

**German technology for a British railway
Railway platforms with high electrical resistance
for Britain**

**Deutsche Technologie für englische Bahn
Bahnsteige für England mit hohem elektrischen
Widerstand**

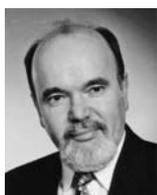
German technology for a British railway

Railway platforms with high electrical resistance for Britain

Deutsche Technologie für englische Bahn

Bahnsteige für England mit hohem elektrischen Widerstand

Autoren



Dipl.-Ing. Werner Schultz studierte in Essen Bauingenieurwesen und war anschließend in der Prüfstelle der Hochtief AG Essen tätig, zuletzt als stellv. Prüfstellenleiter. Danach Tätigkeit als Prüfbeauftragter im Rahmen der Güteüberwachung des Deutschen Beton Vereins. Anschließend wechselte er zur BauMineral in den technischen Vertrieb für Steinkohl-leflugasche. Seit 1991 ist der Bauberater der Dyckerhoff AG und Projektleiter für die Entwicklung von Bindemitteln mit erhöhtem Widerstand gegen chemischen Angriff. Er ist Mitglied im Arbeitsausschuss Technik und Normung des Bundesverbandes Mineralische Rohstoffe MIRO, Mitglied im DIN Normenausschuss Spritzbeton und im Deutschen Spiegelausschuss für die Europäische Spritzbetonnormung. Außerdem ist er als Dozent im Rahmen der Erweiterten betontechnologischen Ausbildung (E-Schein) tätig.
werner.schultz@dyckerhoff.com

The construction company Hering Bau in Burbach/Germany was commissioned by Dockland Light Railway (DLR), with subcontracting through the British company Taylor Woodrow, to manufacture precast components for seven railway stations with a total of 540 m of platforms, 3 m wide. The platforms, according to the tender text of DLR, were specified for a useful life of 120 years. The requirements made on the concrete composition and the construction were accordingly stringent.

Hering Bau was in charge of planning, designing, manufacturing, delivering and erection the precast platforms. The specifications of the DLR for the concrete composition are summarized in **Table 1**.

For the resistance to freeze-thaw with de-icing salt, the CDF test method with an upper limit value of 1,500 g/m² (average value) and 1,800 g/m² (individual value) was agreed upon.

Further requirements:

- » Minimum concrete cover 45 mm
- » Tolerances for the course of the platform edge to the track
 - vertical ± 5 mm
 - horizontal + 0 mm, - 5 mm
- » SRT values (Skid Resistance Tester – grip measuring device)
 - plane surface > 45
 - inclined surface > 65

Requirement specification/Anforderungsliste		
Concrete strength class Beton-Festigkeitsklasse	C 40 / 50	C 40 / 50
Cement type Zementart	CEM II / B - V	CEM III / B
Cement content kg/m ³ Zementgehalt kg/m ³	380	380
W/c ratio W/Z-Wert	0.35	0.35
Exposure classes Expositionsklassen	XC4 / XD3 / XF4	XC4 / XD3 / XF4
Maximum particle size Größtkorn mm	20	20
Consistency class Konsistenzklasse	F 3	F 3
Air-entraining agent LP-Gehalt	without air-entraining agent ohne LP	without air-entraining agent ohne LP

Table 1 Concrete/cement requirement specification.

Tabelle 1 Anforderungsliste Beton/Zement.

Die Bauunternehmung Hering Bau in Burbach erhielt von der „Dockland Light Railway“ (DLR) über die englische Firma Taylor Woodrow den Auftrag über die Produktion von Fertigteilen für sieben Haltepunkte für insgesamt 540 m Bahnsteige mit einer Breite von 3 m. Gemäß Ausschreibungstext der DLR waren die Bahnsteige auf eine geplante Lebensdauer von 120 Jahren auszulegen. Entsprechend streng waren die Anforderungen an Betonzusammensetzung und Konstruktion.

Hering Bau war für Planung, Design, Herstellung, Lieferung und Montage verantwortlich. Die Vorgaben der DLR zur Betonzusammensetzung sind in **Tabelle 1** zusammengefasst.

Für die Frost- Tausalzbeständigkeit wurde das deutsche CDF-Prüfverfahren mit einem oberen Grenzwert von 1.500 g/m² (Mittelwert) und 1.800 g/m² (Einzelwert) vereinbart.

