

Beton-Informationen

4 · 2008



■
Bau des
Emmerauen-Tunnels
mit Hüttenzement

Bau des Emmerauen-Tunnels mit Hüttenzement

Das derzeit größte Straßenbauprojekt in Nordrhein-Westfalen ist die Umlegung der L 614 und die damit verbundene Verlagerung des Durchgangsverkehrs, der durch den historischen Kernbereich der Stadt Lügde verläuft und dort die Lebensqualität der Anwohner stark beeinträchtigt. Die Länge der gesamten Umgehungsstraße beträgt ca. 2 km, wovon ca. 800 m auf den Tunnel einschließlich der Trogbereiche entfallen. Es handelt sich um einen zweispurigen Tunnel mit einem Regel-Querschnitt von 7,5 m, der in offener Bauweise erstellt wird. Für das Tunnelbauwerk und die Tröge wurden einschließlich der Bohrpfähle und der Unterwasserbetonsohle ca. 60.000 m³ Beton und ca. 8.000 t Betonstahl verbaut.

Wasser war während der Bauarbeiten ein großes Problem, da die Baugrube unmittelbar an den Fluss Emmer angrenzt und nach Fertigstellung den Tunnelbereich sogar überfließt.

Für alle Bauteile wurde Hochofenzement verwendet, mit dem die geforderten Eigenschaften sicher erreicht wurden. Hauptaugenmerk wurde aufgrund der Massigkeit vieler Bauteile auf die Entwicklung der Hydratationswärme gelegt, da die Rissbildungen minimiert werden und die Dichtigkeit des Tunnelbereichs aufgrund der Wassersituation unbedingt gewährleistet sein muss. Mit der Wahl des Hochofenzements und den entsprechenden Betonzusammensetzungen wurden die Anforderungen an eine niedrige Hydratationswärmeentwicklung, gute Verarbeitbarkeit und Pumpfähigkeit sicher erreicht. Weiterhin zeigt der eingebaute Beton im Bereich der Wände und Deckenuntersichten ein gutes optisches Erscheinungsbild, das durch helle Oberflächen geprägt ist und die Durchfahrt durch den Tunnel für das Auge angenehm macht.

Der Baubeginn der Maßnahme war im September 2005. Die Verkehrsfreigabe ist für Herbst 2009 geplant.

Autor:

Dipl.-Ing. Roman Bludau, TPA Gesellschaft für Qualitätssicherung und Innovation GmbH, Bereich Betontechnologie International (BTI), Siegburger Straße 241, 50679 Köln, roman.bludau@tpaqi.com

Beton-Informationen

Eine periodisch erscheinende Informationsschrift für die Verwendung von hütten sandhaltigen Zementen

Heft 4 · 2008, 48. Jahrgang
ISSN 0170-9283

Herausgeber:

BetonMarketing Nord GmbH, Hannover
BetonMarketing Ost GmbH, Berlin
BetonMarketing Süd GmbH, Ostfildern
BetonMarketing West GmbH, Beckum

Redaktion:

Dr.-Ing. K. Rendchen (verantwort.)

BetonMarketing Nord GmbH

Anderter Straße 99D

30559 Hannover

Telefon 05 11 / 55 47 07-0

Telefax 05 11 / 55 47 07-15

E-mail hannover@betonmarketing.de

Redaktionsbeirat:

Ing. P. Bilgeri,
CEMEX WestZement GmbH

Dipl.-Ing. R. Büchel,
Verlag Bau+Technik GmbH

Dr.-Ing. A. Ehrenberg, FEhS – Institut für
Baustoff-Forschung e.V.

Dr.-Ing. R. Härdtl,
HeidelbergCement Technology Center GmbH

Dipl.-Ing. W. Hemrich,
SCHWENK Zement KG

Dr. M. Höppner, Holcim (Deutschland) AG

Dr.-Ing. D. Hornung, Dyckerhoff AG

Dr.-Ing. Matthias Middel,
BetonMarketing West GmbH

Dipl.-Ing. J. Plöhn,
LAFARGE Zement GmbH

Nachdruck nur mit Genehmigung
der Redaktion

Schutzgebühr: € 5,00 zzgl. 7 % MwSt.

Jahres-Abo.: € 25,00 zzgl. 7 % MwSt.

