

Sonderdruck aus

# beton

Ausgabe 11/2011



## ■ Beton mit erhöhtem Säurewiderstand für ein Schleusenbauwerk in der Lausitz

Dipl.-Ing. Raymund Böing

Dipl.-Ing. (FH) Peter Bolzmann

Dr. rer. nat. Roland Hüttl

Dipl.-Ing. Carsten Rieck



**HEIDELBERGER  
BETON**  
HEIDELBERGCEMENT Group



## Anforderungen, Prüfungen und Bauausführung

# Beton mit erhöhtem Säurewiderstand für ein Schleusenbauwerk in der Lausitz

Raymund Böing, Leimen, Peter Bolzmann, Roland Hüttl und Carsten Rieck, Berlin

Im ehemaligen Lausitzer Braunkohlerevier entsteht im Rahmen der Rekultivierung eine Seenlandschaft mit 21 touristisch nutzbaren Seen. Als Verbindung zwischen zwei Seen war eine Schleuse mit Fischtreppe zu bauen. Wegen des sehr sauren Seewassers – pH-Werte zwischen 2,7 und 2,9 – und dem damit verbundenen sehr stark lösenden Angriff auf den Beton, waren besondere betontechnologische Maßnahmen zu ergreifen. Umfangreiche Laboruntersuchungen und eine gutachterliche Begleitung führten zu einem Beton mit erhöhtem Säurewiderstand. In dem Beitrag werden die Anforderungen an den Beton, die durchgeführten Prüfungen und deren Ergebnisse sowie die Durchführung der Bauarbeiten beschrieben.

### 1 Einleitung

Im ehemaligen Braunkohlerevier zwischen Senftenberg, Spremberg und Hoyerswerda entsteht Europas größte von Menschenhand geschaffene Wasserlandschaft und Deutschlands viertgrößtes Seengebiet. Dies entspricht der Forderung des Berggesetzes, alte Tagebauflächen einer neuen Nutzung zuzuführen. Durch Fluten der ehemaligen Tagebauareale wird eine 13000 Hektar große Seenlandschaft mit 21 touristisch nutzbaren Seen geschaffen, die einen Wandel des ehemaligen Braunkohlereviere zur attraktiven Urlaubsregion, zum „Lausitzer Seenland“, bedeutet.

Zunächst für die Flutung, später für Segelboote und Fahrgastschiffe genutzt, werden neun Bergbaufolgeseen zusätzlich durch Überleiter und Kanäle verbunden. So auch der Partwitzer und Neuwieser See: Der Überleiter 6 mit Fischtreppe und einer integrierten Schleuse wird beide Seen verbinden. Zur Baumaßnahme gehört auch eine das Schleusenbauwerk querende Brücke der Staatsstraße S 234 (Bild 1). Der vom Land Sachsen finanzierte Bau des Überleiters 6 wurde von der bundeseigenen Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH (LMBV), als Projektträgerin Braunkohlesanierung, in Auftrag gegeben.

Innerhalb der ca. 430 m langen Überleiteranlage befindet sich das Schleusenbauwerk mit einer Länge von 47,50 m. Alle Schleusen im Lausitzer Seenland werden in einheitlichen Abmessungen als Kammerschleusen mit Stemmtoren ausgeführt. Das Schleusenbauwerk wird als biegesteifer Stahlbetontrog aus Hochleistungsbeton mit erhöhtem Säurewiderstand hergestellt. In Zukunft wird die bis zu 6 m breite Schleuse den Wasserunterschied zwischen den beiden Seen von 2 m bis 4 m für Wassersportler überbrücken helfen.

Die sich durch natürliche Gegebenheiten einstellende ungewöhnliche Wasserqualität bedingte sehr hohe Anforderungen an den Beton. Aus diesem Grund ergaben sich über das Normalmaß der DIN EN 206-1/DIN 1045-2 hinausgehende Forderungen an die Zusammensetzung des Betons.

