

# Neubau des Ramholz-Tunnels

Von Birgit Westermann, Mainz, und Michael Tergl, Innsbruck

## 1 Einleitung

Der Ramholz-Tunnel, benannt nach dem Schlüchterner Ortsteil Ramholz, liegt an der Bahnstrecke zwischen Fulda bzw. Flieden und Gemünden/Main. Er durchfährt in leichter S-Form den Höhenrücken zwischen Kinz- und Allmicher-Berg in nord-östlicher/südwestlicher Richtung.

Der alte Ramholz-Tunnel wurde von 1868 bis 1871 gebaut. Zuerst wurde er eingleisig, später zweigleisig befahren. Im Lauf der Zeit wurde der Tunnel mehrmals für den elektrifizierten und zweigleisigen Betrieb adaptiert und umgebaut, bis feststand, dass eine weitere Erneuerung grundsätzlich und vor allem unter Betrieb nicht mehr wirtschaftlich möglich ist. Eine Sanierung des alten Tunnels wäre nur mit eingeschränktem laufendem bzw. zeitweise stillgelegtem Eisenbahnbetrieb möglich gewesen und hätte sich über mehrere Jahre hingezogen.

Die DB Netz AG als Bauherr, vertreten durch die DB ProjektBau GmbH in Frankfurt, entschied sich deshalb für den Tunnelneubau. Der Baubeginn des neuen, zweigleisigen Ramholz-Tunnels erfolgte im Oktober 2006.

## 2 Verlauf und Abmessungen des Tunnels

Der neue Ramholz-Tunnel hat eine Gesamtlänge von 474 m. Davon sind 440 m in bergmännischer Bauweise und am Nord- und Südportal je 17 m in offener Bauweise hergestellt worden.

Die Gradienten des neuen Tunnels fällt von Südwest nach Nordost mit konstant 1,1 %. Der Ausbruchquerschnitt betrug 124 m<sup>2</sup>.

Der neu gebaute Tunnel liegt in enger Parallellage zum alten Ramholz-Tunnel. Der Abstand der Steckenachsen beträgt zwischen 20 m und 40 m. Das entspricht einem minimalen Abstand zwischen den Außenkanten der Tunnellaubungen von ca. 12 m (Bild 1).

Der neue Ramholz-Tunnel unterquert ausschließlich unbebautes Gelände. Die nächstgelegenen Bebauungen liegen ca. 50 m (Ramholz) bzw. 800 m (Sannerz) von den jeweiligen Portalen entfernt.

## 3 Geologische Verhältnisse [1]

Der in bergmännischer Bauweise aufgefahrene Abschnitt des neuen Ramholz-Tunnels wurde über die

gesamte Länge in Sedimenten des oberen Buntsandsteins aufgefahren. Dabei standen im unmittelbaren Tunnelbereich Schichteinheiten der „Unteren Röt-Folge“ an, die sich wie folgt aufgliederten:

- braunrote Tonsteinschichten: gleichförmige Ton- und Schluffsteinfolgen mit Feinsandstein- und Quarzitzzwischenlagen;
- Grenzquarzit: 2 quarzitisches Feinsandsteinlagen, getrennt durch phyllitische Ton- und Schluffsteinzwischenlagen;
- Plattensandstein-Basiston: vorherrschend Feinsandsteine mit Ton- und Schluffsteinlagen; an der Basis dünnlagige, wenig verfestigte Tonsteine.

Oberflächennah standen oberhalb der Buntsandsteinschichten quarzäre Ablagerungen an. Dabei handelte es sich zumeist um Schluff mit wechselnden Sand-, Kies- und Tonanteilen. Die Mächtigkeiten betragen bei den Portalen zwischen 1 m und 3 m und in den Voreinschnitten bis zu 5 m.

Am südwestlichen Anschlagpunkt bei Strecken-km 18,5+32 (Beginn der Luftbogenstrecke) lag der Tun-



Bild 1: Blick auf das Südportal (März 2007)

nelquerschnitt in verwitterten, teils angewitterten, feinsandigen Ton- und Schluffsteinen mit zersetzten Zwischenlagen. Das Gebirge am südwestlichen Portal war komplett in Kluffkörper zerlegt. Mit zunehmender Überdeckung nahm der Verwitterungsgrad ab.

