

Zeitschrift: Cementbulletin
Herausgeber: Technische Forschung und Beratung für Zement und Beton (TFB AG)
Band: 16-17 (1948-1949)
Heft: 11

Artikel: Die Auskleidung von Druckstollen und Druckschächten
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-153244>

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: 12.05.2025

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

CEMENTBULLETIN

NOVEMBER 1948

JAHRGANG 16

NUMMER 11

Die Auskleidung von Druckstollen und Druckschächten

Die Aufgaben, welche die Betonauskleidung in Druckstollen und Druckschächten zu erfüllen hat, sind mannigfaltig. Die Hauptaufgabe ist wohl immer die Abdichtung des Stollens, also die Verhinderung des Wasseraustrittes in das umgebende Gebirge. Aber auch in dichtem Fels kann eine Auskleidung wirtschaftlich sein, da sie die Rauigkeit der Stollenwandung und damit den Gefällsverlust erheblich vermindert. Bei gebrächem oder druckhaftem Gebirge und in Stollen und Schächten mit grossem Innendruck hat sie zudem wichtige statische Aufgaben zu erfüllen. Ein eingehendes Studium der Wirkungsweise der verschiedenen Auskleidungsarten rechtfertigt sich, da die Stollenbauten der grossen modernen hydraulischen Hochdruck-Kraftwerke recht erhebliche Aufwendungen erfordern. Die nachstehende Tabelle soll einen Begriff über die Ausmasse der Stollenanlagen einiger Kraftwerke geben:

Druckstollen	Länge in km	Durchmesser in m	Statischer Innendruck	
Wäggital, obere Stufe	3.6	3.6	66 m	Wassersäule
Handeck I	5.2	2.1/2.6	92 m	"
Dixence	11.5	2.25	90 m	"
Lucendro	4.8	2.4	101 m	"
Rossens	5.6	5.0	99 m	"
Druckschächte				
Handeck I	1.1	2.3-2.1	550 m	"
Innertkirchen	1.8	2.6-2.4	670 m	"
Wassen	0.6	2.4-2.2	280 m	"

2 Folgende Auskleidungsarten sind gebräuchlich und bei neueren Anlagen zur Ausführung gekommen:

Gunitierung der Felswandungen: Damit können bei kleinem Innendruck eine gute Dichtung erzielt und die Unebenheiten der Stollenwandung etwas ausgeglichen werden. Statischen Anforderungen genügt jedoch die relativ dünne und unregelmässige Gunitschicht von 3 bis 8 cm Stärke kaum (Fig. 1).

Beton-Auskleidung: Diese gelangt am häufigsten zur Ausführung. Die theoretische Stärke variiert von 10 cm bis ca. 40 cm, je nach den Felsverhältnissen (Bergdruck, gebräches Gebirge usw.). Die Einlage einer weitmaschigen Armierung in die Verkleidung ist möglich, sie behindert aber das wegen den beschränkten Platzverhältnissen schon erschwerte Einbringen des Betons in die Schalung (Fig. 2).

Betonauskleidung mit armiertem Gunitmantel: Wenn aus statischen Gründen eine Ringarmierung erforderlich ist, wird diese nach Ausführung der Betonverkleidung an deren Innenwandung verlegt. Der hernach erstellte Gunitmantel von 5—8 cm Stärke umhüllt diese Armierung bei sorgfältiger Ausführung vollständig und besorgt die Verbindung mit der Betonverkleidung (Fig. 3).

Gepanzerte Auskleidung: Da sich der Beton für die Aufnahme hoher Zugspannungen wenig eignet, muss in hochbeanspruchten Stollenquerschnitten eine Stahlblechverkleidung angeordnet werden. Diese ist dank ihrer grossen Dehnbarkeit besser als der Beton in der Lage, der Ausdehnung des Felsmantels bei der Belastung durch den innern Wasserdruck zu folgen. Der Beton zwischen der