### Die Autoren:

**Dipl.-Ing. Raymund Böing** studierte Bauingenieurwesen mit der Studienrichtung „Konstruktiver Ingenieurbau“ an der Universität Essen GH. Von 1984 bis 1997 war er Mitarbeiter der Forschung, Entwicklung und Beratung der Heidelberger Zement AG, Leimen, mit den Schwerpunkten Betontechnologie und Bauberatung. In der Zeit von 1998 bis 1999 war er beim Heidelberger Technology Center der Heidelberger Zement AG für die Koordinierung der Bauberatung in Deutschland verantwortlich. Von 2000 bis Juni 2004 war er als Leiter Betontechnologie bei der Heidelberger Beton GmbH tätig. Seit Juli 2004 ist er Leiter Betontechnologie Transportbeton in der Abteilung Entwicklung und Anwendung der HeidelbergCement AG Zentraleuropa West. Er ist Leiter verschiedener technischer Gremien im Bundesverband der Deutschen Transportbetonindustrie (BTB) und der Forschungsgemeinschaft Transportbeton e.V. sowie Delegierter des BTB in Gremien des DIN Normenausschusses Bauwesen und des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton.

**Dipl. Ing. (FH) Peter Bolzmann** studierte an der Ingenieurschule für Bauwesen in Berlin von 1975 bis 1978 Hochbau. Nach bauleitenden Tätigkeiten wechselte er in die Transportbetonindustrie. Seit 1990 ist er in verschiedenen Funktionen in Transportbeton- und Gesteinskörnungsunternehmen tätig gewesen und leitet seit September 2004 das Baustofftechnische Labor

Nach Auskunft der LMBV wird die Wasserbeschaffenheit der Bergbaufolgeseen regelmäßig kontrolliert. Aktuelle Informationen hierzu stellt die Homepage der LMBV zur Verfügung ([www.lmbv.de/Wasserwirtschaft/Kennzahlen\\_der\\_Seen/Brandenburgische\\_Lausitz](http://www.lmbv.de/Wasserwirtschaft/Kennzahlen_der_Seen/Brandenburgische_Lausitz) u.a. für den Partwitzer See

der Betotech GmbH & Co. KG im Bereich Berlin-Brandenburg. Hier ist er wesentlich beteiligt an der Entwicklung und Überwachung von Betonen vielfältigster Verwendung und führt die WPK mehrere Transportbetonwerke.

**Dr. rer. nat. Roland Hüttl** studierte Chemie an der Universität Heidelberg und an der Technischen Universität Berlin (TU Berlin) und promovierte am Institut für Bauingenieurwesen der TU Berlin, Fachgebiet Baustoffe und Baustoffprüfung. Ab 2000 war er Geschäftsführer der MBF Gesellschaft für Materialprüfung und Baustoffforschung mbH und ab 2003 zusätzlich Geschäftsführer der Materialprüfungsanstalt MPA Berlin-Brandenburg GmbH. Seit 2011 ist er Geschäftsführer der Kiwa MPA Bautest GmbH.

**Dipl.-Ing. Carsten Rieck** studierte Bauingenieurwesen an der Technischen Universität Berlin. Von 1999 bis 2005 war er wissenschaftlicher Mitarbeiter für Forschung und Lehre an der TU Berlin, Fachgebiet Baustoffe und Baustoffprüfung. Ab 2005 war er Mitarbeiter der Materialprüfungsanstalt MPA Berlin-Brandenburg GmbH. Seit 2010 ist er Mitarbeiter der Kiwa MPA Bautest GmbH, Niederlassung MPA Berlin-Brandenburg. Dort leitet er den Bereich Consulting und Bauwerksuntersuchung und berät als Projektleiter Bauherren, Hersteller und Ausführende beim Bau von Infrastrukturprojekten (abwassertechnische Anlagen, Kraftwerke, Kühltürme etc.) zu baustofftechnischen Fragen, insbesondere zur Dauerhaftigkeit.

