

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

Artikel: Projektierung und Bau des Anschluss-Stollens Glatt: Erfahrungen des Bauherrn
Autor: Kiefer, Hansjörg / Naef, Ernst
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-79778>

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: 31.07.2025

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

Hansjörg Kiefer und Ernst Naef, Zürich

Projektierung und Bau des Anschluss-Stollens Glatt

Erfahrungen des Bauherrn

Bei der Projektierung und Ausführung des Stollenrohbaus wurde in wesentlichen Teilen Neuland beschritten. Im Folgenden werden die Erfahrungen aus der Sicht der Bauherrschaft dargestellt. Es sei vorausgeschickt, dass daraus kein allgemeingültiges Verfahren abzuleiten ist. Es handelt sich beim Vorhaben SAN um einen Einzelfall, für den sich nach Meinung der Bauherrschaft mit einem adäquaten Vorgehen allerdings eine optimale Lösung ergab. Im Übrigen muss jede Bauaufgabe gesondert auf ihre Eignung für das angewendete Vorgehen geprüft werden.

Eine ausführliche Darstellung des Wegs, der schliesslich zur gewählten Vorgehensweise führte, findet sich im Beitrag «Vorgehen bei der Submission des Anschluss-Stollens Glatt» in SI+A 33/34 1997, S. 650-652. Nachfolgend werden Erkenntnisse aus dem Wettbewerbsverfahren und Besonderheiten des Werkvertrags erläutert. Der letzte Abschnitt ist den Erfahrungen aus Projektierung und Ausführung des Stollenbauwerks gewidmet, soweit sie im heutigen Zeitpunkt bereits abschliessend formuliert und bewertet werden können.

Aufgabenstellung, Vorgehen und Entscheid

Der Überleitungsstollen ist neben den oberirdischen Bauten an den Stollenenden und der Limmatunterquerung das Hauptelement des Gesamtvorhabens. Zum besseren Verständnis der nachfolgenden Ausführungen sei die aus Risiko- und Sicherheitsüberlegungen hervorgegangene technische Konfiguration des Stollens in Erinnerung gerufen: Das Abwasser wird in zwei geschlossenen, in der unteren Hälfte des Stollenquerschnitts einbetonierten Rohren von 1,1 m Innendurchmesser geführt. In der oberen Hälfte sind Installationen für Sicherheit, Reinigung und Unterhalt sowie Platz für ein Stollenfahrzeug vorgesehen. Der rund 5,3 km lange Stollen mit kreisrundem Querschnitt von 4,5 m

Innendurchmesser weist ein durchgehendes Gefälle von 2‰ auf. Gebirgssicherung und Auskleidung bestehen aus einer wasserdichten, mit Mörtel hinterfüllten einschaligen Tübbingröhre.

Neues Vorgehen für höhere Effektivität

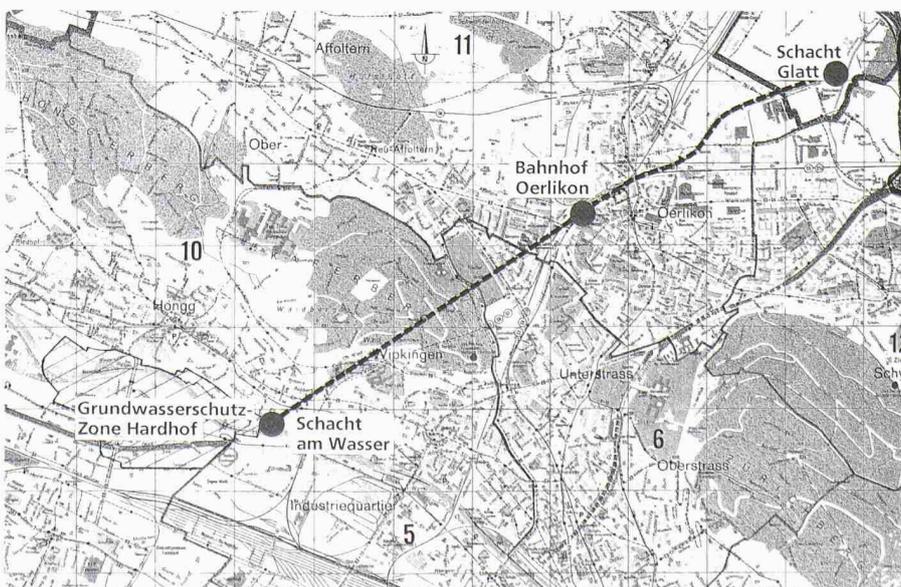
Der Fixpunkt Bahnhof Oerlikon teilt die Gesamtlänge in einen nördlichen und einen südlichen Teil von 2900 bzw. 2400 m. Er markiert gleichzeitig ungefähr die Nahtstelle der verschiedenen Baugrundverhältnisse. Die bautechnisch äusserst schwierigen geologischen Voraussetzungen - inhomogenes Lockergestein - im Nordabschnitt vom Bahnhof Oerlikon bis zum Klärwerk Glatt stellten im Unterschied zum Südabschnitt ungewöhnlich hohe Anforderungen an die Ausführungstechnik. Zweifel an der Eignung des herkömmlichen Verfahrens mit Einbezug des Unternehmers erst zu einem relativ späten Zeitpunkt gaben der Idee Raum, die Erfahrungen und das technische Optimierungspotential des Unternehmers bereits möglichst früh in die Projektierung einfließen zu lassen.