Weitere Anforderungen:

- » Betondeckung mind. 45 mm
- » Toleranzen für den Verlauf der Bahnsteigkante zum Gleis
 - vertikal ± 5 mm
 - horizontal + 0 mm, - 5 mm
- » SRT-Werte (Skid Resistance Tester – Griffigkeitsmessgerät)
 - ebene Fläche > 45
 - geneigte Fläche > 65

Requirements/Anforderung	
Concrete strength class Beton-Festigkeitsklasse	C 40 / 50
Cement type Zementart	CEM III / A 52,5 R
Cement content kg / m ³ Zementgehalt kg / m ³	380
W/c ratio W/Z-Wert	0.35
Exposure classes Expositionsklassen	XC4 / XD3 / XF4
Maximum particle size mm Größtkorn mm	20
Consistency class Konsistenzklasse	F 3
Air-entraining agent LP-Gehalt	without air-entraining agent ohne LP

Table 2 Mixture approved by DLR.

Tabelle 2 Von DLR genehmigte Betonrezeptur.

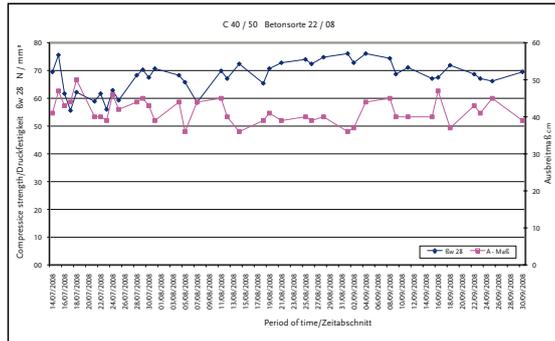


Fig. 3 Compressive strength of C40/50 concrete grade 22/08 yellow.

Abb.3 Druckfestigkeit des C40/50 Betonsorte 22/08 Gelb.

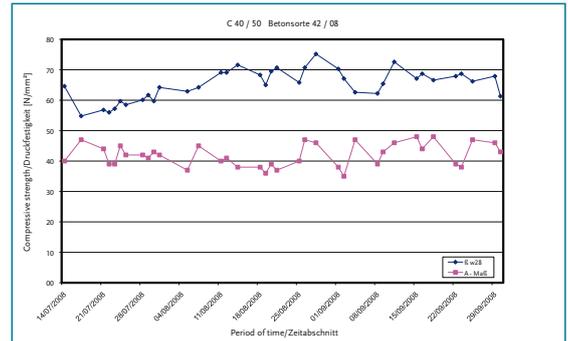


Fig. 4 Compressive strength of C40/50 concrete grade 42/08 concrete grey.

Abb. 4 Druckfestigkeit des C40/50 Betonsorte 42/08 Betongrau.

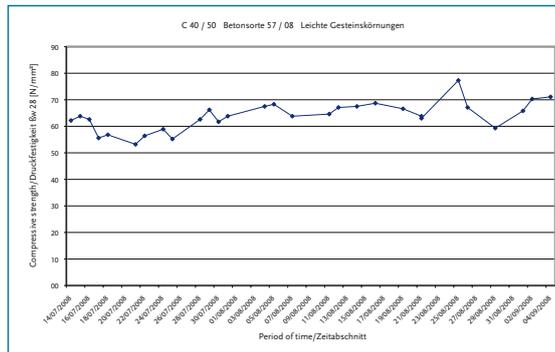


Fig. 5 Compressive strength of C40/50 concrete grade 57/08 light weight aggregates.

Abb. 5 Druckfestigkeit des C40/50 Betonsorte 57/08 Leichte Gesteinskörnung.

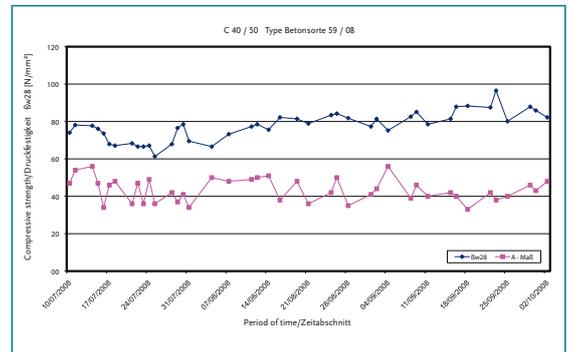


Fig. 6 Compressive strength of C40/50 concrete grade 59/08 anthracite.

Abb. 6 Druckfestigkeit des C40/50 Betonsorte 59/08 Anthrazit.

The comprehensive test program that accompanied the production provided for the following tests:

Electrical resistance values

On the test specimens resistance values of above 30 MΩ related to 1 m² of platform area were measured.