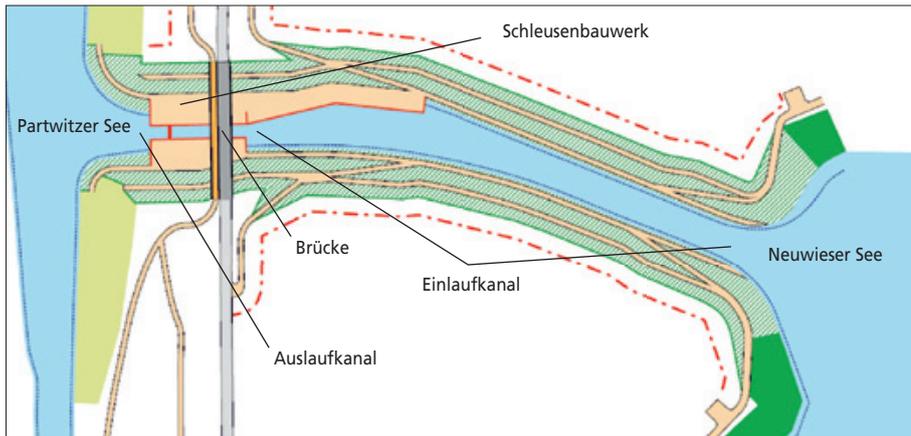


Bild 1: Grundriss Überleiter 6 mit Brücke Staatsstraße S 234 [1]

bzw. /Sächsische Lausitz u.a. für den Neuwieser See). Hiernach ergaben die letzten Messungen des pH-Werts im Juni 2011 Werte von 3,0. Der Füllstand des Partwitzer Sees betrug zu diesem Zeitpunkt 77 % und der des Neuwieser Sees 63 %. Das gesteckte Ziel der LMBV ist es, den pH-Wert der Seen bis in den Bereich 6 bis 8 anzuheben. Dies geschieht durch die Zuführung von Oberflächen-/Regenwasser (Verdünnung) und durch den Einsatz von Neutralisationsanlagen über die dem Seewasser kontrolliert z.B. Soda oder Kalkschlämme zugeführt wird. Die sich hiermit ergebende Beanspruchung des Betons wurde in den nachfolgend beschriebenen Prüfungen berücksichtigt und mituntersucht.

## 2 Beanspruchungen und Anforderungen an den Beton

### 2.1 Beanspruchungen

Der Überleiter 6 besteht aus dem Einlaufkanal Neuwieser See, der Schleusenanlage und dem Auslaufkanal Partwitzer See. Technische Daten hierzu sind in der Tafel 1 zusammengestellt.

Das See- und Grundwasser wurde chemisch analysiert. Die in der Ausschreibung vom 22.08.2008 [2] angegebenen Ergebnisse fasst die Tafel 2 zusammen. Nach [3] erfolgt die Einstufung des chemischen Angriffs über den Gehalt des jeweiligen Stoffs in die Expositionsclassen XA1 (schwach), XA2 (mäßig) und XA3 (stark). Die sich für die einzelnen untersuchten Parameter ergebenden chemischen Angriffsgrade sind in der Tafel 2 angegeben. Bis auf den pH-Wert beim freien Seewasser liegen alle Prüfergebnisse in einem Bereich, der von [3] mit normalem beton-technologischem Aufwand abgedeckt werden kann.

Verursacht durch Schwefelsäure hatte das freie Seewasser einen pH-Wert von 2,7 bis 2,9, was einem mehr als starken chemischen Angriff (> XA3) entspricht. Die Expositionsclassenklasse XA3 (starker chemischer Angriff) umfasst nur einen pH-Wert-Bereich von weniger als 4,5 bis minimal 4,0.

Bei chemischem Angriff der Expositionsclassenklasse XA3 oder stärker fordert [3] Schutzmaßnahmen für den Beton, wie Schutzschichten oder dauerhafte Bekleidungen,

wenn nicht ein Gutachten eine andere Lösung vorschlägt. Wegen der möglichen hohen mechanischen Beanspruchung durch Fahr-schiffverkehr im Überleiter- und Schleusenbereich musste auf eine Beschichtung des Betons verzichtet werden. Aus diesem Grund wurde für das Schleusenbauwerk ein Beton mit sehr hohem Widerstand gegen Säureangriff ausgeschrieben. [4] und [5] zeigen auf, was bei der Projektierung eines solchen Betons zu beachten ist.

