

Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 103 (1985)
Heft: 43

Artikel: Neue Rohrvortriebsmethode für durchlässigen Baugrund
Autor: Meier, H.R.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-75913>

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: 14.05.2025

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

S-Bahn Los 6.01 Zürichbergtunnel**Bauherr:**

SBB, Bauabteilung Kreis III

Projekt und Bauleitung:Ingenieurgesellschaft
Toscano-Heierli-Schindler**Unternehmer:**ARGE Locher-Prader-Züblin
Brunner's Erben-CSC-Granella

wendig, die Entstehung von Biegezugrissen in unarmierten Betongewölben auch rechnerisch zuzulassen. Für den Zürichbergtunnel wurde dies mit dem Finiten-Element-Programm FLOWERS realisiert. Es konnte z. B. gezeigt werden, dass die fertig eingebauten Tübbings keine Biegearmierung benötigen, da ihr Tragvermögen dadurch nur unwesentlich beeinflusst wird. Auch grosse Schwelldrücke (Tonmergel) lassen sich so mit einer wesentlich wirtschaftlicheren Verkleidung aufnehmen als elastisch berechnete und bei ausländischen S-Bahnen ausgeführte.

Einfluss der Biegearmierung

Die Armierung kann nur ein Biegemoment aufnehmen, das klein ist verglichen mit der Normalkraftexzentrizität im unarmierten Fall. (Bei weicher Bet-

Berechnungsfall	Radiale Bettungsziffer C	Bruchbeginn (Betonrandstauchung $\epsilon_r = 3\text{‰}$)			
		Scheitellast	Vertikale Verschiebung im Scheitel	Horizontale Auswärtsbewegung im Knoten 5	Höhe der Beton-druckzone
	MN/m ³	MN/m ²	cm	cm	cm
U 5 keine Armierung	50	0.565	8.5	2.8	12
U 6 $\mu = 0.12\%$ $Fe = Fe' = 3.35 \text{ cm}^2/\text{m}'$ ($\varnothing 8$, $t = 150 \text{ mm}$)	50	0.58	8.6	2.9	12
U 7 $\mu = 0.28\%$ $Fe = Fe' = 7.54 \text{ cm}^2/\text{m}'$ ($\varnothing 12$, $t = 150 \text{ mm}$)	50	0.60	8.8	2.9	13
U 8 keine Armierung	20	0.42	14.2	4.9	8

Erforderlicher Armierungsgehalt bei linear-elastischer Bemessung und einer Bruchlast von 0.565 MN/m^2 bei $C = 50 \text{ MN/m}^3$, $\mu = \mu' = 3.8\%$ bzw. dickere Verkleidung

Tab. 1. Einfluss der Biegearmierung auf die Bruchlast

tung, im Lockergestein, könnte dies anders sein.). Zudem bewirkt eine Armierung eine Steifigkeitserhöhung, die ihrerseits eine grössere Momentenbeanspruchung anzieht. Es ist deshalb nicht erstaunlich, dass der Nutzen der Biege-

armierung gemäss Abb. 3 und Tab. 1 gering ist.

Adressen der Verfasser: Erwin Kessler, Dr. Ing. ETH/SIA, 9546 Tutwil TG (vormals bei Ingenieurbureau Heierli AG); Max Gloor, dipl. Bauing. ETH, Ingenieurbureau Heierli AG, 8033 Zürich.

Neue Rohrvortriebsmethode für durchlässigen Baugrund

In stark durchlässigem Baugrund wie z.B. Schotter mit Grundwasser ist das Pressvortriebsverfahren für Rohre nur anwendbar, wenn der Baugrund genügend abgedichtet und verfestigt werden kann. Beim GU-Jetting-Verfahren wird der Boden mit einer speziellen Injektionsmischung verdichtet und verfestigt, worauf das vorgesehene Rohr eingepresst wird. Das Verfahren ist eine Weiterentwicklung des für vertikal erstellte Baugrubensicherungen bereits erprobten Jet-Grouting-Verfahrens.