Die Schichten waren im Allgemeinen flach gelagert und wiesen ein Einfallen von etwa 10° bis 15° in westliche und nördliche Richtungen auf. Teilweise kam es im Randbereich von Störungen zu Verteilungen des Schichteinfallens bis zu 45°.

Bei Strecken-km 18,4+00 wurde der anstehende Grenzquarzit durch den Tunnelquerschnitt angeschnitten. Im weiteren Verlauf liefen die braunroten Tonsteinschichten in der Firste aus und im Liegenden des Grenzquarzits trat der Plattensandstein in den Querschnitt.

Die Überdeckung über Firste stieg zunächst von 25 m auf 50 m an und nahm mit Annäherung an das nordöstliche Portal wiederum auf 30 m ab.

Der Grenzquarzit stellte sich als etwa 2 m mächtige Abfolge von quarzitischen Sandsteinbänken mit einer Tonstein- und Schluffsteinzwischenlage dar. Die Schichten des Plattensandsteins bestanden überwiegend aus Feinsandsteinen mit Zwischenlagen von Tonstein und Schluffstein.

Im Zuge der Erkundungsarbeiten zur Zustandsaufnahme des bestehenden Ramholz-Tunnels wurde in den Jahren 1990/91 eine so genannte „Einbruchschlote“ angetroffen. Dabei handelt es sich um einen an einer Störungsbahn entstandenen, etwa kreisförmigen Bereich von eingebrochenem und verstürztem Gebirge. Das Gebirge ist wahrscheinlich aufgrund von Lösungsvor-

gängen des Zechsteinsalzes im tiefen Untergrund nachgebrochen. Die Füllung des Schlotens setzt sich aus kiesigen, teils steinigen Komponenten in einer tonig-schluffigen, zum Teil auch feinsandigen Matrix zusammen. Die Ränder des Verstürzbereichs sind teils scharf, teils mit unscharfem Übergang zum ungestörten Gebirge ausgebildet. Die Einbruchschlote weist einen Durchmesser von 60 m bis 70 m auf, ihr Zentrum wurde etwas südlich der bestehenden Tunnelröhre lokalisiert. Im Rahmen der Bohrkampagne zur Erkundung des neuen Ramholz-Tunnels wurde durch drei gezielt angeordnete Bohrungen die vermutete Lage des Nordrandes des Schlotens außerhalb des Tunnelquerschnitts bestätigt. Es war somit davon auszugehen, dass die erkundete Struktur mit Lockergesteinscharakter und geringer Festigkeit nicht in den Tunnelquerschnitt des neuen Ramholz-Tunnels hineinreicht.

Es konnte laut Gutachten jedoch nicht ausgeschlossen werden, dass weitere, bis dato unbekannte Einbruchschlote im Tunnelquerschnitt liegen. Aufgrund der höheren Wasserwegigkeit war die Möglichkeit von Lösungsvorgängen im Zechstein-Untergrund gegeben, so dass in diesem Bereich bevorzugt Einbruchschlote und kleinere Verstürzmassen hätten auftreten können. Während der Vortriebsarbeiten wurden jedoch keine Einbruchschlote oder Verstürzmassen angefahren.

Ausgehend vom südwestlichen Portal, d.h. in Vortriebsrichtung, lag der Grundwasserspiegel zunächst 1 m bis 4 m oberhalb der Firste. Im weiteren Verlauf und nach Erreichen der durchlässigeren sandsteinbestimmten Schichten sank der Grundwasserspiegel auf ca. 5 m über der Tunnelsohle, also etwa auf die hal-

be Höhe des Tunnelquerschnitts ab. Im Durchschlagbereich am nordöstlichen Tunnelportal lag der Grundwasserspiegel dann noch auf Sohl-niveau. Der Tunnel konnte jedoch aufgrund der geringen Durchlässigkeit des anstehenden Gebirges sowie der relativ trockenen Witterung unter großteils trockenen Bedingungen aufgefahren werden.