Da auch bei Betonen mit erhöhtem Säurewiderstand ein leichtes Absanden der Betonoberfläche bei einem starken Säureangriff nicht zu vermeiden ist, soll über einbetonierte Edelstahlbolzen, die als Referenzoberfläche

dienen, in regelmäßigen Abständen der Abtrag im Rahmen eines Bauwerkmonitorings überwacht werden.

### 2.2 Anforderungen an den Beton laut Ausschreibung

Die Ausschreibung [2] für das Schleusenbauwerk mit Fischtreppe und Überleiter forderte einen Beton in der Druckfestigkeitsklasse C35/45 in der Konsistenzklasse F4. Für die unterschiedlichen Bauteile der Schleuse waren folgende Expositionsclassen ausgeschrieben.

Sohlplatte: XC1, >XA3  
 Wände: XC2, XF3, XM1, >XA3  
 oberer Abschluss: XC2, XF4, XM1, >XA3, XD3

Die gutachterliche Begleitung der Ausführungsplanung erfolgte durch Dr. Roland Hüttel, MPA Berlin-Brandenburg.

Gemeinsam mit dem HeidelbergCement AG Werk Königs Wusterhausen, der BASF AG, der TBG Transportbeton Elster-Spree und dem Lieferpartner Kann Beton Lausitz wurde für den Überleiter 6 von der Betotech Bereich Berlin-Brandenburg eine Betonzusammensetzung entwickelt und dem Gutachter vorgeschlagen.

Für die Herstellung des Betons wurden der Zement CEM II/B-S 42,5 N, eine Steinkohlenflugasche, Silikastaub und eine Kombination aus zwei Fließmitteln auf PCE-Basis gewählt. Mit den regionalen Gesteinskörnungen standen drei Betonzusammensetzungen zur Prüfung an.

Tafel 1: Technische Daten zum Überleiter 6 vom Neuwieser See zum Partwitzer See [1]

Einlaufkanal Neuwieser See		Auslaufkanal Partwitzer See		Schleusenanlage	
Länge	350 m	Länge	57 m	Länge	47,5 m
Kanalbreite Oberkante	85 m			Kammerlänge	29,5 m
Sohlbreite	9 m			Kammerbreite	6,0 m
Mindestwassertiefe	2,50 m			Hubhöhe	2 m bis 4 m
Wasserstand im Endzustand	103,0 m bis 104,0 m NHN			Länge Vorhafen	50 m
				Wasserstand im Endzustand	100,0 m bis 101,25 m NHN

Tafel 2: Chemische Beanspruchung des Betons aus See- und Grundwasser [2]

Freies Seewasser			
pH-Wert	-	2,7 bis 2,9	> stark angreifend
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mg/l	2,7 bis 4,9	kein chemischer Angriff
Mg <sup>2+</sup>	mg/l	51,21	kein chemischer Angriff
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/l	940 bis 1450	mäßig angreifend
Grundwasser			
pH-Wert	-	5,41	mäßig angreifend
CO <sub>2</sub>	mg/l	32	schwach angreifend
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mg/l	3,4	kein chemischer Angriff
Mg <sup>2+</sup>	mg/l	45,9	kein chemischer Angriff
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/l	851	mäßig angreifend

Tafel 3: Prüfungen am Beton und Anforderungen gemäß Ausschreibung [2]

