

Spritzbeton als Innenauskleidung in Folienisolierten Hohlräumen

SHOTCRETE AS INNER LINING OF FOIL-INSULATED UNDERGROUND OPENINGS

Dir. Bmst. Ing. Hans Treichl, Ilbau Ges. m. b. H., Spittal/Drau

ILBAU wurde im August 1983 von der Washington Metropolitan Area Transit Authority (WMATA) der Auftrag für das U-Bahn-Baulos B 10 A in Washington D. C. erteilt. Für ca. 3.600 m U-Bahn-Tunnel, 2 Stationen, 5 Schächte mit Zugangsstollen und eine Kaverne für eine Überleiteinrichtung (Double Crossover) waren in 47 Baumonaten ca. 200.000 m³ Fels und Überlagerungsmaterial auszubrechen, ca. 35.000 m³ Beton und ca. 21.000 m³ Spritzbeton einzubauen.

Über ein V. E. C. P. (Value Engineering Cost Proposal) der ILBAU wurde das Projekt nach den Grundsätzen der NATM umgeplant und erstmals in den USA eine Folienisolierung vorgesehen. Beide U-Bahn-Röhren erhielten eine Innenauskleidung mit einer Ortbetonschale, die beiden Stationen eine Fertigteilauskleidung, alle Kreuzungsbereiche und der Double Crossover (Ausbruchsquerschnitt von ca. 170 m²) eine Spritzbetoninnenschale mit einer theoretischen Stärke von 30 bis 45 cm.

Sowohl der äußerst knappe Termin für die Fertigstellung als auch die geforderte Spritzbetonqualität von 35 N/mm² konnten eingehalten werden.

WMATA und ILBAU erhielten von der American Civil Engineering Association 1987 die Auszeichnung "Bestes Projekt des Jahres".

In August 1983 the Washington Metropolitan Area Transit Authority (WMATA) awarded the contract for section B 10 A of the Washington D.C. Subway to the Austrian contractors ILBAU. For approximately 3,600 m of tunnels, 2 stations, 5 shafts incl. adits as well as for a cavern for a double crossover, about 200,000 m³ of rock and overburden had to be excavated and about 35,000 m³ of concrete and some 21,000 m³ of shotcrete be placed within 47 construction months.

Based on ILBAU's value engineering cost proposal, the project was redesigned according to the principles of the New Austrian Tunneling Method. For the first time, a foil insulation was applied in the United States. The two tunnel tubes received an in-situ concrete inner lining, the two stations were lined with prefabricated units, all crossings as well as the double crossover (excavation section: about 170 m²) were supported by a shotcrete inner lining with a theoretical thickness of 30 to 45 cm.

The project was completed according to schedule and the required shotcrete strength of 35 N/mm² could also be achieved.

In 1987, WMATA and ILBAU were awarded the price "Best Project of the Year" by the American Civil Engineering Association.

Ilbau American Inc. hat im August 1983 von der Washington Metropolitan Area Transit Authority den Auftrag für das Projekt B 10, im Zuge der U-Bahn-Erweiterung nach Norden, erhalten.

Das Projekt, bereits außerhalb der Metropole Washington D. C. in Maryland gelegen, umfaßte 3.600 m U-Bahn-Tunnel mit ca. 25 m², 5 Schächte 20 bis 60 m tief mit ca. 55 m², 2 Stationsröhren je 210 m lang mit ca. 75 m², einen 50 m langen Rolltreppenschrägschacht mit ca. 55 m², einen Double Crossover, also einen Kreuzungsweichentunnel 55 m lang mit ca. 165 m² und sämtliche Obertagbauwerke für Belüftung, Betrieb und Passagierumschlag. In 47 Baumonaten wurden ca. 250.000 m³ Fels und Überlagerung ausgebrochen und ca. 50.000 m³ Beton und Spritzbeton verbaut.

der Ausführungsart erteilt.

Die Vielzahl der Sonderquerschnitte, wie Schachtzugänge, Betriebskavernen und Double Crossover, die vom Passagier nicht oder nur im Vorbeifahren eingesehen werden können, hätten einen unwirtschaftlichen Schalungsbau für jeweils nur kurze Strecken verlangt. Die Auflage der Foliensolierung zog jedoch die Notwendigkeit einer Innenschale in Beton oder Spritzbeton nach sich.

Bedingt durch seinen großen Querschnitt, ca. 17 m Spannweite und 12 m Höhe, mit den aufgeweiteten Abzweigungen in die Fahrrohre und zu einem Belüftungsschacht, war der Double Crossover eines der technisch interessantesten Bauteile.