Konto: BetonMarketing Nord GmbH

Hallbaum-Bank (BLZ 250 601 80)

Konto-Nr. 82693

Verlag: Verlag Bau+Technik GmbH

Postfach 12 01 10, 40601 Düsseldorf

Tel. 02 11 / 9 24 99-0

Layout/Grafiken: Ute Müller

Redaktion: Andrea Koenen

Lithos und Druck:

Loose-Durach GmbH, Remscheid

Titel- und Rückbild:

Baustelle Emmerauen-Tunnel

Fotos:

STRABAG AG

Verwendung von Hüttenzement für den Emmerauen-Tunnel in Lügde

Von Roman Bludau, Köln

1 Einleitung

Die Stadt Lügde mit ihrer historischen Altstadt liegt inmitten eines dicht bebauten Talkessels. Dieser Talkessel wird östlich durch die Eisenbahnstrecke Hannover-Paderborn begrenzt, die natürliche Grenze im Westen bildet der Fluss Emmer. Dieser führt häufig Hochwasser, wovon auch der Stadtkern mit seiner historischen Bausubstanz betroffen ist. Der gesamte Verkehr mit hohem Lkw-Anteil verläuft auf der jetzigen Trasse der Landesstraße L 614 durch den Stadtkern wie durch ein Nadelöhr und sorgt dort durch die Abgase, den Verkehrslärm und die Gefahrensituationen für eine erhebliche Minderung der Wohn- und Einkaufsqualität.

Im September 2005 wurde schließlich, nach längerer Planungsphase, mit dem Bau der Umgehungsstraße begonnen. Aufgrund der Kesselanlage der Stadt Lügde gestaltete sich die Trassierung als schwierig. Als günstigste Variante wurde die Trassenführung durch die Emmerauen gewählt. Um nun aber die Überschwemmungsgefahr für die Altstadt nicht noch weiter zu erhöhen, musste ein Teil der Umgehungsstraße unterirdisch gebaut werden.

Die Gesamtlänge der Umgehungsstraße beträgt etwa 2.000 m, rd. 850 m davon verlaufen unterirdisch. Die Herstellung des Tunnelbauwerks erfolgte in offener Bauweise in einer Rechtecks-Querschnittsform. Innerhalb des Querschnitts wurden je-

weils ein Richtungsfahrstreifen mit einer Breite von 3,75 m und ein Notweg ausgeführt. Die gesamte Betonkubatur betrug ca. 60.000 m³, es wurden etwa 8.000 t Bewehrungsstahl verlegt.

Ein Hauptproblem bei den Bauarbeiten war das Hochwasser. Das Flüsschen Emmer verwandelt sich dann in einen breiten Fluss, der die gesamten Auen überspült. Bild 1 vermittelt einen Eindruck der Situation. Rechts auf dem Bild ist ein Abschnitt der Baustelle zu erkennen; die komplette Baugrube einschließlich der in ihr befindlichen Geräte wie Bagger, Schalwagen und Turmdrehkran stehen hier unter Wasser.

2 Bauteile und Bauphasen

Das Bauwerk besteht im Norden und im Süden aus jeweils einem Trogbauwerk (Tunnelein- bzw. -ausfahrt), die in das Tunnelbauwerk münden.

Für die Erstellung des Tunnelbauwerks im Bereich des Grundwassers wurde eine überschnittene Bohrpfehlwand als Baugrubensicherung vorgesehen. Insgesamt wurden 1.724 Bohrpfähle mit einer Gesamtlänge von ca. 16 km erstellt. Die Baumaßnahme wurde in fünf Teilabschnitte unterteilt, zwischen den Abschnitten wurden Querschotts aus Bohrpfählen als Teilung angeordnet.

Für die Rückverankerung der nach dem Aushub betonierten Unterwasserbeton-Sohle wurden rd. 3,5 km GEWI-Anker mit einer Länge von bis zu 15 m eingebaut.

