



### **Bahnsteigerweiterung U-Bahnhof Marienplatz, München**

### *Münchens anspruchsvollster U-Bahn Tunnel*

Die Fußball-WM 2006 und der Neubau der Allianz Arena machen eine Erweiterung der U-Bahn Station Marienplatz der U-Bahn-Linien U3 und U6 erforderlich. Zwei zusätzliche Entlastungstunnel sollen die Bahnsteige auf die doppelte Fläche vergrößern und so die Fahrgastströme von U- und S-

Bahn wirksam entflechten. Verbunden werden die alten und neuen Bahnsteigerweiterungstunnel an insgesamt je elf Stellen. Den Auftrag für die aufwändigsten Bauarbeiten in der Geschichte des Münchener U-Bahn-Baus erhielt die Firmengruppe Max Bögl aufgrund mehrerer, technisch und wirtschaftlich optimierter Sondervorschläge.



### **Eiszeit unter'm Rathaus**

Kernpunkt des komplexen Bauverfahrens unter laufendem U-Bahn Betrieb war das Gefrieren wasserführender Sandschichten unmittelbar über den neuen Bahnsteigröhren, die mit ihrer Sohle 25 m unter Geländeoberkante liegen. Diese konnten wegen dem über den beiden Tunneln liegenden Rathaus mit herkömmlichen Absenkbrunnen von der Oberfläche aus nicht komplett entwässert werden. Von den beiden, 30 m tiefen Startschächten Wein- und Dienerstraße aus wurden deshalb rund 100 m lange Pilotstollen als Rohrvortrieb mittels Druckluft-Haubenschild aufgeföhren. Von diesen Pilotstollen aus erfolgte dann die gezielte Vereisung des Bodens durch eine -40° C kalte Kalziumlauge.

Im Schutze dieser Baugrundvereisung wurden bis Ende 2004 die beiden Bahnsteigröhren unter dem Münchener Rathaus in Spritzbetonbauweise bergmännisch im Vollausschub mit kurz vorausgehender Kalotte vorangetrieben. Zu den Besonderheiten des Vortriebs zählten die Ausbildung zweier Richtungsänderungen je Röhre als Abknickung und die



---

Unterfahrung eines vorhandenen Lüftungsstollens in der Dienerstraße. Zudem waren bei den Ausbrucharbeiten die Bauwerksanker aus der vorangegangenen U-Bahn-Baumaßnahme auszubauen. Nach dem Auffahren der Tunnel wurde die Vereisung wieder abgeschaltet.

### **Durchbruch per Sondervorschlag**

Im September 2004 begannen dann die Arbeiten für die technisch schwierige Ausführung der Durchbrüche zu den bestehenden Bahnsteigröhren und dem Bahnhofsbauwerk. Für diese 22 Durchbrüche sind über 1.500 Kubikmeter Stahlbeton auszubauen. Spezielle Sägen zerschneiden in Abschnitten den anstehenden Beton. Mittels einer extra angefertigten Ziehvorrichtung mit Hochlastzylindern wird dann der Beton herausgezogen und hydraulisch zerkleinert. Im Anschluß erfolgt in diese Öffnung der Einbau massiver Stahlbetonrahmen, die das alte wie auch neue Tunnelbauwerk abfangen. Hierfür sind rund 1.000 Kubikmeter Beton B 45, 250 Tonnen Bewehrungsstahl und knapp 10.000 Schraubmuffen nötig.

Für die Herstellung der Durchbrüche kam ebenfalls ein Sondervorschlag der Firmengruppe zur Ausführung, der temporäre vorgespannte Stahlstützen zur Lastabtragung aus dem alten Bauwerk vorsieht. Durch diese Modifizierung kann die Anzahl der Arbeitsfugen pro Rahmen reduziert werden. Bei einem anstehenden Wasserdruck von bis zu 20 Metern Wassersäule wirkt sich dies positiv auf die Dichtigkeit des Bauwerks aus. Da die gewölbten Oberflächen der Stahlbetonrahmen keine Standardschalung mit großflächigen Elementen zulassen, fertigte die Abteilung Schalungsbau Sonderschalungssätze an. Wand und Deckenabschnitte werden dabei über in die Schalungselemente integrierte Schlagschieber betoniert.

