

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 72 (1954)
Heft: 52

Artikel: Die Verwendung des Prepakt-Verfahrens bei Druckschachtauskleidungen
Autor: Brandestini, A.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-61316>

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: 14.01.2026

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

Die Verwendung des Prepakt-Verfahrens bei Druckschachtauskleidungen

DK 666.973:627.842

Von Dipl. Ing. A. Brandestini, Prepakt S. A., Zürich

Allgemeines über den Prepakt-Beton

Die Idee des Prepakt-Betons stammt aus USA, wo seit mehreren Jahren eine grosse Anzahl bedeutender Bauwerke nach dieser Methode erstellt oder repariert worden sind. In der «Schweiz. Bauzeitung» 1948, Nr. 23, S. 317, ist über die Zusammensetzung und die Möglichkeiten der Anwendung des Prepakt-Verfahrens berichtet worden. Hier soll nochmals kurz der Aufbau des Prepakt-Betons erläutert und dann eine bedeutende Anwendung beschrieben werden, die kürzlich in Oesterreich beim Bau des Druckschachtes Limberg der Tauernkraftwerke erfolgt ist.

Der Prepakt-Beton hat zwei wichtige Kennzeichen: Das erste ist die Art seiner Einbringung, das zweite seine Zusammensetzung. Beim Prepakt-Verfahren wird zunächst der saubere Kies allein in die Schalung eingebracht und anschliessend der Mörtel in das vorgeschüttete Kies so eingepumpt, dass sein Spiegel langsam von unten nach oben ansteigt und Luft und eventuell vorhandenes Wasser (Unterwasserbeton) nach oben verdrängt wird.

Der kleinste Korndurchmesser des Kieses soll dabei 12 bis 20 mm nicht unterschreiten, dagegen kann die Grösse des Maximalkornes grundsätzlich beliebig sein; sie hängt nur von den Abmessungen des Bauwerkes und der Einbringgeräte ab. Beim Prepakt-Beton gehen demnach rund 60 bis 70 % des Totalgewichtes aller Komponenten durch keine Mischanlage, sondern nur durch eine einfache Wasch- und Trennanlage (für die Abtrennung des Feinkornes). Der Kies wird in der Regel aus praktischen Gründen nicht vibriert, und es ist auch eine besondere Kornabstufung nicht unbedingt erforderlich; dafür wird unter Umständen ein etwas höheres Hohlraumvolumen des Kieses, d. h. ein etwas höherer Mörtelanteil in Kauf genommen.

Der Prepakt-Mörtel besteht aus Portlandzement, Alfesil, sauberem Feinsand von max. $1 \div 2$ mm Durchmesser, Wasser und Intrusion-Aid. Beim «Alfesil» handelt es sich um einen sehr feinen (spezifische Oberfläche zwei- bis dreimal grösser als bei normalem Portlandzement), hochwertigen hydraulischen Zuschlag, der einen Teil des Zementes ersetzt. Das «Intrusion-Aid» ist ein auf Grund sehr umfangreicher Versuche und in der Praxis vielfach erprobtes, spezielles Injektionsmittel, das dem Mörtel in kleiner Menge zugegeben wird. Durch die Verwendung von Alfesil und Intrusion-Aid ergeben sich die folgenden günstigen Eigenschaften des Prepakt-Mörtels: Gute Pumpfähigkeit, auch bei geringem Wasser- und verhältnismässig hohem Sandanteil; gute Volumenbeständigkeit (geringes Schwinden und geringe Wärmeentwick-

lung); gutes Verhalten gegen aggressive Wässer; gute Festigkeiten, insbesondere gute Haftfestigkeiten an altem Mauerwerk und am Eisen. Der Prepakt-Mörtel wird in speziellen Mischanlagen mit senkrechter Rührwerkachse aufbereitet. Sein Transport zum Bauwerk und in das vorgeschüttete Kiesgerüst erfolgt unter Verwendung von Kolbenpumpen.