Eigenschaft	Anforderung
Frost-Tausalz-Widerstand zur Beurteilung des Mikrorissgefüges (CDF-Test mit Bestimmung des dynamischen E-Moduls)	Abwitterungen des Betons nach 56 FTW $\leq 1500 \text{ g/m}^2$ dynamischer E-Modul nach 56 FTW $\geq 60 \%$ des Ausgangswerts
Dichtheit gegenüber gelösten Schadstoffen (Porosität) mittels Roh- und Reindichte sowie Quecksilberdruckporosimetrie	Gesamtporosität Beton ohne LP-Bildner $< 11 \text{ Vol.-%}$ [4] Porenvolumen im Bereich $< 0,1 \text{ mm}$ : $< 40 \text{ mm}^3/\text{g}$ [4]
Dichtheit gegenüber Chloriden	Chloridmigrationskoeffizient $< 1,2 \cdot 10^{-12} \text{ m}^2/\text{s}$
Korrosionsschutz der Stahlbewehrung	Restalkalität nach 91 Tagen $\geq 2,6 \text{ g Ca(OH)}_2$ pro 100 g Bindemittel [4]
Säurewiderstandsfähigkeit mittels 12-wöchiger Lagerung in Schwefelsäure pH 3,5	Beurteilung im Vergleich zum Referenzbeton mit maximal möglicher Säurewiderstandsfähigkeit, der nach 12-wöchiger Lagerung in Schwefelsäure (pH 3,5) eine mittlere Schädigungstiefe von 1,1 mm bis 1,3 mm aufweist
Bestimmung des Sulfatwiderstands in Anlehnung an das SVA-Verfahren	Längendehnung nach 91 Tagen $< 0,5 \text{ mm/m}$

Nach den Vorgaben des Gutachters wurden in der Ausschreibung [2] umfangreiche Betonprüfungen zur Beurteilung insbesondere der Säurewiderstandsfähigkeit und Dichtheit aufgenommen. Eine Übersicht hierzu gibt Tafel 3.

Als Referenzbeton wurde der „SRB 85/35“ parallel untersucht. Dieser Beton mit sehr hoher Säurewiderstandsfähigkeit wurde innerhalb eines von der RWE Energie AG finanzierten Projekts an der Technischen Universität Berlin für den Kühlturm Niederaußem entwickelt und eingebaut und dient bei den Untersuchungen als interner Vergleichsstandard (= Mischung R) [6].

### 3 Betonprüfungen und Ergebnisse

#### 3.1 Herstellung der Prüfkörper

Die Herstellung der Betonprüfkörper für die zu beurteilenden Betone erfolgte bei der Betotech Berlin Brandenburg im Oktober 2008. Die Prüfkörper des Referenzbetons und die

Flachprismen für die Beurteilung des Sulfatwiderstands wurden bei der MPA Berlin-Brandenburg hergestellt. Die Prüfungen erfolgten an der MPA Berlin-Brandenburg.

#### 3.2 Säurewiderstand

Die Prüfung des Säurewiderstands des Betons erfolgte nach dem Prüfverfahren der MPA Berlin-Brandenburg [7] (s. Tafel 3). Die Widerstandsfähigkeit des eingesetzten Betons wird u. a. über die mikroskopisch ermittelte Schädigungstiefe beurteilt. Diese darf höchstens 10 % (ohne LP) bzw. 15 % (mit LP) schlechter sein als der parallel geprüfte Referenzbeton, der eine maximal mögliche Widerstandsfähigkeit gegenüber Schwefelsäure besitzt. Die übliche mittlere Schädigungstiefe des Referenzbetons nach zwölfwöchiger Lagerung in Schwefelsäure bei einem pH-Wert von 3,5 liegt bei ca. 1,1 mm bis 1,3 mm. Den Prüfstand für die Bestimmung des Säurewiderstands zeigt Bild 2.



Bild 2: Prüfstand zur Bestimmung des Säurewiderstands von Beton; Übersicht und Detail

#### 3.3 Sulfatwiderstand

Die Prüfung des Sulfatwiderstands erfolgt nach dem SVA-Verfahren an Flachprismen. In der Mörtelzusammensetzung werden die Ausgangsstoffe Zement, Flugasche und Silikastaub entsprechend ihrer Gehalte im Beton berücksichtigt. Der Normmörtel wird mit einem äquivalenten Wasserzementwert von 0,50 hergestellt.

