

Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 105 (1987)
Heft: 30-31: Die Neubauten auf dem Jungfrauoch: 75 Jahre Jungfraubahn

Artikel: Spektakuläre Lösung des Abwasserproblems
Autor: Versteeg, Dick
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-76670>

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: 15.05.2025

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

der Zentralen (Monoblöcke, Wärmehückgewinnung usw.) beschaffte und die Einregulierung besorgte.

Auf die erschwerten Arbeitsbedingungen (Höhe, Witterung) sowie auf die besonderen Transportumstände von oft zerlegten Anlagekomponenten ist an anderer Stelle bereits hingewiesen worden. Der notwendige Umlad auf der Scheidegg und der aufwendige Transport mangels mechanischen Fördereinrichtungen auf der Baustelle verursachten grossen Zusatzaufwand.

Die Montage war erschwert durch enge Platzverhältnisse (wenig Lagerplatz,

d. h., Material musste oft mehrmals umplaziert werden) und durch den Umstand, dass der Einsatz von Montagehilfsmitteln aus baulichen Gründen (Kantinenbelegung, Kranstandort) nur reduziert möglich war. Bei kurzen Arbeitsunterbrüchen war es zudem nicht möglich, das Montagepersonal auf andere Baustellen umzudisponieren. Gewisse Detailabklärungen und Koordinationen (z. B. wegen der mehrfachen Dachabschrägungen) konnten erst auf dem Bau gelöst werden.

Die Installationen wurden aber termingerecht und fachlich einwandfrei abge-

schlossen. Wir möchten daher herzlich danken:

- der Montagesequipe für den vorzüglichen Einsatz,
- der Jungfraubahn für die grosszügige Mitarbeit mit den speditiven und schadenfreien Transporten,
- der Bauführung für die geschickte Koordination und das grosse Verständnis.

Adresse des Verfassers: U. Baumann, Ingenieurbüro A. Baumann AG, Florastrasse 2, 3601 Thun.

Spektakuläre Lösung des Abwasserproblems

Von Dick Versteeg, Bern

Tausende von Touristen, die jedes Jahr das Jungfraujo besuchen, finden dort eine normale Infrastruktur wie im Flachland mit Restaurant und Toiletten vor. Die wenigsten werden sich Gedanken darüber machen, wie die Abwasserleitung einerseits, die Entsorgung des Abwassers andererseits gewährleistet wird. Diese Probleme wurden bis anhin auf recht ungewöhnliche Weise gelöst. So wurde Wasser durch Schmelzen von Schnee gewonnen, während das Abwasser des Gletscherrestaurants in den Gletscherschund geleitet wurde.

Eine Kläranlage auf dem Joch?

Mit dem neuen Berghaus wird sich die Situation in bezug auf das Abwasser ändern. Die Baubewilligung enthielt die Auflage, dass die Reinigung nach modernsten Verfahren erfolgen muss. Die Reinigung des Abwassers war eines der vielen komplexen Probleme, die nicht auf konventionelle Art gelöst werden konnten. Die Fachleute waren sich bald einig, dass eine biologische Klärung des Abwassers auf 3455m Höhe aus verschiedenen Gründen nicht in Frage kam. Zunächst wären die Baukosten des Berghauses viel höher geworden, hätte doch das Gebäude im Falle einer lokalen Wasserreinigung um das Volumen einer Kläranlage erweitert werden müssen, was wesentlich mehr Felsabtrag erfordert hätte. Ausserdem bewegen sich die täglichen Besucherzahlen je nach Witterung von wenigen hundert bis gegen 6000 Personen.

Die Grösse der Anlage müsste auf die selten auftretende Maximalzahl ausgerichtet sein. Der Klärungsprozess würde infolge dieser extremen Schwankungen der Abwassermenge nur schlecht funktionieren. Schliesslich wären die Kosten für Betreuung und Unterhalt einer Anlage auf dem Joch unverhältnismässig hoch.

Der Projektverfasser, Balzari & Schudel AG, beschloss daher, das Abwasser in einer 9,4 km langen Kunststoffleitung durch den Jungfrautunnel abzulei-

ten. Sämtliche auf dem Jungfraujo anfallenden Abwässer aus Toiletten, Küchen und Unterkünften werden über eine Kunststoffleitung zur Kleinen Scheidegg geleitet, von wo sie durch die bestehende Kanalisationsleitung zur Abwasserreinigungsanlage (ARA) Grindelwald gelangen. Vom Jungfraujo bis zum Tunneleingang oberhalb der Station Eigergletscher wurde die Kunststoffleitung mit einem Durchmesser von 160 mm im Bahntunnel angeordnet. Die Leitung wurde mittels einer speziellen Aufhängevorrichtung im linken unteren Bereich des Tunnelquerschnittes (bergwärts gesehen) fixiert. Der Tunnel selbst weist ein Gefälle zwischen 60 und 250% und eine Länge von 7 km auf. Der Wärmehalt des Abwassers reicht aus, um ein Absinken der Temperatur unter Null Grad während des Abfließens zu verhindern, obwohl im Tunnel eine Temperatur von 0 bis -5 °C herrscht.

