

Herausforderung Weinbergtunnel

Rudolf Bolliger, Miriam Runge*

Effiziente Tübbing-Produktion

Als Kapazitätssteigerung für den Hauptbahnhof Zürich wird die Durchmesserlinie (DML) ab 2013 neue Angebotskonzepte ermöglichen. Der Weinbergtunnel als eines der Kernstücke verbindet dabei Richtung Osten den Hauptbahnhof mit Oerlikon. Basis für das Tunnelbauwerk bilden Tübbinge, die aus Wilchingen SH, aus einem raffinierten Produktionsprozess stammen. Dieser wird massgeblich durch den gezielten Einsatz von Bauchemie-Komponenten unterstützt beziehungsweise auf diese Art und Weise so erst ermöglicht.

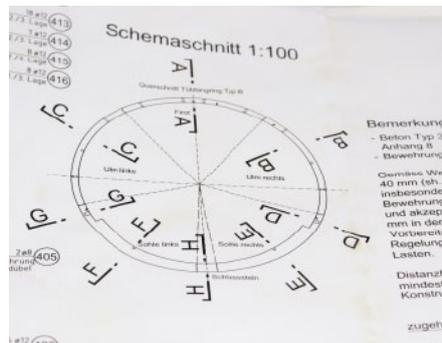
Der knapp 5 km lange Weinbergtunnel mit 11,30 m Ausbruch- und 10,94 m Aussendurchmesser bildet eines der Kernbauwerke der DML. Er unterquert als langgezogene S-Kurve den rund 150 Jahre alten, denkmalgeschützten Südtrakt des Hauptbahnhofs Zürich sowie die Limmat und

mündet in den Bahneinschnitt beim Bahnhof Oerlikon. Tübbinge in Kombination mit einer Ortbeton-Innenschale kennzeichnen die moderne Bauweise des Tunnels. Das Bauwerk erstreckt sich – zum Teil in geringem Abstand – auch unter Liegen-schaften mit sensibler Nutzung wie der

ETH Zürich, dem Universitätsspital oder dem Radiostudio DRS. Der Tunnel wird mittels Mix-Schild-Tunnelbohrmaschine vom Erschliessungsschacht «Brunnenhof» in Oerlikon mit einer Vortriebsgeschwindigkeit von 16 bis 20 m pro Tag Richtung Zürich HB erstellt. (Der aktuelle Vortriebsstand des Weinbergtunnels lässt sich jederzeit auf <http://infra.sbb.ch/durchmesserlinie> abrufen.) Das Ausbruchmaterial wird ab Bahnhof Oerlikon mit Güterzügen abtransportiert und zur Renaturierung einer Kiesgrube eingesetzt.

- 1 Ausschalen der Tübbinge, Reinigen der Schalungen sowie anschliessendes Einbringen der erforderlichen Bewehrungskörbe. (Bilder: Rudolf Bolliger)
- 2 Vermessen und Einstellen einer Schalung: So lässt sich jede benötigte Geometrie vorgeben, die später zur Ausgestaltung von Kurven innerhalb des Tunnels benötigt wird.
- 3 Bevorratung der Bewehrungskörbe in der Werkhalle Wilchingen und Sicht auf die Einfahrt zur Betonierstation.
- 4 Die Betonqualität ist entscheidend und wird bei der Herstellung mit modernster Technik gesteuert und überwacht.
- 5 Der Frischbeton wird zeitecht am Kopfende der Fabrik hergestellt und mittels automatischer Kübelbahn transportiert.





Produktionsanlage

Seit September 2008 werden in Wilchingen – bis voraussichtlich April/Mai 2010 – insgesamt 14000 Betontübbinge für den Bau des Weinbergtunnels hergestellt. Die ARGE Weinbergtunnel (ATW), bestehend aus den Partnerfirmen Implan Bau AG Aarau / Zürich, Wayss & Freytag Ingenieurbau AG München / Frankfurt, Bilfinger Berger AG, ZN Reichenburg und Prader Losinger SA Sion / Zürich, projektierte und baute die Produktionsanlage. Die Präzisionschalungen für die Herstellung der Tübbinge wurden von der in Magden beheimateten Ceresola TLS AG geliefert.

