

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 74 (1956)  
**Heft:** 14: Sonderheft zur 40. Schweizer Mustermesse in Basel

**Artikel:** Spritzbeton im Stollenbau  
**Autor:** Sonderegger, A.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-62602>

### **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:** 01.04.2025

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

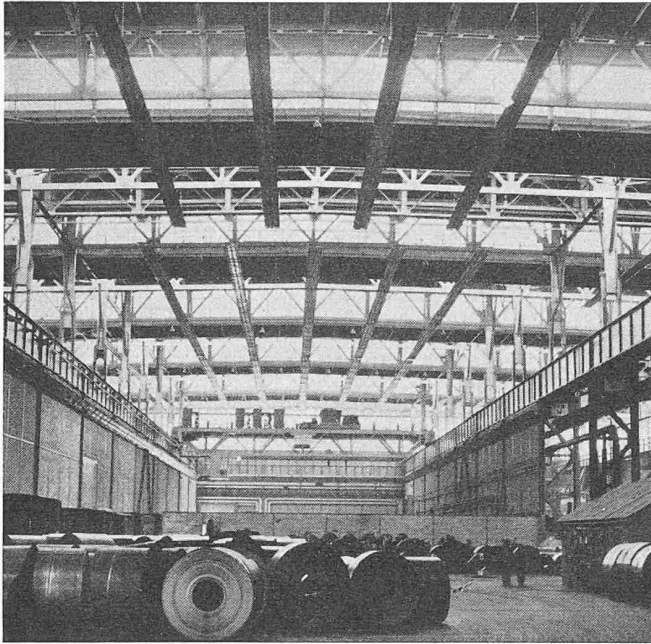


Bild 6. Inneres einer Werkhalle der Société Lorraine de Laminage Continu. An der Dachkonstruktion und entlang den Aussenwänden sind Strahlungsbänder angeordnet

festigung der Bandstrahler an die Dachkonstruktion ausgeführt.

Im Ausland sind schon bedeutende Industriebauten mit Hochtemperatur-Strahlungsheizungen ausgerüstet worden. Nachstehend seien die Heizungsanlagen in den Walzwerken der Société Lorraine de Laminage Continu (Sollac) kurz beschrieben [2]. Die Bauarbeiten bei den Walzwerken in Sérémange und Ebange wurden Ende 1949 in Angriff genommen; im September 1952 kam das Kaltwalzwerk Ebange in Betrieb. Bild 7 gibt einen Ueberblick über die Werkhallen. Die Wahl des Heizsystems warf Fragen auf, welche man besonders sorgfältig lösen musste. Folgende Hauptpunkte waren dabei speziell zu berücksichtigen:

In erster Linie war es die ungewöhnliche Grösse der Hallen, die 17 bis 22 m hoch, 25 bis 30 m breit und 100 bis 300 m lang sind. Daraus ergab sich das Problem, nicht etwa das ganze Raumvolumen dieser enormen Hallen zu heizen, sondern möglichst nur deren Aufenthaltszone. Einen weiteren Punkt stellte die leichte Konstruktion der Gebäude dar. Die Wände bestehen aus nur 1 mm starken Stahlblechen und weisen grosse Fensterflächen auf. Einzig die Bedachung ist isoliertechnisch einigermaßen normal. Sie besteht aus Aciéroid und weist einen Wärmedurchgangs-Koeffizienten von  $1,5 \text{ kcal/h m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$  auf. Schliesslich musste die Installationsfirma dafür sorgen, dass sich auf dem gelagerten Material und den Wänden kein Feuchtigkeitsniederschlag bilde.

Ein eingehendes Studium hat ergeben, dass sich alle diese Probleme nur mit einer Hochtemperatur-Strahlungsheizung

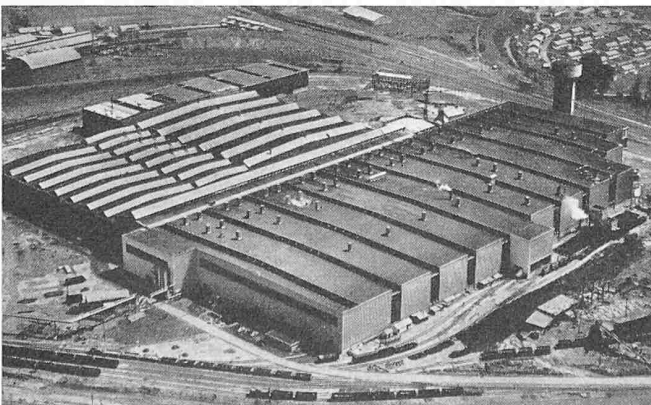


Bild 7. Kaltwalzwerk Ebange der Société Lorraine de Laminage Continu, für dessen Heizung das Bandstrahler-System gewählt wurde