#### 4 Bauausführung des neuen Ramholz-Tunnels

Aufgrund der beschriebenen geologischen Verhältnisse und der kurzen Tunnellänge wurde das Bauwerk nach der „Neuen Österreichischen Tunnelbauweise“ (NÖT) ausgeführt, bestehend aus einer bewehrten Spritzbeton-Außenschale und Erstsicherungsmaßnahmen. Die Tunnelinnenschale war nach Richtlinie 853 der DB Netz AG [2] als bewehrte, wasserundurchlässige Betonkonstruktion auszuführen. Die Ortbetoninnenschale hatte im Gewölbe eine Bauteildicke von 0,40 m. Das Sohlgewölbe wurde mit horizontaler Sohle eingebaut und erreichte Bauteilabmessungen bis zu 2 m. Zwischen der Tunnelaußenschale und der Tunnelinnenschale wurde eine Luftpolsterfolie als Trennlage eingebaut. Der Tunnelausbau erfolgte in maximal 10 m langen Blöcken.

Die Vortriebsarbeiten am Ramholz-Tunnel begannen im Februar 2007. Der Vortrieb war eine Aufeinanderfolge von Ausbruch und unmittelbarer Sicherung der entstandenen Hohlräume durch eine Kombination von Ankern, Spießen, Ausbaubögen, Einbau der Bewehrung aus Betonstahlmatten und dem Einbau des Nassspritzbetons.

Aufgrund des relativ knappen Abstands der Streckenachsen zwischen



Bild 2: Ortsbrust beim Kalottenvortrieb



Bild 3: Strossenvortrieb



Bild 4: Spritzbetonauftrag



Bild 5: Bohren der Spieße mit dem Bohrwagen

altem und neuem Ramholz-Tunnel sowie der geologischen Verhältnisse wurde als Gesteinslöseverfahren ein Baggervortrieb, unterstützt durch Meißel oder Fräse, geplant. Zunächst verlief der Baggervortrieb auch problemlos. Mit zunehmender Tunnellänge nahm die Gebirgsfestigkeit jedoch so stark zu, dass ab Tunnelmeter 250 das Lösen des Gesteins mittels Bagger oder Fräse nicht mehr möglich war und deshalb auf Sprengvortrieb umgestellt werden musste (Bild 2).

Bereits nach einer Bauzeit von vier Monaten wurde Anfang Juni 2007 die Kalotte durchgeschlagen. Der Strossen- und Sohlenvortrieb konnte anschließend nachgezogen werden (Bild 3).

Parallel zum Sohlenvortrieb wurde der Ausgleichsspritzbeton eingebracht.

Der Aufbau der Spritzbetonschale im Ramholz-Tunnel erfolgte durch 25 cm bis 30 cm Spritzbeton (Bild 4),

zwei Lagen Bewehrungsmatten und 3-Gurt-Gitterbögen. Als weitere Sicherungsmaßnahmen wurden Swellex- und SN-Anker eingebaut. In kritischen Bereichen wurde eine vorseilende Sicherung in Form von Spießen angewendet (Bild 5).

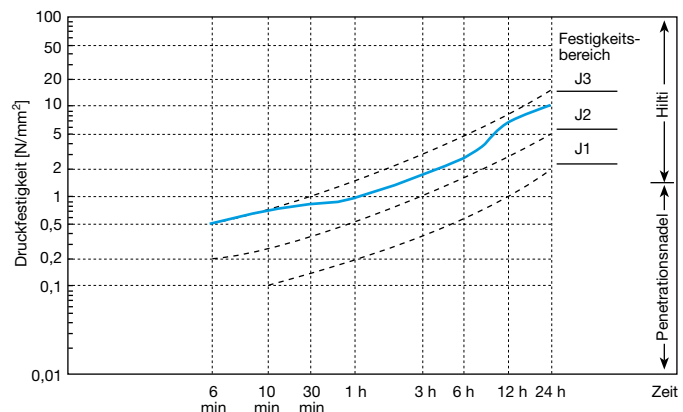


Bild 6: Entwicklung der Frühfestigkeit des Spritzbetons im Bereich J 2 (nach [4])

