

bauwerk

Forum für Kunden und Partner der CEMEX Deutschland AG

Nr. 5 / Oktober 2007

**Leicht verdichtbare und
selbstverdichtende Betone** 8

Lebenszyklusanalyse im Betonbau 12

**Fahrbahndeckenzement:
Premiere in Dortmund** 16



Benedikt Jodocy

Vice President Legal und verantwortlich
für den Bereich Nachhaltigkeit
der CEMEX Deutschland AG

Branche & Unternehmen

- 03 Umweltschutz: Ständige Herausforderung für die Zementindustrie
- 04 Kaum Entspannung im Wohnbau
- 06 Die Baubranche hat sich atomisiert

Titel

- 08 Leicht verdichtbare und selbstverdichtende Betone

Technologie & Projekte

- 12 Lebenszyklusanalyse im Betonbau
- 14 Neuregelungen für Fahrbahndecken aus Beton
- 16 Premiere in Dortmund – neuer Fahrbahndeckenzement

Dialog & Service

- 18 Das Grundwasser bleibt draußen: Architekten und Bauunternehmer zum orange wanne®-Konzept

International

- 20 CEMEX Building Award 2008

Sehr geehrte Leserinnen und Leser,

bei der täglichen Zeitungslektüre erfahren wir ständig Neues, z. B. über Ressourcenschonung, Prozesseffizienz, Artenschutz, Aus- und Weiterbildung. Diese auf den ersten Blick recht unterschiedlichen Gebiete lassen sich alle unter einem sehr aktuellen Begriff zusammenfassen: Nachhaltigkeit. Die damit verbundene Aufgabe besteht darin, heute erfolgreich und verantwortungsvoll im Hinblick auf Menschen und Umwelt unser Geschäft zu betreiben, ohne dadurch zukünftigen Generationen diese Möglichkeit zu nehmen.

Als Produzent langlebiger Baustoffe sehen wir uns in dieser Verantwortung und haben zahlreiche Aktivitäten entwickelt: Ständig verbesserter Umweltschutz in der Produktion, die Renaturierung von Baggerseen und Steinbrüchen, aber auch die Verringerung von Arbeitsunfällen aufgrund geeigneter Programme sind nur einige Schwerpunkte unserer Aktivitäten. Welche Bedeutung die Lebenszyklusanalyse eines Bauwerks in diesem Kontext haben kann, lesen Sie ab Seite 12.

Nachhaltiges Wirtschaften ist nicht nur in Deutschland ein vorgegebenes Ziel, sondern bei CEMEX weltweit. CEMEX ist Gründungsmitglied der Cement Sustainability Initiative, die seit 1999 spezielle Lösungsvorschläge für diese anspruchsvolle Aufgabe der Baustoffindustrie entwickelt.

Ich wünsche Ihnen eine anregende Lektüre!

Ihr

Benedikt Jodocy

Vice President Legal und verantwortlich für den
Bereich Nachhaltigkeit der CEMEX Deutschland AG

Titelfoto:

Grundschule Theresienhöhe, München (Foto: Stefan Müller-Naumann, Planung: Hierl Architekten, München)

Impressum:

Herausgeber: CEMEX Deutschland AG, Abt. Marketing-Kommunikation, Daniel-Goldbach-Str. 25, 40880 Ratingen / Verantwortlich: Christiane Grahle, CEMEX Deutschland AG / Redaktion: Anja König, Mechthild May-Jakoby / Kontakt: 0 21 02 / 4 01-332 / E-Mail: info.de@cemex.com / Redaktionelle Mitarbeit/Grafik/Satz: Pleon GmbH, Bonn / Druck: Druckerei Preuß, Ratingen / Bildquellen: CEMEX Deutschland AG, S. 10, 12, 18, 19: privat / Erscheinungsweise: vier Ausgaben pro Jahr / Namentlich gekennzeichnete Artikel geben nicht unbedingt die Meinung der Redaktion wieder.

Umweltschutz: Ständige Herausforderung für die Zementindustrie



Durch den TÜV bestätigt: Die Umwelterklärungen unserer Zementwerke in Rüdersdorf und Beckum dokumentieren die gute Umweltarbeit an diesen Standorten.

Nur wer eine kontinuierliche und systematische Umweltarbeit leistet, hat die Chance, dass eine von ihm verfasste Umwelterklärung von einer unabhängigen Institution – hier dem TÜV – nach europäischem Recht validiert wird. In Beckum hatte die Validierung der Umwelterklärung in diesem Jahr Premiere, während Rüdersdorf in Sachen Umwelterklärung schon ein alter Hase ist: Bereits drei Mal wurde Rüdersdorf durch den TÜV erfolgreich geprüft.

