

Bahnhof Museumstrasse, Unterquerung Limmat

Autor(en): **Gründler, Heini / Letta, Gion / Hagmann, Alfred J.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **102 (1984)**

Heft 48: **Die Neubaustrecke der Zürcher S-Bahn**

PDF erstellt am: **04.05.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-75574>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Auge des Kantons Zürich, der sich ein Mitspracherecht bei der Projektierung ausbedungen hatte, sind Funktionsfähigkeit und Zuverlässigkeit der Neubau-
strecke mehrmals überprüft und – mit zum Teil neuartigen bahntechnischen Einrichtungen – verbessert worden. Auch hinsichtlich architektonischer Gestaltung und Komfort wurden Massstäbe gesetzt, die der städtebaulichen Bedeutung der Anlagen und ihrer grossen Benützerzahl gerecht werden. Ein besonderes Augenmerk galt der Gewährleistung der hohen Sicherheit der Bahn. Alle denkbaren Vorkommnisse wie Brand, Stützenausfall, Wassereintritt u.a.m. wurden überprüft und in der Konstruktion so berücksichtigt, dass der Reisende in der S-Bahn mindestens so sicher sein wird wie auf jeder andern Strecke.

Am meisten Kopfzerbrechen verursachten indessen die unumgänglichen Eingriffe in die Umgebung, selbst wenn sie als Bauprovisorien nur vorübergehender Art sind. Zahllose Bauvorgänge wurden studiert und verworfen, bis in Übereinstimmung mit den zuständigen Stellen der Stadt Zürich die Unterquerung der wichtigsten Strassen mit minimaler Beeinträchtigung des Verkehrs gewährleistet werden konnte. Gleiche Rücksicht wurde auf Gärten und Bäume genommen mit dem Ergebnis, dass dank raffinierten und teilweise auch aufwendigen Massnahmen ein Maximum an Grünflächen und einige besonders markante Bäume im Baugebiet verschont bleiben. Die Diskussion um den Abbruch der Stützmauer im Bahnhof Stadelhofen hat auch in der Öffentlichkeit ein Echo ausgelöst, entspre-

chend ist der aus einem Wettbewerb hervorgegangene, städtebaulich überzeugende Vorschlag zur Neugestaltung des Stadelhofer-Areals überall auf Zustimmung gestossen. Die Regelung der Finanzierungsfrage befindet sich auf gutem Weg.

In den folgenden Beiträgen erläutern die Projektverfasser einige der grösseren im Bau oder kurz vor der Ausführung stehenden Bauwerke der S-Bahn-Neubaustrecke. Es besteht die Absicht, in künftigen Artikeln auf die weiteren Bauwerke, auf die Gestaltung der Publikumsanlagen und auf die bahntechnischen Einrichtungen einzugehen.

Adressen der Verfasser: *Max Glättli*, dipl. Ing. ETH, Oberingenieur, und *Peter Zuber*, dipl. Ing. ETH, Projektleiter S-Bahn, SBB-Bauabteilung, Kreis III, 8021 Zürich

Bahnhof Museumstrasse, Unterquerung Limmat

Von Heini Gründler, Gion Letta, Alfred J. Hagmann und Nutal Bischoff, Zürich

Die Bauarbeiten für den unterirdischen Durchgangsbahnhof wurden 1983 aufgenommen. Ende 1987 wird der Rohbau fertiggestellt, und 1990 erfolgt die Inbetriebnahme. Durch die Anwendung der Deckelbauweise kann der private und öffentliche Verkehr in der Museumstrasse verbleiben; er muss dazu aber in mehreren Etappen seitlich auf ein provisorisches Trasse gelegt werden. Für die Unterquerung der Limmat wird das Gefrierverfahren angewandt. Diese Baumethode erlaubt, den Tunnel bergmännisch aufzufahren.

verbindungen zwischen den beiden Geschossen stehen Rolltreppen, Lifte und feste Treppen zur Verfügung. Die Ausgänge und Verbindungen nach aussen entsprechen in ihrer Lage den heutigen Fussgängerwunschnlinien und hinsichtlich Kapazität der erwarteten Verteilung der Bahnpassagiere auf die angrenzenden Stadtquartiere und die umliegenden Haltestellen des öffentlichen Nahverkehrs.