Die Vorteile des Verfahrens gegenüber dem herkömmlichen Vorgehen sind eklatant: Die frühzeitige Einflussnahme des Unternehmers fällt bei ausführungstechnisch schwierigen Aufgaben besonders ins Gewicht. Die Verantwortung für Projekt und Ausführung liegt in einer Hand beim Unternehmer (Ausführungsqualität, Kosten, Termine); der Bauherr hat nur einen Vertragspartner. Der Unternehmer übernimmt die werkvertragliche Erfolgsgarantie für seine Leistung. Das Projekt ist auf die ausführungstechnischen Möglichkeiten des Unternehmers zugeschnitten. Das Risiko einer massiven Kostenüberschreitung ist gering, da die Kosten des Stollenrohbaus bereits vor der Kreditsprechung durch die Stimmberechtigten der Stadt Zürich verbindlich offeriert wurden.

Der Entscheid der Bauherrschaft, im Rahmen eines mehrstufigen Submissionsverfahrens die Vorteile der «Frühen Unternehmermitwirkung» zu nutzen, setzte ein Verfahren in Gang, das für die meisten Beteiligten neu war und somit ein gewisses Risiko einschloss, das aber auf der anderen Seite auf hohe Effektivität und konsequent auf die Zielerfüllung ausgelegt war. Einer von der Bauherrschaft ins Leben gerufenen unabhängigen Expertenkommission oblag es, den Verfahrensablauf zu begleiten, die Projekte stufenweise zu werten und schliesslich den geeignetsten Vorschlag zur Ausführung zu empfehlen.

Sechs aus einem Präqualifikationsverfahren hervorgegangene Bewerbergrup-

1
Linienführung des Anschluss-Stollens Glatt, Situation. Reproduziert mit Bewilligung des Vermessungsamts der Stadt Zürich vom 28.7.1999 und der Orell Füssli AG vom 28.7.1999



pen (Ingenieure und Unternehmer) mussten in einer ersten Phase mit nur wenigen, zwingend notwendigen Vorgaben ein Vorprojekt mit Kostendach ausarbeiten. Aufgrund der Bewertung nach den Kriterien Umwelt, Bauzeit, Vortriebsmethode und Setzungsempfindlichkeit gelangten drei der sechs Projekte in die zweite Phase, die über präzisere Vorgaben mit bindendem Charakter in ein Submissionsprojekt mündete. Diesen Teilnehmergruppen wurde Gelegenheit gegeben, ihre Angebote der Expertenkommission zu erläutern. Ein entsprechend verfeinerter Beurteilungsraster und die Einführung von zusätzlichen Kriterien führten schliesslich am Ende des Verfahrens zur Wahl der mit der Ausführung zu beauftragenden Arbeitsgemeinschaft.

