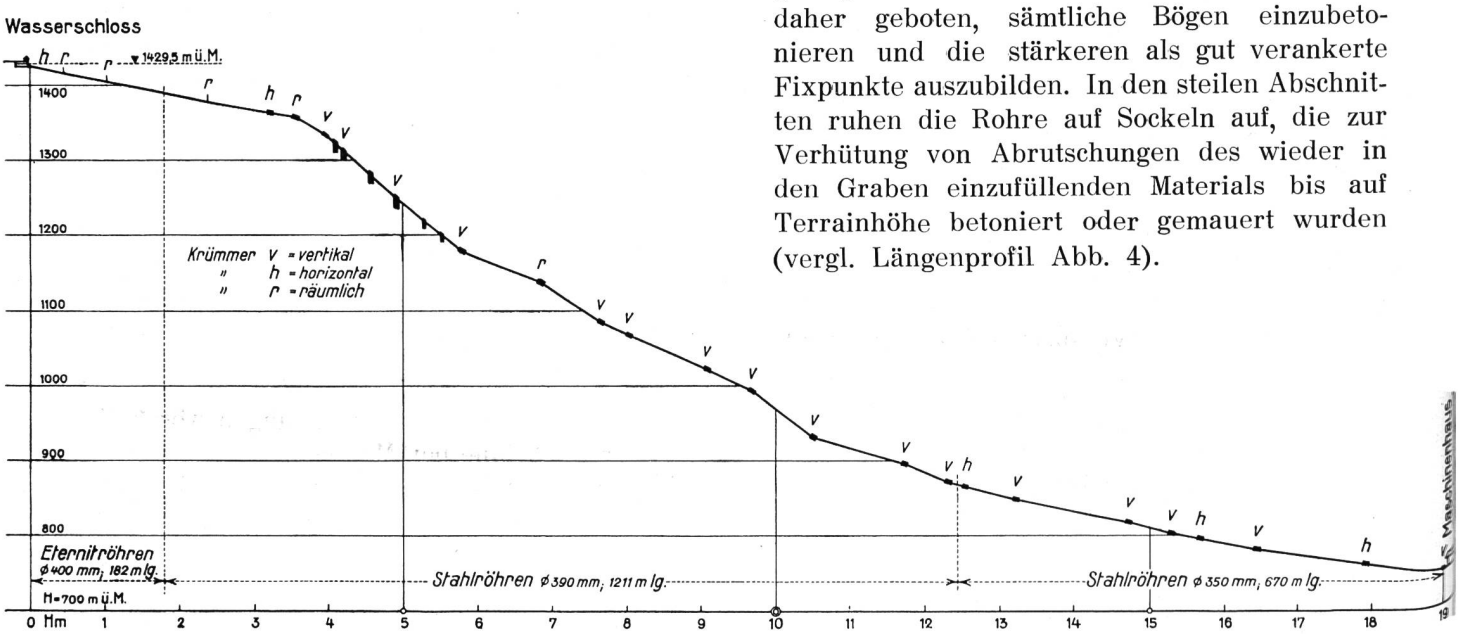

Abb. 4. **Längenprofil der Druckleitung.** Längen und Höhen 1 : 10 000.

Der aus Stahlröhren bestehende untere Abschnitt der Druckleitung reicht vom Maschinenhaus aufwärts bis zu einem Punkte, wo der hydrostatische Druck noch 4,5 at beträgt. Der obere 182 m lange Abschnitt bis zum Wasserschloß besteht aus 400 mm weiten Eternitröhren. Es sind dies die ersten Eternitröhren, die in der Schweiz zu einer Druckleitung verwendet worden sind; die Neuerung ist umso bemerkenswerter, als die Röhren auch in der Schweiz, in Niederurnen, hergestellt wurden. Dies ist auch einer der Gründe, die mich veranlaßt haben, eine kurze Beschreibung in der „S. B. Z." zu veröffentlichen. Außer diesem Abschnitt der Druckrohrleitung bestehen auch alle übrigen Leitungen des Quellengebietes aus Eternitröhren; sie besitzen Licht-

weiten von 200 und 350 mm und stehen als gewöhnliche Quellenleitungen nur in abgesperrtem oder gedrosseltem Zustand unter innerem Druck, der 3 bis 5 m Wassersäule erreichen kann.