Feldfabrik Wilchingen

Die Wahl des Standortes erfolgte nach logistischen und betriebswirtschaftlichen Kriterien. So wird beispielsweise der Beton in einer eigens für diese Produktion errichteten Betonanlage am Kopfende der Fabrik hergestellt und mittels automatischer Kübelbahn dem Vorsilo in der Betonierstation der Tübbing-Produktion zugeführt. Betrieben wird die Betonanlage durch die ortsansässige AG Ernst Hablützel & Co.

Umlaufanlage

In der zirka 105 x 33 m grossen Produktionshalle werden im Zwei-Schicht-Betrieb täglich 9 Tübbingringe zu je 2 m Länge hergestellt. Das Maximalgewicht pro Tübbing beträgt bei einem Aussen-

durchmesser von 10,94 m und einer Dicke von bis zu 60 cm zirka 14 Tonnen. Um die Anzahl der benötigten Präzisionschalungen zu minimieren, werden die Tübbinge im so genannten Wärmerückstauverfahren hergestellt. Das Schienensystem mit zirka 600 m Schienen und Schubbalen für die Vorwärtsbewegung der Schalungen wird durch Komponenten wie Schiebebühnen, Vibrationstisch und Vorsilo ergänzt.

Herstellungsprozess

In der Umlaufanlage mit insgesamt 7 Stationen wird die Schalung geöffnet, der Tübbing mittels Vakuumplatte ausgeschalt, die Schalung gereinigt und mit Trennmittel versehen. Anschliessend werden der vorgefertigte Bewehrungskorb und die Einbauteile (Konen usw.) eingebaut. Der Betoniervorgang erfolgt in einer schallgeschützten, vollautomatischen Befüll- und Verdichtungsstation. Innerhalb von nur 15 Minuten werden die maximal benötigten 6 m³ Beton pro Tübbing verarbeitet. Unmittelbar nach dem Betonieren wird die Tübbing-Oberseite an der nächsten Station geglättet und die Schalung grob gereinigt. Eine Schiebebühne bringt die befüllten Schalungen danach seitlich zum Wärmetunnel, in dem die Tübbinge bei 50°C während 4,5 Stunden beheizt werden, damit die Hydratation möglichst schnell einsetzen kann. Danach werden die fertigen Tübbinge von einer zweiten Schiebebühne erneut der Arbeitslinie zugeführt.

Links: Oskar Gisler, Werkleiter Tübbingproduktion, ARGE Tunnel Weinberg, bespricht sich mit Produktingenieurin Miriam Runge von Sika.

Detailpläne zur Produktion der Tübbinge: 5 Tübbinge und ein Schlussstein bilden jeweils einen Ring von rund 11 m Durchmesser und ergeben später eingebaut 2 m Tunnellänge.

Geforderte Betoneigenschaften

Die Tübbinge müssen hinsichtlich Qualität, Materialbeschaffenheit, Festigkeit, Stabilität und Umweltbedingungen anspruchsvollen Kriterien Stand halten. Deshalb wurden die Anforderungen an den Beton durch das Planungsbüro bereits im Vorfeld wie folgt festgelegt:

- Druckfestigkeitsklasse C30/37,
- Expositionsklassen XC4, XF3,
- Körnung mit D_{max} = 32 mm,
- Chloridgehalt Cl 0,10.

Die Umlaufproduktion ihrerseits verlangt die Einhaltung ganz bestimmter Randbedingungen. Denn um die erforderliche Abhebefestigkeit nach bereits 4,5 Stunden erfüllen zu können, muss mit einem tiefen Wasserzementwert gearbeitet werden. Dennoch ist eine ausreichende Konsistenz von Nöten, um den Beton leicht einbauen, verdichten und glätten zu können.

Innerhalb der ersten 15 bis 20 Minuten nach Herstellung muss der Beton jedoch sehr schnell ansteifen beziehungsweise eine gewisse Grünstandfestigkeit aufweisen, damit er beim Transport in den Wärmetunnel trotz leichter Erschütterungen genügend stabil bleibt. Dies ist insofern von entscheidender Bedeutung als dass die Schalungen in dieser Anlage nur mit einem Deckel je Seite ausgestattet sind, der unmittelbar nach dem Betoniervorgang abgehoben wird.

Bauchemische Produkte

Um die für die beschriebene Produktion erforderlichen Betoneigenschaften zu erreichen, gelangen eine spezifische Rezeptur sowie ein spezielles Betonzusatzmittel zum Einsatz. Die Sika Schweiz AG liefert hierfür Sika ViscoCrete-30 HE¹⁾.

Anlieferung der Ausgangsmaterialien für die Betonherstellung.