Tafel 1: Betonzusammensetzung für Spritzbeton, Sohlgewölbe und Gewölbe

		Spritzbeton			Sohlgewölbe	Gewölbe	Gewölbe <sup>1)</sup>
Betonfestigkeitsklasse		C25/30			C30/37	C30/37	C30/37
Konsistenzklasse		-			F3	F4	F4
Zementart und Festigkeitsklasse		CEM I 52,5 R			CEM III/B 42,5 N-LH/HS	CEM II/A-S 32,5 R	CEM II/A-S 42,5 R
Zementgehalt z	kg/m <sup>3</sup>	380			280	315	315
Wassergehalt (w/z) <sub>eq</sub>	kg/m <sup>3</sup>	196			162	175	179
		0,50			0,52	0,53	0,53
Gesteinskörnung							
Sand 0/2 mm	Vol.-%	45			40	47	47
Splitt 2/8 mm	Vol.-%	55			12	18	18
Splitt 8/16 mm	Vol.-%	-			24	35	35
Splitt 16/22 mm	Vol.-%	-			24	-	-
Gesamtgehalt	kg/m <sup>3</sup>	1.771			1.877	1.851	1.820
Betonzusatzstoff							
Art		Steinkohlenflugasche			Steinkohlenflugasche	Steinkohlenflugasche	Steinkohlenflugasche
Gehalt	kg/m <sup>3</sup>	30			80	40	55
Betonzusatzmittel							
Art		VZ	BE	FM	FM	FM	FM
Gehalt	% von z	0,4	5 - 7	1,2	1,0	0,8	0,95

<sup>1)</sup> Betonzusammensetzung gemäß Eignungsprüfung für das Betonieren bei tiefen Temperaturen

Bei der Planung und Ausführung der Spritzbetonarbeiten sind neben der DIN 18551 [3] auch die zusätzlichen Regelungen der Richtlinie 853.4003 der DB Netz AG [2] zu beachten gewesen. Die Entwicklung der Spritzbetonzusammensetzung erfolgte nach Maßgabe der österreichischen Spritzbeton-Richtlinie [4]. Für die Frühfestigkeitsentwicklung war der Bereich J 2 einzuhalten (Bild 6).

Der Spritzbeton war als C25/30 mit einem äquivalenten Wasserzementwert  $\leq 0,50$  auszuführen. Die Festlegung der Spritzbetonzusammensetzung erfolgte nach umfangreichen Erstprüfungen im Labor und vor Ort (Tafel 1). Verwendet wurde ein Portlandzement CEM I 52,5 R.

## 5 Tunnelinnenschale

### 5.1 Anforderungen an die Betone

Der Innenschalenbeton für den Ausbau war nach Richtlinie 853.4102 der DB Netz AG und gemäß

DIN 1045-2 [5] unter Beachtung der ZTV-ING des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung [6] herzustellen.

Der Beton für die Innenschale und für die Portale musste den Anforderungen der Expositionsclassen XC4, XF1 und XA1 genügen sowie die Festigkeitsklasse C30/37 erfüllen. Der Festigkeitsnachweis sollte nach 56 Tagen erfolgen.

Da die Tunnelinnenschale als wasser- und durchlässige Betonkonstruktion auszuführen war, kam der Dichtigkeit der Innenschale und dem Vermeiden von Rissen eine große Bedeutung zu. Um die Gefahr der Rissbildung infolge von Temperaturdifferenzen zu minimieren, mussten die verwendeten Betone eine niedrige Hydrationswärmeentwicklung aufweisen. Laut Ausschreibung durfte die Frischbetontemperatur 20 °C und die Temperaturdifferenz innerhalb des Betonquerschnitts 20 K nicht überschreiten. Das Einhalten dieser Anforderungen war durch Messung der

Temperaturentwicklung innerhalb des Bauteils nachzuweisen.

Trotz der niedrigen Hydrationswärmeentwicklung und der daraus resultierenden langsamen Festigkeitsentwicklung sollte für das Ausschalen der Blöcke eine Frühfestigkeit von mindestens 6 N/mm<sup>2</sup> sichergestellt werden.