einwandfrei lösen lassen. Die in etwa 16 bis 18 m Höhe am Fachwerk der Bedachung aufgehängten Bandstrahler bestehen aus den Stahlblechreflektoren und darunter angeordneten Rohren, welche von Heisswasser durchflossen sind, Bild 6. Zusätzliche, etwa 7 m über dem Boden längs den Mauern schräg angebrachte Bandstrahler verhindern das Entstehen kalter Zonen in Wandnähe.

Diese Anlagen sind wohl die grössten ihrer Art in Europa, wenn nicht sogar in der Welt. Die total installierte Wärmeleistung beträgt 33 Mio kcal/h, die Gesamtlänge der Stahlrohre für die Ausrüstung der Bandstrahler 75 000 m, jene der Reflektorbleche 25 000 m. Ein Verteilnetz von 7000 m Länge verbindet die Hochtemperatur-Heizbänder mit dem zentralen Kesselhaus.

#### Literaturverzeichnis:

- [1] H. Bieden, dipl. Ing., Bau und Betrieb der Strahlungsheizung und der Strahlungskühlung. «Heizung, Lüftung, Haustechnik» Nr. 1
- [2] Sulzer-Hochtemperatur-Strahlungsheizungen für grosse Werkhallen. «Technische Rundschau Sulzer» Nr. 4, 1955

## Spritzbeton im Stollenbau

DK 693.556.3:624.191.8

Von Dipl. Ing. A. Sonderegger, Locarno

In seinem Aufsatz «Gebirgsdruck und Tunnelbau» (SBZ 1956, Seiten 107 u. 129) hat Prof. C. Andreae die Probleme der Bauten unter Tag klar und überzeugend behandelt. Den praktischen Stollenbauer freuen besonders die treffenden Bemerkungen, dass sich der Ingenieur dem Gebirge anzupassen habe, dass es die grösste Kunst im Tunnelbau sei, grossen Gebirgsdruck fernzuhalten, dass entschlossen vorgegangen werden müsse und dass die Verkleidung in kürzester Frist nach Aufschluss des Gebirges herzustellen sei.

Im zweiten Abschnitt «Baumethoden» wird dem Vollvortrieb, d. h. dem Vortrieb des Stollens oder Tunnels im ganzen Querschnitt, die gebührende Stellung eingeräumt. Im Hinweis auf den Bau des Stollens Isère-Arc wird die *Felsverankerung* erwähnt, die Obering. M. Kobilinsky im Aufsatz «Der Durchstich Isère-Arc des Kraftwerkes Randens» (SBZ 1955, S. 798 u. 811) eingehend dargestellt hat. Allerdings ist hiezu zu bemerken, dass die Spreiz- und Keilanker alle den gleichen Nachteil aufweisen, gegen Rost infolge Einwirkung von Bergwasser nicht geschützt zu sein. Einen einwandfreien Schutz der Verankerungseisen gegen Korrosion bietet die PERFO-Methode, bei der das Ankereisen auf der ganzen Länge satt in Zementmörtel gebettet ist. Dieses wird erreicht, indem zwei Halbschalen aus perforiertem Blech mit Zementmörtel gefüllt, zu einem Stab zusammengelegt und in das Bohrloch eingeschoben werden. Das Ankereisen wird darauf in das Mörtelrohr eingepresst, wobei ein Teil des Mörtels durch die Perforierungen in den freien Raum zwischen Blech und Fels verdrängt wird.

Sodann sind bei der Beschreibung der belgischen und österreichischen Baumethode durchwegs Holzeinbauten angegeben und eingezeichnet. Da sich immer mehr die Ansicht verbreitet, dass Holz nicht oder nur in möglichst geringem Umfang in den Stollen gehöre, kommen zunehmend *Einbaubogen aus Stahl* verschiedener Systeme zur Anwendung. Sie haben den Vorteil, dass sie den Ausbruch des ganzen Profils oder der ganzen Kalotte ermöglichen und dass sie in die endgültige Verkleidung einbetoniert werden können. Die Einbaubogen aus Stahl wirken zusammen mit dem Beton als eigentlicher «Eisenbeton» und dürften imstande sein, bei Auftreten von Gebirgsdruck das Profil zu halten, auch wenn der Verkleidungsbeton reissen sollte.