Grip as per TP Griff-StB (SRT)

Scale values of 66 were measured on the acidified surfaces and of 69 on the finely washed surfaces.

Compressive strength of the concrete

The compressive strength values determined within the scope of factory production control showed that the required compressive strength for a C 40/50 was reliably achieved over the entire production period (Figs. 3 to 6). The early strength required for the production after 20 hours was in all cases sufficient to ensure reliable and secure continuation of the work.

Resistance to freeze-thaw with de-icing salt

The resistance to freeze-thaw with de-icing salt was determined, in consultation with the client, DLR, in accordance with the CDF method recognized in Germany, specifying an upper limit value for surface scaling of 1,500 g/m² (average value) and 1,800 g/m² (individual value). Figs. 7 to 10 show that these limit values were fallen below with a considerable safety margin without the addition of an artificial air-entraining agent.

Das umfangreiche produktionsbegleitende Prüfprogramm umfasste die Prüfung von:

Elektrischen Widerstandswerten

An den Prüfkörpern wurden Widerstandswerte von über 30 MΩ bezogen auf 1 m² Bahnsteigfläche gemessen.

Griffigkeit nach TP Griff-StB (SRT)

An den gesäuerten Oberflächen wurden Werte von 66 Skt. und an den feingewaschenen Oberflächen 69 Skt. gemessen.

Betondruckfestigkeit

Die im Rahmen der Eigenüberwachung ermittelten Druckfestigkeitsergebnisse zeigten, dass die geforderte Druckfestigkeit für einen C 40/50 über den gesamten Produktionszeitraum sicher erreicht wurde (Abb. 3 bis 6). Die für die Produktion notwendige Frühfestigkeit nach 20 Std. war in allen Fällen ausreichend für ein zuverlässiges und sicheres Weiterarbeiten.

Frost- Tausalzbeständigkeit

Die Frost- Tausalzbeständigkeit wurde in Abstimmung mit dem Auftraggeber DLR nach dem in Deutschland anerkannten CDF-Verfahren bestimmt, mit einem festgelegten oberen Grenzwert für die Abwitterung von 1.500 g/m² (Mittelwert) und 1.800 g/m² (Einzelwert). Die Abb. 7 bis 10 zeigen, dass diese Grenzwerte mit großem Sicherheitsabstand unterschritten wurden, ohne dass ein künstlicher Luftporenbildner zugegeben wurde.

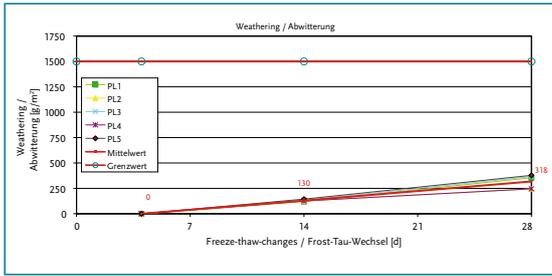


Fig. 7 Surface scaling of C40/50 concrete grade 22/08 yellow.
Abb. 7 Abwitterung des C40/50 Betonsorte 22/08 Gelb.

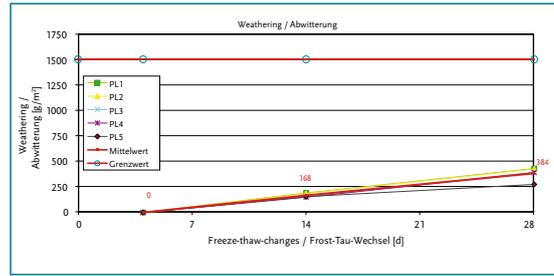


Fig. 8 Surface scaling of C40/50 concrete grade 42/08 concrete grey.
Abb. 8 Abwitterung des C40/50 Betonsorte 42/08 Betongrau.

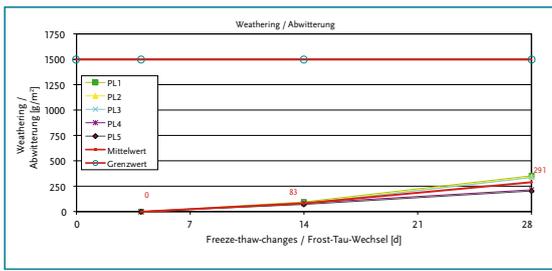


Fig. 9 Surface scaling of C40/50 concrete grade 57/08 lightweight aggregates.
Abb. 9 Abwitterung des C40/50 Betonsorte 57/08 Leichte Gesteinskörnung.