Um den Wärmehalt möglichst gross zu halten, werden auf dem Joch die Abwässer mittels einer automatischen Schwimmersteuerung stossweise aus dem Sammelbecken abgelassen. Im unteren, kalten Teil des Tunnels wurde die Leitung mit einer 3 cm starken Isolation umhüllt, um das Einfrieren zu verhindern; in den Stationen Eigergletscher und Eismeer wurde sie zwischen den beiden Geleisen im Felsen verlegt.

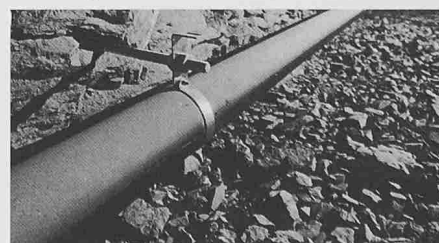
Vom Tunneleingang bis zum Anschluss an die bestehende Kanalisationsleitung auf der Kleinen Scheidegg wurde die

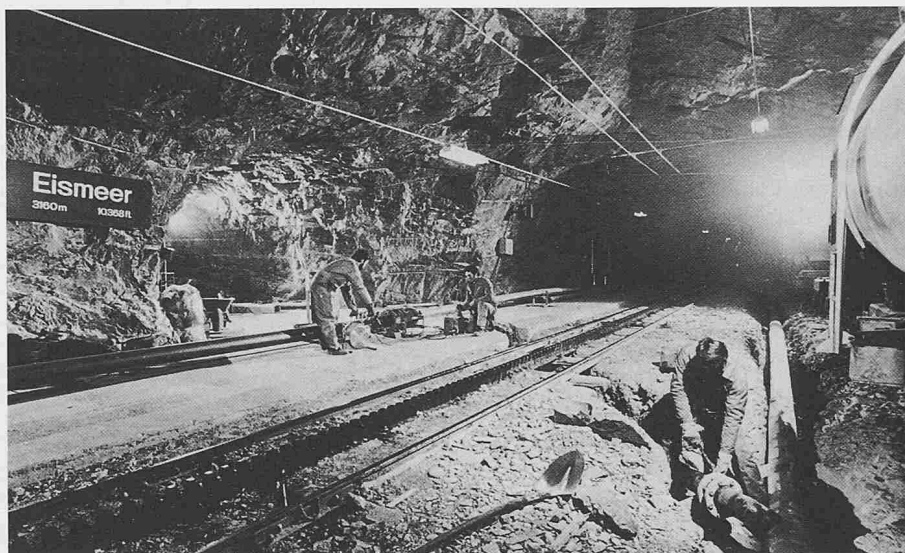
Kunststoffleitung auf einer Länge von rund 2 km in die Erde bzw. in den Fels eingegraben. Zur Vermeidung von Unterdruck im Kunststoffrohr sind fünf Belüftungstutzen mit Geruchsverschluss eingebaut. Zwecks Abbaus des statischen Überdruckes bei Verstopfung (die Höhendifferenz zwischen dem Joch und der Kleinen Scheidegg beträgt 1393 m) wurden 13 Überdruckventile angeordnet, die bei 8 Atmosphären Druck anspringen; alle 100 m ist zu Reinigungszwecken ein Ausbaustück von 1,5 m Länge eingebaut.

Weshalb Kunststoffrohre?

Gegenüber konventionellen Stahl- oder Gussrohren bieten dickwandige Kunststoffrohre aus Polyäthylen den Vorteil, dass sie auch bei niedrigen Temperaturen flexibel und weitgehend schlagunempfindlich sind. Der Gewichtsvorteil ist von besonderer Bedeutung, da die Arbeitsleistung in Höhen von 3000 m nur noch 50 Prozent beträgt. Wie bereits erwähnt, wurde das Rohr nicht am Tunnelboden verlegt, sondern seitlich an der Tunnelwand befestigt. Dazu wurde ein spezieller Felsanker aus Betonstahl entwickelt, der die Rohrschelle für das Abwasserrohr trägt und an welchem später auch Fernmeldekabel und

Hunderte von Felsankern und Briden halten die Rohre an der Tunnelwand der Jungfraubahn. Die Felsanker bestehen aus Betonstahl; sie wurden im Werk verzinkt und mit einem Gewinde versehen. In regelmässigen Abständen sind in den Polyäthylenrohren Über- und Unterdruckventile sowie Ausbaustücke angeordnet