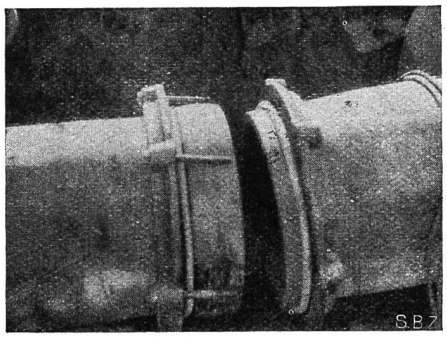

Abb. 5. **Stoß der 400 mm-Eternitröhren.**

Der aus Eternitröhren bestehende Abschnitt der Druckleitung ist vor der Eindeckung in genau gleicher Weise einer Druckprobe unterworfen worden, wie die Stahlrohrleitung. Der Probedruck betrug 9,5 at im Maximum und wurde während 20 Minuten eingehalten, wobei sich nicht die geringsten Spuren von Durchsikkerungen zeigten; das Ergebnis war nicht minder günstig, als bei den Stahlrohr-Abschnitten der Leitung. Der Versuch, Eternit als Rohrmaterial von Wasserleitungen zu verwenden, die einem verhältnismäßig hohen innern Druck ausgesetzt sind, darf daher als vollkommen gelungen bezeichnet werden.

Die auf der Alp Recket verwendeten Eternitröhren besitzen eine Baulänge von 2,4 m; Abb. 5 veranschaulicht die Verbindung eines Eternitrohrstosses, bestehend aus zwei gußeisernen Flanschen, zwei Gummiringen und einem etwa 10 cm breiten gußeisernen Ring. Der Gußring wird über die Rohrstoßfuge geschoben, die Gummiringe beidseitig neben den Gußring gelegt und mit Hülfe der Flanschenbolzen gegen diesen gepreßt, wodurch eine vollständige Dichtung erlangt wird. Richtungsänderungen bis etwa 8° lassen sich ohne Verwendung von Bogenstücken bewerkstelligen; bei stärkeren Abbiegungen hingegen müssen gußeiserne Bögen eingeschaltet werden. Die Verlegearbeit der Eternitröhren ging leicht und sehr rasch vonstatten, was nebst der einfachen Kupplungsart auch auf das geringe Gewicht der Rohre zurückzuführen ist, das sich namentlich auch durch niedere Transportkosten zu den hoch in der Alpregion gelegenen Baustellen auswirkte.

Die eisernen Verbindungsteile und Bogenstücke verteuern die Erstellungskosten von Eternitrohrleitungen. Wo kein innerer Druck von Belang auftritt, lassen sich die Rohrstösse jedoch auch einfach durch Umhüllung mit Beton dichten. Für kleinere Lichtweiten bis zu 150 mm liefert die Eternit A.-G. Niederurnen, aus der diese Röhren stammen, auch solche von 5 m Länge, was durch Verbindung zweier Röhren zu einem Stück vermittelst Eternit-Muffen erreicht wird; die gußeisernen Verbindungsstücke fallen dann zur Hälfte weg, wodurch Rohrpreis und Legearbeit noch weiter verbilligt werden.

Die Niederurner Eternitröhren besitzen eine bemerkenswerte Festigkeit. Laut Versuchen, die die Eidgen. Materialprüfungsanstalt in Zürich an sechs Eternitröhren von 10 cm Lichtweite, 120 cm Länge und 1 bis 1,2 cm mittlerer Wandstärke vorgenommen hat, zeigten sich Längsrisse erst bei einem innern Wasserdruck von 25 bis 37 at, entsprechend einer maximalen Zugspannung von 124 bis 189 kg/cm² nach Lamé. Versuche an weitern sechs Röhren von gleichen Abmessungen auf Scheiteldruckfestigkeit ergaben 6800 bis 7440 kg totale Bruchfestigkeit und 386 bis 600 kg/cm² maximale Ringbiegefestigkeit. Auf Biegung beansprucht, ergaben sich bei Bruchbelastungen von 1,18 bis 1,48 t Biegefestigkeiten von 173 bis 218 kg/cm².