Der Wasseranteil des Prepakt-Mörtels, bezogen auf das Totalgewicht von Portlandzement + Alfesil, beträgt in der Regel maximal 50 %. Seine laufende Kontrolle ist wichtig, weil die Feuchtigkeit des Sandes veränderlich sein kann; sie geschieht auf sehr zuverlässige Weise mit Hilfe der Bestimmung der Ausflusszeit einer bestimmten Mörtelmenge aus einem genormten, trichterförmigen Gefäss («Trichter Versuch», siehe Bild 10). Je nach der Grösse des Hohlraumvolumens des Kieses beträgt der Anteil des Mörtels $30 \div 45$ %, wobei der erste Wert etwa bei einem Massenbeton mit grossem Maximalkorn und günstiger Kornabstufung und der zweite Betrag zum Beispiel bei der Verwendung des Prepakt-Verfahrens für das Ausbetonieren von engen Zwischenräumen (siehe nächsten Abschnitt) auftritt. Der Anteil von Zement und Alfesil per 1 m^3 fertigen Prepakt-Beton hängt im wesentlichen vom Hohlraumvolumen des Kieses und vom Sandanteil des Mörtels ab. Da der Hohlraum des Kieses nicht beliebig verkleinert und der Sandanteil im Mörtel wegen der Pumpfähigkeit nicht über ein bestimmtes Mass (rd. 2 Gewichtsteile Sand zu 1 Gewichtsteil Zement + Alfesil) gesteigert werden kann, ist es nicht möglich, einen beliebig mageren Prepakt-Beton zu erzeugen.

Aus der Einbringtechnik und den Eigenschaften des Prepakt-Betons ergeben sich die folgenden *Anwendungsmöglichkeiten*: 1. Reparatur-, Verstärkungs- und Unterfangungsarbeiten usw.: Hier spielen das gute Haft- und Eindringvermögen des Prepakt-Mörtels und die gute Volumenbeständigkeit des Prepakt-Betons eine wichtige Rolle. — 2. Fugenarmer Massenbeton, insbesondere auch unter Wasser: Hier ist wiederum die gute Volumenbeständigkeit und die Möglichkeit der Verwendung von Kies mit grösstem Korn von Bedeutung. Der von unten aufsteigende Prepakt-Mörtel (er ist mit rd. 2 kg/l doppelt so schwer wie Wasser) verdrängt das Wasser gegen oben, ohne sich mit ihm zu mischen. — 3. Hinterbetonierung von Verkleidungen und Panzerungen, z. B. von Stollen und Druckschächten. Bei dieser Anwendung, die im folgenden an Hand eines praktischen Beispiels beschrieben wird, stehen die folgenden Eigenschaften des Prepakt-Betons im Vordergrund: a) Zuverlässiges Ausfüllen des totalen Hohlraumes hinter der Verkleidung. Auch an Stellen, wo der Kies eventuell nicht hingelangt (z. B. in Felsspalten), dringt der

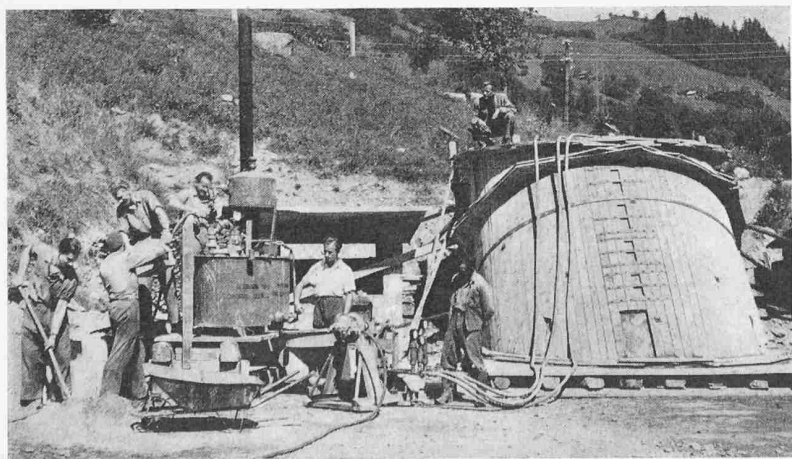


Bild 1. Grossversuch einer Druckschacht-Betonierung nach dem Prepakt-Verfahren, ausgeführt an der Betonprüfstelle der Tauern-Kraftwerke AG., Kaprun.