#### 3.4 Frost-Tausalz-Widerstand (CDF-Test)

Die Untersuchung des Frost-Tausalz-Widerstands diente neben dem Nachweis der Widerstandsfähigkeit gegenüber einer Frost- und Tausalzbeanspruchung auch zum indirekten Nachweis eines evtl. vorhandenen schädlichen Mikrorissgefüges. Bei einem vorhandenen Mikrorissgefüge nimmt der Frost-Tausalz-Widerstand stark ab. Ein vorhandenes Mikrorissgefüge kann die Langzeitbeständigkeit der Betone negativ beeinflussen, indem die Schadstoffe entlang des Mikrorissgefüges eindringen. Grundlage für diese Prüfung ist das Merkblatt „Frostprüfung von Beton“ der Bundesanstalt für Wasserbau. Neben den in der Tafel 3 angegebenen Anforderungen an die maximale Menge der Abwitterungen und den Rückgang des dynamischen E-Moduls gilt es, den Anstieg der Abwitterungsmenge über die Zeit zu beurteilen. Ein linearer bis degressiver Verlauf dieser Kurve ist als positiv zu beurteilen, d.h. ein Mikrorissgefüge ist nicht vorhanden.

#### 3.5 Porosität

Für die Dichtheit (Porosität) des Betons ist der Anteil der Kapillarporen (Porenradius  $< 0,1 \text{ mm}$ ) entscheidend. Kapillarporen können ein offenes Porengefüge bilden und damit das Eindringen von Schadstoffen in den Beton begünstigen. Neben den in der Tafel 3 aufgeführten Anforderungen an die Porosität des Betons sind auch die Porenverteilung und der sich damit ergebende mittlere Porenradius für die Beurteilung von Bedeutung.

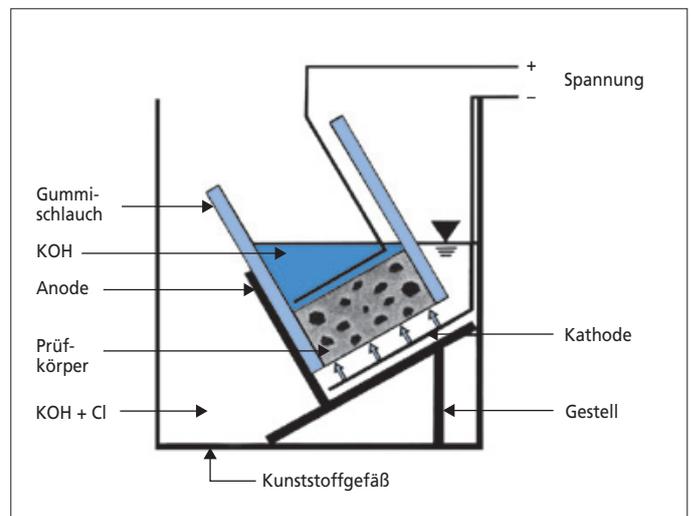


Bild 3: Schematische Darstellung des Messaufbaus (entnommen aus der Arbeitsanweisung Schnellbestimmung von Chloriddiffusionskoeffizienten für Betonprüfkörper, ibac)

### 3.6 Chloridmigrationskoeffizient

Zur Untersuchung kam das in [8] und [9] beschriebene Chloridmigrations-Verfahren zum Einsatz. Für die Prüfung wurde der in [8] beschriebene Versuchsaufbau verwendet (Bild 3).

### 3.7 Restalkalität

Das  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  bildet die Alkalitätsreserve im Beton, die bei Stahlbeton für den Korrosionsschutz der Stahlbewehrung verantwortlich ist. Bei Verwendung von puzzolanischen oder latent hydraulischen Zusatzstoffen (Flugasche, Silikastaub, Hüttensand) wird das  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  in C-S-H-Phasen umgewandelt und damit der  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -Gehalt gesenkt.

In [5] wird eine Mindestmenge von ca. 2,6 g  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  pro 100 g Zement (ca. 2,6 M.-%) angegeben, die nötig ist, um den Korrosionsschutz der Stahlbewehrung zu gewährleisten.

### 3.8 Prüfergebnisse und Beurteilung

In der Tafel 4 sind die Prüfergebnisse des verwendeten Betons im Vergleich zum Referenzbeton zusammengestellt. Der Sachverständige der Projektträgerin LMBV, Dr. Pirner, stellte anhand der Ergebnisse der Bestätigungsprüfung des gelieferten Betons fest, dass dieser die Anforderungen im Hinblick auf den sehr hohen Säurewiderstand erfüllt, die Ergebnisse der Eignungsprüfungen bestätigt werden bzw. dieser vergleichbare Eigenschaften wie der Referenzbeton aufweist.