Die Umwelterklärungen unserer Zementwerke geben einen Überblick über Geschichte und Gegenwart der Standorte, den jeweiligen Produktionsprozess und befassen sich mit dem breiten Spektrum an Umweltschutzmaßnahmen bei:

- Rohstoffgewinnung
- Immissionsschutz

- Gewässerschutz
- Sekundärstoffeinsatz
- Abfallwirtschaft
- Klimaschutz und Energiemanagement

Das bisher Erreichte ist allerdings kein Grund, sich auf den Lorbeeren der Vergangenheit auszuruhen. Das Umweltprogramm 2007 enthält deshalb klar definierte – wo es möglich ist, auch quantifizierte – Ziele sowie eine Liste von Maßnahmen, wie diese Ziele in der Praxis erreicht werden sollen. Dazu zählen in Beckum etwa der Bau einer neuen Fluff-Linie (fluff = englisch für Faser, Flocke) zur Verbrennung von zerkleinertem, nicht recyclingfähigem Verpackungsmaterial, um den Sekundärbrennstoffeinsatz zu optimieren, oder der Umbau der Gipsdosierung, um Staubquellen weiter zu reduzieren. In Rüdersdorf wird in Kürze eine Anlage in Betrieb genom-

men, die den Ausstoß von Stickstoffoxiden verringert. Für den Klimaschutz bleibt in der Bauindustrie die Umstellung von Portlandzementen auf Portland-Komposit- und Hochofenzemente eine der wichtigsten Maßnahmen, denn gerade bei der Klinkerproduktion entstehen hohe CO₂-Emissionen.

Wir haben noch nicht alles erreicht, was möglich ist, aber mit Investitionen, Engagement und in enger Zusammenarbeit mit unseren Kunden gehen wir auf diesem Weg kontinuierlich voran. /

Die Umwelterklärungen der Werke Beckum und Rüdersdorf können Sie kostenlos bestellen: info.de@cemex.com

Kaum Entspannung im Wohnbau

Trotz positiver Rahmenbedingungen bleibt die aktuelle Lage im deutschen Wohnbau angespannt. Weitere Ergebnisse des 1. Halbjahrs 2007: Stagnation im Nichtwohnbau, aber steigende Auftrags-eingänge im Tiefbau.

Im Wohnbau brachten nach dem starken Einbruch der Baugenehmigungen im 1. Quartal auch die folgenden Monate kaum Erholung. Deutschlandweit hat sich die Anzahl der neu genehmigten Gebäude im ersten Halbjahr 2007 im Vergleich zum Vorjahreszeitraum nahezu halbiert. Alle Bundesländer mit Ausnahme von Bremen kämpfen mit zweistelligen Rückgängen zwischen 18 % und 57 %. Viele Indizien sprechen jedoch für eine baldige Trendwende. Sinkende Arbeitslosenzahlen, steigendes verfügbares Einkommen und immer noch niedrige Hypothekenzinsen bilden einen attraktiven Rahmen für die zukünftige Wohnbautätigkeit. Die Bäume werden allerdings nicht in den Himmel wachsen,

denn die Kernzielgruppe der Bauherren – Familien im Alter von 25 bis 44 Jahren mit Kindern – schrumpft kontinuierlich.

Der Nichtwohnbau liegt nach den ersten sechs Monaten dieses Jahres ungefähr auf dem Niveau des Vorjahres. Während die Baugenehmigungen in Westdeutschland leicht zurückgingen, konnte Ostdeutschland auf niedrigem Niveau 5 % zulegen. Differenzen ergeben sich erst beim Blick auf die einzelnen Bautenarten: Landwirtschaftliche Gebäude sowie Büro- und Verwaltungsgebäude verlieren 4 % bzw. 7 % gegenüber dem Vorjahr. Fabrik- und Werkstattgebäude sowie Handels- und Lagergebäude, die zusammen einen Anteil