Das Projekt

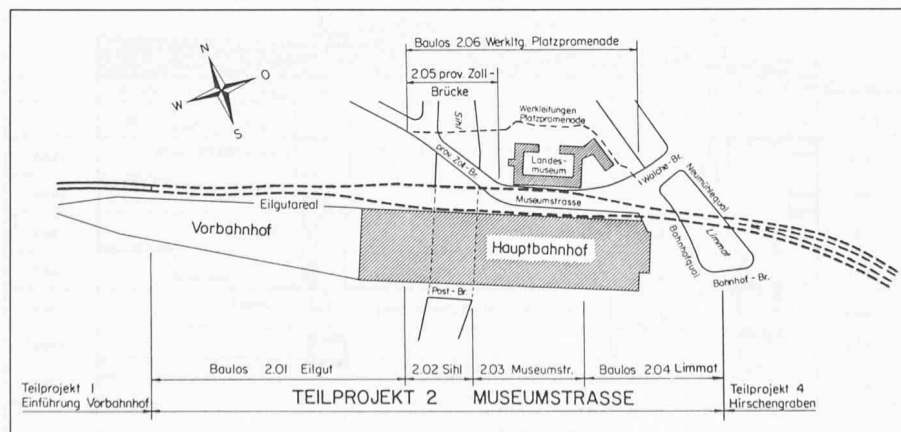
Der viergleisige Durchgangsbahnhof befindet sich unterhalb der Museumstrasse, zwischen Landesmuseum und Hauptbahnhof, wobei ein Teil des Bauwerks unter den Gleisen 15 und 16 liegt. Seine Höhenlage wird durch die Flüsse Sihl und Limmat bestimmt, wel-

che beide unterquert werden müssen (Bild 1). Auf der untersten Ebene, dem Perrongeschoss, sind zwei Inselperrons von je 300 m Länge und 10,35 m Breite angeordnet. Die darüberliegende Ebene, das Fussgängergeschoss, wird durch Schanzengraben, Sihl und die geplante Sihlexpressstrasse in zwei voneinander unabhängige Hallen «Museumstrasse» und «Sihlquai» aufgeteilt. Als Vertikal-

Baugrund und Grundwasserverhältnisse

Die S-Bahn durchfährt vom ehemaligen Eilgutareal bis zum Neumühlequai ein Gebiet mit stark wechselnden, vielfältigen geologischen Verhältnissen. Unter künstlichen Auffüllungen und lokal auftretenden Überschwemmungssedimenten liegt ein bis 25 m mächtiger Schichtkomplex aus moränennahen Limmattalschottern. Die Schotter sind bezüglich Schichtung, Materialzusammensetzung und Lagerungsdichte sehr heterogen aufgebaut. In etwa 25–30 m Tiefe folgen kompakt gelagerte, eiszeitliche und späteiszeitliche Seeablagerungen. Zwischen Bahnhofquai und Neumühlequai ändern sich die Verhältnisse: die Mächtigkeit des Schotterkomplexes nimmt ab, und die Seeablagerungen keilen aus. In 15 bis 20 m Tiefe folgen hier verschwemmte Moräne, Grundmoräne und schliesslich die Felsoberfläche der oberen Süsswassermolasse. Das Gebiet beim Hauptbahnhof gehört zum obersten Bereich des Limmattal-Grundwasserstromes. Als Grundwasserleiter wirken hier die moränennahen Limmattalschotter, wogegen die