2.1 Bauteilgeometrien

Bild 2 zeigt einen Schnitt durch das Tunnelbauwerk. Die Wände und die Decke haben jeweils eine Dicke von 0,90 m, die Dicke der Sohle variiert



Bild 1: Hochwassersituation, überflutete Baugrube

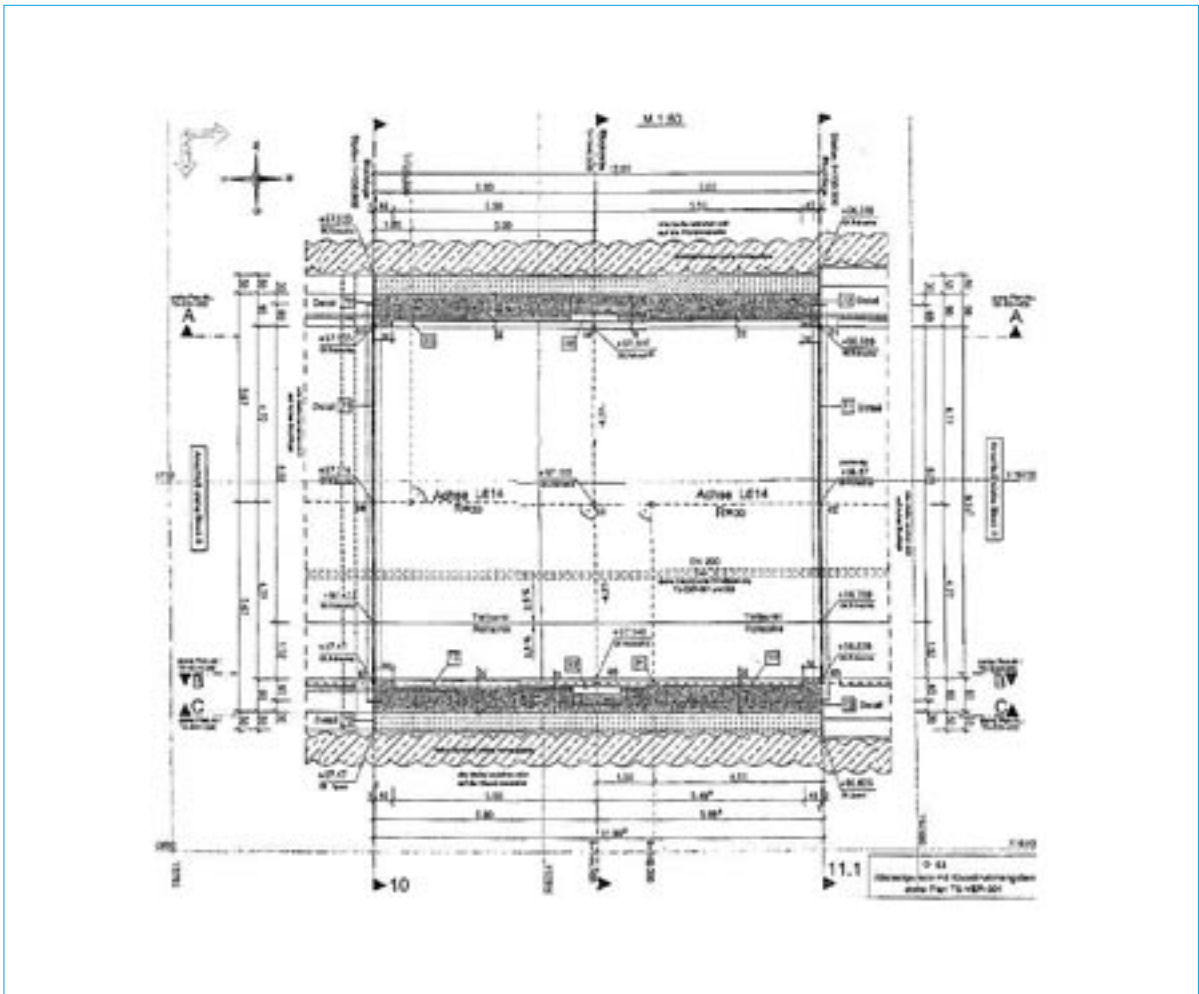


Bild 4: Grundriss des Trogbauwerks, Block 10

2.2 Bauphasen

Die Erstellung des Tunnelbauwerks erfolgte in sechs Bauphasen:

In **Bauphase 1** wurden vorhandene Gebäude rückgebaut, unmittelbar an die Baugrube angrenzende Bauwerke sowie die historische Stadtmauer gesichert und die Arbeitsebene hergestellt.