Erkenntnisse aus dem Wettbewerbsverfahren

Phase I, Vorprojekt

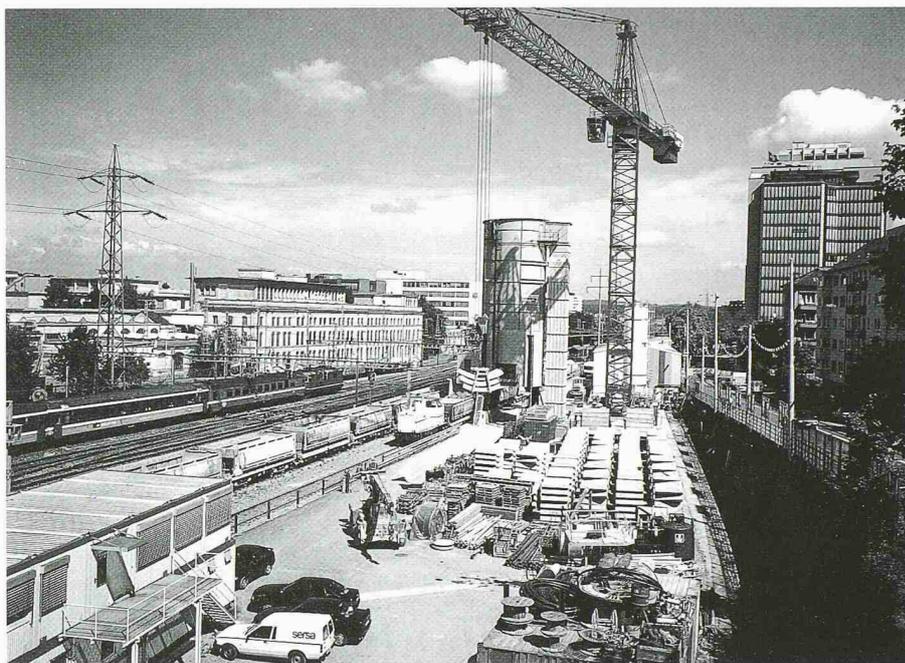
Bereits das Ergebnis von Phase I war erfreulich. Es zeigte ein unerwartet breites Spektrum von qualitativ guten, vertretbaren Lösungen, die sich im traditionellen Verfahren in so kurzer Zeit kaum ergeben hätten. Der Entscheid, den Ingenieur- und Unternehmergruppen zur Projektierung einen möglichst grossen Freiraum zu lassen, wirkte sich auf die Vielfalt der Vorschläge überaus positiv aus. Es sei aber auch nicht verschwiegen, dass die Vergleichbarkeit der Kostenschätzungen durch diese Massnahme erschwert wurde.

Phase II, Submissionsprojekt

Auch aus Phase II resultierten qualitativ einwandfreie Projekte für optimal an die Baugrundverhältnisse angepasste Vortriebssysteme zu vorteilhaften finanziellen Bedingungen. Dieses gute Ergebnis wurde nicht zuletzt dank der hohen Dichte der durchgeführten Baugrundaufschlüsse möglich.

Besonderheiten des Werkvertrags

Äusserliches Merkmal des Werkvertrags mit dem Totalunternehmer ist sein be-



3

Installationsplatz des Zwischenangriffs beim Bahnhof Oerlikon (Bild: H. Künzi, Hallau)

scheidener Umfang: er umfasst nur 26 Seiten. Aufgrund des ungewöhnlichen Aufgabenspektrums im Zusammenhang mit dem Verfahren «Frühe Unternehmermitwirkung» zeigt er einige Besonderheiten, die im Folgenden erwähnt und kurz kommentiert seien.

Für die Abfassung des Vertrags diente der Grundsatz, nur solche Bestimmungen aufzunehmen, die zur Umschreibung der Aufgaben und für den korrekten Ablauf der Arbeiten unbedingt notwendig waren. Auf weniger wichtige Vorgaben, die die Freiheit des Projektierenden nur unnötig einschränken könnten, wurde bewusst verzichtet. Grundlage des Werkvertrags bildete das von der Expertenkommission beurteilte und gewählte Submissionsprojekt mit den entsprechenden Rahmenbedingungen des Bauherrn. Vertragsgegenstand waren Projektierung und Ausführung der Ausbruch- und Rohbauarbeiten für den Anschluss-Stollen Glatt zu einem Globalpreis.

Das von der Teilnehmergruppe einzureichende Leistungsverzeichnis hatte

bezüglich Vollständigkeit, Ausmass und Bildung des Globalpreises nur informativen Charakter. Der Bauherr überprüfte alle Ausführungsdokumente des Totalunternehmers auf ihre Richtigkeit; die Gesamtverantwortung lag indessen trotzdem beim Totalunternehmer.