Seit drei Jahren wird *Spritzbeton* in steigendem Masse im Stollenbau verwendet. Der Spritzbeton benötigt keine Schalung, sondern wird, ähnlich wie Gunit, mit einer Spezialmaschine mittels Druckluft gegen die Felsoberfläche oder eine andere feste Unterlage aufgeschossen (Bild 1). Der grösste Korndurchmesser im Spritzbeton beträgt 20 bis 25 Millimeter. Wenn ein Schnellbindemittel zugegeben wird, kann man schon nach zwei bis drei Stunden in unmittelbarer Nähe sprengen. Der Spritzbeton kann im Stollenbau für verschiedene Zwecke angewendet werden:

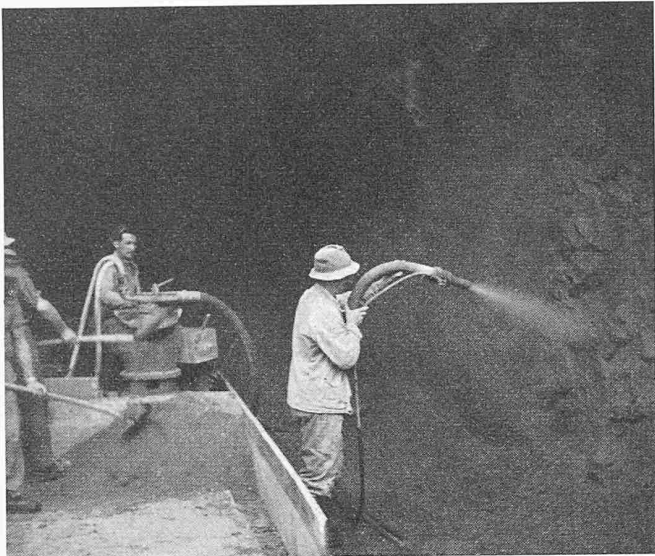


Bild 1. Spritzbetongruppe an der Arbeit

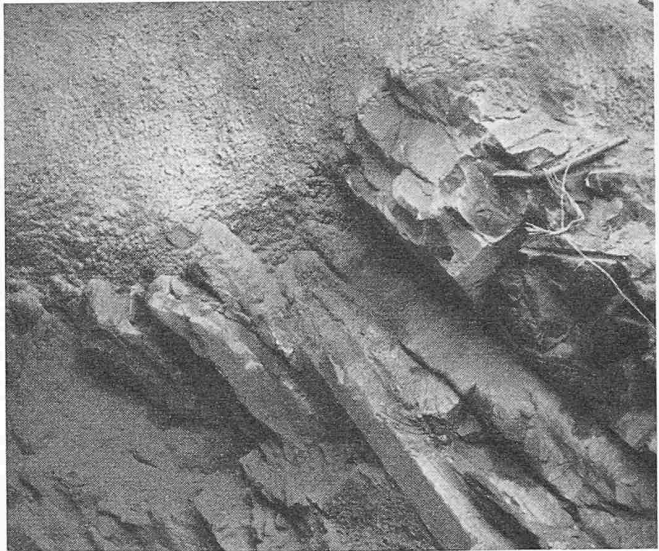


Bild 2. Der Spritzbeton füllt alle Klüfte aus

*Spritzbeton für Felskonsolidierung während des Vortriebes.* Bei Lockerungsdruck, bei Schwell- oder Blähdruck wird der Fels unmittelbar hinter der Stollenbrust mit Spritzbeton von 5 bis 10 cm Stärke, unter Umständen bis 20 cm Stärke verkleidet. Der Spritzbetonüberzug «schliesst die Luft ab». Die Ablösungsbewegungen von Felspartien und Gesteinstücken werden im ersten Anlaufstadium abgebremst, denn der Spritzbeton füllt alle Klüfte und Schichtfugen satt aus (Bild 2). Seine Wirkung ist weitgehend mechanischer Art: Der Spritzbeton haftet am Fels, den er sichern soll. Es kann aber auch ein tragender Bogen gespritzt werden, der die gleiche, eher statische Wirkung hat wie die üblichen, auf Fundamente abgestützten Betonverkleidungen. Das Aufbringen des Spritzbetons erfolgt den geologischen Umständen entsprechend nach Zeitabständen von Tagen bis Wochen nach erfolgtem Ausbruch, bei prekären Verhältnissen aber auch abwechselnd mit den Ausbrucharbeiten unmittelbar hinter der Stollenbrust (Bild 3).