Der Bauwasserstand lag auf Höhe der Oberkante der Arbeitsebene

bei 101,00 m über NN, der höchste gemessene Grundwasserstand (HGW) und die Höhe des 10-jährigen Grundwasserstands (HW_{10}) liegen zwischen 1,00 m und 1,50 m oberhalb der Arbeitsebene.

Das Einbringen der Bohrpfähle für die einzelnen Baugrubenabschnitte erfolgte in **Bauphase 2**. Die Länge der Bohrpfähle beträgt bis zu 13 m bei einem Durchmesser von 0,90 m. Die Oberkante der Bohrpfähle wurde bis mindestens 10 cm über den Bau-

wasserstand geführt. Anschließend erfolgte der erste Bodenaushub bis etwa 1,50 m bis 2,00 m unterhalb der Oberkante Bohrpfähle zur Einbringung der Gurtung und der oberen Steifenlage. Schließlich wurden die Gurte und die Steifenlage eingebaut.

In **Bauphase 3** wurde die Baugrube bis auf das Niveau Unterkante der Unterwasserbeton-Sohle mit einem Raupenbagger mit einer Auslegerlänge von 10 m und einem 4 m^3



Bild 5: Gelenzte Baugrube, Oberkante Unterwasserbeton-Sohle

schicht und im Bereich der Wände der Füllbeton und die Trennfolie eingebaut.

Bild 5 zeigt die gelenzte Baugrube. Im oberen Bereich ist die Gurtung und die Steifenlage zu erkennen, die sichtbare Bodenfläche entspricht der Oberkante der Unterwasserbeton-Sohle. Links und rechts der Baugrube ist die Bohrpfehlwand erkennbar, auf der Stirnseite befindet sich ein Querschott, das ebenfalls aus Bohrpfehlen besteht und das die unterschiedlichen Bauabschnitte voneinander trennt.

Nach dem Einbau der Schalung und dem Verlegen der Bewehrung folgten in **Bauphase 4** die Betonierarbeiten für die Tunnel- bzw. Trogsohle und für die Wandbauteile. Die Besonderheit hierbei war, dass Sohle und Wand mit einem Schalwagen monolithisch in einem Arbeitsgang betoniert wurden. Diese Variante stellte sich als die wirtschaftlichste Lösung heraus und löste sehr elegant die Problematik der Dichtigkeit des Sohle-Wand-Anschlusses. Um die Dichtigkeit der Konstruktion an den Arbeitsfugen der einzelnen Blockabschnitte sicherzustellen, wurden hier Fugenbänder mit seitlichen Stahllaschen eingebaut.



Bild 6: Bewehrte Sohle und Wände

Bild 6 vermittelt einen guten Eindruck von dem Bewehrungsgehalt der Sohle und der Wände.

fassenden Tieflöffel ausgehoben. Nach der Rückverankerung durch Anordnung von GEWI-Pfählen wurde die Unterwasserbeton-Sohle betoniert. Sobald es der Baufortschritt zuließ, der Beton also eine ausreichende Festigkeit aufwies, wurde der Teilabschnitt der Baugrube gelenzt

und die Unterwasserbeton-Sohle sowie die Bohrpfehle vom Schmutz und Schlamm des Wassers gereinigt.

Auf der Unterwasserbeton-Sohle wurden danach eine 20 cm dicke Kiesausgleichs- und eine 10 cm dicke Sauberkeitsschicht mit Trenn-

In **Bauphase 5** wurden die Gurtung und die Steifenlage entfernt, da der Beton der Sohle- und Wandbereiche zu diesem Zeitpunkt bereits eine ausreichende Festigkeit besaß und diese Hilfskonstruktion aus statischen Gründen nicht mehr benötigt wurde. Anschließend konnte der Tunnel durch das Betonieren der Deckenabschnitte im so genannten „Pilgerschrittverfahren“, bei dem die

einzelnen Teilabschnitte in alternierender Reihenfolge betoniert werden, fertiggestellt werden.

Danach erfolgte in **Bauphase 6** das Aufbringen der Deckenabdichtung mit einer Epoxidharz-Grundierung und aufgeflämmter Bitumenschweißbahn und einem 10 cm dicken Schutzbeton. Im Trogbereich war zum Teil ein Kürzen der überstehenden Bohrpfähle bis etwa 0,80 m unter der Oberkante Gelände notwendig.