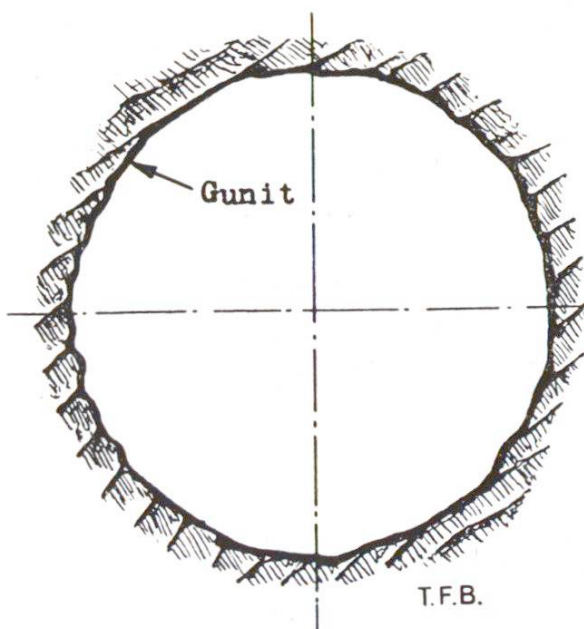


Abb. 1 Gunitierung der Felswandung

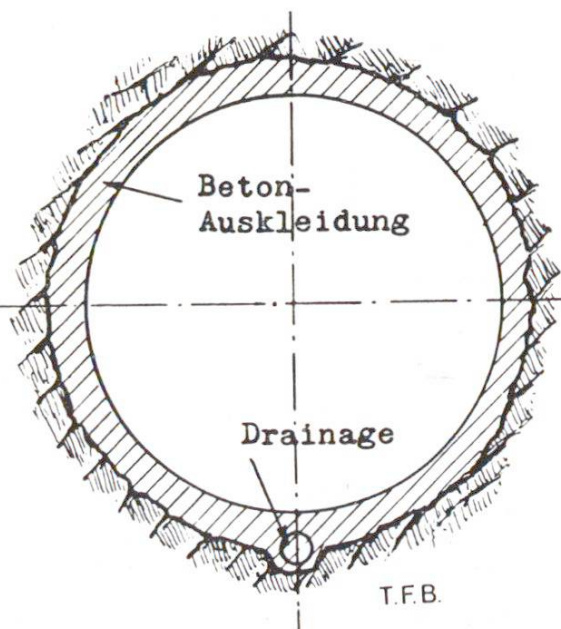


Abb. 2 Beton-Auskleidung

3 Panzerung und dem Fels hat dabei nur die Aufgabe, die radiale Druckübertragung zu besorgen (Fig. 4).

Die Wahl der Auskleidungsart, wie auch die Bestimmung des Armierungsquerschnittes und der Blechstärke bei den gegebenen Felsverhältnissen werden für den verantwortlichen Ingenieur immer schwierig sein. Die Kenntnisse über das Verhalten des Gebirges und die materialtechnischen Eigenschaften des Verkleidungsbetons bilden die Grundlage, auf welcher sich die theoretischen Untersuchungen aufbauen. Diese Grundlagen können nur durch Erfahrungen, Beobachtungen und Messungen im Stollen gewonnen werden. Erstmals wurden in der Schweiz im Druckstollen des Kraftwerkes Amsteg im Jahre 1923 eingehende Messungen über das Verhalten des Gebirges und des Verbundquerschnittes Fels + Betonverkleidung durchgeführt. Nach einem längeren Unterbruch war es nun in den letzten Jahren möglich, in den Druckstollen der Kraftwerke Rossens und Lucendro mittelst neu konstruierter Apparaturen Dehnungsmessungen vorzunehmen und daraus weiteren Einblick in das reichlich komplizierte Problem zu gewinnen (Fig. 5).

Diese Messungen haben ergeben, dass sich das Gebirge unter der Belastung durch den Wasserdruck im Stollen je nach Art und Struktur recht verschieden verhält. Beispielsweise ergab wenig geschieferter, massiger Gneisfelsen einen relativ gleichmässigen Elastizitätsmodul von über $50\,000\text{ kg/cm}^2$ (Fig. 6). Dagegen wurde in stark geschiefertem Gestein ein grosser Unterschied der Elastizitätsmoduli parallel zur Schichtrichtung und senkrecht dazu festgestellt. Ferner können sich in solchem Gebirge bei den ersten Belastungen ausser den elastischen Dehnungen auch noch ganz