Das Abwasser aller Jungfrau-bahnbauten werden vom Joch in die Ara Grindelwald abgeleitet. Bei einer Gesamtlänge von 10 km wurden 7 km im Tunnel der Jungfrau-bahn verlegt, insgesamt 58 t Polyäthylenrohr und 18 t Befestigungsmaterial. Die Rohre wurden mittels elektrischer Stumpfschweissung verbunden



Unterhalb des Tunnels der Jungfrau-bahn ist die Abwasserleitung neben elektrischen Leitungen und verschiedenen Werkleitungen im Boden verlegt. Kontrollschacht der Abwasserleitung mit Überdruckstutzen

ein Wasserrohr befestigt werden. Zum Bohren der 32 cm tiefen Löcher rüstete die Firma Stuaag einen Triebwagen der Jungfrau-bahn mit einer Bohrlafette aus, mit der im Abstand von etwa 2,5 m der vorwiegend aus Kalksandstein bestehende Fels angebohrt wurde; nur im obersten Teil des Trassees verläuft der Tunnel im Gneis. Anschliessend wurden die Löcher nach einem von der Firma Hilti entwickelten Verfahren mit einem Zweikomponentenmörtel gefüllt. Insgesamt wurden 3000 derartige Felsanker versetzt.

Die von der Firma Von Roll hergestellten Polyäthylenrohre wurden in Stücklängen von 10 m auf die Baustelle transportiert; sie dürfen gemäss Normen nur bei Temperaturen von über 10 °C verschweisst werden, was im Jungfrau-bahntunnel nicht möglich war. Damit

jede Rohrverbindung dennoch alle Prüfkriterien erfüllt, musste der Leitungsbauer anhand von Versuchen und Berechnungen neue Schweisssdaten ermitteln. Auf den Streckenabschnitten mit Gefälle bis zu 25 Prozent galt es zudem, eine völlig neue Verlegungsmethode zu entwickeln.

Infolge der glatten Oberfläche rutschen nämlich ungesicherte Rohre unweigerlich den ganzen Tunnel hinunter. Dies ereignete sich zum Glück nur einmal, doch wurde dabei die massive talseitige Stahltüre des Tunnels glatt durchschlagen.

Die Verbindung der Rohre erfolgte vorwiegend mittels Stumpfschweissen; dabei wurden die Rohrenden abgehobelt und mit Hilfe eines plattenförmigen Heizelementes auf 210 °C aufgeheizt; dann wurde das Heizelement wegge-

schwenkt und die in einem hydraulischen Gerät eingespannten Rohrenden unter genau definierten Druckbedingungen zusammengepresst und unverrückbar gehalten, bis der Kunststoff nach 16 Minuten erkaltet war. Wo keine Stumpfschweissung möglich war, erfolgte die Verbindung der Rohre mit Hilfe von Elektroschweisssmuffen. Wo die Leitung für Unterhaltsarbeiten geöffnet werden muss, wurden Flansche aus Sphäroguss eingebaut.

Die Montagearbeiten erfolgten nur nachts, da der normale Zugverkehr Kleine Scheidegg-Jungfraujo natürlich nicht unterbrochen und auf keine Weise beeinträchtigt werden durfte.

Adresse des Verfassers: Dick Versteeg, Ing. HTL, Balzari & Schudel AG, Ingenieure und Planer, Postfach 47, 3000 Bern 16.

Baumeisterarbeit auf 3500 m Höhe

Von Bernd Klossner, Grindelwald

Trotz besonderen Baumethoden und trotz Verwendung von Baumaschinen hängen Fortschritt und Erfolg auf einer Baustelle immer noch vom Arbeitseinsatz der Belegschaft ab. In diesem Aufsatz sollen daher weniger technische als menschliche Probleme erläutert werden, die auf einer Hochgebirgsbaustelle auftreten.

Umwelt

Auf Baustellen im Hochgebirge sind harte Umweltbedingungen die Regel. Tiefe Temperaturen, ständiger Schneefall und hohe Windgeschwindigkeiten treten zu jeder Jahreszeit auf. Eine Ge-

birgsbaustelle ist topographisch immer exponiert gelegen und somit besonderen Gefahren wie Steinschlag und Lawinen ausgesetzt. Infolge des geringeren Sauerstoffgehalts der Höhenluft ist hier für den Menschen das Erbringen von Arbeitsleistungen sehr anstrengend, infolge gesundheitlicher Schwierig-

keiten oft auch unmöglich. Baustellen im Gebirge sind abgelegen und bedingen daher einen Aufenthalt auf der Baustelle oder in deren näheren Umgebung während längerer Zeit.

Anforderungen

Die Arbeit auf einer Hochgebirgsbaustelle erfordert von jedem die Bereitschaft, diese Umstände und Inkonvenienzen auf sich zu nehmen, und den Durchhaltewillen, diese über längere Zeitspannen zu ertragen. Verbundenheit mit der Natur und Respekt vor den Bergen sind weitere unabdingbare Vor-