Die Druckrohrleitung behält die gerade Richtung des untersten, etwa 100 m langen Abschnittes bis zur Turbine bei. Man hatte die Wahl zwischen einem Leitungstrasse, dessen Richtung neben dem Maschinenhaus vorbeiführt und seitlich in einem scharfen Bogen in dieses eintritt, was bei einem Rohrbruch unter Umständen von Vorteil sein könnte gegenüber einer vollständig geradlinigen, die Mitte des Maschinenhauses tref-

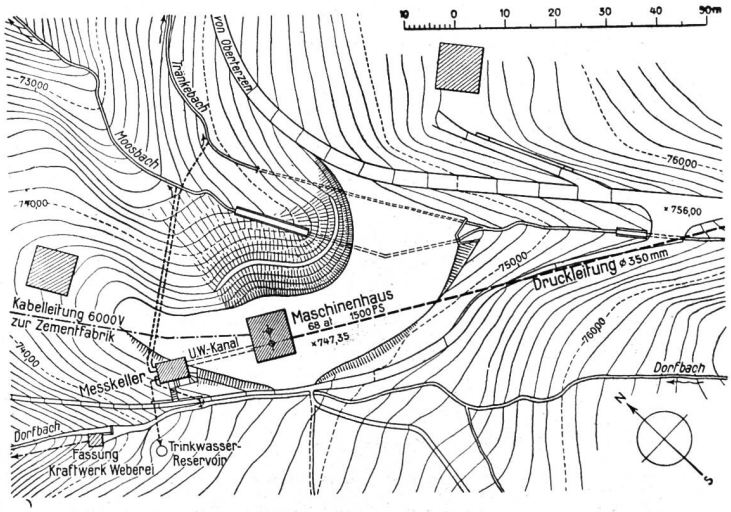

Abb. 6. **Lageplan von Maschinenhaus und Meßkeller samt Verteilleitungen an die Wasserabgabestellen in Oberterzen. 1 : 1500.**

fenden Trasse. Man gab dem gestreckten Trasse den Vorzug, weil dadurch eine axiale Anordnung erreicht werden konnte, bei der die Druckleitung, das Laufrad der Turbine und der Unterwasserkanal in der gleichen Vertikalebene liegen.

Das Maschinenhaus steht auf einer gratartig vorspringenden, vermutlich von einem Bergsturz herrührenden Bodenerhöhung, durch deren Abtragung zugleich ein geräumiger Vorplatz und eine gute Zufahrt von der von Untererzen heraufführenden Bergstraße geschaffen werden konnte (Lageplan Abb. 6). Es ist nur e i n Maschinen-Aggregat aufgestellt; seine Leistung beträgt 1500 PS netto Fabrik bei einem Wasserverbrauch von 220 l/sek. Der mit einem Laufkran ausgerüstete Maschinenraum ist 7×8 m weit bei 5,1 m lichter Höhe; Backsteinmauerwerk in Zementmörtel mit Betonsockel, Fußboden aus roten Appianiplättchen, Wände bis auf 1,8 m Höhe mit Majolikaplatten verkleidet; die Decke besteht aus weißgestrichenen Eternitplatten (Abb. 7 u. 8).

Das Abwasser der Turbine muß an vier Gruppen berechtigter Unterlieger abgegeben werden, die das Wasser zum Betriebe von kleinen Kraftanlagen, zum Teil auch zu Trink- und Tränkezwecken verwenden; das Bestehen dieser ziemlich komplizierten Wasserrechte bedingte die untere Grenze des ausnützbaren Gefälles, und damit die Höhenlage des neuen Krafthauses in Oberterzen. Da die Verteilung sich je nach der Jahreszeit ändert und die Ansprüche auf das Wasser mitunter zu Meinungsverschiedenheiten unter den Bezügern führt, ist am talseitigen Ende des Unterwasserkanals, eine Vorrichtung getroffen, die jederzeit diejenige Verteilung des Wassers ermöglicht, die die Bezüger unter sich zu vereinbaren belieben. Dieser Meßkeller (Abb. 9) gibt das Turbinenwasser in drei mit Regulierschiebern, kleinen Meßüberfällen und Pegeln versehene Gerinne ab; in einer vierten, mit einem Meßkasten versehenen Abteilung kann die für die öffentliche Trinkwasserversorgung bestimmte Menge ausgeschieden werden. Im Meßkeller ist ferner ein 1 m breiter Meßüberfall des Unterwasserkanals untergebracht, um den Wirkungsgrad der Turbine bei Anlaß der Abnahmeversuche feststellen zu können.