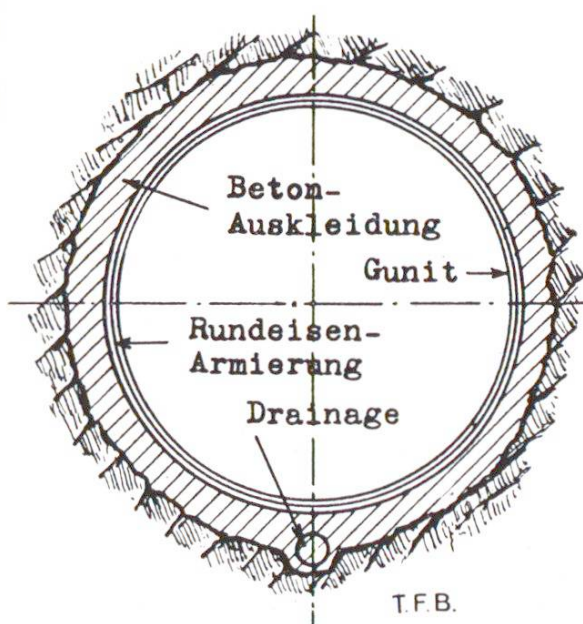


Abb. 3 Beton-Auskleidung mit armiertem Gunitmantel

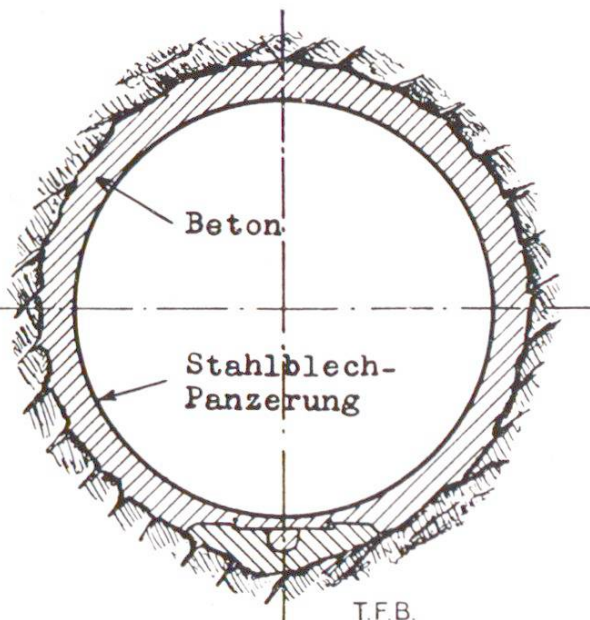
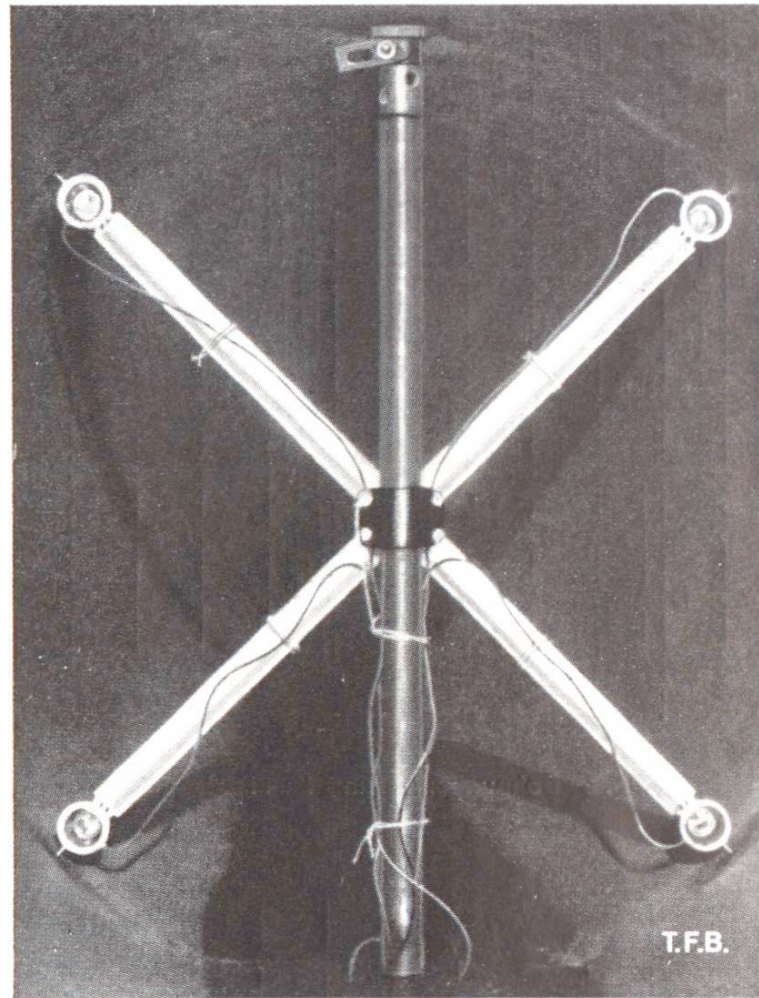