Bei grossen Querschnitten, ungünstigen Verhältnissen oder echtem Gebirgsdruck können Verankerungseisen, eiserne Einbaubögen, Marciavanti aus Holz, Beton oder Stahl und Spritzbeton miteinander kombiniert werden. Oft kann man

dabei die eisernen Einbaubögen nach einigen Wochen ganz oder teilweise ausbauen und wieder verwenden.

Durch das sofortige Verkleiden der nicht standfesten Felsoberflächen werden Nachbrüche, Ablätterungen und die Bildung von unliebsamen Ueberprofilen verhindert. Die Sicherheit für die Belegschaft wird erhöht, die Bauzeit erheblich gekürzt. Wenn später eine Betonverkleidung aus geschaltem und vibriertem Beton erstellt wird, ist kein langwieriges Entfernen von Holzeinbauten notwendig, bei dem die Unfallgefahr grösser wird und unvermeidlicherweise Nachbrüche entstehen, die den frischen Beton verschmutzen.

*Spritzbeton als endgültige Stollenverkleidung.* Da vor der Spritzbetonierung nur das Profil bereinigt und gewaschen werden muss, also keine Fundamente und Schalungen notwendig sind, ist die Spritzmethode einfach und ohne grosse Vorbereitungen anzuwenden. Es ist ohne weiteres möglich, schon während den Vortriebsarbeiten und ohne sie zu stören, die Stollenverkleidung weitgehend zu erstellen. Erleichternd wirkt der Umstand, dass eine neue Schicht von Spritzbeton fest auf dem alten Spritzbeton haftet. Es muss also nicht die Verkleidung des ganzen Profils in einem Arbeitsgang ausgeführt werden, sondern man kann die Felspartien, die durch

