

Rezepturoptimierung für die Herstellung einer dünnen Brandschutzschale, Bauprojekt Brenner, Zulaufstrecke Nord

Text | Roland Murr, Markus Testor
Bilder | © ÖBB-Infrastruktur AG
Grafiken | © Pöyry Infra GmbH, Strass

Zwei Teilbereiche mit einer Gesamtlänge von ca. 11 km des in Bau befindlichen ersten Abschnittes der Zulaufstrecke Nord werden durch Tunnelvortriebsmaschinen mit anschließendem Tübbingausbau hergestellt.

Einleitung

Die Tübbingschale wird im Brandfall durch eine dünne, 20 cm starke, einseitig bzw. im Firstbereich zweiseitig mit Matten bewehrte Brandschutzschale der Betonsorte „C25/30(56)/XC3/FaB/BBG“ aus Polypropylenfaser-Ortbeton geschützt. Die ungünstigen Einbaubedingungen erforderten die Entwicklung eines sehr fließfähigen Betons weicher Konsistenz, unter Berücksichtigung der Wärmeentwicklung und Ausschaltzeit.

Erstrezepturvorschlag

Aus den Erfahrungen bewehrter Innenschalen mit einer Mindestdicke von 30 cm gem. RL „Innenschalenbeton“ wurden in der Ausgangsrezeptur des AN für die Stabilisierung des Betons ein hoher Zementgehalt von 380 kg/m³ und ein

Mehlkorngehalt von 490 kg/m³ bei einem Ausbreitmaß von 59 cm (Regelkonsistenz) gewählt. Die Herstellung einer Probewand unter Baustellenbedingung lieferte aussagekräftige Hinweise auf die Betonoberflächenqualität, Stabilität und Verarbeitbarkeit. Es zeigte sich dabei, dass eine Rezepturoptimierung mit einem Zielausbreitmaß von > 66 cm durchgeführt werden musste. Zu berücksichtigen war dabei, dass eine Konsistenzhöhung stets die Gefahr einer Destabilisierung des Frischbetons mit verstärktem Absetzverhalten und Bluten des Betons beinhaltet.

Optimierungsansätze und Ergebnisse

Als erste Maßnahme zur Verbesserung der Mischungsstabilität wurde die Siebli- nie durch Erhöhung des Feinteilanteils

und Reduktion des Grobkorns verändert. Der Sandanteil von ursprünglich 60 % wurde auf 70 % angehoben, wodurch sich der Mehlkornanteil um 20 % und der Anteil an Abschlämbbarem um 15 % erhöhen ließen.

Als zweite Maßnahme zur Erhöhung des Feinteilgehaltes wurde unter Berücksichtigung der Ausschaltfestigkeit der Zementgehalt um 20 kg/m³ erhöht. Die Ausgangsrezeptur sah den Einsatz zweier unterschiedlicher Portlandkompositzemente der Festigkeitsklasse 42,5 mit schneller Festigkeitsentwicklung und den Hauptbestandteilen Hüttensand und Flugasche vor. Der Anteil an anrechenbarem hydraulisch wirksamen Zusatzstoff AHWZ wurde nicht erhöht.

Als dritte Maßnahme wurde vom gleichen Faserhersteller die Fasertypen ausgetauscht, sodass die Faserdosiermenge

Bild 1: Regelquerschnitt

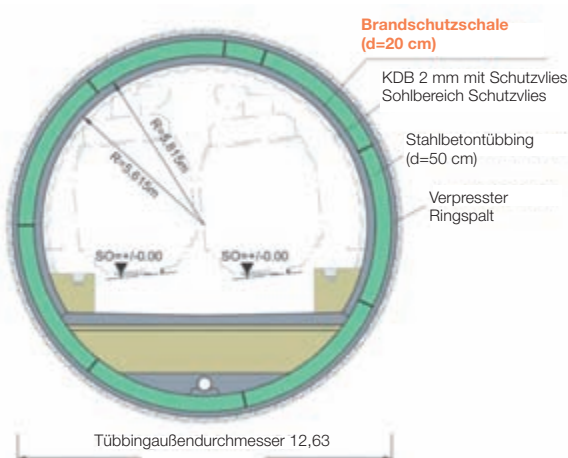
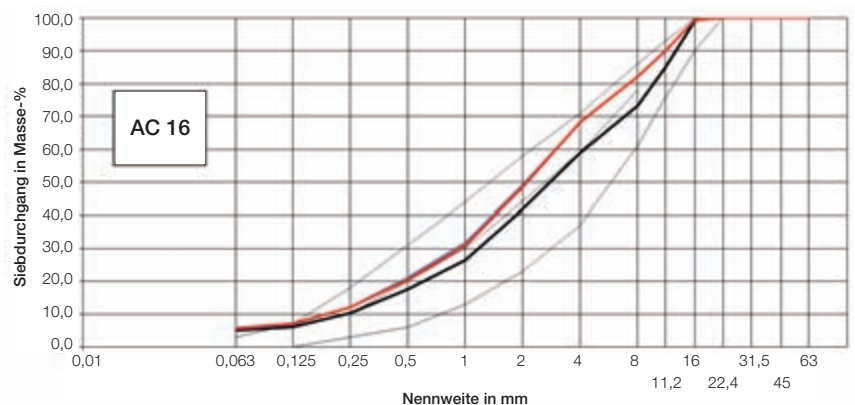


Bild 2: Ausgangssieblinie (schwarz) und Optimierungsvarianten (rot)