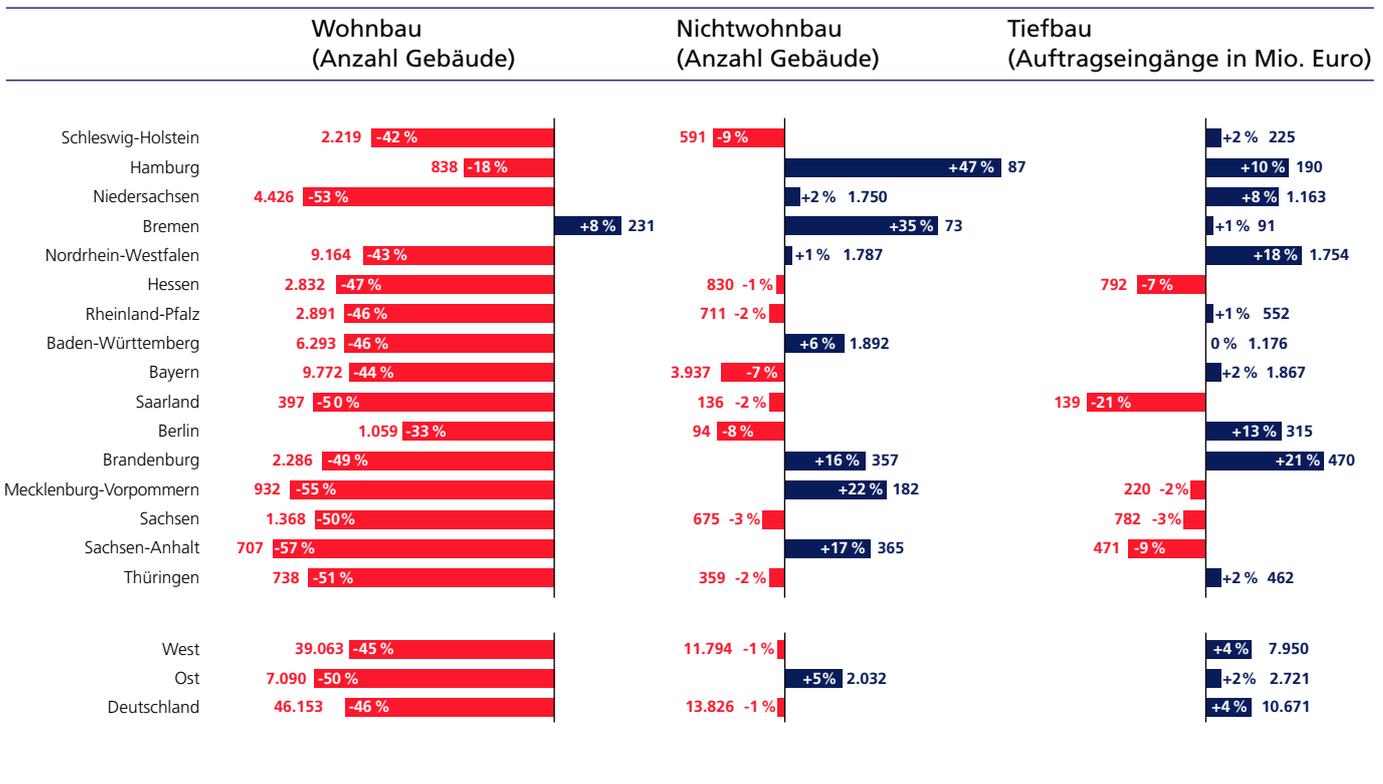
von 42 % am Genehmigungsvolumen im Nichtwohnbau ausmachen, verzeichnen jedoch erfreuliche Zuwächse von 5 % bzw. 7 %. In den nebenstehenden Stadt- und Landkreiskarten lässt sich die derzeitige Entwicklung im Wohn- und Nichtwohnbau auf kleinräumiger Ebene verfolgen.

Im Tiefbau liegen die Auftragseingänge derzeit mit 4 % im Plus. Regionaler Spitzenreiter ist das Bundesland Brandenburg, das vom Bau des Großflughafens profitieren kann, dicht gefolgt von Nordrhein-Westfalen. Norddeutschland erhält zahlreiche Impulse aus dem Ausbau der Seehäfen und den damit verbundenen Investitionen auch im Umland. /



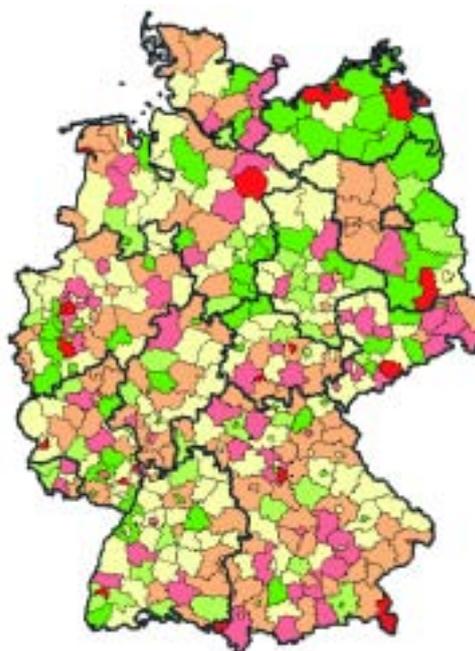
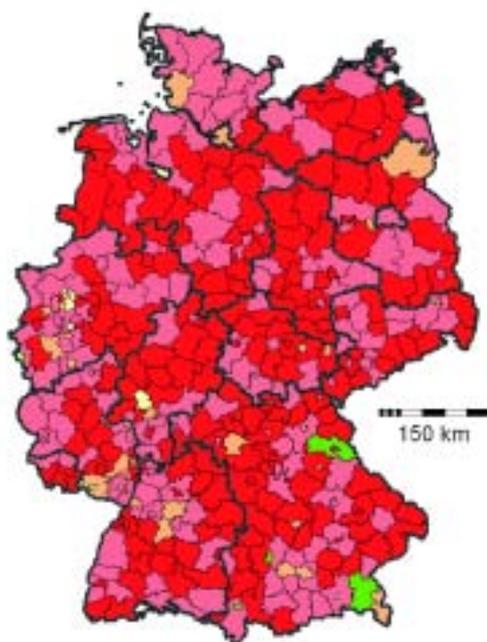
Baumarktentwicklung in Zahlen (1. Halbjahr 2007)