Eine weitere Besonderheit ist der Einsatz von Selbstverdichtendem Beton bei den Deckenabschnitten der Abfangrahmen. Dieser ist aufgrund der großen Bauteildicke und des hohen Bewehrungsgrades nötig. Gemeinsam mit dem Betonlieferwerk und dem Materialprüfamt der TU München musste deshalb eine Zulassung im Einzelfall erwirkt werden. Zu diesem Zweck wurden auf der Baustelle entsprechende Eignungsprüfungen durchgeführt. Mittlerweile ist der Einsatz von SCC-Beton unter den Randbedingungen der Baustelle erprobt und die Betonbauer der Firmengruppe geübt im Umgang mit Selbstverdichtendem Beton.



---

### **Aufwändige Abdichtungsmaßnahmen**

Wesentliches Detail beim Anschluss des neuen Tunnels an das vorhandene Bauwerk ist der Übergang der Bauwerksabdichtung mittels einer speziellen Klemmkonstruktion. Da die bestehende Röhre mit einer aufgeschweißten Schwarzabdichtung versehen ist, wird es notwendig, den in WU-Beton herzustellenden neuen Tunnel mit einem Klemmfugenband anzuschließen. Denn später können wegen der Grundwasserdrücke bis zu zwei bar wirken, sodass auf dieser Konstruktion ein besonderes Augenmerk liegt.

Letztlich entschloss man sich für den Einsatz zweier Klemmflansche, die den unterschiedlichen Materialien Rechnung tragen und durch entsprechende Art der Ausführung auch eine optimale Anpassung an die bestehende Konstruktion ermöglichen. Für den Zeitpunkt der Ausführung besteht die Problematik, dass mit der vorhandenen Abdichtung an einem Material gearbeitet werden muss, das bei der Herstellung des alten Bauwerkes im Jahr 1969 bei einem Unfall gebrannt hat. Aus diesem Grund waren ausreichende Sicherheitsvorkehrungen zu treffen und mit der zuständigen Behörde abzustimmen.

### **Automatisierte Stahlschalung für die Innenschale**

Nach Fertigstellung der Durchbrüche zum vorhandenen Bauwerk im Frühjahr 2005 wurde die Innenschale in beide neuen Tunnel eingebaut. Hierbei wurden Sohle und Gewölbe getrennt betonierte. An die Stollenschalung für das Gewölbe wurden höchste Anforderungen gestellt. Firma DOMESELE aus Maxhütte-Haidhof konnte erneut mit einer maßgeschneiderten, ausgereiften Spezialschalung neuester Technik überzeugen. Der Schalwagen wurde mit elektro-hydraulischen Antrieben ausgestattet, so dass die Schalung in einem Stück, mit stufenlos regelbarer Fahrgeschwindigkeit, millimetergenau verfahren werden kann. Da die hydraulischen Fahrwerke direkt auf der Sohle fahren sind keine Schienen nötig. Das Fahrwerk ist dabei auch unter Last um 360° drehbar. Über vier Hubzylinder in den Fahrwerken ist die Schalung voll kardanisches in den Raumachsen x, y und z einjustierbar. Auch die Ein- und Ausschaltvorgänge finden hydraulisch statt. Die Ulmenteile der Stahlschalung lassen sich mit hydraulisch betriebenen Gelenkscheren so weit einfahren, dass sie sich im Fußbereich berühren.

Speziell für den Einsatz am Marienplatz entwickelte Firma DOMESELE so genannte Hydrostützen, die zum Patent angemeldet wurden. Sie sind in die Fahrwerkskonstruktion integriert. Mittels dieser Hydrostützen ist ein Absenken der Schalung um 1,10 m möglich.



# **DOMESLE**

## **Stahlverschalungen**

---

Die Schalung wird somit mit den Gelenkscheren und Hydrostützen hydraulisch geschrumpft. Unter anderem wird damit die komfortable Reinigung der Schalhaut ermöglicht. Hauptsächlich dieses Schrumpfen und eine speziell entwickelte Schwerlastlenkrolle ermöglichen, den Schalwagen in einem Stück durch die Knickbereiche in der Diener- und Weinstraße zu fahren. Eine Teilung des Schalwagens ist dazu nicht erforderlich. Da das Gewölbe im Durchbruchsbereich bis zur Unterkante der Durchbruchdecken mitbetoniert wurde, brachte man an der Schalhaut eine entsprechende Konsole an. Nicht einmal diese Konsole musste zum Durchfahren der Knickbereiche demontiert werden.

