

**Zeitschrift:** Schweizer Ingenieur und Architekt  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 117 (1999)  
**Heft:** 36

**Artikel:** Ausbau der unteren Querschnittshälfte des Stollens: Vorgehen bei der Submission  
**Autor:** Kiefer, Hansjörg / Steiner, Hans-Rudolf / Naef, Ernst  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-79780>

### **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**

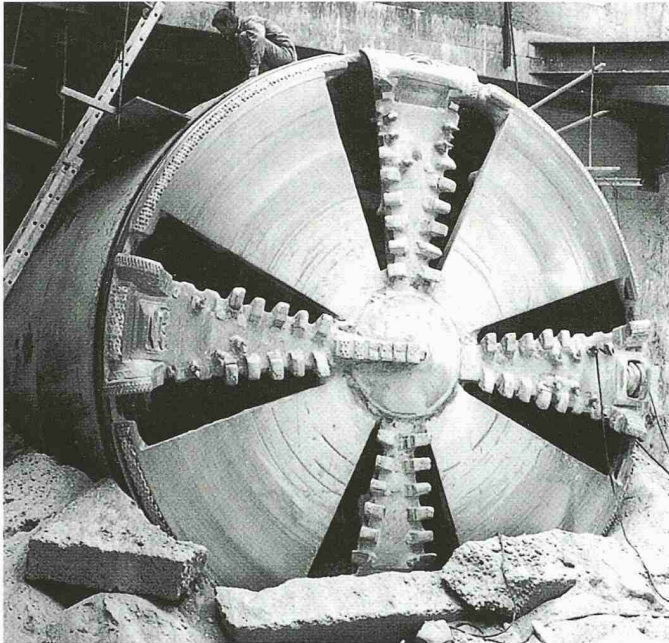
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées 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:** 09.02.2026

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



4

Mixschild-TBM mit Schneidrad im Lockergestein

rungen beim Projekt «Anschluss-Stollen Glatt» hat die funktionelle Ausschreibung im Untertagebau vor allem für den Bauherrn organisatorische, qualitative und preisliche Vorteile. Er sichert sich damit:

- über einen Wettbewerb der Ideen die Planung und Ausführung eines Bauvorhabens zu einem verbindlichen und günstigen Globalpreis
- die bestmögliche Garantie für das Erreichen der Ziele: «Gute Qualität» und «Einhaltung der Termine und Kosten»

- eine einfache Organisationsform mit eindeutiger Zuordnung der Verantwortlichkeiten.

Während der Ausführung übernimmt der Totalunternehmer Aufgaben der Projekt- und Bauleitung, die insbesondere an die Organisation und Durchführung der Qualitätskontrolle hohe Anforderungen stellen. Positiv können die einfache Organisation sowie die kurzen Entscheidungswege gewertet werden. Die direkten Kontakte mit dem Bauherrn und die Zusam-

menarbeit mit dem Ingenieur auf der Basis «Wir sitzen im gleichen Boot» haben für alle Beteiligten Vorteile. Das sonst übliche Zwischenglied «Bauleitung» wurde im vorliegenden Beispiel nicht vermisst. Der Totalunternehmer muss jedoch beachten, dass die Kosten für die Projektleitung in städtischen Verhältnissen etwa doppelt so gross sind wie bei einer konventionellen Projektabwicklung in ländlichen Regionen. Beim Anschluss-Stollen Glatt belaufen sich diese Kosten auf rund 2% der Bau-summe.

Unter Berücksichtigung der eingangs erwähnten Voraussetzungen für die Durchführung einer funktionellen Ausschreibung dürfte eine solche im Untertagebau auch in Zukunft eher die Ausnahme bilden. Bei diesen Ausnahmen wünschte sich der Unternehmer:

- eine grössere Selektion durch die Präqualifikation,
- die angemessene Entschädigung der Projekt- und Submissionskosten,
- bei der Vergabe eine gegenüber dem Preis stärkere Gewichtung der technischen Risiken sowie der Erfahrung und Referenzen des Totalunternehmers
- und dass die Normen SIA 118 und 198 unverändert gültig bleiben und spezielle Risiken nicht einseitig dem Unternehmer überbunden werden.