Als von allgemeinem Interesse mag noch erwähnt sein, daß von der ganzen Anlage nur der Bedienungsraum des Wasserschlosses, das Maschinenhaus und der Meßkeller sichtbar sind; die Wasserfassungsanlagen und die Druckrohrleitung, sowie alle elektrischen Leitungen liegen im Boden. Ausgeführt wurde der gesamte bauliche Teil der Kraftanlage von der Firma Locher & Cie. in Zürich; Lieferung und Montierung der Druckrohrleitung besorgten Gebr. Sulzer, Winterthur.

Ueber den maschinellen Teil verdanke ich Herrn Ing. A. Strelin in Zürich, der dessen Bauleitung besorgte, die nachfolgenden Ausführungen.

Dem projektierenden Ingenieur war von der Bauherrin die Aufgabe gestellt, den maschinellen Teil des Kraftwerkes unter Berücksichtigung möglichster Wirtschaftlichkeit so zu projektieren, daß sich eine besondere Bedienung erübrigt, ohne daß die Betriebssicherheit darunter leidet. Als Stromsystem konnte wegen der bestehenden Installationen der Zementfabrik nur Drehstrom von 6000 Volt Maschinenspannung bei 50 Perioden in Frage kommen. Im Vordergrund stand mit Rücksicht auf den bedienungslosen Betrieb möglichste Einfachheit der Anlage. Die Frage, ob die verfügbare Leistung in einer oder zwei Maschinengruppen ausgenützt werden sollte, wurde zu Gunsten einer einzigen Gruppe entschieden. Da die Generatoren mit keiner Freileitung in Verbindung stehen, atmosphärische Einflüsse somit ausgeschlossen erscheinen, durfte man es auch in bezug auf die Betriebssicherheit ohne Bedenken wagen, auf eine Generatoren-Reserve zu verzichten. Die Erfahrungen in ähnlichen Fällen bestärkte diese Ueberlegung.

Die von der Firma Escher Wyß & Cie. gelieferte Freistrahlturbine ist gebaut für eine Leistung von 1500 PS bei 658 m Nettogefälle, 208

Abb. 7. **Maschinenhaus aus Osten gesehen.**

l/sek und 1000 Uml/min. Ihr maximaler Nutzeffekt ist garantiert zu 85% bei 1000 PS Belastung; bei Vollast und Halblast erreicht er 82 bzw. 84%. Die Drehzahl wird reguliert durch einen automatischen Oeldruckregulator, während als Absperrorgan ein Kugelschieber System Escher Wyß & Cie. dient; beide sind für Fernsteuerung eingerichtet (Abb. 10). Direkt mit der Turbine gekuppelt ist ein von der Maschinenfabrik Oerlikon gelieferter Drehstrom-Generator, gebaut für eine Dauerleistung von 1450 kVA bei 6000 V. Der Nutzeffekt bei Voll- und Halblast mit cos $\varphi = 1$ wurde gemessen zu 95,5 bzw. 93,5%, bei cos $\varphi = 0{,}8$ zu 93,9 bzw. 92,0%.

Die Uebertragung der Energie nach der Zementfabrik erfolgt durch ein eisenbandarmiertes Hochspannungskabel. Im gleichen Kabelgraben ist auch das 15adrige Steuerkabel verlegt, das der Steuerung und dem Signaldienst dient. Ein drittes, sechsadriges Schwachstromkabel zwischen Kraftwerk und Wasserschloß im Zusammenhang mit dem Steuerkabel vermittelt die telephonische Verbindung der drei Stationen und die elektrische Wasserstandmeldung nach System Rittmeyer in Zug.