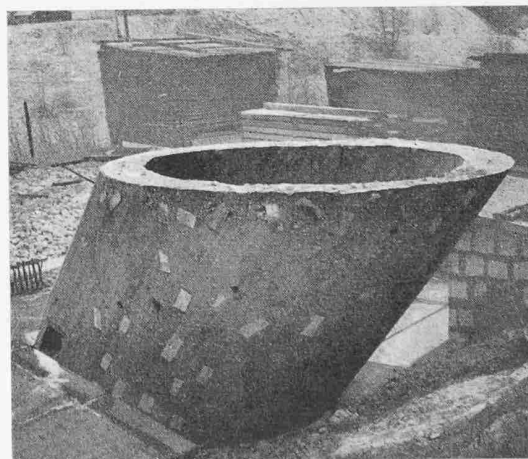


Bild 2. Horizontaler Ausschnitt 1:1 des Druckschacht-Mantels. Panzerung ersetzt durch innere glatte Holzschalung, Fels ersetzt durch äussere grobe Holzschalung.

Die auf Bild 2 sichtbaren, hellen Rechtecke sind Holzstücke, die auf die äussere Schalung angenagelt waren, um zu beobachten, ob der von unten eingeführte Prepakt-Mörtel einwandfrei um alle Hindernisse fliesst. Das Bild zeigt den ausgeschalteten Prepakt-Betonmantel.

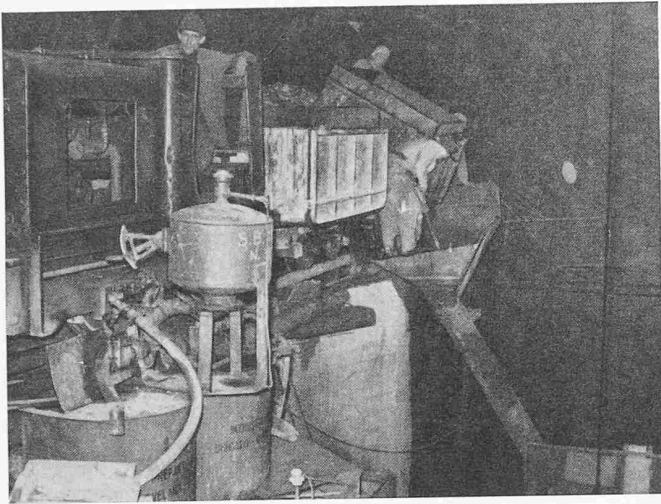


Bild 5. Der Grobkies ϕ 15 bis 80 mm wird in den Umschlagsilo am oberen Ende des Druckschachtes gekippt. Links im Vordergrund die Pre-pakt-Mischanlage

wobei der Mischvorgang auf einem 15-mm-Maschensieb unter starkem Wasserzusatz erfolgte, um das Korn unter ϕ 15 mm auszuscheiden.

Der so aufbereitete Kies wurde von der rd. 6 km entfernt liegenden Aufbereitungsanlage (am Speicher Mooserboden) von aussen oder durch den Druckstollen zur Bergstation des Druckschachtes gebracht und dort, vor dem Transport hinter die Panzerung, nochmals über einem Grobsieb kräftig abgespritzt. Die Komponentenzusammensetzung wurde in jeder Betonieretappe, anhand von drei Siebproben, laufend kontrolliert. Das Hohlraumvolumen betrug $38 \div 44 \%$, im Mittel rund 42 %.

Bei der Bergstation wurde der Kies von einer seitlichen Kippbühne aus (Bilder 4 und 5) über ein Silo in einen 2 m³ fassenden Transportwagen (Bild 6) geschüttet und mittels Schrägaufzug (5-t-Winde) bis zur Oberkante des fertig montierten Panzerrohrstosses gefahren. Durch das Öffnen von drei Entleerungsstutzen am tiefsten Punkt des Transportwagens entleerte sich der Kies hinter die Panzerung. Diese Operation wurde so oft wiederholt, bis der Hohlraum hinter der Panzerung (Bild 7) bis zu deren oberem Rand ausgefüllt war. Die Panzerung wurde dabei in Limberg nicht vibriert.



Bild 6. Kiestransportwagen (Inhalt 2 m³ Kies) mit den Entleerungsstutzen

Die Mörtel-einpressung einer bestimmten Etappe wurde erst dann in Angriff genommen, wenn über dem zu injizierenden Rohrstoss ein weiterer Stoss von 10 m Länge fertig versetzt und mit Kies hinterfüllt war.