Adresse des Verfassers:

Karl Henniger, dipl. Ing. ETH, Direktor, Zschokke Locher AG, Postfach, 8022 Zürich

Hansjörg Kiefer, Hans-Rudolf Steiner und Ernst Naef, Zürich

## Ausbau der unteren Querschnittshälfte des Stollens

### Vorgehen bei der Submission

**Das Konzept des Innenausbaus für den Anschluss-Stollen umfasst zwei Querschnittshälften mit unterschiedlichen funktionellen Anforderungen. Die untere Querschnittshälfte ist für die Aufnahme der beiden grosskalibrigen Abwasserrohre bestimmt. Ihr oberer Abschluss bildet die Arbeitsebene mit einem von Pneumofahrzeugen befahrbaren Belag. Im folgenden Beitrag werden das Konzept der unteren Querschnittshälfte sowie das Vorgehen für die Submission der Planung, Projektierung und Ausführung dargestellt.**

Die beiden Stollen-Querschnittshälften werden von verschiedenen Auftragnehmern bearbeitet. Während Planung, Projektierung und Ausführung der oberen Hälfte im Zusammenhang mit dem Bereich Bauwerke Glatt von einem Gesamtplaner bzw. von einem Generalunternehmer wahrgenommen werden, verlangte die untere Querschnittshälfte aufgrund ihres besonderen Charakters ein anders strukturiertes Vorgehen.

In diesem Bereich des Stollens ist die Materialwahl der Abwasserrohre für den Innenausbau entscheidend. Die Materialwahl wiederum wird unter anderem von

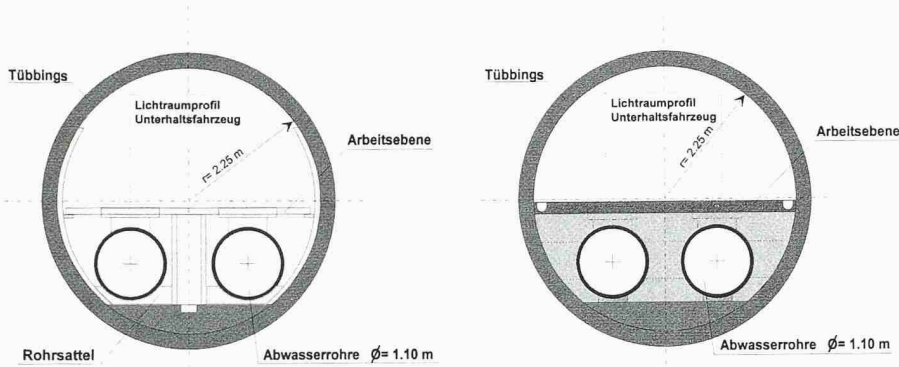
der Art der Lagerung der Rohre beeinflusst. Grundlagen bildeten somit die Konfiguration des Stollenquerschnitts sowie die material- und ausführungstechnischen Vorgaben.

### Die Wahl des Rohrmaterials

Die Bauherrschaft beauftragte einen ausgewiesenen Experten mit der Ausarbeitung eines Berichts zur Wahl des Materials für die Abwasserrohre. Parallel dazu wurde in Zusammenarbeit mit Fachberatern eine Studie erarbeitet, die sich mit den beiden zur Diskussion stehenden Arten der Rohrlagerung auseinandersetzte. Darauf wird in einem späteren Abschnitt eingetreten. Die Untersuchungen zu Material und Lagerung gründeten auf den folgenden Voraussetzungen:

- Durch den 5,3 km langen Stollen sind 1,5 m<sup>3</sup>/s Abwasser zu führen





1  
Varianten «Stahlunterbau» und «Tiefbau»

- Der Innendurchmesser der Rohre wurde bereits im Vorlageprojekt 1993 mit 1100 mm angenommen und im Hydraulikbericht 1997 definitiv bestätigt
  - Eine muffenlose, kraftschlüssige Ausführung der Abwasserrohre ist aus verschiedenen Gründen ausgeschlossen, u.a. wegen der auftretenden Längenausdehnung
  - Der Verbindungsstoss zwischen den einzelnen Rohrelementen (2 bis 6 m lang) ist so auszubilden, dass er Längenänderungen der Rohre infolge von Temperaturschwankungen problemlos aufnehmen kann
  - Das Stollengefälle beträgt durchgehend 2‰. Der Zugang ist nur von den beiden Stollenenenden möglich
  - Die Reinigung der Rohre muss, wie überall in der Stadt Zürich, mit Hochdruck durchgeführt werden können.
- Die vergleichende Untersuchung erstreckte sich auf die folgenden neun Rohr-

materialien, die als langfristig kostengünstig und bewährt gelten:

- Beton
- Faserzement
- GFK (Glasfaserkunststoff), geschleudert
- GFK, gewickelt
- Guss, duktil
- HDPE (Hochdruckpolyethylen)
- Polymerbeton
- PVC (Polyvinylchlorid)
- Steinzeug.

Die folgenden Kriterien dienen der Beurteilung: thermische Längenänderung, Abrieb, Bemessung, Montierbarkeit, Wartungsaufwand, Reparaturanfälligkeit, Rohrverbindung, Schlagempfindlichkeit, Korrosion, Hochdruckreinigung und Brandverhalten.