Abb. 4 Gepanzerte Auskleidung



beträchtliche, bleibende Verformungen einstellen, welche erhebliche zusätzliche Zugspannungen im Auskleidungsbeton zur Folge haben (siehe Fig. 7). In weniger hartem Sedimentgestein ist die Überlagerung von elastischen und plastischen (bleibenden) Verformungen bzw. Ausweitungen des Felsprofils sehr deutlich zu beobachten. Hier können jedoch die plastischen Deformationen unter der ständigen Belastung durch den Innenwasserdruck längere Zeit andauern. Es scheint, dass dabei die Durchfeuchtung des Gesteins eine massgebende Rolle spielt.

Die Betonauskleidung überträgt den Innenwasserdruck auf das Gebirge. Infolge der dabei auftretenden Deformationen des Felsmantels ergeben sich in der Verkleidung tangentielle Zugspannungen, welche je nach Felsqualität die Zugfestigkeit des Betons erreichen können. Durch Armierungseisen im Beton werden diese Betonzugspannungen nicht wesentlich reduziert, da die Eisen ihre Funktion als Zuganker erst erfüllen können, wenn der Beton gerissen ist. Immerhin verhindert die Armierung die Ausbildung von klaffenden Rissen, so dass die Auskleidung ihre Hauptaufgabe, nämlich die Dichtung des Stollens, trotzdem sehr gut erfüllt.

Bei sehr hohem Innendruck, wie zum Beispiel in Druckschächten, ist die Auspanzerung des Profils erforderlich. Die Stärke des