Die Aufbereitung des Mörtels erfolgte in 2 bis 3 Mischern (Bild 8) von je 300 l Inhalt mit Druckluftantrieb. Die Beigabe von Zement und Alfesil erfolgte nach Sackgewicht (150 kg Zement + 50 kg Alfesil). Die Sandkomponente wurde im Volumenmass (150 Liter = rd. 200 kg) beigemischt (Bild 9). Das Wasser (rd. 90 Liter) wurde in einem speziellen Wassertank über dem Mischbehälter (Bild 8) dosiert; die genaue erforderliche Menge wurde dabei, nach jeder zehnten Mischung, auf Grund des oben beschriebenen Trichter-Ver-

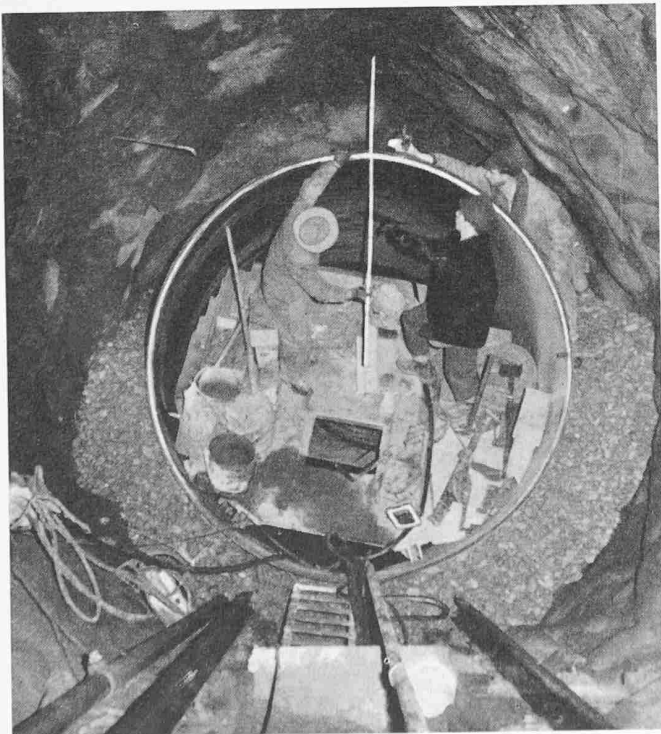


Bild 7. Kies bis zum oberen Rand der Panzerung eingebracht

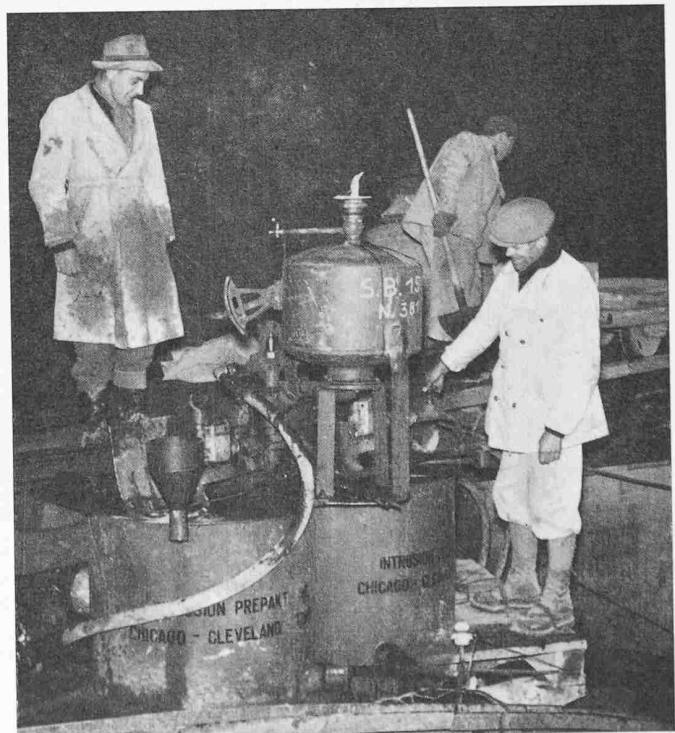


Bild 8. Pre-pakt-Mörtel-Mischanlage mit Wassertank

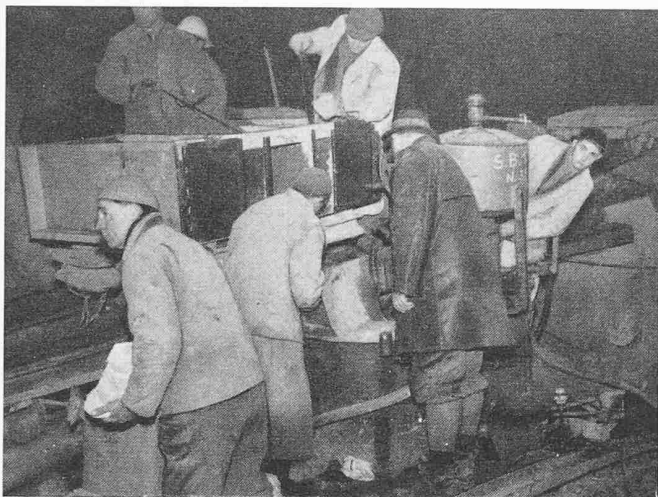


Bild 9. Dosierwagen für Feinsand 0,1 ÷ 1 mm



Bild 10. Ausflussversuch aus dem Flow-Cone zur Bestimmung der Konsistenz (Wasserkontrolle) des Prepaht-Mörtels