Bild 1: Aufbringen der letzten Spritzbetonschicht in einem Kreuzungsweichentunnel

In Zusammenarbeit mit zwei österreichischen Ingenieurbüros haben wir in einem VECP (Value Engineering Cost Proposal) das nach Amerikanischer Bauweise beauftragte Baulos auf die Österreichische Bauweise umgeplant und erstmals in den USA eine Foliensolierung vorgesehen. Die Vorteile der NATM und der Isolierung wurden vom Bauherrn erkannt und der Auftrag zur Änderung

Schon im Ausbruch im oberflächennahen Quarz Chlorit, Schiefer Gneis und Gneis mit parallel zur Achse verlaufenden Klüften, querenden Scherzonen und Trennflächen wurde zum Lehrobjekt für die NATM. Das Fehlen der schweren Stahleinbauten führte zu manchen Debatten mit Mannschaft, Bauaufsicht und vielen Besuchern. Die hohe Neigung zum Nachbruch größerer Blöcke aus dem Verband steigerte zusätzlich das Unbehagen der amerikanischen Beobachter, die erst lernen mußten, die Anwendungsart von Ankern, Gitterbögen und Spritzbeton als für sie ungewohnte Neuigkeit

zu verstehen. Daß sich die NATM nur sehr schwer in "specifications" pressen läßt und fachliche Qualitäten und einschlägige Erfahrung von Technikern und Mannschaften im Vordergrund stehen, steigerte die anfängliche Ablehnung. Bald wurde jedoch diese erste Ablehnung von Anerkennung und Begeisterung abgelöst.

Als Traggerüst für die 30 cm dicke Innenschale wählten wir Gitterbögen im Abstand von 1,5 m und eine äußere und eine innere Lage Baustahlgitter. Letztere wurde in einem zweiten Arbeitsgang, nach Aufbringen des Spritzbetons bis zur Innenkante der Gitterträger, montiert, um Spritzschatten zu minimieren.



Bild 2: Fertiggestellte Spritzbetonschale im Double Crossover

Die Spritzbetonaußenschale, in einer Stärke von ca. 25 cm und einer geforderten Festigkeit von 35 N/mm^2 wurde für die Folienisolierung durch Aufbringen einer glättenden Spritzbetonlage vorbereitet. Österreichisches Vlies und amerikanische PVC-Folie 2 mm stark, nach österreichischen Spezifikationen hergestellt, wurden aufgezogen und die Folie mit prüfbarer Doppelnäht heißluftverschweißt.

Zum Schutz der Isolierfolie erfolgte das Aufziehen einer ca. 1,5 mm starken, qualitativ jedoch nicht sehr hochwertigen Schutzfolie, wiederum durch Heißluftschweißen im Rondellenbereich befestigt. Die Schutzfolie erhielt Durchführungen für die Injektionsschläuche, durch die später die Kontaktinjektion zwischen Innenschale und Isolierung vorgenommen wurde.

Das Traggerüst wurde nun entlang der Ulme bis auf eine Höhe von ca. 3 m einbetoniert, wodurch der gesamte Korb eine erste Fixierung und Steifigkeit erhielt.

Beginnend an den Stirnwänden des Double Crossover, begann der kritische Teil des Unterfangens. Das Hochziehen der ersten Spritzbetonlage von den Ulmen über die Kämpfer bis zum Firstschluß erforderte große Aufmerksamkeit, da das Eigengewicht des Spritzbetons von dem Gitterbogen-Baustahlgitter-Gerüst nicht übernommen werden konnte.

Aus dem Ortbeton der Stirnwände ragende Bewehrung und die Haftung am Ortbeton ließen jedoch den ersten Firstschluß zu. In Längsrichtung voreilendes Aufbringen des Spritzbetons am Ulm und ein sauberer Anschluß an die bereits geschlossene Schale im Firstbereich ergab eine einwandfreie Abwicklung der Arbeiten ohne jeden störenden Zwischenfall.

Aus wirtschaftlichen Gründen haben wir flüssiges Zusatzmittel gewählt, das sich hier für die zügig durchgeführten Endauskleidungsarbeiten bestens bewährt hat. Nahezu ohne Rückprall, bei stark herabgesetzter Staubeentwicklung, wurden mit einer Zementdosierung von 400 kg/m^3 und 5 - 6 % Abbindebeschleuniger Festigkeiten von 45 N/mm^2 erzielt.

Der Versuch, das Naßspritzverfahren anzuwenden, scheiterte hauptsächlich an der Qualität und der Zusammensetzung des in dieser Region erhältlichen Zements. Die zugelassene Bandbreite und die dauern wechselnden Bezugsquellen sind dem gesamten bauchemischen Bereich nicht gerade förderlich.

Nach 28 Tagen konnte durch die vorbereiteten Injektionsrohre die Kontaktinjektion durchgeführt werden. Durch das Einpressen von Zementmilch

wurden Hohlräume und Spritzschattenbereiche hinter den Gitterbögen geschlossen und die Qualität der isoliernahen Spritzbetonschichten erhöht.

Das Ergebnis der Spritzbetoninnenschalen auf folienisoliertem Untergrund war in qualitativer und optischer Hinsicht vollauf befriedigend. In Hohlräumen mit geringer Längsentwicklung, sich ändernden Querschnitten und Kreuzungsbereichen mit komplizierten Schnitten, hat sich die Methode auch wirtschaftlich bestens bewährt. Ob die Spritzbetonoberfläche den optischen oder strömungstechnischen Anforderungen ohne allzugroße Nacharbeiten entspricht, ist in jedem einzelnen Fall getrennt zu beurteilen.

Die Washington Metropolitan Area Transit Authority erhielt gemeinsam mit Ilbau American Inc. von der National Capitol Section, American Society of Civil Engineers den ACHIEVMENT AWARD 1987 für das beste öffentliche Projekt.