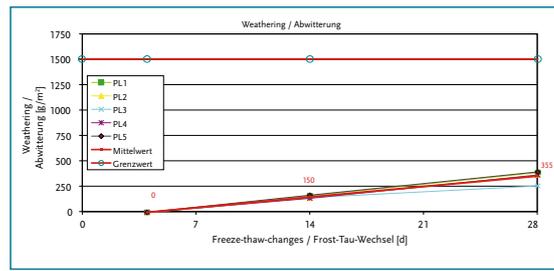


Fig. 10 Surface scaling of C40/50 concrete grade 59/08 anthracite.
Abb. 10 Abwitterung des C40/50 Betonsorte 59/08 Anthrazit.

Production of the high-performance cement

The cement, CEM III / A 52,5 R Variodur 40, required for the production was manufactured at the Neuwied plant of Dyckerhoff AG in Germany by separately grinding the individual components portland cement clinker and blast-furnace slag, as presented in the following production scheme.

Subsequently, the two components were mixed in a high-performance mixer in the specified ratios – here: 40% blast-furnace slag and 60% Portland cement – and directly conveyed from the mixer to the transport vehicle. The target value of the mean particle diameter for the cement manufactured was in this way checked by laser granulometer during the loading process for every tank

Produktion des Hochleistungszementes

Der für die Fertigung benötigte Zement CEM III/A 52,5 R Variodur 40 wurde im Werk Neuwied der Dyckerhoff AG durch getrennte Mahlung der Einzelkomponenten Portlandzementklinker und Hüttensand hergestellt, wie im nachfolgenden Produktionsschema (Abb. 11) dargestellt.

Anschließend wurden beide Komponenten in den vorgegebenen Anteilen, hier 40 % Hüttensand und 60 % Portlandzement, in einem Hochleistungsmischer gemischt und aus dem Mischer direkt in das Fahrzeug verladen. Der Zielwert des Lageparameters d' für den so hergestellten Zement wurde während des Beladungsvorgangs für jedes Silofahrzeug mit dem Lasergranulometer überprüft, ebenso der SO_3 -Gehalt. Bevor das Fahrzeug das

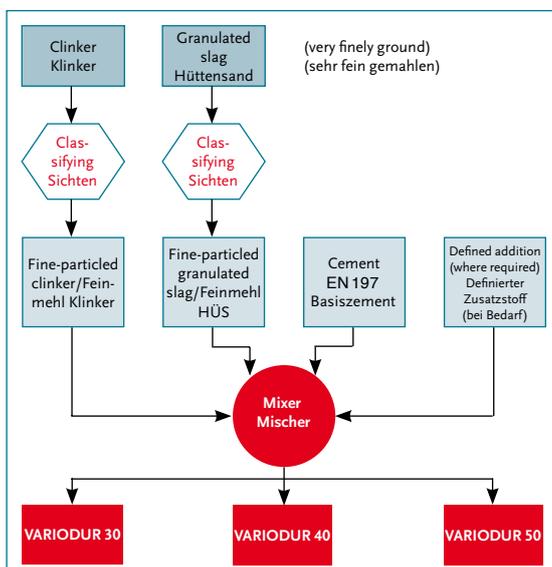


Fig. 11 Production scheme of the cement.
Abb. 11 Produktionsschema des Zementes.