suches (Konsistenzmessung) ermittelt (Bild 10) und damit der veränderlichen Feuchtigkeit des Feinsandes Rechnung getragen. Damit ergaben sich Mischungen von rd. 240 l Mörtel mit einem Verhältnis Wasser zu Zement + Alfesil von 0,5.

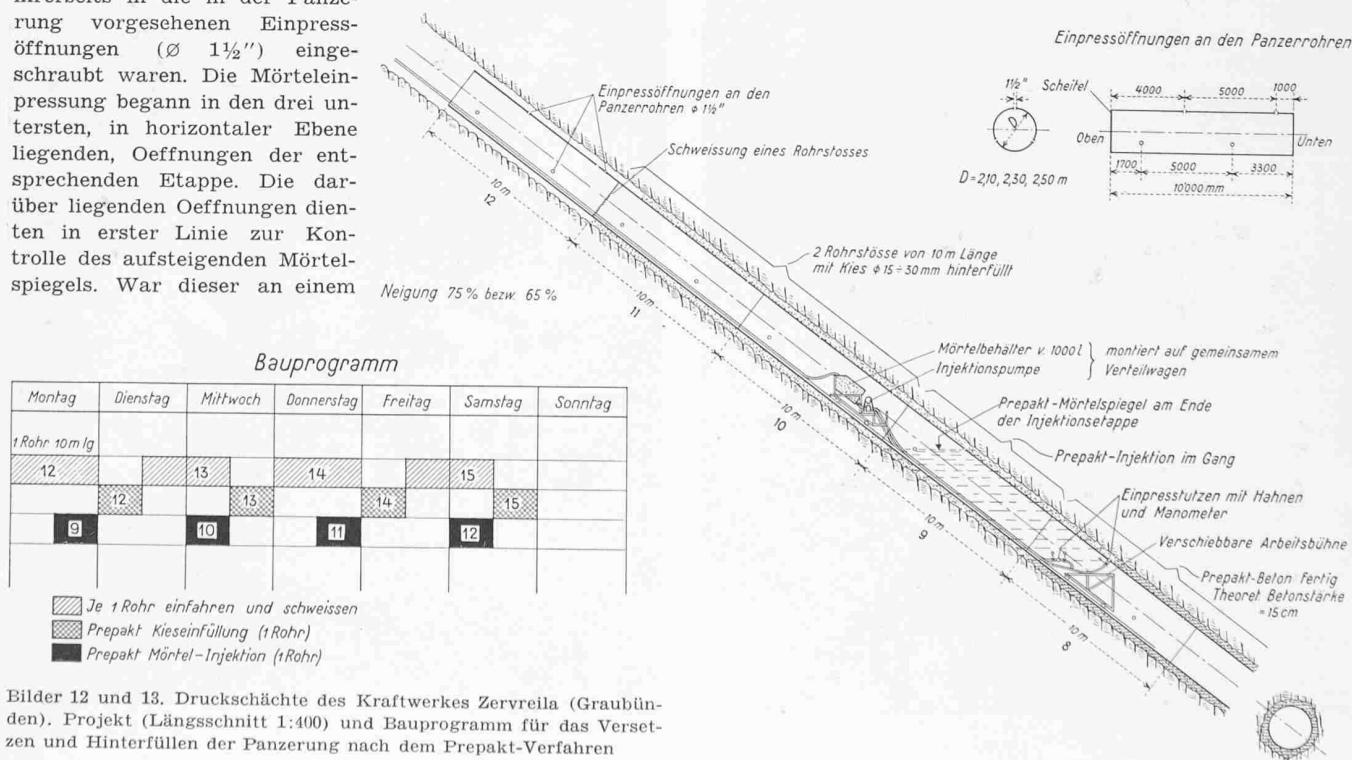
Nach genügender Durchmischung des Mörtels wurde der Mischbehälter in einen unmittelbar darunterliegenden Zwischenbehälter von 300 l Inhalt entleert. Von hier gelangte der Mörtel chargenweise durch eine Rohrleitung von 2" Durchmesser in einen Mörtelbehälter von 600 l Inhalt. Dieser stand auf dem sog. Verteilwagen (Bild 4), von wo aus eine Telefonverbindung mit der Mischanlage bestand. Der Mörtel wurde von hier aus laufend angefordert, und es wurde dafür gesorgt, dass die sehr lange 2"-Leitung nicht unter Druck geriet und das 600-l-Gefäß nie überlaufen konnte.