### 5.2 Betonzusammensetzung und Erstprüfungen

Die Entwicklung der geeigneten Betonzusammensetzungen erfolgte durch die Prüfstelle des Betonlieferanten in Zusammenarbeit mit der Bauleitung und der ständigen Prüfstelle des bauausführenden Unternehmens. In den Erstprüfungen zeigte sich, dass die Anforderungen an den Gewölbebeton mit einem Portlandhüttenzement CEM II/A-S 32,5 R und die Anforderungen an den „massigen“ Sohlbeton mit einem Hochofenzement CEM III/B 42,5 N-LH/HS gut erreicht wurden.

Die Einstellung der Konsistenz erfolgte mit Fließmitteln auf Basis von Polycarboxylatether (PCE). Für den Beton für das Sohlgewölbe war als Einbaukonsistenz die Konsistenzklasse F3 und für den Gewölbebeton die Konsistenzklasse F4 vorgegeben. Um die geforderte Einbaukonsistenz für den Gewölbebeton zu erreichen, sollte der Beton ein Anfangsausbreitmaß von maximal 580 mm aufweisen und nach 120 Minuten mindestens noch ein Ausbreitmaß von 500 mm haben.

Für den Gewölbebeton wurde zusätzlich eine Erstprüfung für eine abgeänderte Betonzusammensetzung durchgeführt, die verwendet werden sollte, falls bei tiefen Temperaturen die geforderte Frühfestigkeit mit dem Standardbeton nicht erreicht werden könnte. Dazu wurde der CEM II/A-S 32,5 R durch einen Zement mit einer höheren Festigkeitsklasse, einen CEM II/A-S 42,5 R, ersetzt und der Flugascheanteil erhöht. Dieser Beton kam jedoch letztlich nicht zum Einsatz, da mit der ursprünglichen Zusammensetzung die Frühfestigkeiten auch bei tiefen Temperaturen erreicht werden konnten.

Die Zusammensetzung der Betone für Sohle und Gewölbe ist **Tafel 1** zu entnehmen. Mit den gewählten Betonzusammensetzungen wurden die Anforderungen an die Festbetoneigenschaften sicher erreicht (**Tafel 2**).

Im Anschluss an die Erstprüfungen wurde ein gesonderter Problock auf der Baustelle betoniert, an dem neben der Konsistenzänderung und der Entwicklung der Frühfestigkeiten auch die Wärmeentwicklung des Betons geprüft wurde. Das verwendete Probebauteil hatte die Abmessungen von etwa 1,0 m x 1,0 m x 0,6 m. Der Beton erfüllte alle Anforderungen und wurde für das Betonieren des Bauwerks freigegeben.

In **Bild 7** ist beispielhaft die Wärmeentwicklung in einem Gewölbeblock dargestellt.

### 5.3 Ausführung der Betonarbeiten

Der Tunnelausbau folgte der fallenden Gradiente und startete somit am Südportal. Zuerst wurde die Sohle hergestellt, anschließend das Gewölbe und abschließend zeitgleich Bankette und die Portale. Es wurden 44 bergmännische Blöcke mit einer Einzelblocklänge von 10 m und vier Blöcke in der offenen Bauweise hergestellt. Die Blöcke der offenen Bauweise hatten dabei eine reduzierte Länge von 8,50 m (**Bild 8**). Die Bauteilabmessungen des Sohlgewölbes betragen bis zu 2 m. Nach Einbau von Schalung (**Bild 9**) und Bewehrung (**Bild 10**) erfolgte das Betonieren eines Sohlblocks (**Bild 11**).

Im Gewölbe wurde vor dem Einbau der Bewehrung (**Bild 12**) eine Luft-

polsterfolie als Trennlage zwischen Außen- und Innenschale befestigt (**Bild 13**). Der Gewölbebeton hatte eine Bauteildicke von 40 cm.

Da der Beton in einer mobilen Baustellenmischanlage hergestellt wurde, die nur wenige Fahrminuten vom Tunnel entfernt lag, erfolgte die endgültige Einstellung der Konsistenz des Betons mit Fließmittel bereits im Transportbetonwerk. Eine weitere KonsistenzEinstellung am Einbauort war nicht mehr notwendig.