Bild. 1. Situation Bahnhof Museumstrasse mit Einteilung der Baulose



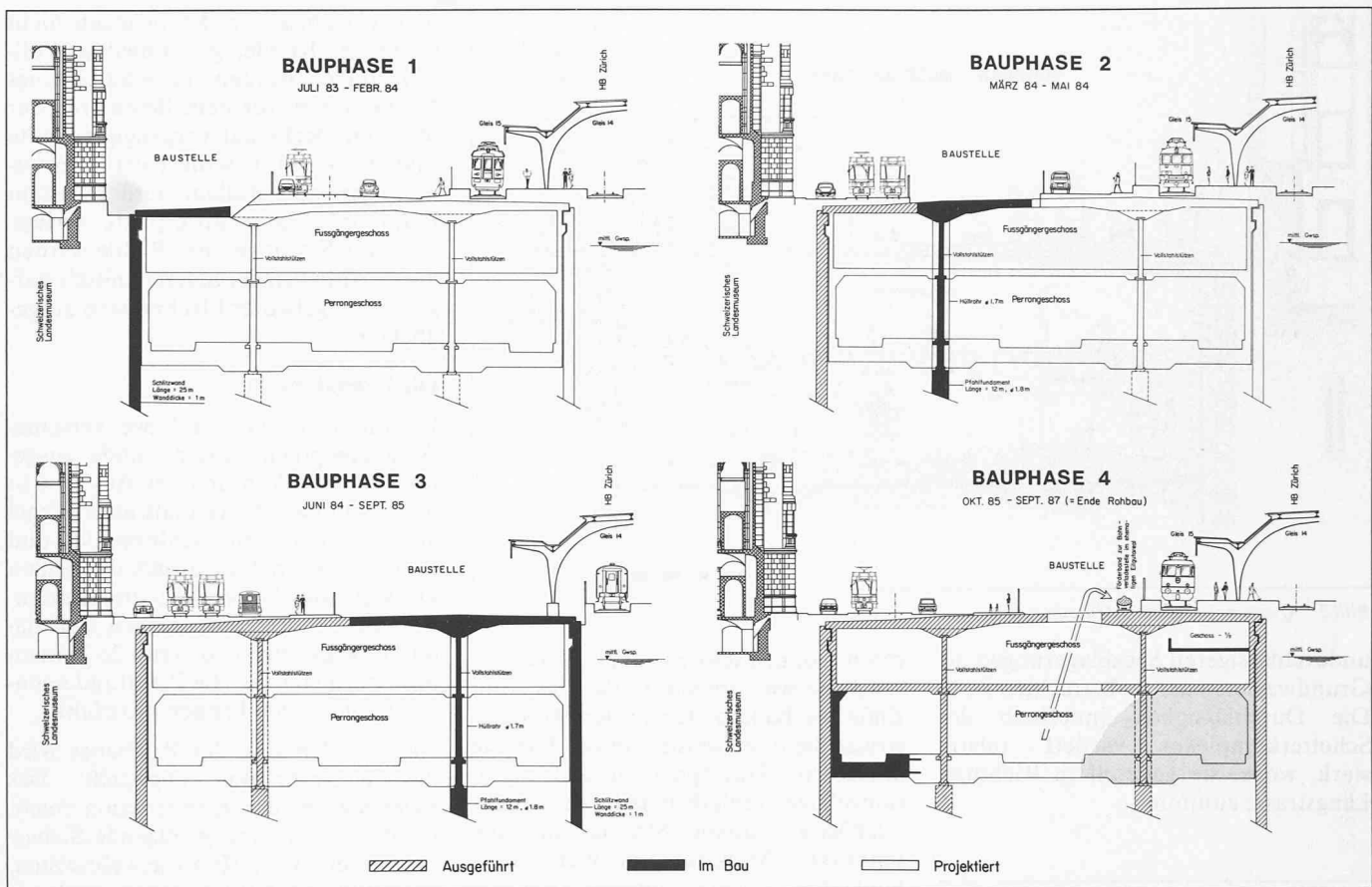
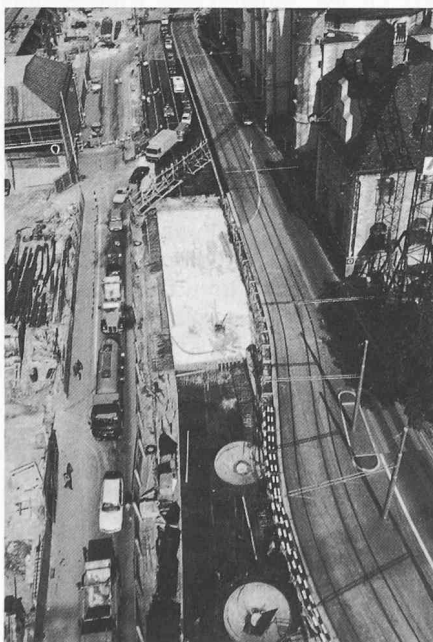