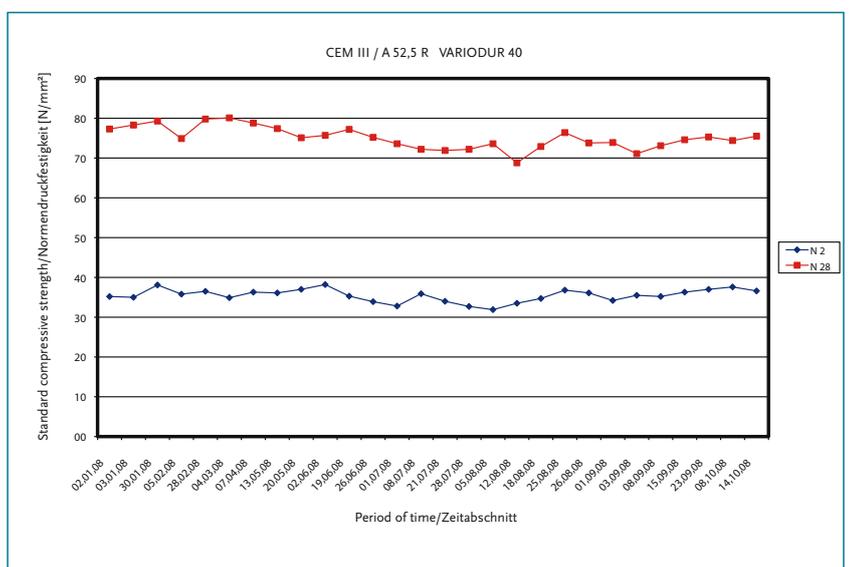


Fig. 12 Normative compressive strength CEM III/A 52,5 R after 2 and 28 days.
Abb. 12 Normdruckfestigkeiten CEM III/A 52,5 R nach 2 und 28 Tagen.



Fig. 13 The installed elements in everyday use.

Abb. 13 Die montierten Bahnsteigelemente im alltäglichen Einsatz.

truck; the same applies to the SO_3 content. These values were made available to the plant before the vehicle left and could be directly corrected, if required. The loading process for every silo truck, compared to loading from a cement silo, was only insignificantly delayed by the check. However, because these cements are high-performance binders and because the concretes made from them are frequently subjected to extremely high loadings, the quality assurance measures specified by Dyckerhoff AG were mandatory and served the safety of the concrete units made with them.

The standard compressive strength of N 2 of the cement manufactured in the described way averaged at 35 N/mm^2 , N 28 at 75 N/mm^2 (Fig. 12). The carefully determined mix design of the concrete ensured that the required compressive concrete strength of a C 40/50 and the needful early strength regarding the cycle times were reached at all times by using this CEM III.

Summary

The early strengths essential for a precast plant, the required final strengths, the specified electrical resistance as well as grip and resistance to freeze-thaw with de-icing salt were reliably attained during the entire production period. The completed aesthetically challenging platforms are shown in Fig. 13.



Hering Bau GmbH & Co. KG
Neuländer 1
D-57299 Burbach
Tel.: +49 2736 27-0
Fax: +49 2736 27-109
www.heringinternational.com

Werk verließ, lagen diese Werte vor und konnten bei Bedarf zu unmittelbaren Korrekturmaßnahmen führen. Der Beladungsvorgang dauerte durch diese Überprüfung nur unwesentlich länger als bei Verladung aus einem Zementsilo. Da es sich bei diesen Zementen jedoch um Hochleistungsbindemittel handelt und die daraus hergestellten Betone oft extremen Beanspruchungen ausgesetzt sind, ist diese durch die Dyckerhoff AG festgelegte Qualitätssicherungsmaßnahme zwingend notwendig und dient der Sicherheit der damit hergestellten Betonbauteile.

Die Normendruckfestigkeit N 2 des so hergestellten Zementes lag i.M. bei 35 N/mm^2 , N 28 bei 75 N/mm^2 (Abb. 12). Durch die sorgfältige Rezeptierung der Betone konnte mit diesem Hochofenzement somit die geforderte Betondruckfestigkeit eines C 40/50 und die für kurze Taktzeiten in einem Fertigteilwerk notwendige Frühfestigkeit zielsicher erreicht werden.

Zusammenfassung

Die für ein Fertigteilwerk wichtigen Frühfestigkeiten, die erforderlichen Endfestigkeiten, der elektrische Widerstand sowie Griffigkeit und Frost- Tausalzbeständigkeit wurden über den gesamten Produktionszeitraum sicher erreicht. Die ästhetisch sehr ansprechenden fertigen Bahnsteige zeigt die Abb. 13.

Werner Schultz, Ditmar Hornung, Reiner Grebe

References/Literatur

- A.M. Neville, Electrical properties of concrete in „Properties of Concrete, Fourth and Final Edition“ Verlag Jon Wiley & Sons, Inc.
- G. Lohmeyer, Spezifischer elektrischer Widerstand von Beton in „Beton-Technik, Handbuch für Planer und Konstrukteure“ Verlag Bau und Technik
- K. Wesche, Einfluss der Zementart auf den elektrischen Widerstand von Beton in „Baustoffe für tragende Bauteile“ Band 2, Bauverlag
- RWE Eurotest, Prüfbericht Nr. 08.09.00.240, Elektrische Widerstandsmessungen an Betonfertigteilstplatten mit Variodur 40, CEM III / A 52,5 R (unveröffentlicht)



Dyckerhoff AG
Biebricher Straße 69
65203 Wiesbaden
Tel.: +49 611 676-0
Fax: +49 611 676-1040
www.dyckerhoff.de