Der Nachweis der vertraglich festgelegten Qualität oblag dem Unternehmer. Hierzu diente ein entsprechendes projektbezogenes Qualitätsmanagement (Q-Lenkungsplan usw.). Auch die Bauvermessung und der Nachweis der genauen Linieneinführung waren Sache des Unternehmers. Beide Tätigkeiten sowie die Statik wurden jedoch vom Bauherrn regelmässig kontrolliert bzw. überprüft.

Die Anforderungen hinsichtlich der Ausführungstoleranzen lagen verhältnismässig hoch: Beim Innendurchmesser des Stollens betrug die Toleranz ± 2 cm, bei der Achsabweichung 7 cm. Die Stollensohle durfte auf ihrer ganzen Länge kein Gefälle aufweisen und höchstens auf einer Strecke von 20 m horizontal verlaufen.

Die Erkundung des Baugrundrisikos erfolgte unter Mitwirkung des Unternehmers. Die zahlreichen, ungefähr im Abstand von 40 m abgeteufte Sondierbohrungen in der Lockergesteinsstrecke zeigten, dass die Linieneinführung des Stollens in diesem Abschnitt in Seeablagerungen von stark wechselnder Schichtung und Mächtigkeit mit gespanntem Grundwasser verläuft. Eine Detailprognose war kaum möglich. Der Unternehmer übernahm das Bau-

2

A: Traditionelles Vorgehen und B: Frühe Unternehmermitwirkung

Vorprojekt	allg. Bauprojekt	Detailprojekt und Submission
A	Ingenieurbüro	Unternehmer
B	Unternehmer in Zusammenarbeit mit Ingenieurbüro	

grundrisiko in voller Kenntnis dieser Situation.

Ausserdem bestimmte der Vertrag, dass der Abtransport des Ausbruchmaterials und die Anlieferung von Baustoffen und -teilen ab bzw. zum Installationsplatz auf dem Güterareal des Bahnhofs Oerlikon mit der Bahn durchgeführt werden mussten.

Für die Überwachung von Setzungen, für allfällige Massnahmen sowie für die Haftung gegenüber Dritten war der Totalunternehmer allein verantwortlich. Der Bauherr schloss seinerseits eine Bauplatz-Police ab, die die Leistungen aller am Bau Beteiligten als Mitversicherte bezüglich Haftpflicht- und Bauwesen-Versicherung umfasst.

Schliesslich war im Werkvertrag festgehalten, dass der Totalunternehmer auf seine Kosten die notwendigen Bestandes- und Zustandsaufnahmen sowie die Überwachungsaufgaben während der Arbeitsausführung übernehmen musste. Er verpflichtete sich ausserdem, den Bauherrn gegenüber Haftpflichtansprüchen von Drittpersonen zu vertreten.

Erfahrungen der Bauherrschaft

Vortriebsarbeiten

Beim Stollenvortrieb traten über die ganze Dauer der Arbeiten keine nennenswerten Probleme auf. Die Setzungen an der Oberfläche wurden laufend überprüft. Die gemessenen Werte lagen mit wenigen Ausnahmen unter den erwarteten Grössenordnungen (gemessen: 2 cm; erwarteter Wert: 3 cm). Auch darf mit Befriedigung darauf hingewiesen werden, dass der gesamte Stollenrohbau dank eines umfassenden Sicherheitskonzepts und gewissenhafter Durchsetzung der entsprechenden Vorkehrungen unfallfrei verlief.

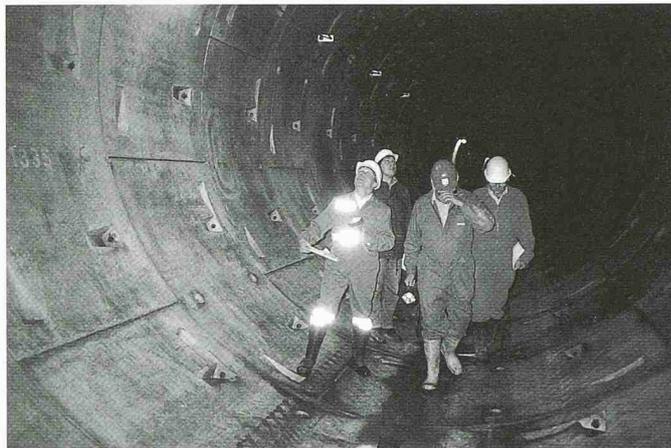
Die Grundwasserverhältnisse wurden vom Geologen im Auftrag des Bauherrn permanent überwacht. Die Schwankungen des Spiegels überschritten in keinem Fall das vorausberechnete Mass. Die geologische Prognose über die anzutreffenden Baugrundverhältnisse erwies sich als sehr verlässlich. Schwierigkeiten beim Vortrieb aufgrund unvorhersehbarer geologischer Situationen traten nie auf. Mehrforderungen des Unternehmers wären so auch ohne dessen Übernahme des Baugrundrisikos gegenstandslos gewesen.