Die Blöcke der Innenschale wurden mit einem ca. 10 m langen Schalwagen hergestellt (**Bild 14**). Zur gleichmäßigen Verteilung des Betons hatte der Schalwagen auf vier verschiedenen Niveaus mehrere Betonierstutzen sowie zur Überprüfung des gleichmäßigen und vollständigen Einfüllens des Betons Kontrollfenster. Im Regelfall wurde täglich außer

Tafel 2: Festbetoneigenschaften

	Sohlgewölbe	Gewölbe	Gewölbe <sup>1)</sup>
Druckfestigkeit [N/mm <sup>2</sup> ]			
Nach 12 Stunden	5	5	8,5
2 Tagen	17	16	19,5
7 Tagen	31	39	41,5
28 Tagen	41	48	48
56 Tagen	50,5	53	55
Wassereindringtiefe [mm]	19	18	16

<sup>1)</sup> Betonzusammensetzung gemäß Eignungsprüfung für das Betonieren bei tiefen Temperaturen

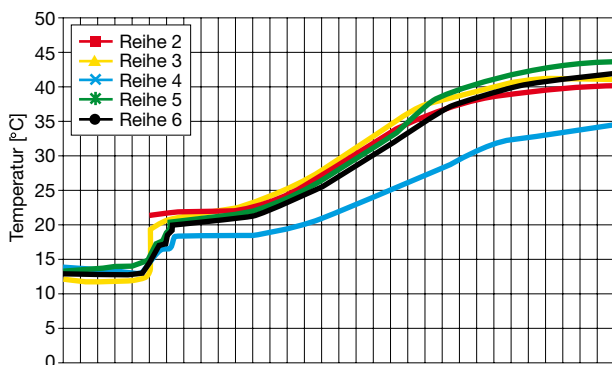


Bild 7: Wärmeentwicklung in einem Gewölbeblock (Block 45)



Bild 8: Einbau der Sohlblöcke in offener Bauweise



Bild 9: Schalung eines Sohlgewölbeblocks

sonntags ein 10 m langer Gewölbeblock hergestellt. Die Erhärtungszeit des Betons bis zum Absenken des Gewölbeschalwagens für den nächsten Takt betrug im Durchschnitt zwischen 10 und 12 Stunden. Die zum Ausschalen erforderliche Druckfestigkeit musste mindestens  $6 \text{ N/mm}^2$  betragen. Zur Vermeidung eines zu raschen Austrocknens und der Fröhschwindrissbildung des jungen Betons erfolgte die Nachbehandlung mit einem etwa 30 m langen Nachbehandlungswagen. Dadurch konnte sichergestellt werden, dass jeder Block mindestens drei Tage lang nachbehandelt wurde (Bild 15).

Die wasserundurchlässige Betonkonstruktion der Tunnelinnenschale ohne weitere Abdichtung und Tunnelängsentwässerung stellte an die Ausbildung der Fugen hohe Anforderungen. Die Fugen zwischen den einzelnen Gewölbeblöcken wurden als Raumfugen ausgebildet und vollflächig mit nichtbrennbaren Mineralfaserplatten versehen (Bild 16). Die Dichtigkeit der einzelnen Fugen erreichte man durch den Einbau innen liegender Dehnfugenbänder mit Mittelschlauch und Stahllaschen. Zusätzlich wurden Injektionsschläuche eingebaut (Bild 17), um bei eventuellen Undichtigkeiten nachträglich verpressen zu können.