Der Verteilwagen war um die Höhe H (Bild 4) über den Einpressöffnungen am Transportwagen angehängt. Diese Grösse H entsprach einem hydrostatischen Mörteldruck von max. 5 atü, dem Maximaldruck, der der Panzerung zugebetet werden konnte. Vom Mörtelbehälter aus floss der Mörtel durch ein weiteres Rohr von 2" Durchmesser, das sich unten in drei Gummischläuche verzweigte (Bild 4) hinter die Panzerung in das vorgeschüttete Kiesgerüst. Die drei Injektionsschläuche wurden dabei an spezielle Einpressstutzen mit Kontrollmanometer und Hahnen (Bild 11) angeschlossen, die ihrerseits in die in der Panzerung vorgesehenen Einpressöffnungen ($\varnothing 1\frac{1}{2}$ ") eingeschraubt waren. Die Mörtel einpressung begann in den drei untersten, in horizontaler Ebene liegenden, Öffnungen der entsprechenden Etappe. Die darüber liegenden Öffnungen dienten in erster Linie zur Kontrolle des aufsteigenden Mörtelspiegels. War dieser an einem

bestimmten Lächerhorizont angelangt, so wurden auch dort Einpressstutzen (mit verschlossenem Hahn) eingeschraubt, bis der Mörtel schliesslich am obersten Horizont des Rohrstosses anlangte. In diesem Augenblick wurde die Einpressarbeit unterbrochen und bei der nächsten Etappe an der gleichen Stelle wieder aufgenommen. Da die Einpressleistung nach einem gewissen Anstieg des Mörtelspiegels im Kies immer etwas abnahm, wurden oft nach einiger Zeit die drei Schläuche nach einem höher liegenden Lächerhorizont umgesetzt. Dabei musste darauf geachtet werden, dass an den neuen Einpressstellen der Mörtel bereits angelangt war. Nach einigen Stunden wurden die Einpressstutzen entfernt und gereinigt.

Die Mörtel einpressung erfolgte somit nach dem Prinzip der kommunizierenden Röhre, wobei der Einpressdruck bei den Einpressstutzen infolge des hydraulischen Reibungswiderstandes des aufsteigenden Mörtels im Maximum 1 atü erreichte. Dieses Verfahren hat sich beim verhältnismässig steilen Druckschacht Limberg sehr gut bewährt und ergab einen kontinuierlichen, ruhigen Betrieb.