Der Gutachter erteilte für jedes Material zu den einzelnen Kriterien je eine Note, wobei 5 den besten, 1 den schlechtesten Wert darstellte. Aus der Summe der erteilten Noten ergab sich die Rangfolge

für die Eignung der betrachteten Rohrmaterialien. Die Bewertung zeigte eine eindeutige Überlegenheit des Materials Steinzeug für diesen besonderen Verwendungszweck.

## Die Wahl der Rohrlagerung

Hier standen zwei grundsätzliche Varianten zur Diskussion:

Die Rohre werden punktweise auf Rohrsätteln (feuerverzinkt oder Kunststoff) in regelmässigen Abständen von rund 1 m gelagert. Über den Rohren liegt eine Arbeitsebene aus Gitterrosten, die sich auf einen Stahlunterbau abstützt.

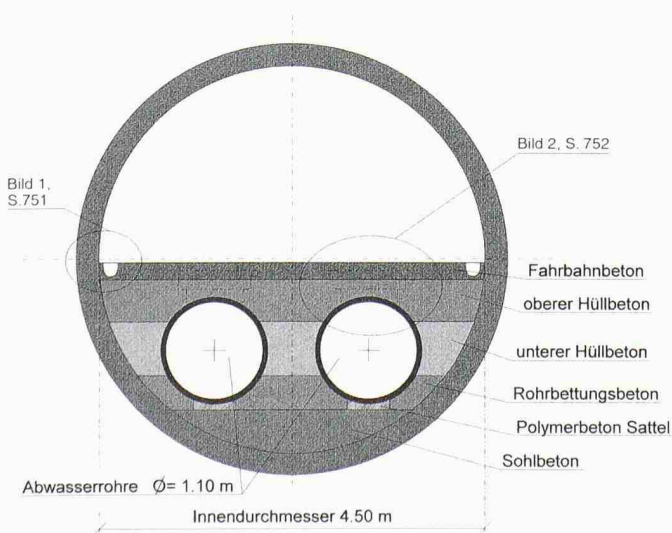
Die Tübbings der Stollenauskleidung weisen gegenüber der Stollenachse in vertikaler und horizontaler Richtung eine gewisse Toleranz auf. Die Rohrsättel können deshalb nicht direkt auf die Tübbings montiert werden; ein an Ort eingebrachter Sohlbeton gleicht die Ungenauigkeit aus und bildet das Auflager für die Rohrsättel. Die mit einer Justiervorrichtung versehenen, aus feuerverzinktem Stahl hergestellten Sättel sind im Sohlbeton verankert. Die auf ihnen gelagerten Abwasserrohre weisen alle 2 bis 6 m einen beweglichen Verbindungsstoss auf, der temperaturbedingte Längenänderungen kompensieren kann. Für den Längstransport ist auf der Arbeitsebene aus Gitterrosten ein schienengebundenes Transportmittel vorgesehen.

Die Rohre werden kontinuierlich gelagert und in einen Kieskoffer oder ähnliches Material gebettet. Die Arbeitsebene wird von einem mit Pneufahrzeugen befahrbaren Belag gebildet.

Auch in dieser Variante wird die Ungenauigkeit der Tübbings mit einem an Ort eingebrachten Sohlbeton ausgeglichen. Der Sohlbeton dient somit als kontinuierliches Auflager für die Abwasserrohre, die ebenfalls alle 2 bis 6 m einen beweglichen Verbindungsstoss aufweisen. Zur Fixierung der Rohre im unteren Drittel der Querschnittshälfte dient normaler Magerbeton; darüber werden sie in ein Hüllmaterial eingebettet.

Die beiden untersuchten Varianten wurden aufgrund der folgenden Kriterien einander gegenübergestellt:

- Konzept und Konstruktion:
  - Rohrlagerung
  - Arbeitsebene
  - Schutz der Abwasserrohre
- Unterhalt:
  - Konstruktion
  - Kontrolle der Abwasserrohre
  - Ersatz der Abwasserrohre



2  
Stollenquerschnitt

- Bauvorgang
- Erstellungskosten.

Die Beurteilung erfolgte aufgrund einer Nutzwertanalyse, in der jedem der oben aufgeführten Kriterien eine Gewichtung und je eine Note für die beiden Varianten zugeordnet wurden. Die Erstellungskosten fanden keinen Eingang in die Beurteilung, da der Kostenunterschied der Varianten verhältnismässig gering war und innerhalb der Genauigkeit des Kostenermittlungsverfahrens lag. Der Wert 4 entsprach einer sehr guten, der Wert 1 einer ungenügenden Beurteilung bzw. Gewichtung. Das Ergebnis wies im Verhältnis 3:2 eindeutig die Überlegenheit der Variante 2 - kontinuierliche Lagerung der Abwasserrohre - gegenüber der Lagerung auf Rohrsätteln aus.