Bild 3. Museumstrasse, Querschnitte mit Bauvorgang, Bauphasen 1 bis 4

geschlossen. Diese werden durch die beiden Decken und die Bodenplatte gestützt. Die grossen Stützweiten erfordern eine Wanddicke von 100 cm. Die Einbindetiefe der Schlitzwände wurde aufgrund von statischen und hydraulischen Überlegungen festgelegt. Soweit es wirtschaftlich vertretbar ist, wurde angestrebt, die Schlitzwand in die we-

Bild 4. Bauarbeiten in der Museumstrasse vom Bahnhofquai aus gesehen: Vorne Inselbaustelle der Bauphase 2, auf der rechten Seite liegen die Tramgeleise und eine Fahrspur bereits auf der in der Bauphase 1 betonierten Decke



nig durchlässigen Seeablagerungen einzubinden, damit für das Absenken des Grundwassers möglichst wenig Wasser gepumpt werden muss.

Das Terminprogramm

Im generellen Bauprogramm der Zürcher S-Bahn war der Bahnhof Museumstrasse von Anfang an auf dem kritischen Weg. Um den Eröffnungstermin Mai 1990 und die Teilinbetriebnahme für die rechte Zürichseelinie im Mai 1989 einhalten zu können, müssen die Rohbauarbeiten Ende 1987 beendet sein. Deshalb musste mit den Bauarbeiten bereits anfangs 1983, also knapp 1½ Jahre nach der Volksabstimmung, begonnen werden.

Die bis 1987 auszuführenden Arbeiten für den Rohbau sind in vier Hauptlose und einige kleinere Lose unterteilt (Bild 1). Der Spatenstich für die Vorbereitungsarbeiten – Baulos 2.05 Provisorische Zollbrücke und Baulos 2.06 Werkleitungsumlegungen Platzpromenade – erfolgte am 17. März 1983, und bereits ab Sommer 1983 waren die Bauarbeiten für die Hauptlose 2.01 bis 2.04 im Gange. Nach dem Rohbauende im Herbst 1987 werden nebst dem Innenausbau und der bahntechnischen Ausrüstung noch die Ausgänge auf der Nordseite gebaut und die Strassen mit den VBZ-Gleisen wiederhergestellt.

Der Bauvorgang

Museumstrasse

Wie schon erwähnt, wird der Bahnhof Museumstrasse im Deckelbauverfahren ausgeführt. Die Schlitzwände, die Pfahlfundationen, die Stahlstützen und die oberste Decke werden in der Museumstrasse in drei Bauphasen erstellt (Bild 3). In der ersten Bauphase wird die Schlitzwand Seite Landesmuseum ausgeführt und ein Teil der Decke direkt auf dem Terrain betoniert und vorgespannt. Da die Schlitzwand sehr nahe an die Fassade des Landesmuseums zu liegen kommt, musste der Baugrund an den kritischen Stellen durch Injektionen verfestigt werden. In der zweiten Bauphase verläuft ein Teil des Verkehrs über dem betonierten Deckenteil (Bild 4). In der zwischen den Verkehrsspuren liegenden Inselbaustelle werden die Pfahlfundationen in unverrohrten, betonitgestützten Bohrungen von 1,8 m Durchmesser erstellt. Nach dem Betonieren werden die Vollstahlstützen (Durchmesser 50 cm, Gewicht etwa 20 Tonnen) versetzt. Anschliessend wird die zweite Deckenplatte betoniert und vorgespannt. In der dritten Bauphase verläuft der Verkehr vollständig auf der nördlichen Seite der Museumstrasse. Damit die südlichen Bauteile erstellt werden können, müssen während 16 Monaten die beiden Gleise 15 und 16