Die südlichsten und nördlichsten drei Trogelemente wurden in einem hochwasserarmen Zeitraum bei niedrigem Grundwasserstand hergestellt.

Abschließend wurden die Wandvertiefungen der Trogwände mit Naturstein als gestalterisches Element ausgekleidet.

3 Betontechnologie

Vertragsgrundlage und damit maßgebend war die ZTV-ING [1] des Bundesministers für Verkehr, Bau und Städtewesen. Danach wurde an den

zu verarbeitenden Beton eine Vielzahl an Anforderungen gestellt. Vorrangig ist hier der hohe Widerstand gegen Frost-Tausalz-Bbeanspruchung im Spritzwasser- wie auch im Sprühnebelbereich (Tunnelinnenbereich) zu nennen. Da das Tunnelbauwerk außerdem vollständig im Grundwasser in unmittelbarer Nähe zum Flussbett der Emmer liegt, zum Teil sogar von dieser überflossen wird, ist die Dichtigkeit des Baukörpers von ebenso großer Bedeutung. Das Hauptaugenmerk war hier auf die Vermeidung von Rissen zu legen. Somit war die Hydratationswärmeentwicklung bei der Entwicklung der Zusammensetzung des Betons für die Tunnelbauteile ein ausschlaggebendes Kriterium gewesen.

Für die Bauteile Sohle, Wände und Decke im Bereich des Tunnelbauwerks (mit Ausnahme der Tunnelportale und im Trogbereich) wurde ein Beton der Festigkeitsklasse C30/37 eingesetzt, der die Anforderungen der Expositionsklassen XC4 und XF3 sowie die Anforderungen an ein wasserundurchlässiges Bauwerk nach der DAfStb-Richtlinie „Wasserundurchlässige Bauwerke

aus Beton“ [2] erfüllte. Da im Trog- sowie im Portalbereich des Tunnels zusätzlich mit Frost-Tausalz-Bbeanspruchung zu rechnen war, wurde für diese Bauteile zusätzlich die Expositionsklasse XD2 und entsprechend XF2 anstatt XF3 gefordert.

Aufgrund der massigen Bauteile wurden im Rahmen der Erstprüfung umfangreiche Untersuchungen an wärmedämmten Probewürfeln mit 1 m Kantenlänge durchgeführt. Zur Temperaturmessung wurden Messfühler im Kernbereich und jeweils im Abstand von 10 cm von der Randfläche oben und unten in den Probekörpern platziert und die Temperaturentwicklung aufgezeichnet. Mittelwerte der Messergebnisse sind in **Tafel 1** dokumentiert.

In Anbetracht der Messergebnisse wurden die in **Tafel 2** aufgeführten Betonzusammensetzungen für den Tunnel- und den Trogbereich ausgewählt. Es zeigte sich, dass die mit einem Hochofenzement CEM III/A 32,5 N-NW/NA, zum Teil in Kombination mit Steinkohlenflugasche, hergestellten Betone die vielschichtig gestellten Anforderungen am

Tafel 1: Entwicklung der Betontemperatur am Probekörper mit den Kantenlängen 1 m x 1 m x 1 m

		Beton Trogbereich/Portale	Beton Tunnelbereich/Decke
Frischbetontemperatur (= Starttemperatur)	°C	18,6	18,6
Temperaturmaximum im Kernbereich ($T_{\max \text{ Kern}}$)	°C	37,4	35,1
Temperaturanstieg (ΔT)	°C	18,8	16,5
Temperaturmaximum in der Randzone ($T_{\max \text{ Rand}}$)	°C	32,2	32,0
Temperaturdifferenz Kernbereich-Randzone ($T_{\max \text{ Kern}} - T_{\max \text{ Rand}}$)	°C	5,2	3,1