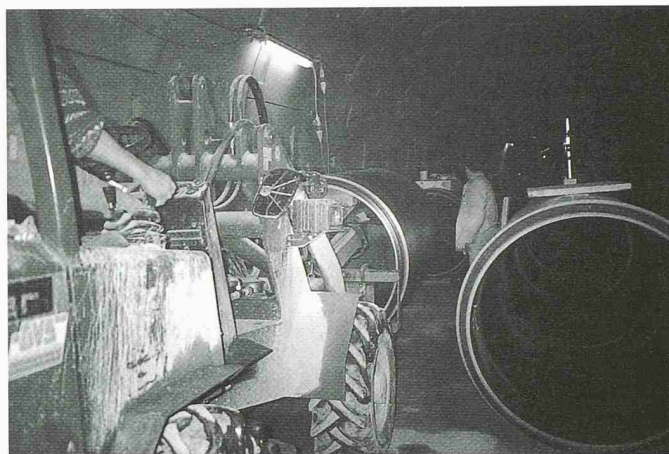
### Wahl des weiteren Vorgehens

Mit der Bestimmung des Materials für die Abwasserrohre und der Ausbauvariante waren die Voraussetzungen für die Art der Submission und des Vorgehens für Planung, Projektierung und Ausführung der unteren Querschnittshälfte des Stollens geschaffen. Die Arbeiten für die Ausführung umfassten ein Bauvolumen von rund 20 bis 25 Mio. Franken und waren grundsätzlich öffentlich auszuschreiben.

Es zeigte sich rasch, dass das gängige Verfahrensmodell «Einzelleistungsträger» für die in Frage stehenden Arbeiten nicht geeignet war, da der Aufwand auf der Seite des Bauherrn für die Koordination der einzelnen Unternehmungen bzw. Leistungsträger innerhalb des engen Stollenquerschnitts unverhältnismässig hoch gewesen wäre. Damit schienen nur die beiden folgenden Vorgehensweisen diskussionswürdig:

Modell «Generalunternehmer»: Das Vorgehen darf als bekannt vorausgesetzt werden: Ein vom Bauherrn beauftragter Projektverfasser erarbeitet die Submissionsunterlagen. Für das Detailprojekt und die Ausführung erfolgen eine öffentliche Ausschreibung und in der Folge die Vergabe des ganzen Pakets an einen Generalunternehmer.

3  
Versetzen der  
Steinzeugrohre



Modell «Totalunternehmer»: Der Projektleiter erstellt einen «funktionalen», anforderungsorientierten Leistungsbeschrieb in Zusammenarbeit mit einem ihm zugeordneten Spezialisten. Anschliessend werden Planung, Projektierung und Ausführung öffentlich ausgeschrieben und das Gesamtpaket einem einzigen Unternehmer - dem Totalunternehmer - vergeben.

Der Bauherr entschied sich im Sinne der eindeutigen Verantwortungszuweisung bzw. einer Minimierung der Schnittstellen für das Modell «Totalunternehmer».

### Durchführung und Ergebnis der «funktionellen Submission»

Grundlagen der Submission bildeten die Vorgaben des Bauherrn, die grundsätzlich nur funktionelle Anforderungen definierten. Der Anbieter konnte das Material für die Verkehrsebene, für die Rohrbettung u.a. selbst vorschlagen. Er musste lediglich das bereits evaluierte Steinzeug als Rohrmaterial übernehmen. Fünf Bewerber reichten Offerten mit sehr zufriedenstellenden Ergebnissen ein:

- Es handelte sich mehrheitlich um kostengünstige Offerten
- Die vorgeschlagenen Lösungen erwiesen sich als technisch ausgereift. Die Verwendung von nur zwei Materialien - Beton und Steinzeug - be-

deutete günstige Voraussetzungen für Unterhalt und Reparaturanfälligkeit

- Der Vertragsabschluss zu einem Pauschalpreis war sowohl für den Bauherrn wie für den Unternehmer zweckmässig
- Das Terminrisiko für den Bauherrn war gering.

Das Verfahren «Totalunternehmer» ist bekannt und hat sich bewährt. Bei der Sanierung der Abwasserverhältnisse Zürich-Nord kam es gleich zweimal zur Anwendung: für die Ausbruch- und Rohbauarbeiten des Anschluss-Stollens Glatt und - wie oben dargestellt - für den Ausbau der unteren Querschnittshälfte des Stollens. Daraus soll keine allgemeingültige Empfehlung abgeleitet werden. Vielmehr ist die Eignung des Verfahrens für jede Aufgabe neu zu ermitteln.

Adressen der Verfasser:

Hansjörg Kiefer, dipl. Ing. FH, Hans-Rudolf Steiner, Entsorgung + Recycling, Bändlistr. 108, 8010 Zürich, und Ernst Naef, dipl. Ing. ETH/SIA, Fietz AG Bauingenieure, Fraumünsterstrasse 9, 8001 Zürich