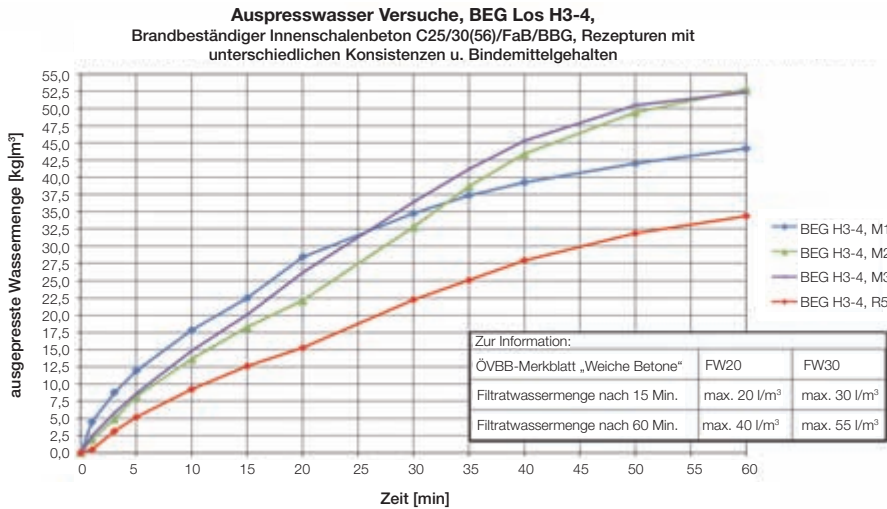


Bild 3: Prüfungsergebnis der Mischungsstabilität mittels Auspressversuches

(bei gleicher Faseranzahl, jedoch kürzerer Faserlänge) um 40 % reduziert werden konnte. Ein Vorhaltemaß von 10 % gegenüber der geprüften Mindestdosierung wurde als Zielwert vorgesehen.

Als vierte Maßnahme wurde die Rezeptur um einen hochwirksamen Stabilisator erweitert, sodass für die in der Praxis erforderliche Schwankungsbreite der Einbaukonsistenz eine zusätzliche Sicherheit gegenüber Entmischungerscheinungen geschaffen werden konnte.

Bild 3 zeigt die Ergebnisse der Filterpressversuche mit den unterschiedlichen Entwicklungsschritten der Rezepturen, wobei auf der y-Achse die ausgepresste Wassermenge [kg/m³] und auf der x-Achse die Zeit [min] abgelesen werden kann.

Mischung M1: Ausgangsrezeptur mit Ausbreitmaß AM 59 cm

Mischung M2: Rezeptur mit verfeinerter Sieblinie und Konsistenzhöhung, AM 66 cm

Mischung M3: Rezeptur M2 mit Austausch des Fasertyps und weiterer Konsistenzhöhung, AM 68 cm

Mischung R5: Rezeptur M3 mit Erhöhung des Zementgehaltes, Zugabe eines Stabilisators und weiterer Konsistenzhöhung, AM 70 cm

Zusätzlich zu den vorgenommenen Rezepturänderungen wurde der Einfluss des Fließmittels auf die Festigkeit zum Ausschaltzeitpunkt untersucht. Da die Ausführung eine dünne Brandschutz-

schale vorsieht, konnte aufgrund der fehlenden Bauteilmasse nicht mit der Hydratationswärmeentwicklung herkömmlicher Tunnelinnenschalen gerechnet werden. Die für die Bestimmung der Ausschaltfestigkeit übliche Lagerung der Probekörper erfolgte daher nicht im Temperaturschrank, sondern unter Laborbedingungen bei 20° C. Es zeigte sich, dass das klassische Fließmittel in der höheren Dosierung bei einer geringen Bauteilmasse einen deutlichen Einfluss auf die Festigkeitsentwicklung nimmt. Für eine Steuerung der Geschwindigkeit der Festigkeitsentwicklung wurde daher als Zusatzmittelkombination ein hochwirksames Fließmittel mit kürzerer Verflüssigungswirkung und anschließend rascher Festigkeitsentwicklung und ein klassischer Superverflüssiger für eine erhöhte Verarbeitungssicherheit gewählt.

Es zeigte sich, dass das klassische Fließmittel in der höheren Dosierung bei einer geringen Bauteilmasse einen deutlich verzögernden Einfluss auf die Festigkeitsentwicklung nimmt.

Zusammenfassung

Die positive Umsetzung bestätigte, dass zeitgerecht vor dem Auftreten von Verarbeitungsproblemen ein Dialog zwischen Ausführendem und Auftraggeber stattgefunden hat, um eine optimale Bauteilqualität in der Praxis zu erreichen.

Bewehrung AQ 60 Schalhaut



C25/30 (56) XC3 GK16 FaB-BBG

Bild 4: Blick hinter die Schalung während des Betonierens



Bild 5: Auf Lücke betonierete Brandschutzschale

Die Verbesserung der Betoneinbauqualität bestand in der Herstellung des Betons in einer weicheren Einbaukonsistenz bei gleichzeitig erhöhter Stabilität. Die Rezepturoptimierung der Mischung R5 bedingte neben der Konsistenzhöhung Veränderungen in der Sieblinie, einen Austausch des Fasertyps, die Erhöhung des Zementgehaltes, die Zugabe eines Stabilisators.

Autoren:

DI Roland Murr,
Materialversuchsanstalt Strass,
Pöry Infra GmbH, Strass
DI Dr. Markus Testor,
ÖBB-Infrastruktur AG, GB Unterinntal
www.pory-infra.at
www.unterinntalbahn.at