Bei den fünf obersten (letzten) Etappen konnte dieses Prinzip infolge Mangel an Druckhöhe H nicht beibehalten werden. Daher hat man am Fuss des Zwischenbehälters eine Triplexpumpe mit Druckluftantrieb aufgestellt und die drei Einpressschläuche an den drei Auslaufstutzen der Pumpe an-



Bilder 12 und 13. Druckschächte des Kraftwerkes Zervreila (Graubünden). Projekt (Längsschnitt 1:400) und Bauprogramm für das Versetzen und Hinterfüllen der Panzerung nach dem Prepaht-Verfahren

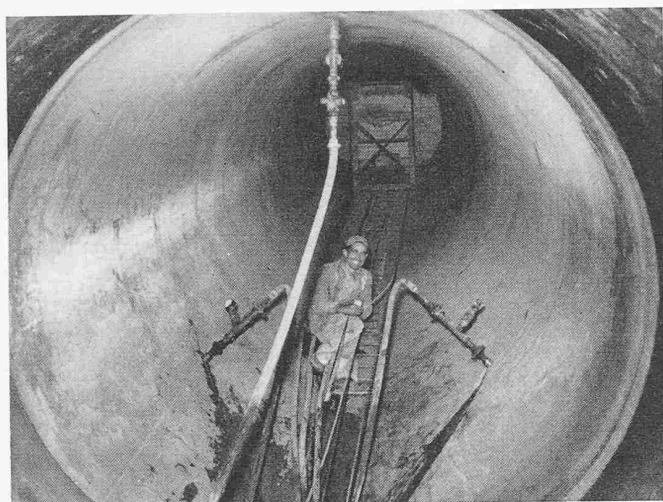


Bild 11. Drei Einpressstutzen (in horizontaler Ebene gelegen) mit Kontroll-Manometer und Hähnen

geschlossen. Es zeigte sich dabei, dass auch diese in allen Fällen anwendbare Lösung sehr gute Resultate ergibt: Die Einpressleistung war eher etwas höher, und die Zahl der Umsetzungen der Einpressschläuche konnte verringert werden.

An einigen Stellen wurden die Abbindetemperaturen des Prepekt-Betons hinter der Panzerung gemessen. Sie schwankten zwischen 8,6 und 17,9 ° C.

Kurz nach Beginn der Einpressarbeiten wurde eine grössere Anzahl von Probebohrungen und Kontroll-Injektionen (Maximaldruck 3,5 ÷ 5,0 atü) durchgeführt. Es ergab sich dabei, dass der Prepekt-Beton satt am Fels und an der Panzerung anlag und die erforderliche Dichtigkeit aufwies.

Die Hinterbetonierung des Druckschachtes Limberg nach dem Prepekt-Verfahren ist mit gutem Erfolg durchgeführt worden. Dieses positive Resultat ist nicht nur eine Folge der für die Lösung dieser Aufgabe gut geeigneten Prepekt-Technik, sondern beruht auch auf dem guten Willen der Bauherrschaft und der Bauunternehmergruppe, nach bestem Können zum Erfolg dieser neuen Technik beizutragen.

Für ihre Initiative gebührt den Tauernkraftwerken und Direktor Dipl. Ing. Hans Böhmer besonderer Dank.

Ausblick

Die am Druckschacht Limberg mit dem Prepekt-Verfahren erzielten günstigen Resultate haben auch in der Schweiz reges Interesse gefunden.

Auf Initiative der Firma Motor-Columbus in Baden soll im Jahre 1955 bei den beiden Druckschächten der Stufen Wana-Safienplatz (L = 665 m) und Safienplatz-Rothenbrunn (L = 1121 m) des Kraftwerkes Zervreila die Prepekt-

Methode zur Anwendung gelangen. Auf Grund der am Limbergsschacht gemachten Erfahrungen soll dabei noch etwas rationeller vorgegangen werden. In Bild 12 ist das für Zervreila vorgesehene Verfahren dargestellt. Die folgenden Punkte sind dabei von Interesse:

1. Die Prepekt-Einpressarbeiten sollen — im Gegensatz zu Limberg — zur gleichen Zeit durchgeführt werden, während welcher, zwei bis drei Panzerstösse oberhalb der Einpressstelle, das neue Panzerrohr angeschweisst wird. Damit ist es möglich, in einer Woche vier Panzerrohre zu versetzen und zu hinterfüllen (Bild 13).