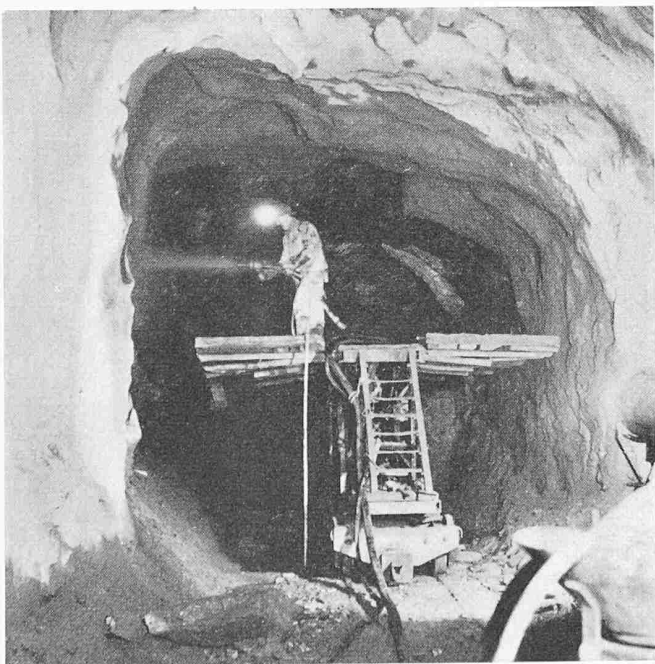


Bild 3. Spritzbeton zur Felskonsolidierung während des Vortriebes

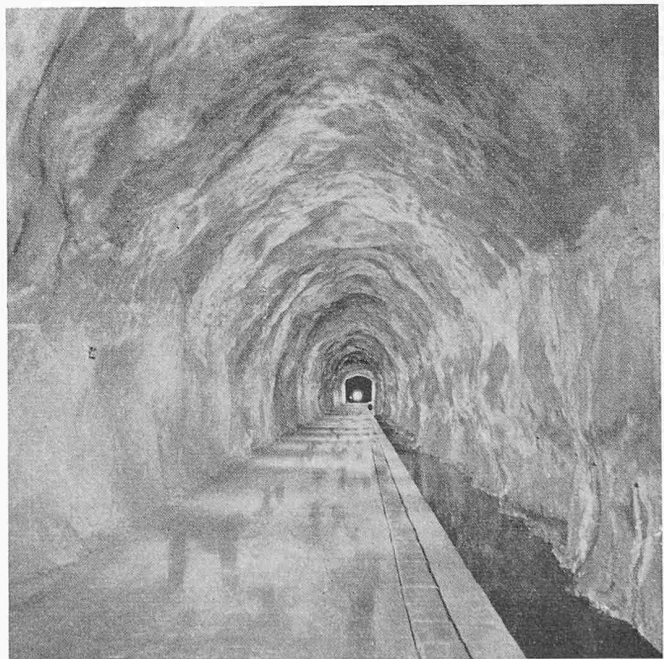


Bild 4. Spritzbetonverkleidung in einem Freilaufstollen

Bilder 3 und 4 Aufnahmen der Maggia-Kraftwerke AG.

Ventilations- und andere Leitungen versperert sind, nachträglich einspritzen. Die Stärke der Spritzbetonverkleidung kann erfahrungsgemäss auf etwa die Hälfte der theoretischen Stärke einer Verkleidung mit geschaltem Beton reduziert werden. Die Spritzmethode ermöglicht bedeutende Zeitgewinne.

Die Oberfläche einer Spritzbetonverkleidung wird im allgemeinen roh belassen, kann aber auch abgekellt oder geglättet werden. Die Rauigkeit einer rohen oder abgekellten

Spritzbetonoberfläche ist grösser als jene einer geschaltem, glatten Betonverkleidung. Dagegen wird bei gleichem Ausbruchprofil der lichte Raum eines mit Spritzbeton verkleideten Stollens grösser. In einem wasserführenden Stollen werden die Reibungsverluste infolge der grösseren Rauigkeit einer Spritzbetonverkleidung weitgehend kompensiert durch die kleinere Fliessgeschwindigkeit des Wassers im grösseren Lichtraumprofil (Bild 4).

Adresse des Verfassers: A. Sonderegger, Via San Jorio, Locarno

## Das Durchschlag-Ergebnis im Stollen Dix-Bagnes des Kraftwerkes Grande Dixence

Von H. Bernold, Sargans (in Fa. Ed. Züblin & Cie. AG., Zürich)

DK 526.967:627.842

Das Wasser aus dem Stausee im Val des Dix (400 Mio m<sup>3</sup> Inhalt auf 2200 m Meereshöhe) wird durch einen Druckstollen mit anschliessendem Druckschacht in das westlich des Stausees gelegene Val de Bagnes übergeleitet, wo sich im Dörfchen Fionnay (1500 m ü. M.) die unterirdische Zentrale für die Ausnützung der ersten Gefälls-Stufe von 700 m Höhendifferenz befindet. Der Druckstollen hat eine Länge von rund 9 km, ein einseitiges Gefälle von 2 ‰ und ist gerade. Die Querschnittsfläche des Ausbruches misst 17 m<sup>2</sup>. Laut Vertrag liegt die Verantwortung für die Vermessung und Absteckung der Stollen-Axen voll und ganz bei der bauausführenden Unternehmung. Damit ist es nun Sache dieser Unternehmung, das von der Bauleitung errechnete Azimut der Stollen-Richtung aus den Triangulationspunkten jeder Talseite in den Stollen zu übertragen und beizubehalten.

Im Val des Dix sind die Visurverhältnisse nicht schwierig. Nach einem seitlichen Fensterstollen von 150 m Länge wurde ein Richtstollen von 70 m Länge rückwärts zum Ausgangspunkt (Triangulationspunkt) in der genauen definitiven Stollenaxe getrieben. Dieser Richtstollen wurde später als Installationsraum benutzt.

Der Angriffspunkt im Val de Bagnes liegt in einem steilen, engen Fels-Couloir auf 2144 m ü. M. und ist vom Vermessungs-Ingenieur der Bauleitung sehr genau berechnet worden. Der Fensterstollen liegt hier in der gleichen Geraden und als Verlängerung der Stollenaxe. Für die Entnahme des Stollen-Azimuthes konnten in diesem Couloir nur vier Triangulationspunkte auf der gegenüberliegenden Talseite, und alle nur in einem Winkel von 70° anvisiert werden.