Die Kübelbahn führt den Beton dem Vorsilo in der Betonierstation zu.





Dieses Spezial-Fliessmittel auf Polycarboxylatether-Basis (PCE) ermöglicht in Verbindung mit den vorgegebenen Ausgangsstoffen (Zement, Gesteinskörnungen) die Erreichung der geforderten Frisch- und Festbetoneigenschaften. Durch seine stark verflüssigende Wirkung lässt sich einerseits ein solch tiefer w/z-Wert erzielen, um die erforderliche Ausschalfestigkeit bereits nach 4,5 Stunden zu erreichen. Andererseits lässt sich die Betonoberfläche bei dieser Konsistenz angemessen abreiben und glätten, und der Beton weist dennoch im Anschluss eine ausreichende Standfestigkeit auf, dass die Form der Tübbinge auch ohne Deckel erhalten bleibt.

Schutz vor Korrosion

Nachdem für eine gewisse Zeit eine wässrige Emulsion – ohne Korrosionsinhibitor – als Trennmittel für die Tübbing-Schalungen verwendet wurde, traten Rostflecken auf. Um dieses Problem zu beheben, wurde Sika Separol AR-2 Eco²⁾ verwendet, ein spezielles Trennmittel für rostanfällige Schalungen. Zur Konservierung von Tübbing-Schalungen, die erst in einigen Monaten zum Einsatz kommen, wird Sika Trennmittel TR 5³⁾ verwendet. Normalerweise

- 1 Befüllen einer Schalung mit rund 14 Tonnen Beton pro Tübbing. (Bilder: Rudolf Bolliger)
- 2 Kurzes manuelles Glätten der Betonoberfläche. (Bild: Sika Schweiz AG)
- 3 Im Wärmetunnel werden die Tübbinge bei 50°C während 4,5 Stunden beheizt, damit die Hydratation möglichst schnell einsetzen kann.
- 4 Die fertig hergestellten Tübbinge werden auf einem eigens dafür eingerichteten Lagerplatz von zirka 110 x 35 m, zwischengelagert.

ist dieses pastöse Trennmittel für Sichtbeton prädestiniert. Hier wird es allerdings aufgrund seines sehr widerstandsfähigen Trennfilms eingesetzt, um zu verhindern, dass die Stahlschalungen während ihrer Lagerung im Freien zu rosten beginnen. Alternativ hätte man ein Korrosionsschutzmittel verwenden können, was allerdings vor dem Gebrauch der Schalungen wieder mühevoll zu entfernen gewesen wäre.

Am Bau Beteiligte

Bauherr: SBB, Infrastruktur, Projekt Management Durchmesserlinie

Projektierung/Bauleitung: IG Zalo – Basler & Hofmann AG; Pöyry Infra AG; SNZ AG

Unternehmung: ARGE Tunnel Weinberg – Implenia Bau AG; Wayss&Freytag Ingenieurbau AG; BilfingerBerger Ingenieurbau GmbH; PraderLosinger SA

Kleinere Schäden wie Kantenabbrüche oder grössere Fehlstellen in der Betonoberfläche, die sich leider nicht immer vermeiden lassen, lassen sich mit Sika-Refit-2000 und SikaRefit-2002 Rapid⁴⁾ einfach und schnell beheben.

Zwischenlagerung und Transport zur Baustelle

Die fertig hergestellten Tübbinge werden auf einem eigens dafür eingerichteten Lagerplatz von zirka 110 mx35 m, welcher von einem Portalkran zur Bewirtschaftung überspannt ist, zwischengelagert. Sobald der Beton eine für den Einbau ausreichende Festigkeit aufweist, transportieren Lastwagen die Tübbinge – je nach Baufortschritt im Tunnel – zum Installationsplatz Brunnenhof in Zürich, wo sie schlussendlich eingebaut werden. ■

Weitere Informationen:
Sika Schweiz AG
Tüffenwies 16, 8048 Zürich
Tel. 058 436 40 40, www.sika.ch, sika@sika.ch

* Rudolf Bolliger, Redaktion SchweizerBauJournal; Miriam Runge, Produktingenieurin, Sika Schweiz AG.

¹⁾Sika® ViscoCrete®-30 HE, ²⁾Sika® Separol® AR-2 Eco, ³⁾Sika® Trennmittel TR 5 und ⁴⁾SikaRefit®-2000 sind geschützte Handelsmarken der Sika Schweiz AG.