Tafel 2: Zusammensetzung der verwendeten Betone

Bauteil		Bohrpfähle	Unterwasserbeton	Tunnelbereich ¹⁾	Trogbereich/Portale ¹⁾
Betonfestigkeitsklasse		C20/25	C20/25	C30/37	C30/37
Expositionsclassen		XC3	XC3	XC4, XF3	XC4, XD2, XF2
Konsistenzklasse		F5	F5	F3 / F4	F3 / F4
Zementart und Festigkeitsklasse		CEM III/A 32,5 N-NW/NA	CEM III/A 32,5 N-NW/NA	CEM III/A 32,5 N-NW/NA	CEM III/A 32,5 N-NW/NA
Zementgehalt z	kg/m ³	320	240	300	330
Wassergehalt w/z	kg/m ³	220	176	165	165
(w/z) _{eq}		- 0,59 (k = 0,7)	- 0,55 (k = 0,7)	- 0,50 (k = 0,4)	0,50 -
Gesteinskörnung					
Sand 0/2 mm	%	50	37	37	37
Kies 2/8 mm	%	20	18	18	18
Kies 8/16 mm	%	30	22	22	22
Kies 16/32 mm	%	-	23	23	23
Gehalt gesamt	kg/m ³	1.652	1.790	1.798	1.863
Betonzusatzstoff					
Art		Steinkohlenflugasche	Steinkohlenflugasche	Steinkohlenflugasche	-
Gehalt	kg/m ³	80	120	80	-
Betonzusatzmittel					
Art		Na-Ligninsulfonat	Na-Ligninsulfonat Naphthalinsulfonat	Naphthalinsulfonat	Naphthalinsulfonat
Gehalt	% v. z	0,4	0,6/0,7	1,0	1,0

¹⁾ Für beide Betone gab es auch Zusammensetzungen mit Größtkorn 16 mm.

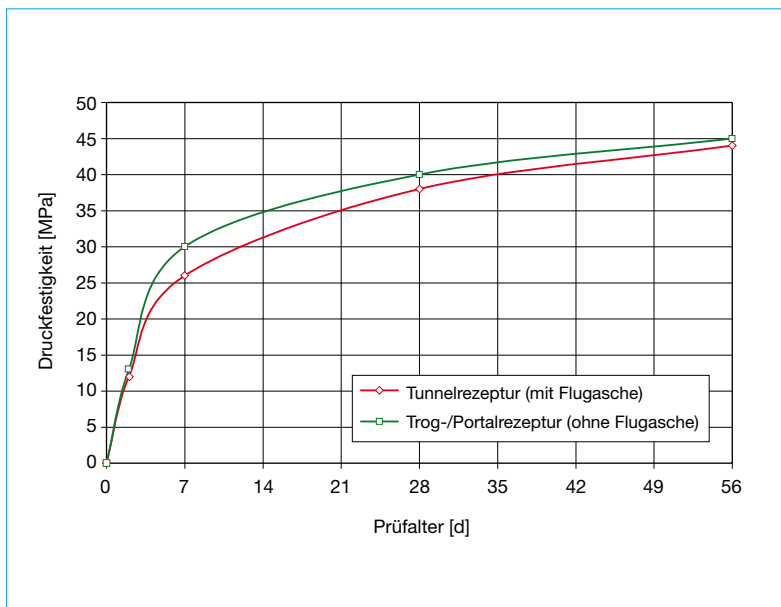


Bild 7: Festigkeitsentwicklung der Betone für den Tunnel- und Trogbereich

besten erfüllten. Auch hinsichtlich der Verarbeitbarkeit erwies sich der verwendete Hochofenzement als „richtiger Griff“.

Die Erstellung der Betonzusammensetzungen erfolgte durch die Prüfstelle des Betonlieferanten in Zusammenarbeit mit der Ständigen Prüfstelle des bauausführenden Unternehmens.

Für beide Betone wurde auch eine Zusammensetzung mit einem Größtkorn von 16 mm entwickelt, geprüft und eingesetzt.

Die Entwicklung der Druckfestigkeit, die im Rahmen der Erstprüfung gemessen wurde, ist in Bild 7 dargestellt.

Der Beton wurde in einer Baustellenmischanlage (Bild 8) gemischt, die mit einem 2,25 m³-Doppelwellenmischer ausgestattet war und eine maximale Stundenleistung von ca. 100 m³ Frischbeton pro Stunde erreichte.

4 Einbauverfahren Sohle/Wand im Tunnelbereich

Eine Besonderheit beim Einbau des Sohlen- und Wandbetons war, dass beide Bauteile mit einem Schalwagen und damit zeitgleich und monolithisch erstellt wurden. Bild 9 zeigt den Holzträger-Schalwagen in der Baugrube.