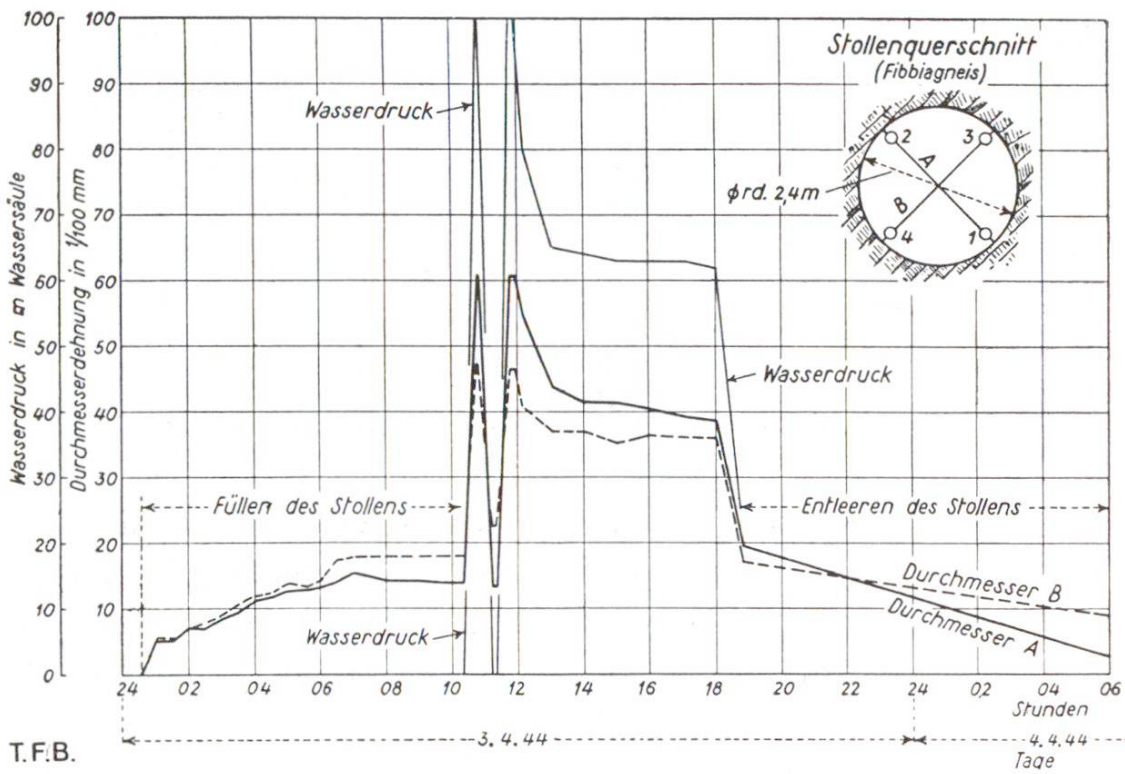


Abb. 6 Dehnungsmessung im Fibbiagneis

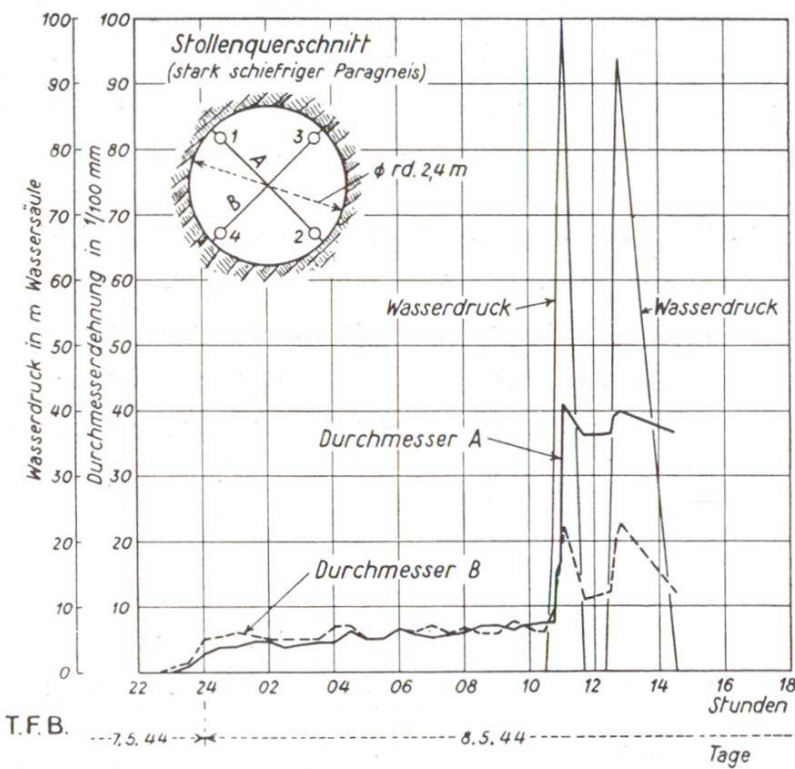


Abb. 7 Dehnungsmessung im Paragneis

Blechpanzers lässt sich rechnermässig ermitteln, wenn die Elastizitätsmoduli des Felsmantels und des Füllbetons zwischen Panzer und Fels bekannt sind. Da beim Stahl die Spannungen proportional den Dehnungen sind, kann sich die Panzerung nur in dem Masse an der Aufnahme der tangentialen Zugspannungen beteiligen, als ihr die Umhüllung eine Ausdehnung gestattet. In günstigem Gebirge genügt daher eine relativ dünne Panzerung. Bei rascher Entleerung des Stollens besteht jedoch für das Panzerblech infolge äusseren Gebirgswasserdruckes Einbeulungsgefahr.

6 Zur Abdichtung der Klüfte im Gebirge sind daher Zementinjektionen notwendig und der Qualität des Füllbetons zwischen Panzerung und Fels ist volle Beachtung zu schenken.

Dipl. Ing. Otto Frey-Bär.

Literatur:

J. Büchi: Schweiz. Bauzeitung 1921

L. Mühlhofer: Zeitschrift des österr. Ing.- und Architekten-Vereins, Hefte 15, 24/25 und 26/27

L. Mühlhofer: «Der Bauingenieur», 1923, Heft 8

L. Mühlhofer: «Die Wasserwirtschaft», 1923, Heft 17

A. Schrafl: Schweiz. Bauzeitung, 1924

Walch: «Der Bauingenieur», 1925, Heft 4

O. Frey-Bär: Schweiz. Bauzeitung, 1944, Nr. 14, und 1947, Nr. 41

W. Müller: «Techn. Rundschau Sulzer», 1947, Heft 3/4

A. Hutter & A. Sulzer: «Wasser- und Energiewirtschaft», 1947, Heft 11/12.

Zu jeder weiteren Auskunft steht zur Verfügung die

TECHNISCHE FORSCHUNGS- UND BERATUNGSSTELLE DER E. G. PORTLAND
WILDEGG, Telephon (064) 8 43 71