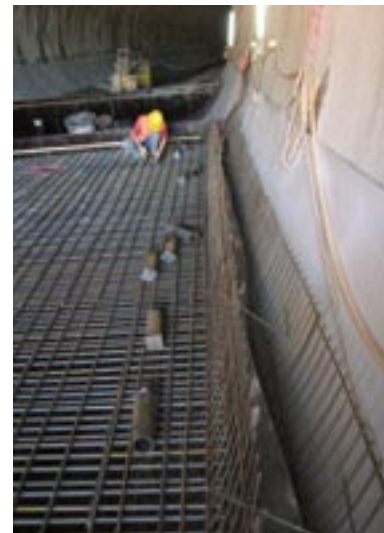


Bild 10: Bewehrung des Sohlgewölbes



Bild 11: Betonierter Sohlblock



Bild 12: Einbau der Bewehrung



Bild 13: Folientrennschicht zwischen Außen- und Innenschale



Bild 14: Schalwagen



Bild 15: Nachbehandlungswagen



Bild 16: Fugenausbildung im Gewölbe

Nach Fertigstellen der Tunnelinnenschale (Bild 18) folgte die Firstspaltverpressung über Injektionsstutzen mit einer Zementsuspension. Bild 19 zeigt das Portal während der umfangreichen Baumaßnahmen.

## 6 Zusammenfassung

Die durch den Auftraggeber an das Bauvorhaben Ramholz-Tunnel gestellten Anforderungen an den Beton und seinen Einbau waren anspruchsvoll. Da die Tunnelinnenschale als wasserundurchlässige Betonkonstruktion auszuführen war, stand die Dichtigkeit des Bauwerks

im Vordergrund. Dies wurde über eine Minimierung der Rissbildung unter Beschränkung der Hydratationswärmeentwicklung des Betons sichergestellt. Beim Ramholz-Tunnel konnten diese Anforderungen erfolgreich erfüllt werden. Die Verwendung eines Hochofenzements CEM III/B 42,5 N LH/HS im Sohlbeton und eines Portlandhüttenzements CEM II/A-S 32,5 R im Gewölbebeton brachten in technischer Hinsicht optimale Ergebnisse.

Beim Bau des neuen Ramholz-Tunnels wurden insgesamt rd. 30.000 m<sup>3</sup> Beton und etwa 1.100 t Baustahl verarbeitet.

Seit Juli 2008 ist der Tunnel zweigleisig in Betrieb. Die Verfüllung der Portale ist bereits abgeschlossen (Bild 20) und die Voreinschnitte sind inzwischen begrünt.

Nach Inbetriebnahme des neuen Tunnels wurde der nicht mehr erforderliche, alte Tunnel zwischenzeitlich mit ca. 20.000 m<sup>3</sup> Ausbruchmaterial aus dem Vortrieb der neuen Röhre verfüllt. Die Rekultivierung der Baustelleneinrichtungsflächen wird zurzeit vorgenommen.

Die komplette Baumaßnahme soll im März 2009 abgeschlossen sein.



Bild 17: Injektionsschläuche zum nachträglichen Verpressen möglicher Undichtigkeiten



Bild 18: Innenschalenbeton



Bild 19: Baumaßnahmen am Portal



Bild 20: Fertiggestellter Ramholz-Tunnel im November 2008

## 7 Literatur

- [1] Geotechnischer Bericht für das Tunnelbauwerk, Hrsg.: CDM Consult GmbH, Alsbach 2006.
- [2] Richtlinie 853 Eisenbahntunnel planen, bauen, instandhalten, 3. Aktualisierung 1.1.2007, DB Netz AG.
- [3] DIN 18551:2005-01 Spritzbeton – Anforderung, Herstellung, Bemessung und Konformität.
- [4] Richtlinie Spritzbeton – Anwendung und Prüfung. Ausgabe Juli 2004, Hrsg.: Österreichischer Betonverein, Wien.
- [5] DIN 1045-2:2001-07 Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton. Teil 2: Beton – Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität. Anwendungsregeln zu DIN EN 206-1.
- [6] ZTV-ING Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten, Ausgabe 2006, Hrsg.: BMVBS.

Alle Fotos: Michael Tergl

## Bauschild

Auftraggeber	DB Projekt Bau GmbH, im Auftrag der DB Netz AG, Deutsche Bahn AG
Auftragnehmer	ARGE Beton- und Monierbau Gesellschaft m.b.H., Innsbruck, Stutz GmbH & Co. KG, Kirchheim, Martin Rose GmbH & Co. KG, Kassel
Ort der Ausführung	Sinntal-Sannerz, Deutschland
Baubeginn	Oktober 2006
Fertigstellung geplant	März 2009