### 4 Betonherstellung und Bauausführung

Die Erd- und Straßenarbeiten der Baustelle erfolgten durch die BauCom Bautzen GmbH. Mit den Betonarbeiten wurde die DIW Bau GmbH (Dresdner Industrie- und Wohnungsbaugesellschaft mbH) beauftragt.

Der sehr hohe Grundwasserstand machte eine Grundwasserabsenkung notwendig. Hierbei mussten 1 600 h lang mehr als 1 000 m<sup>3</sup>/h Wasser gefördert werden, um das Schleusenbauwerk trocken errichten zu können. Nach Erreichen einer adäquaten Auflast durch das Bauwerk konnte die Grundwasserabsenkung beendet werden.

Der Hochleistungsbeton mit erhöhtem Säurewiderstand stellte wegen seiner Zusammensetzung hohe Anforderungen an die Herstellung und das Pumpen. Vorsorglich wurde der Beton in Werks- und Pumpversuchen getestet. Wegen der geforderten Einbauleistung war eine Lieferung aus einem Werk allein nicht möglich.

August 2009 waren die Bauarbeiten am Überleiter 6 zwischen dem Neuwieser See und dem Partwitzer See (Kreis Bautzen) soweit vorangeschritten, dass die Stahlbetonarbeiten der Schleuse beginnen konnten.

Der Beton wurde in hoher Gleichmäßigkeit in drei Transportbetonwerken von zwei Lieferfirmen (TBG Transportbeton Elster-Spree, eine Beteiligung der Heidelberger Beton, und Kann Beton) hergestellt, auf der Baustelle an eine bzw. zwei Betonpumpen übergeben, von dort an den Einbauort gefördert und eingebaut.

Tafel 4: Prüfergebnisse und Anforderungen

Kennwert		Verwendeter Beton	Referenzbeton (R)	Anforderung
<b>Frost-Tausalz-Widerstand</b>				
Mikrorissgefüge, Abwitterung	g/m <sup>2</sup>	736	500	≤ 1500
Dyn. E-Modul (vom Ausgangswert)	%	100	99	≥ 60
<b>Porosität</b>				
Gesamtporosität	Vol.-%	10,5	10,0	≤ 11
Wasseraufnahme	M.-%	4,9	3,5	–
Kumulatives Porenvolumen (< 0,100 mm)	mm <sup>3</sup> /g	22	33	< 40
Kumulatives Porenvolumen (< 0,100 mm)	Vol.-%	5,0	7,6	–
Durchschnittliches Porenradius (< 0,100 mm)	µm	0,043	0,035	–
<b>Chloriddiffusion</b>				
Chlorid-Diffusionskoeffizient	10 <sup>-12</sup> m <sup>2</sup> /s	0,52	0,60	≤ 1,2
<b>Restalkalität</b>				
Rest- $\text{Ca}(\text{OH})_2$ bez. auf Zement	M.-%	7,0	7,0	≥ 2,6
<b>Säurewiderstand</b>				
Masseabtrag nach 12 Wochen	M.-%	0,78	1,29	≈ R
Schädigungstiefe	mm	1,25	1,20	≈ R

Insgesamt kamen in der Bodenplatte, den Kammerwänden und der Fischtreppe 2 300 m<sup>3</sup> Beton mit erhöhtem Säurewiderstand zum Einsatz.

Durch Einhaltung eines exakten Nachbehandlungskonzepts wurden die Betonoberflächen optimal geschützt. Im Bodenplattenbereich kam ein Nachbehandlungsmittel mit anschließender Folienabdeckung zum Einsatz. Die Schleusenwände wurden ausreichend lange in der Schalung belassen.

Den Abschluss der Baumaßnahmen bildete ein rund 45 m langer Brückenneubau, in dem ca. 2 200 m<sup>3</sup> Beton gemäß ZTV-Ing. verbaut wurden (Bilder 4 bis 6). Die Fertigstellung erfolgte Mitte Juni 2010 und die Verkehrs freigabe im September 2010.