Situation

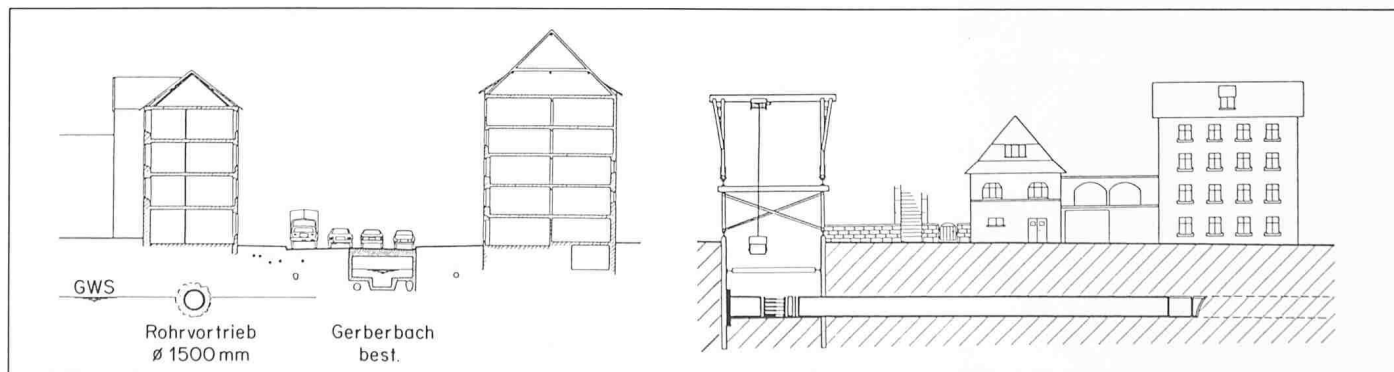
Die Stadt Schaffhausen erstellt im Rahmen eines Sanierungsprogramms des

städtischen Kanalnetzes einen Sammelkanal vom Busdepot beim Schwabentor bis zum Rheinuferkanal. Die heutige Leitung liegt im Bereich Bachstrasse direkt im Profil des eingedeckten Gerber-

bachs. Die Sanierung ist erforderlich, weil der bestehende Kanalquerschnitt zu klein ist; ausserdem ist der Kanalunterhalt im Bachprofil schwierig und kostspielig.

Die Bachstrasse ist die am stärksten frequentierte Strasse des Stadtgebiets. Verkehrsumleitungen sind daher praktisch nicht möglich, die Sanierungsmassnahmen müssen unter Aufrechterhaltung des Verkehrs erfolgen. Bei der Wahl des Bauverfahrens wurde aus diesem Grund der Lösung mittels Pressvortrieb der Vorrang gegeben.