Die Frage des bedienungslosen Betriebes des Kraftwerks wurde durch Fernsteuerung von der Zementfabrik aus gelöst. Maßgebend für diesen Entscheid waren in erster Linie die bedeutend kleinern Baukosten der Fernsteuerung gegenüber einer vollautomatischen Anlage, die geringe Entfernung (2 km) zwischen Fabrik und Kraftwerk, das Gefühl größerer Betriebssicherheit zufoge der geringen Zahl von Automaten, und der Umstand, daß in der Fabrik ständiges Bedienungspersonal sowieso vorhanden ist.

Diese Fernsteuerung ist grundsätzlich genau gleich angeordnet, wie zwischen der Kommandostelle eines großen, modern eingerichteten Kraftwerks und den einzelnen Maschinengruppen, die von dort aus nicht übersehbar sind. So befindet sich die Hauptschaltanlage mit automatischem Hochspannungsschalter, eingerichtet für Ueberstrom- und Ueberspannungsauslösung, und allen nötigen Meß-, Kontroll- und Sicherheitsapparaten im Schaltraum der Zementfabrik, während die Zentrale nur die mit Fernsteuerung versehenen Spannungs-, Geschwindigkeitsregler und Turbinenschieber enthält. Als Steuerstrom dient Gleichstrom von 125 V aus der Beleuchtungsanlage der Fabrik; als Reserve ist ein kleiner Drehstrom-Gleichstrom-Umformer aufgestellt.

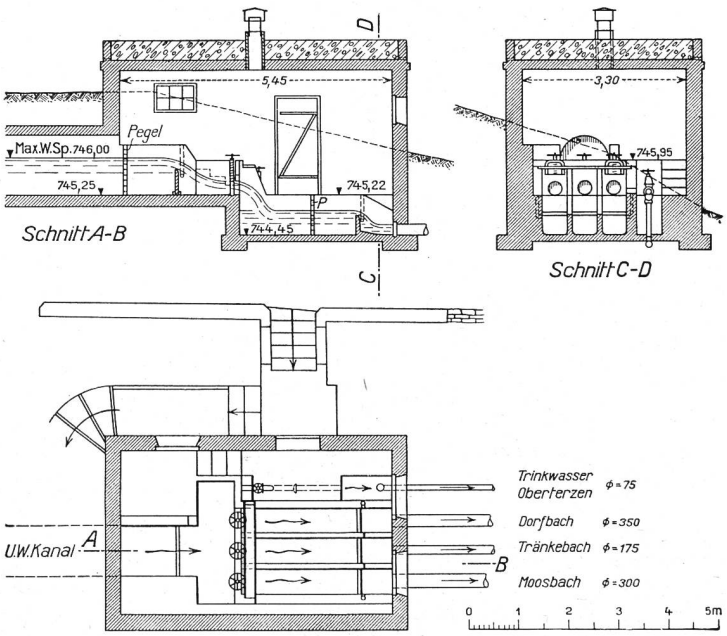

Abb. 9. **Der Meßkeller für die Abwasser-Verteilung.** 1 : 50.