Entscheidend ist im Bereich des Sohle-Wand-Anschlusses eine optimale Verdichtung des Frischbetons, um keinerlei Wasserwegigkeiten – z.B. in Form von Kiesnestern – zu schaffen. Daher wurden im Wandbereich zusätzlich zu Innenrüttlern auch Außenrüttler zum Eintrag der notwendigen Verdichtungsenergie in den Frischbeton verwendet. Gesteuert wurden die Außenrüttler über eine Steuereinheit, die an der Stirnseite des Schalwagens befestigt war (Bild 10).

Aus diesem Grund war eine genaue Abstimmung der Konsistenz des Frischbetons zwischen der Mischanlage und der Einbau-Kolonne erforderlich. Sehr hilfreich war hierbei die kurze Entfernung zwischen Mischanlage und Einbauort, die nur wenige Fahrminuten betrug. Damit konnte die Problematik von fahrzeitbedingten Konsistenzänderungen wesentlich reduziert werden. Außerdem wirkt sich dies auch positiv auf die Transport- und Betoneinbaulogistik aus.



Bild 8: Baustellenmischanlage

Der Einbau des Betons im Übergang Sohle-Wand erfolgte in sieben Einbauphasen, die zur Veranschaulichung schematisch in Bild 11 dargestellt sind.

Phase 1:

Die unterste Lage des Frischbetons im Bereich der Sohle erforderte wegen des hohen Bewehrungsanteils einen Frischbeton



Bild 9: Blick auf den Holzträger-Schalwagen



Bild 10: Steuereinheit der Außenrüttler

mit einer Einbaukonsistenz von F4. Der Zielwert der Konsistenz betrug 52 cm. Um in diesem Bereich die Gefahr der Bildung von Kiesnestern zu vermeiden, wurde das Größtkorn des Betons auf 16 mm reduziert.

Phase 2:
Der hier eingebrachte Frischbeton stellte die Basis für den Beton des Sohle-Wand-Übergangs dar. Zielwert der Konsistenz war hier 48 cm, das verwendete Größtkorn betrug 32 mm.

Phase 3:
In dieser Phase wurde der Mittelbereich eingebaut. Die Konsistenz und das Größtkorn des Frischbetons entsprachen den in Phase 2 verwendeten Parametern.

Phase 4:
Im Bereich des Tunnels und des Trogs war der Übergang von der Sohle zur Wand der anspruchvollste Teil der Betonierarbeiten. Die Konsistenz durfte nicht so weich sein, dass der Frischbeton im Sohlenbereich vor der Schalung aufgrund des hydrostatischen Drucks nach oben gedrückt wurde. Die Verarbeitbarkeit musste aber so leicht sein, dass die Gefahr der Bildung von Kiesnestern ausgeschlossen werden konnte. Daher wurde die Konsistenz hierfür an die untere Grenze von F3 abgesenkt mit einem Zielwert von 43 cm, wobei als Größtkorn wieder 32 mm verwendet wurde.

Phasen 5 und 6:
In den Phasen 5 und 6 wurden die Wandabschnitte abwechselnd und lagenweise mit Frischbeton gefüllt.