Im Stollen selbst hat man alle 100 m Länge einen Bolzen in einem Betonsockel auf dem Felsboden in der Stollenrich-

tung nach Angabe der Bauunternehmung betonierte. Von der Bauleitung wurden diese Fixpunkte im Boden in bezug auf Richtung und Höhe eingemessen und die Verschiebung zur theoretischen Axe angegeben. Die Unternehmung ihrerseits fixierte nun etwa alle 500 m diese Angaben der Bauleitung mit einem neuen Messingbolzen mit Schraube in der Kalotte des Stollens. Diese Punkte sind nun fortlaufend, von jeder Seite aus, zu einem Polygon-Zug vermessen worden. Als Vermessungsinstrumente dienten ein Wild Theodolit T2, Zielmarken mit Zwangszentrierung und ein optisches Lot.

Nach dem Durchschlag konnte hier eine horizontale Verschiebung der beiden Polygonzüge mit nur 0,011 m konstatiert werden. Die seitliche Abweichung der Stollenaxe von der theoretischen Axe beträgt im Durchschlag nur 0,09 m. Am Durchschlags-Ort selber wurde, ausgerechnet an dieser Stelle, eine grosse Störung mit vielen losen Felstrümmern angefahren. Kurz nach dem Eindringen in diese Verwerfungs-

Tabelle 1. Absteckungs-Ergebnisse an geraden Tunneln und Stollen

	Länge km	Abweichung	
		in der Richtung m	in der Höhe m
Hauenstein	8,1	0,045	0,012
Tauern	8,5	0,055	0,056
Ricken	8,6	0,153	0,028
Grande Dixence			
Dix-Bagnes	8,8	0,090	0,016
Gotthard	14,9	0,33	0,050
Simplon	19,8	0,20	0,087

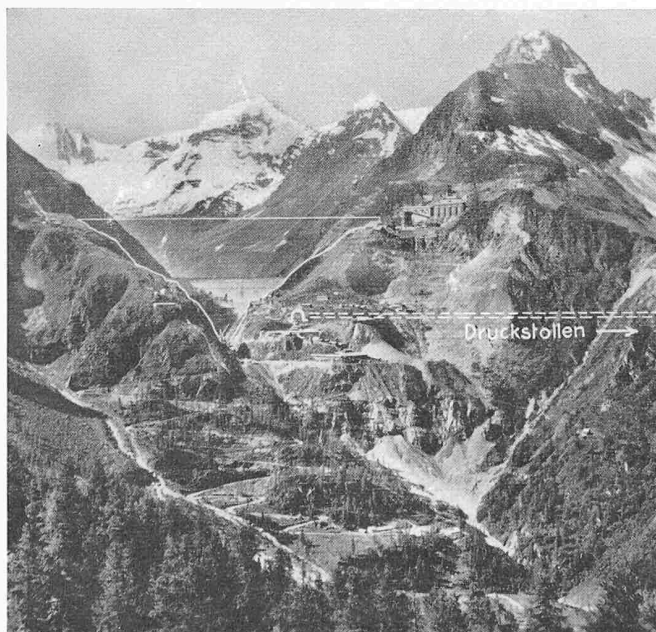


Bild 1. Val des Dix, links die bestehende Staumauer, davor eingetragt das Profil der im Bau begriffenen Mauer von 285 m Höhe

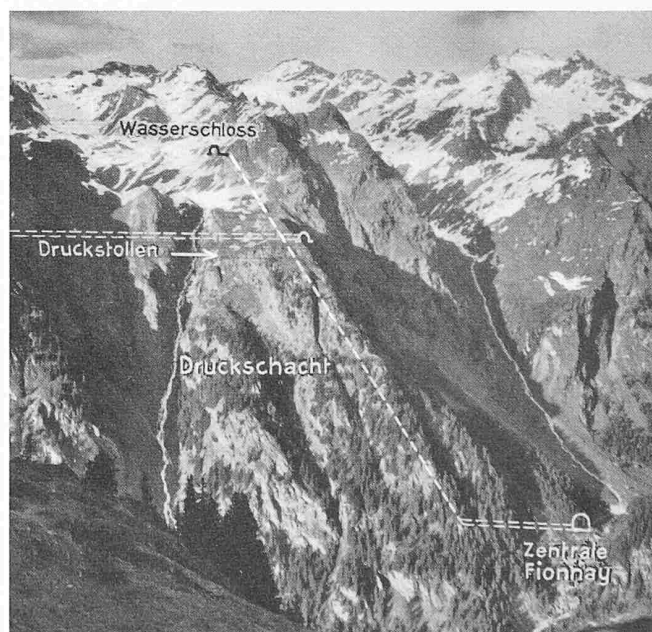


Bild 2. Val de Bagnes, mit Eintragung von Wasserschloss und Zentrale der Grande Dixence SA.