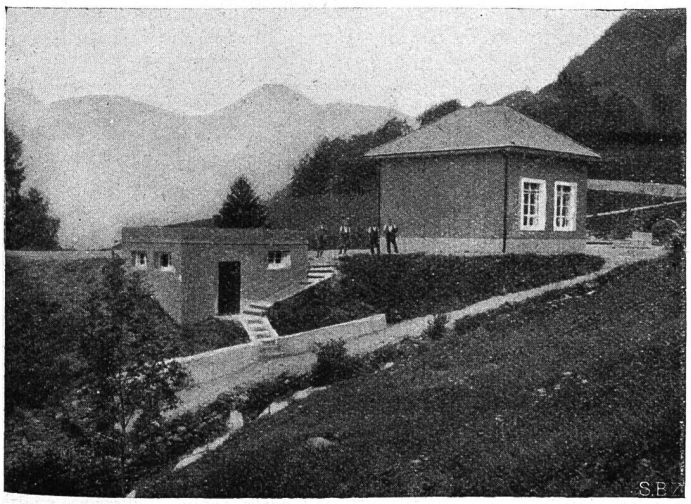

Abb. 8. **Der „Meßkeller" unterhalb des Maschinenhauses.**

Sowohl der Spannungsregler, als auch der Regulator der Turbine ist mit einem kleinen Gleichstrom-Motor gekuppelt, der von der Fabrik aus mit Druckknöpfen in der einen und andern Drehrichtung in Betrieb gesetzt werden kann. Der Turbinen-Kugelschieber ist versehen mit einem Hubmagneten, der seinerseits einen hydraulischen Servomotor steuert und die Turbine öffnet, sobald der Anker angezogen wird.

Zur Inbetriebsetzung der Gruppe wird zunächst der Steuerstrom eingeschaltet. Durch kurzes Drücken auf den Knopf zur Steuerung des Nebenschlußreglers wird dieser aus der Nullage gebracht und betätigt dadurch ein Umschaltrelais, das einerseits den Nebenschlußkreis des Erregers schließt, andererseits den Hilfsstrom auf den Hubmagneten des Kugelschiebers schaltet. Der Hubmagnet bleibt ständig unter Strom und der Schieber daher ge-

öffnet, bis aus irgendeinem Grunde der Steuerstrom unterbrochen wird. Die Drehzahl wird eingestellt mittels der beiden Druckknopfschalter, die den Servomotor am Turbinenregler in der einen oder andern Richtung betätigen. Durch das Druckknopfpaar des Nebenschlußreglers wird die Spannung auf den gewollten

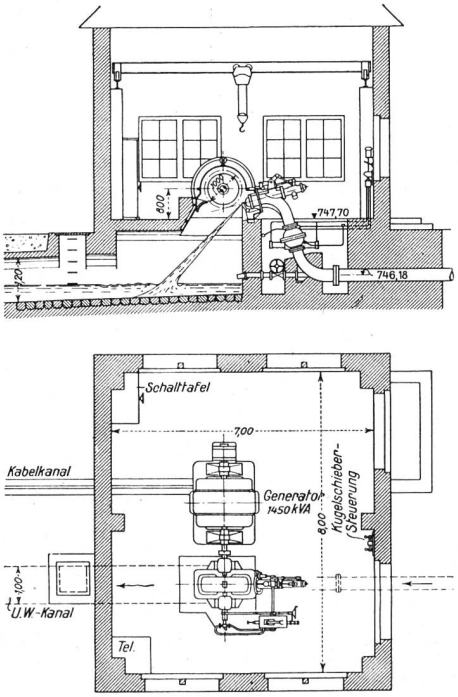

Abb. 10. **Zentrale in Oberterzen.** 1 : 200.

Wert eingestellt. Soll das Kraftwerk mit einer zweiten Stromquelle parallel geschaltet werden, so wird der Synchronismus vermittelst des Nullvoltmeters und der Phasenlampen ermittelt. Zum Schutze der Anlage gegen Ueberstrom oder Ueberspannung dient ein besonderes Relais, das auf den Hauptschalter wirkt, diesen zum Auslösen bringt und dadurch die Turbine schließt.

Die Lager der Turbine und des Generators, sowie das Statoreisen sind mit Thermo-Elementen versehen, die ein akustisches Signal in der Fabrik in Funktion setzen, sobald eine bestimmte Temperatur überschritten werden sollte.

Das Kraftwerk Oberterzen ist etwa seit drei Jahren in Betrieb; die elektrische Fernsteuerung hat sich sehr gut bewährt.

Die Rheinschiffahrt im Jahre 1830.*)

I. Personelles.

Als Nachfolger des auf Ende November vom Amte eines Regierungsrates zurücktretenden Vorstehers der Rheinschiffahrtsdirektion, Herrn Regierungsrat Dr. R. Miescher, bestimmte der Regierungsrat Herrn Regierungsrat G. Wenk.

*) Auszug aus dem Jahresbericht des Regierungsrates es Kantons Basel-Stadt.