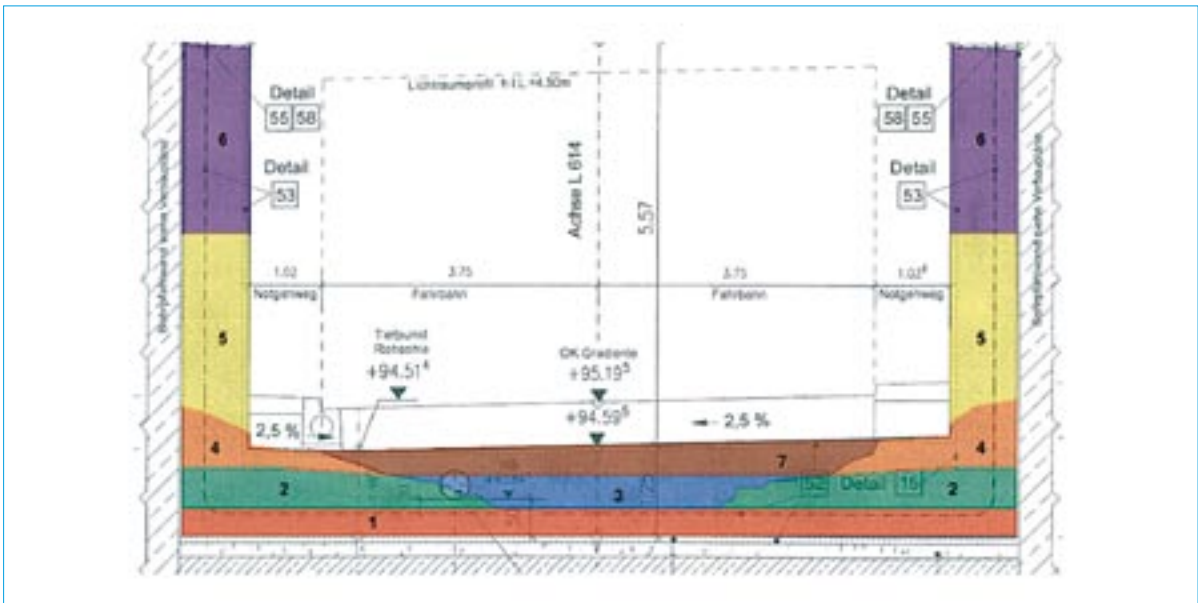


Bild 11: Phasen des Betoneinbaus bei den Betonierarbeiten Sohle-Wand

Für die Konsistenz F3 war hier ein Zielwert von 46 cm vorgegeben.

Phase 7:

Während der Frischbeton der Phasen 5 und 6 mit einer Betonpumpe eingebracht wurde, erfolgte der Einbau des Betons der oberen Schicht der Sohle mit dem Krankübel. Das Größtkorn der Gesteinskörnung betrug 32 mm, die Konsistenz lag im oberen Bereich von F3 bei angestrebten 48 cm.

5 Zusammenfassung

Die durch den Bauherrn an das Bauvorhaben Emmerauen-Tunnel gestellten Anforderungen an den Beton und seinen Einbau waren sehr anspruchsvoll. Vorrangig musste die Dichtigkeit des Bauwerks über einen langen Zeitraum gewährleistet sein. Dies wurde über die Steuerung der Rissbildung unter Beachtung der

Hydratationswärmeentwicklung des Betons sichergestellt. Der Bauherr hatte gleichzeitig aber auch hohe Anforderungen an die Betonoberflächen, die in „Sichtbetonqualität“ hergestellt werden sollten, was zusätzlich in Einklang mit den technischen Erfordernissen gebracht werden musste.

Das Ergebnis zeigt, dass dieser Spagat am Objekt Emmerauen-Tunnel erfolgreich gelungen ist. Die Verwendung von Hochofenzement, teilweise in Verbindung mit dem Einsatz von Steinkohlenflugasche, erbrachte ein in technischer und optischer Hinsicht optimales Ergebnis.

Ebenso zeigte sich, dass die Wahl der planenden, bauausführenden, baustoffproduzierenden und technisch betreuenden Unternehmensteile aus einem gemeinsamen Baukonzern positive Synergieeffekte zur Folge haben.

Die Fertigstellung des Emmerauen-Tunnels sowie die Freigabe für den Verkehr sind für den Herbst 2009 geplant.

6 Literatur

- [1] ZTV-ING „Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten“, Ausgabe Juli 2006, Hrsg.: Bundesminister für Verkehr, Bau und Städtewesen (BMVBS). Verkehrsblatt-Verlag, Dortmund.
- [2] Richtlinie „Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton“ (WU-Richtlinie), Ausgabe November 2003, Deutscher Ausschuss für Stahlbeton (DAfStb).

Alle Bilder: STRABAG AG

Bauschild

Bauherr	Straßen.NRW, Regionalniederlassung Ostwestfalen-Lippe, Bielefeld
Ausführungsplanung	STRABAG AG, Zentrale Technik Köln jetzt: Ed. Züblin AG, Zentrale Technik TBK, Duisburg
Bauausführende Firma	STRABAG AG, Direktion Ingenieurtiefbau, Bereich Ingenieurbau, Berlin jetzt: Ed. Züblin AG Direktion Ost, Bereich Chemnitz
Prüfstelle des Bauausführers	TPA Gesellschaft für Qualitätssicherung und Innovation GmbH, Bereich Betontechnologie International (BTI), Köln
Transportbeton	STRABAG Beton GmbH, Berlin
Prüfstelle des Transportbetonlieferanten	BARG Betontechnik GmbH, Berlin