Bild 1. Querschnitte Bachstrasse, Schaffhausen



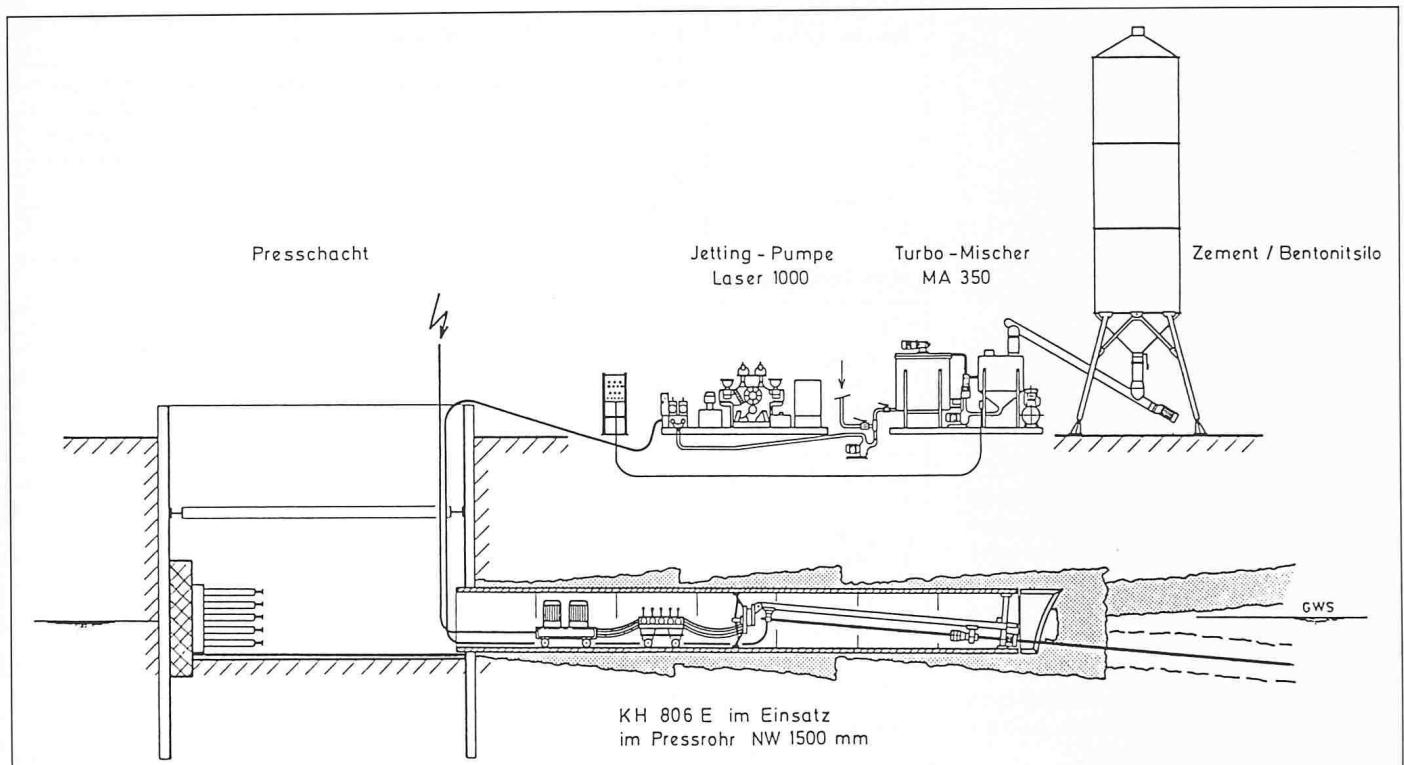


Bild 2. Verfahrensprinzip. Der anstehende Boden wird mittels glockenförmig angeordneter Jetting-Säulen verdichtet und konsolidiert

Der Baugrund

Im Bereich Busdepot bis Hirschweg ist der Baugrund für das Pressvortriebsverfahren ideal. Beim nächsten Abschnitt bis zum Schalcheneck jedoch stellen die geologischen und hydrologischen Verhältnisse hohe Anforderungen. Der Rohrvortrieb kommt hier auf eine Länge von rund 150 m in einen sehr durchlässigen Schotter mit Grundwasser zu liegen, dessen Spiegel bis auf kleine Teilbereiche nicht über den Scheitel des Pressrohrs hinausreicht. Erschwerend

kommt ferner hinzu, dass fast die gesamte Pressrohlänge in diesem Bauabschnitt unter Häuser zu liegen kommt. Deshalb stellt diese Aufgabe besondere Ansprüche an die Ausführung. In der Submissionsphase war den Anbietern die Wahl des Bauverfahrens freigestellt.

Ausführung

Die Arbeitsgemeinschaft «Kanalisation Bachstrasse Los 3» der Firmen GU Tiefbau AG, Lerch AG, Schaffhausen, Locher + Cie AG und Schneider's Er-

ben konnte der Stadt Schaffhausen zur Lösung dieses heiklen Problems eine moderne und für diese relativ kleinen Rohrprofile neue Technik anbieten. Die für die Arbeitsgemeinschaft federführende Schaffhauser Spezialtiefbau-firma GU Tiefbau AG hatte zur Ausführung der Baugrubensicherung Bachstrasse Los 2, Untergries/Unterstadt, bereits ein neues Bauverfahren, das «Jet-Grouting» - hier «GU-Jetting» -, angewandt. Bei diesem Bauverfahren wird bei hohem Druck, bis 800 bar, Zementmilch unter Rotation in den Boden gepresst. Der hohe Druck und die

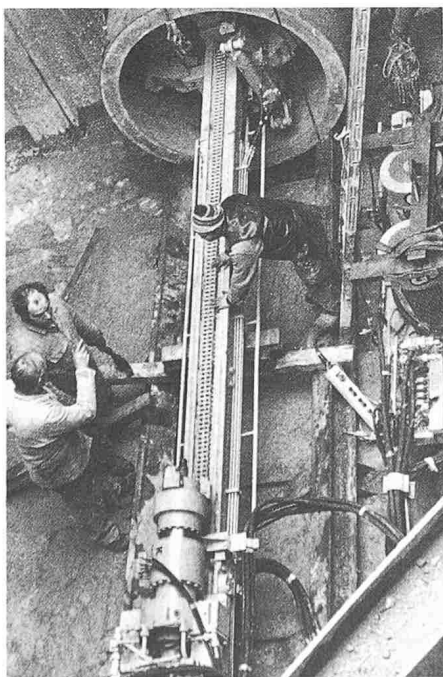
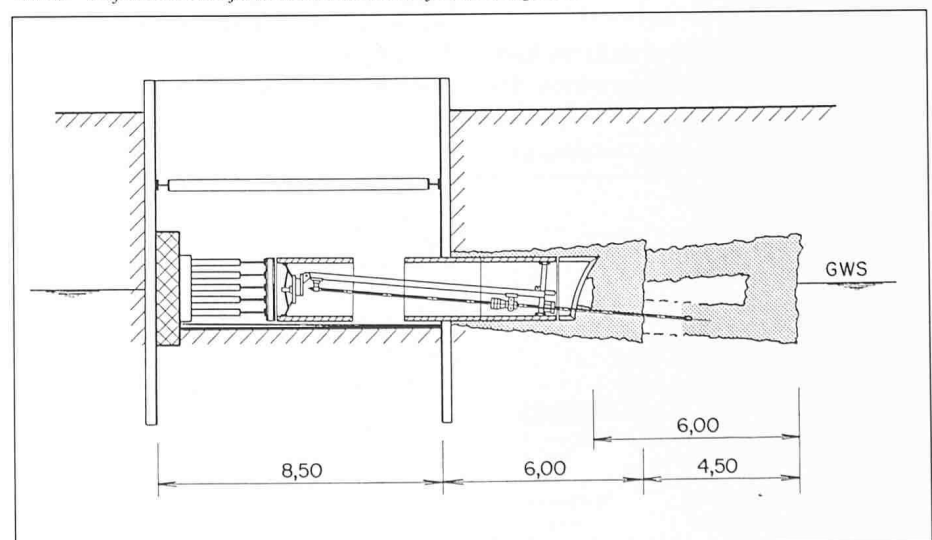