Zum Sekretär I. Klasse des Schiffahrtsamtes wurde der bisher provisorisch angestellte Assistent, Herr Emil Ley, ernannt.

II. Allgemeine Rheinschiffahrtsangelegenheiten.

Das Genfer Abkommen über die Rheinregulierung wurde sowohl vom Bundesrat nach Ablauf der Referendumsfrist, als auch von der französischen Regierung genehmigt. Am 7. Juni fand der Austausch der Ratifikationsurkunden zum deutsch-schweizerischen Vertrag statt. Gemäß Artikel 7 ist er am gleichen Tage in Kraft getreten.

Der Bundesrat bezeichnete die schweizerischen Delegierten in die Finanz- und in die Baukommission, und zwar die Herren Regierungsrat Dr. Miescher und H. Ryffel, Chef der eidgenössischen Finanzkontrolle, in die erstere und die Herren Direktor Payot und Direktor Dr. Mutzner, Chef des eidgenössischen Wasserwirtschaftsamtes in die letztere. Als Ersatzmänner für die Delegierten in die Baukommission und als Experten wurden die Herren Ingenieur O. Boßhardt und Ingenieur F. Kuntschen bestimmt.

Mit dem Eintritt des Winter-Niederwassers sind die Regulierungsarbeiten in vorgesehener Weise in Angriff genommen worden.

Durch Verordnung vom 1. Juli 1930 erklärte der Bundesrat die für den Verkehr auf dem Rhein vom Meer bis zur schweizerischen Landesgrenze geltenden Bestimmungen über die Beförderung ätzender und giftiger Stoffe, von feuergefährlichen, nicht zu den Sprengstoffen gehörenden Gegenständen, von Petroleum und dessen Destillationsprodukten in Tankschiffen auch für die schweizerische Rheinstrecke bis zur Mittleren Rheinbrücke in Basel in Kraft.

Die von der Rheinzentralkommission behandelten und die schweizerische Rheinschiffahrt besonders interessierenden Angelegenheiten betrafen Bestimmungen über die Ausstellung von Schifferpatenten für die Rheinstrecke Basel-Straßburg, Kennzeichnung des Fahrwassers auf der Strecke Mannheim-Basel, Erhöhung der Brücken Straßburg-Kehl und der Eisenbahnbrücke bei Hüningen, Verzollung der Schiffsbetriebsmittel, Revision der Vorschriften über die Mindestbemannung der Schiffe, Aenderung der Rheinschiffahrtspolizeivorschriften in bezug auf die Beförderung von Tankschiffen in Schleppzügen und Aufstellung von Warschauern bei Schiffsunfällen.

Die Stellungnahme zu diesen und andern Fragen der Rheinschiffahrt erfolgte wie in den früheren Jahren stets im engen Kontakt zwischen den eidgenössischen und kantonalen Organen.

III. Rhein- und Hafenverkehr.

Reichliche Niederschläge haben dafür gesorgt, daß der Rheinverkehr bis Basel von anfangs Mai bis anfangs Dezember fast ununterbrochen bei günstigen Wasserständen aufrecht erhalten werden konnte. Nur der Monat September verzeichnete an einigen Tagen zu niedrige Wasserstände, die der Rheinschiffahrt oberhalb Straßburg Einschränkungen auferlegten. Der für eine normale Rheinschiffahrt erforderliche niedrigste Wasserstand von Basler Pegel 1,2 m ist im Mai an 27, im Juni, Juli und August während der ganzen Monate, im September nur an 2, im Oktober an 22 und im November an 28 Tagen überschritten worden. Die Fahrwasserrinne wies im Vergleich zu andern Jahren auf der ganzen Rheinstrecke Straßburg-Basel verhältnismäßig wenig die Schiffahrt beeinträchtigende Kiesanschwemmungen auf, dagegen waren die Isteinerschwellen nach wie vor ein bedeutendes Schiffahrtshindernis.

Mit Ausnahme der Monate Februar und März waren die Wasserstände auch dem Kanalverkehr günstig. Zudem trat keine Eisbildung auf. Dagegen bedingte die alljährlich stattfindende Reinigung und Instandstellung