Qualität des Bauwerks

Die Tübbings zeichneten sich hinsichtlich Festigkeit, Oberflächenbeschaffenheit und Massgenauigkeit durch eine hervorragende Qualität aus. Auch die Dichtheit der Tübbingauskleidung ist über

4

Abnahme der Molassestrecke, 8.9.98



die ganze Länge von rund 5,3 km im Wesentlichen sehr gut. Nur an wenigen Stellen im Bereich der Spritzbetonauskleidung der Kaverne dringt etwas Bergwasser ein.

Die festgelegten Toleranzen bezüglich des Längenprofils konnten grösstenteils eingehalten werden. Lediglich am Stollende direkt vor dem «Schacht Glatte» ergab die Nachvermessung einen Fehler von rund 22 cm. Durch Anpassungen im Innenausbau des Stollens gelang es jedoch, die Abweichung vollständig aufzufangen.

Zu den Kosten

Die ausgewiesenen Kosten lagen innerhalb des vertraglich vereinbarten Globalpreises. Die Bauherrschaft betrachtet dieses Faktum als direkte positive Folge des im Werkvertrag vertretenen Grundsatzes, nur die wesentlichsten Rahmenbedingungen zwingend festzulegen. Der bereits angedeutete Vorteil, dass Projektierung und Ausführung beim Totalunternehmer und somit in einer Hand liegen, bestätigte sich vorbehaltlos. Die meist kostentreibenden Schnittstellen zwischen Projektverfasser, Unternehmer und Bauleitung konnten auf diese Weise vermieden werden.

Organisation und Arbeitsweise des Totalunternehmers

Die folgende Feststellung ist nicht dem Verfahren anzulasten, sondern dem Umstand, dass die «Frühe Unternehmermitwirkung» zum ersten Mal angewendet wurde. Es zeigte sich, dass der mit dem Verfahren wenig vertraute Unternehmer den Arbeitsaufwand im Managementbereich für die Bewältigung des TU-Auftrags unterschätzt hatte. Verschiedene Gründe dürften dafür verantwortlich sein: Organisation und Arbeitsweise des Unternehmers waren im Wesentlichen auf das konventionelle Vorgehen ausgerichtet, bei dem die Betreuung der Leistungsanteile «Projekt» und «Bauleitung» normalerweise

nicht in seinem Aufgabenbereich liegt. Seine Aufmerksamkeit konzentrierte sich deshalb wohl aus Gewohnheit vorwiegend auf die Ausführung und weniger auf die Projektierung und damit verbundene Leistungen. Die Situation, plötzlich allein die ganze Verantwortung zu tragen, war ihm fremd.

Zusammenfassung

In der Rückschau darf festgestellt werden, dass sich das Verfahren «Frühe Unternehmermitwirkung» beim Einsatz für den Rohbau des Anschluss-Stollens Glatte als sehr geeignet erwiesen hat. Die hohe Qualität des ausgeführten Bauwerks, die termingerechte Fertigstellung und die erfreuliche Tatsache, dass gegenüber dem vertraglich vereinbarten Globalpreis keine Mehrkosten entstanden, bestätigt die Zweckmässigkeit des eingeschlagenen Wegs. Der Bauherr ist überzeugt, dass er auch bei vielen anderen Bauaufgaben gegenüber dem gängigen Verfahren für beide Vertragsparteien bedeutende Vorteile bietet.

Adresse der Verfasser:

Hansjörg Kiefer, dipl. Ing. FH, Entsorgung+Recycling Zürich, Bändlistr. 108, 8010 Zürich, und Ernst Naef, dipl. Ing. ETH, Fietz AG Bauingenieur, Fraumünsterstrasse 9, 8001 Zürich