2. Der Mörtel soll unter Verwendung einer Triplex-Prepekt-Pumpe hinter die Panzerung gepresst werden. Die Anwendung des Prinzips der kommunizierenden Röhre wäre, wegen dem kleineren Gefälle (75 % und 65 % statt 124,6 % bei Limberg), schwerer anwendbar. Die Anwendung der Pumpe gewährleistet eine kontinuierliche Einpressleistung.

3. Die Anzahl der Einpresslöcher in der Panzerung wird auf sechs herabgesetzt (statt zwölf in Limberg), da sich gezeigt hat, dass ein Umsetzen der Einpressschläuche nur ganz selten und in grösseren Abschnitten notwendig ist.

4. Es wird eine rationellere Beschickung der Prepekt-Mischer ins Auge gefasst. Die festen Zuschlagstoffe sollen bei den Silos (ausserhalb des Zugangstollens) dosiert werden. Die einzelnen Komponenten einer Mischung werden in speziellen Behältern zur Mischanlage gebracht und dort in der richtigen Mischfolge (Alfesil-Zement-Sand) dem Wasser durch rasche Bodenentleerung beigemischt.

Beim Druckschacht Latschau der Vorarlberger Illwerke AG, der in verhältnismässig schlechtes Gebirge zu liegen kommt, ist das folgende Vorgehen ins Auge gefasst worden:

Der Ausbruch erhält sofort eine Betonverkleidung, deren lichter Durchmesser nur wenige Zentimeter grösser ist als der Aussendurchmesser der Panzerung. Zur Konsolidierung des Felsens werden durch die Betonverkleidung hindurch Tiefeninjektionen durchgeführt, wobei, infolge der Betonverkleidung, ein erheblicher Einpressdruck verwendet werden kann. Nach Beendigung der Einpressarbeiten wird die Panzerung innerhalb der Betonverkleidung versetzt und der schmale Raum zwischen Panzerung und Beton mit Prepekt-Mörtel ausgefüllt. Es ist dabei vorgesehen, die Mörtel-einpressung unter möglichst hohem Druck auszuführen und der Stahlpanzerung eine gewisse Druckvorspannung zu geben. Die Mörtel-einpressung soll dabei in Etappen von rd. 100 m Länge erfolgen, und es sind je Panzerrohr nur drei Einpresslöcher von 1½" Durchmesser vorgesehen.

In Italien wird zurzeit — nach Durchführung einiger Versuche gemäss Angaben der Prepekt S. A., Zürich — die Hinterfüllung der Verkleidungsrohre aus vorgespanntem Beton (Innendurchmesser 2 m) bei verschiedenen Schächten des Kraftwerkes Maè der SADE nach dem Prepekt-Verfahren durchgeführt. Die totale Länge der fünf Teilstücke (Neigung gegenüber der Horizontalen 25 ° bis 90 °) beträgt 790 m.

Adresse des Verfassers: A. Brandestini, Oberdorfstr. 8, Zürich 1

Landhaus «I der Heiteri», Zürich-Rehalp

Architekt Conrad D. Furrer, Zürich

Hierzu Tafeln 63 bis 71

DK 728.37

Das Landhaus, 1951 erstellt, liegt am Rande der Stadt auf einem südwestlich abfallenden Wiesenhang, «Obere Reb-wies» benannt, der vom Saum des nahen Waldrandes und vom Auenbestand des tiefliegenden Nebelbaches den Charakter einer Lichtung erhält.

Bestimmend für die Bauidee waren vorab einige Ueberlegungen und Wünsche praktischer Art. Das Gebäude sollte möglichst nur eingeschossig sein, Wohn- und Wirtschaftsräume auf einem Geschoss und einem Niveau vereinen. Die gute Sonnenlage musste allen Haupträumen zuteil werden. Der Bau, locker ins Gelände eingefügt, hatte den Wiesen-garten gegen die Strasse vor Wind und Einsicht zu schützen. Innen- und Aussenräume sollte er flüssig verbinden.

Dies alles ergab in der Folge einen niedrigen langge-streckten, in der Masse gegliederten und mit dem Gelände verzahnten Baukörper.