### 5 Schlussbetrachtungen

Im ehemaligen Lausitzer Braunkohlerevier entsteht im Rahmen der Rekultivierung ein sehr großes Seengebiet. Als Verbindung zwischen zwei Seen war ein Schleusenbauwerk mit Fischtreppe auszuführen. Durch natürliche Gegebenheiten stellten sich im Seewasser teilweise pH-Werte von 2,7 bis 2,9 ein. Dies sind Anforderungen, die über die der Betonnorm DIN EN 206-1/DIN 1045-2 hinausgehen. Ein Beton mit erhöhtem Säurewiderstand war erforderlich. Der Beitrag beschreibt die besonderen Anforderungen an den Beton sowie die zum Entwurf des Spezialbetons zusätzlichen Prüfungen, deren Ergebnisse und die Beurteilung. Das Projekt wurde gutachterlich begleitet.



Bild 4: Übersicht Schleusenbauwerk und Brücke



Bild 5: Sicht auf Schleusenbauwerk und Brücke im Zulauf Neuwieser See



Bild 6: Sicht in Schleusenammer von der Seite Partwitzer See

Der Beton mit erhöhtem Säurewiderstand kam im Schleusenbauwerk erfolgreich zum Einsatz. Hierdurch konnte auf einen zusätzlichen kostspieligen Schutz des Betons durch z.B. eine Beschichtung verzichtet werden.

Mittlerweile fand dieser Spezialbeton bei einer Brückenbaumaßnahme in der Nähe von Hoyerswerda als Fundament- und Bohrpfahlbeton in weiteren Einsatzfeldern Anwendung.

#### Literatur

[1] Infoblatt „Überleiter 6 – Vom Neuwieser zum Partwitzer See“, Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH (LMBV), www.lmbv.de

[2] Ausschreibung Baumaßnahme Überleiter 6 Vergabenummer 8012100108 Datum 22.08.2008

[3] DIN Fachbericht 100 2010-03: Beton – Zusammenstellung von DIN EN 206-1 Beton – Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität und DIN 1045-2 Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 2: Beton; Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität; Anwendungsregeln zu DIN EN 206-1

[4] Hillemeier, B.; Hüttl, R.: Hochleistungsbeton. Betonwerk + Fertigteiltechnik 60 (2000) H. 1, S. 52–60

[5] Hillemeier, B.; Buchenau, G.; Herr, R.; Hüttl, R.; Klüßendorf, S.; Schubert, K.: Spezialbetone. Beton Kalender 2006, S. 519–584

[6] Hillemeier, B.; Hüttl, R.: Abschlussbericht des Forschungsvorhabens „Entwicklung eines dauerhaften Betons für Kühltürme“. Technische Universität Ber-

lin, Institut für Bauingenieurwesen Fachgebiet Baustoffe und Baustoffprüfung (1999), unveröffentlicht

[7] Hüttl, R.: Flugaschebetone mit hohem Säurewiderstand im Kühlturm- und Wasserbau – Historie, Stand der Technik und Bewertungskriterien. VGB Power-Tech (2008) H. 4

[8] Tang, L.; Nilsson, L.-O.: Chloride Binding Capacity, Penetration and Pore Structures of Blended Cement Pastes with Slag and Fly Ash. Tagungsband International Conference on Blended Cements in Construction, Sheffield 1991, S. 377–388

[9] Schießl, P.; Wiens, U.: Neue Erkenntnisse zum Einfluss von Steinkohlenflugasche auf die chloridinduzierte Korrosion von Stahl in Beton. Tagungsbände 13. Internationale Baustofftagung ibausil 1997, Band 1, S. 1.0161–1.0173

Wir weisen ausdrücklich darauf hin, dass das Erreichen der vorgenannt beschriebenen Eigenschaften eine sachgerechte, nach dem Stand der Technik durchzuführende Vorbereitung auf der Baustelle und Verarbeitung des Betons voraussetzt.

**Heidelberger Beton GmbH**

Produktmanagement

Berliner Straße 10  
69120 Heidelberg

[www.heidelberger-beton.de](http://www.heidelberger-beton.de)



**HEIDELBERGER  
BETON**  
HEIDELBERGCEMENT Group