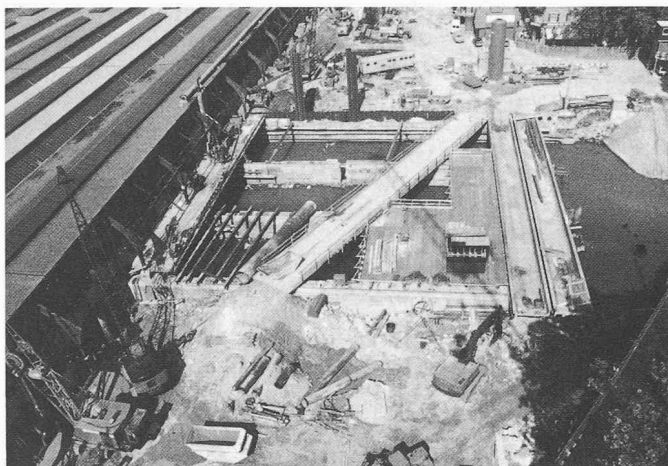


Bild 5. Erste Bauphase der Sihlunterquerung: Die beiden Durchflussöffnungen des Schanzengrabens sind geschlossen (vorne), links entlang der Perronhalle sind die Schlitzwandarbeiten im Gange. Über den drei verbleibenden Durchflussöffnungen sind rechts die beiden verschobenen Gleisbrücken zu erkennen

aufgehoben und ins ehemalige Eilgutareal verlegt werden.

Im Herbst 1985 erfolgen in der vierten Bauphase Aushub und Betonierarbeiten für die unter der obersten Decke liegenden Bauteile bergmännisch. Der Aushub wird durch Aussparungen in den Decken emporgehoben und auf Förderbändern zur Eisenbahnverladestelle im ehemaligen Eilgutareal transportiert.

Sihlunterquerung

Auch zur Unterquerung der Sihl und des Schanzengrabens wird die Deckelbauweise angewandt, wobei hier die Etappierung – entsprechend dem Verlauf des Flusses – quer zum Bauwerk erfolgt (Bild 5). Von den fünf Durchflussöffnungen werden jeweils zwei mittels Spundwänden geschlossen, so dass die unter der Sihl liegende Perrondecke sowie die Brückenpfeiler in drei Etappen gebaut werden können. Die Spundwandabschlüsse bei der Postbrücke und bei der provisorischen Zollbrücke sind mit Notöffnungen versehen, welche bei einem Hochwasser geöffnet werden können. In den ausgeprägten Hochwassermonaten Juni bis November sorgt eine Alarmorganisation mit Pikettendienst für das rechtzeitige Einleiten der notwendigen Massnahmen.

Da das neue Perrongeschoss bis unter die beiden Gleise 15 und 16 reicht, mussten die bestehenden Gleisbrücken im Juli 1984 auf den Pfeilern der abgebrochenen Zollbrücke flussabwärts verschoben werden (Bild 5). Bereits ein Jahr später können sie wieder in ihre ursprüngliche Lage zurückgeschoben werden. Nach Fertigstellung der Perrondecke erfolgt ab Oktober 1985 der Aushub unterirdisch, wobei man Bauöffnungen im Sihlquai als Zugang benutzen kann. Nach Abschluss der Aushubarbeiten werden die Bodenplatte und die Innenwände betoniert. Parallel

zu diesen Arbeiten erfolgt 1986 der Bau der neuen Zollbrücke.

Limmatunterquerung

Die Bauarbeiten für die Limmatunterquerung erfolgen nach dem Gefrierverfahren. Dazu werden zuerst zwei rund 21 m tiefe Angriffsschächte erstellt, einer in der Limmat am Ufer Neumühlequai (Bild 6), der andere im Bahnhofquai, unmittelbar neben den VBZ-Gleisen. Mit Hilfe von gebohrten Gefrierlanzen, in welchen die Gefrierflüssig-