Bild 4. Bohrgerät auf Laffette im Schacht

Bild 3. Aufbauen des Injektionsschirms mit Hilfe des Bohrgerätes



Rotation zerstören zuerst das Bodengefüge, das mit Zement aufgemischt nach dem Abbinden des Zements zu künstlichem Fels erstarrt. Dieses Bauverfahren wurde im Baulos 2 in vertikaler Anordnung angewendet. Es diente zum Erstellen der Baugrubenwände mit möglichst geringen Erschütterungen und Immissionen.

Dasselbe Verfahren wird nun in einer Weiterentwicklung im Bauabschnitt Hirschweg/Schalcheneck horizontal angewandt. Im Gegensatz zur vertikalen Anordnung ist der Ablauf hier wesentlich komplexer. Einerseits kann in Rohren von 1,50 m Durchmesser nicht mehr mit den üblichen Geräten gearbeitet werden, und andererseits übernimmt hier das «GU-Jetting» nur die

Funktion des Abdichtens. Der Zusammensetzung des Injektionsgutes ist daher grösste Aufmerksamkeit zu schenken. Wird die Zementsuspension zu stark gewählt, so muss wegen der zu hohen Festigkeit beim späteren Rohrvortrieb der gesamte Ausbruch mit Spitzgeräten abgebaut werden. Ist die Suspension dagegen zu weich, so würden Einbrüche an der Ortsbrust entstehen.

Beim gewählten Bauverfahren wird mit einem speziell für diese Arbeiten konstruierten Bohrgerät der Boden rund um das Profil des künftigen Pressrohrs unter hohem Druck und mit einer speziellen Injektionsmischung verdichtet und gezielt verfestigt, so dass einerseits der Zufluss des Wassers zur Ortsbrust unterbunden wird, andererseits jedoch

der Abbau des verfestigten Materials keine Probleme verursacht.

In die so verfestigte Zone werden dann die Stahlbeton-Pressrohre eingestossen. Während des Bauvorgangs sind die kleinen Hohlräume rund um das Pressrohr laufend mit einer Betonit-Antisol-Mischung auszufüllen, damit keine Setzungen an den zu unterfahrenden Häusern entstehen können.

Dieses Anwendungsbeispiel zeigt, dass auch eine Tiefbaufirma mittlerer Grösse mit einer vernünftigen Risikobereitschaft neue Technologien und damit auch neue Märkte – über die Schaffhauser Grenze hinaus – erschliessen konnte.

Adresse des Verfassers: H. R. Meier, GU Tiefbau AG, Ernst Müller-Strasse 4, 8207 Schaffhausen.

Immer neue Weltwunder

Spektakuläre Ingenieurleistungen finden zwar immer wieder Beachtung, aber nicht mehr fraglos ungeteilte Bewunderung. Ins «Guinness Book of Records» zu kommen mag eine gewisse Signalwirkung haben. Technisch machbar ist heute fast alles geworden, doch die tiefere Frage nach Sinn, Nutzen und Folgen für Mensch und Umwelt muss den verantwortungsbewussten Ingenieur heute beschäftigen. Dies ist die weniger augenfällige Basis, auf der heutige neue Grossprojekte als Gemeinschaftswerke verschiedenster Ingenieursparten Wirklichkeit werden.