Durch einen Sondervorschlag der Firma Domesle vereinfachte sich die Arbeit für die Baustelle nochmals. Die in den Knickbereichen auftretenden Gewölbeverschneidungen sowie die anschließende Ecksäule konnten mit dem restlichen Gewölbe in einem Stück betoniert werden. Dazu wurden speziell angefertigte Holzschalungsteile in den Schalwagen integriert.

Die statische Berechnung stellte eine weitere Herausforderung dar. Der Schalwagen wurde auf einen Betonierdruck von 80 kN/qm ausgelegt. Dabei wurde mit dem Schalwagen nahezu einseitig betoniert, da auf der Seite der Durchgänge nur bis Unterkante Durchbruchdecke betoniert wurde. Die Lastabtragung konnte im Säulenbereich nicht flächig erfolgen. Erschwerend kam hinzu, dass der Schalwagen auch für den spiegelverkehrten Einsatz in der Dienerstraße zum Einsatz kommen musste. In der Dienerstraße drehte sich die Lastsituation somit um. Dennoch waren keine Abankerungen des Schalwagens notwendig.

Darüber hinaus war keine seitliche Aufkantung vorhanden. Um trotzdem problemlos Ausschalen zu können wurden „gleitende Fußteile“ in den Schalwagen integriert.

Als weitere Beschleunigungsmaßnahme wurde für dieses Projekt eine hydraulisch ein- und ausschaltbare Stirnschalung entwickelt. Die Fugenbandführung ermöglicht eine sichere Fixierung des Fugenbandes. Die Stahlstirnschalung konnte sowohl für die Regelfugen, als auch für die Schrägfugen eingesetzt werden. Der normalerweise erhebliche Arbeitsaufwand konnte so minimiert werden.

Alle diese Eigenschaften ermöglichten eine tägliche Betonage mit dem Schalwagen. Durch diese größtmögliche Automatisierung wurde ein schneller Baufortschritt sichergestellt und ein wichtiger Beitrag zur rechtzeitigen Fertigstellung zur Fußball WM 2006 geleistet.



---

Die Baustelle, insbesondere der Projektleiter Gunnar Wolf und der Bauleiter Ralph Bentrup zeigen sich äußerst zufrieden mit dem Schalwagen und der Zusammenarbeit mit Firma DOMESLE.

### **Aktueller Stand**

Nach der Fertigstellung der Tunnelinnenschalen werden zwischenzeitlich auch die beiden Startschächte mit einer wasserundurchlässigen Stahlbetoninnenschale ausgekleidet. Die so entstehenden Bauwerke nehmen künftig Aufzüge für den behindertengerechten Zu- und Abgang von der Bahnsteigebene zur Oberfläche sowie die zugehörigen Fluchttreppenhäuser auf.

Die Innenschalen werden 60 cm stark ausgeführt und in mehreren Betonierabschnitten hergestellt. Dabei gibt es im Bereich der Tunnelportale Verschneidungen zwischen gewölbten Schalflächen im Grund- und Aufriß, die nur durch Sonderschalungen umgesetzt werden konnten.

Die Treppenläufe bestehen aus Stahlbetonfertigteilen, die auf auskragenden Ort betonpodesten aufgelagert werden.

Außerdem ist im Schachtbauwerk eine Kragplatte integriert, auf welcher der Abwasserkanal über das Bauwerk geführt wird.

Parallel zur Herstellung der Schachtbauwerke wird zur brandschutztechnischen Ertüchtigung des U-Bahnhofs Marienplatz eine Entrauchungsanlage gebaut, die aus einer Lüfterzentrale in Bohrpfahl-Deckel-Bauweise und aus Rauchkanälen – die durch schräg verlaufenden Zwischendecken im bestehenden Bauwerk eingebaut werden – besteht.

Für den Ausbau der beiden Erweiterungstunnel wird das Design der bestehenden Bahnsteigröhren fortgeschrieben und für die Verkleidung auch Materialien, die dem Bestand entsprechen, eingesetzt.