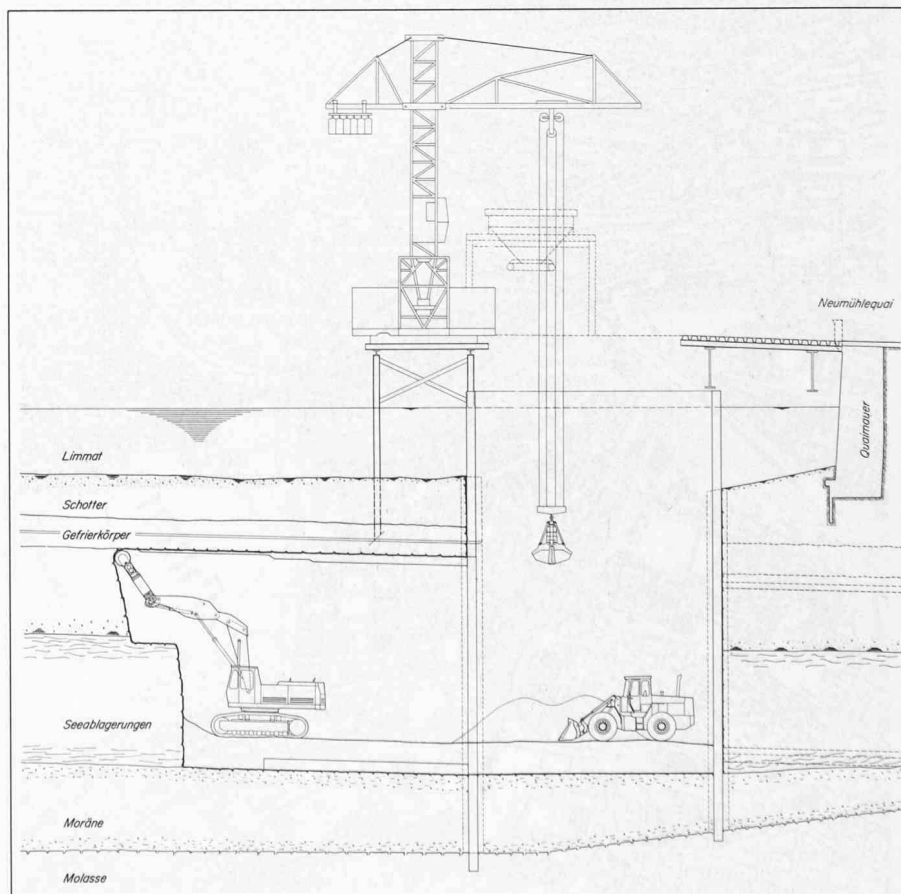
keit zirkuliert, wird ein Gefrierkörper über dem geplanten Tunnelquerschnitt erstellt. Im Schutze dieses Gefrierkörpers wird dann der Tunnel bergmännisch vom Schacht Limmat her ausgebrochen und mit Spritzbeton, Einbaubögen und Armierungsnetzen gesichert. Anschliessend wird das Tunnelgewölbe eingebaut (Bilder 7 und 8).

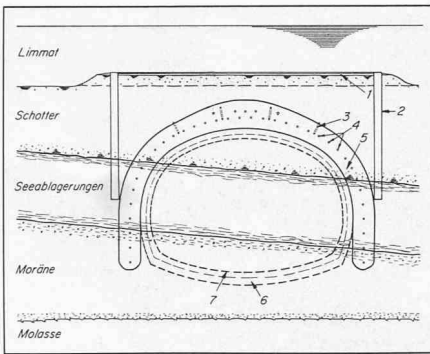
Eine Besonderheit bei der Anwendung des Gefrierverfahrens für die Limmatunterquerung liegt in der geringen Überdeckung zwischen Tunnelgewölbe und



Bild 6. Installationsplattform und Angriffsschacht Limmat. Auf dem Ponton in Bildmitte sind die Geräte für die Rütteldruckverdichtung installiert

Bild 7. Längsschnitt Angriffsschacht Limmat. Nach dem Aushub des Schachtes werden die horizontalen Gefrierbohrungen vorgetrieben. Im Schutze des Gefrierkörpers wird der Tunnel mit einer Teilschnittfräse ausgebrochen; der Hohlraum wird mit Spritzbeton, Einbaubögen und Armierungsnetzen gesichert. Schliesslich wird das Tunnelgewölbe betoniert





Flusssohle sowie in den vorhandenen Grundwasserverhältnissen. Damit ein tragender und dichter Gefrierkörper

Bild 8. Querschnitt Limmatquerung mit Gefrierkörpern, unter dessen Schutz der Tunnel ausgebrochen wird. Als Kälteträger dient eine Kühlflüssigkeit (Calciumchlorid 30%), die in den Gefrierlanzen zirkuliert. (Legende: 1 Isolation der Flusssohle, 2 Spundwand, 3 Temperaturmesssonde, 4 Gefrierlanzen, 5 Gefrierkörper, 6 Aussengewölbe Spritzbeton armiert, 7 Innengewölbe Ortsbeton armiert)