(BP)

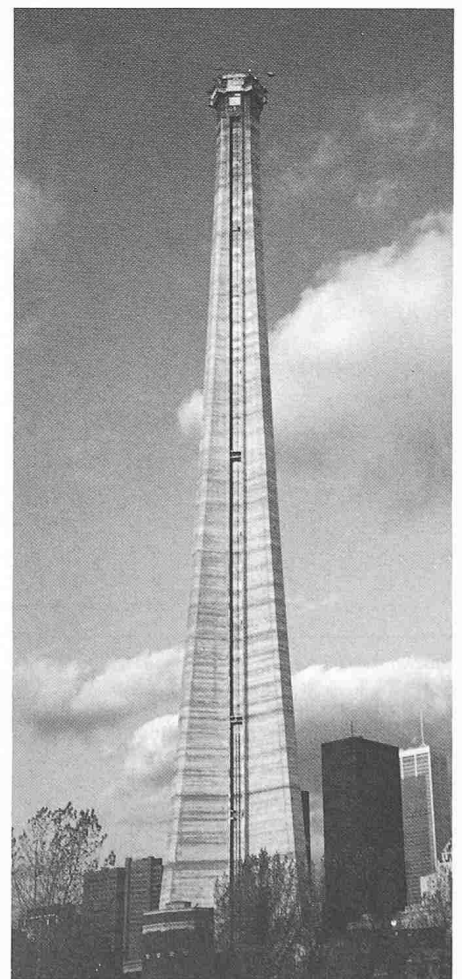
Schon vor über 2000 Jahren war man stolz auf menschliche Höchstleistungen der Baukunst und der Grossplastik. Der griechische Dichter Antipatros stellte zu jener Zeit eine Liste von sieben Bauwerken zusammen, die damals als berühmteste Leistungen galten: Die sieben klassischen Weltwunder.

Von diesen existiert nur noch eines, nämlich die *Pyramide von Gizeh* in Ägypten. Die anderen sechs fielen längst dem Zahn der Zeit zum Opfer. So der *Koloss von Rhodos*, eine Riesenstatue des Sonnengottes Helios, die über einer Hafeneinfahrt der Insel Rhodos stand. Dann der *Leuchtturm Pharos*, der Insel bei Alexandria, auf dem nachts ein Holz- und Pechfeuer unterhalten wurde. Ein architektonisches Prunkstück war ein in mehreren Stufen errichtetes Gebäude in Babylon mit prächtigen Gärten auf den Flachdachabsätzen: Die *hängenden Gärten der Semiramis*. Als Weltwunder gelten ferner der *Artemistempel in Ephesos*, das *Mausoleum in Halikarnossos*, das sich der persische Statthalter Mausolos als Grabmal erbauen liess und die 15 Meter hohe *Zeusstatue in Olympia*.

Diesen sieben bedeutenden Sehenswürdigkeiten der Antike, die als Weltwunder gewertet wurden, versuchte man vor Jahren Leistungen der Technik und Wissenschaft

unseres Jahrhunderts gegenüberzustellen. Ein fachkundiges Gremium wählte ebenfalls sieben aus, die als moderne Weltwunder gelten dürften: Das Delta-Projekt in Holland (ein Sicherheitssystem gegen Flutkatastrophen), dann die Raumfahrt, die Kernfusion und den Computer. Aus dem medizinischen Bereich wählte man die Pille, dann die Erzeugung eines künstlichen Gens (Träger von Erbeigenschaften) sowie die Organverpflanzung (z.B. Herztransplantationen).

Seit dieser neuen Auswahl ist eine weitere technische Höchstleistung von Weltwunderausmassen entstanden, der Fernsehturm von Toronto. Mit seinen 553 m Höhe überragt er alle Bauwerke der Erde. Da er sich nach oben verjüngt, hat er eine schlanke Silhouette. In 300 m Höhe ist um die Turmachse herum ein runder Gebäudekomplex gebaut. Er enthält ausser einem Aussichtsraum, einem drehbaren Restaurant und einer Diskothek die Räumlichkeiten für die Fernseh- und Radiosendeanlagen sowie ein kleines Kraftwerk für den Strombedarf des Turms. Auf 447 m Höhe, direkt unter dem Antennenteil, liegt die höchste Aussichtsgalerie. Man sieht von dort bei gutem Wetter 200 km weit in die Runde. Die Verwirklichung dieses neuen Weltwunders kostete stolze 52 Mio. kanadische Dollar. Die Höhe dieses Bauwerkes



mag beeindruckend, noch mehr aber ist es Symbol des Zusammenwirkens von Nachrichtentechnik und Bauingenieurleistung im überzeugenden Gesamtwerk.

Adresse des Verfassers: Emanuel Riggenbach, unt. Batterieweg 125, 4059 Basel.