überhaupt erstellt werden kann, müssen in der Limmat verschiedene Massnahmen getroffen werden. Durch zwei entlang des Tunnels gerammte Spundwände, einen Injektionsschirm an der Ufermauer Bahnhofquai und durch Rütteldruckverdichtung des Bodens über dem Tunnel reduziert man die Grundwasserströmung unterhalb der

Flusssohle. Über dem Tunnel wird diese mit einer Wärmeisolation abgedeckt, damit nicht zuviel Kälte aus dem Gefrierkörper in die Limmat entweichen kann. Insgesamt hat der gewählte Bauvorgang die kleinstmöglichen Auswirkungen auf den Limmatraum und die angrenzenden Strassen.

Adresse der Verfasser: Heini Gründler, dipl. Ing. ETH, Chef der Sektion Tiefbau, Gion Letta, dipl. Ing. ETH, Adjunkt bei der Sektion Tiefbau, SBB-Bauabteilung Kreis III, 8021 Zürich, Dr. Alfred J. Hagmann, dipl. Ing. ETH, und Nital Bischoff, dipl. Ing. ETH, Basler & Hofmann, Ingenieure und Planer AG, Forchstrasse 395, 8029 Zürich

Die Unterfahrung der Altstadt rechts der Limmat

Vom Central zum Bahnhof Stadelhofen

Von Bernard Wüst und Lothar Garbe, Zürich

Nach dem neuen Bahnhof Museumstrasse wird die Altstadt rechts der Limmat bis zum Bahnhof Stadelhofen vom 1300 m langen Hirschengraben-tunnel bergmännisch unterfahren. Von einem Angriffsschacht etwa in Tunnelmitte erfolgt der Vortrieb nach beiden Seiten in wechselnden geologischen Verhältnissen. Die Endbereiche des Tunnels beim Central und bei der Rämistrasse werden unter schwierigen Verhältnissen in anspruchsvollen Konstruktionen separat ausgeführt.

Bild 1. Übersichtsplan



Konzept

Als Teilstück des Kernprojektes der Zürcher S-Bahn hat der 1300 m lange Hirschengraben-tunnel den zukünftigen Bahnhof Museumstrasse mit dem Bahnhof Stadelhofen zu verbinden, wo der neue Tunnel seeseitig des Portals des bestehenden Lettentunnels ins Freie mündet.

Das Projekt hat einer Reihe bautechnisch schwieriger Verhältnisse Rechnung zu tragen, wie kleine Überlagerungen, eine starke Überbauung mit zum Teil alten Gebäuden, wechselnden geologischen Verhältnissen von Fels bis zu Lockergestein im Grundwasser sowie Platzmangel und prekären Verkehrsverhältnissen für Baustelleneinrichtungen. Diese Schwierigkeiten sind besonders ausgeprägt in den Endbereichen, die der zeitraubenden komplizierten Bauverfahren wegen als separate Objekte ausgeführt werden müssen. Der 1100 m lange Hauptteil des Hirschengraben-tunnels wird von einem Zwischenangriffsschacht aus nach zwei Seiten vorgetrieben.

Aufgrund dieser Gegebenheiten haben sich eine Anzahl unterschiedlicher Tunnelquerschnitte ergeben, d.h. ein- und zweigleisige Profile in Hufeisen- und Kastenform mit entsprechenden Übergangsprofilen.

Der Hirschengraben-tunnel ist für eine Ausbaugeschwindigkeit von 80 km/h trassiert. Ab dem Neumühlequai verläuft die Strecke in einem Rechtsbogen bis in die Nähe der ETH und Uni und geht dann in einen Linksbogen über, der in den Bahnhof Stadelhofen führt; die Radien betragen 350 m bis 700 m (Bild 1).

Nach dem Bahnhof Museumstrasse hat die Strecke bis zur Weinbergstrasse ein Gefälle von 24‰, wo auf 389 m über Meer der tiefste Punkt der S-Bahn so-