Baugenehmigungen (Anzahl Gebäude*) und Auftragseingänge im Tiefbau



Wohnbau

Nichtwohnbau



Quelle: CEMEX Marktforschung, Statistische Landesämter, Kartengrundlage GfK Macon

Orientierungshilfe in den dargestellten Stadt-/Landkreisen bietet z. B. www.kreisnavigator.de

(© Deutscher Landkreistag)

*Bitte beachten Sie, dass sich bei Betrachtung des genehmigten umbauten Raumes abweichende Werte ergeben können, da hier die Gebäudegröße mit einfließt.



Die Baubranche hat sich atomisiert

In den vergangenen zehn Jahren hat die schwierige Baukonjunktur die Bauunternehmen gebeutelt und die Branchenkonsolidierung vorangetrieben. Dabei kam es zu enormen Verschiebungen bei der Anzahl der Mitarbeiter und in der Betriebsgrößenstruktur.

Innerhalb von nur einer Dekade hat sich die Zahl der Beschäftigten im Baugewerbe fast halbiert. Waren 1995 noch 1,4 Mio. Arbeitskräfte im Baubereich beschäftigt, so zählt die Statistik für das Jahr 2006 nur noch 729.000 Beschäftigte.

Interessanterweise ist die Zahl der Betriebe nicht in gleicher Weise zurückgegangen. Für das Jahr 2006 weist das Statistische Bundesamt insgesamt rund 76.000 Betriebe im Bauhauptgewerbe aus. Die Anzahl der Betriebe lag damit

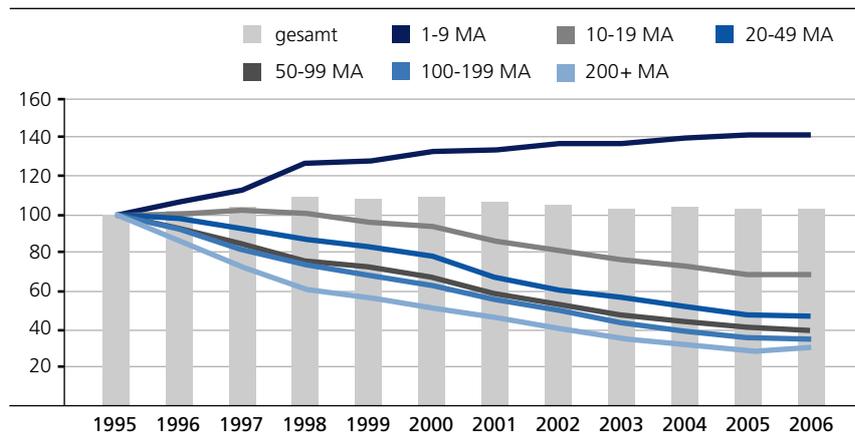
trotz langjähriger Baurezession immer noch über dem Niveau des baukonjunkturell starken Jahres 1995, in dem es knapp 74.000 Baubetriebe gab.

Der scheinbare Widerspruch löst sich auf, wenn man die Zahl der Betriebe in Zusammenhang mit ihrer Größe betrachtet. In fast allen Mitarbeitergrößenklassen reduzierte sich die Zahl der Betriebe in den vergangenen Jahren erheblich. Die einzige – aber entscheidende – Ausnahme waren die Kleinstbetriebe mit weniger als zehn Mitarbeitern.

Die Ursachen dieser Entwicklung sind vielfältig: Bei mittleren Betrieben mit zehn bis 200 Beschäftigten und großen Betrieben mit über 200 Mitarbeitern hat es wegen der schlechten Geschäftslage bis 2006 zahlreiche Insolvenzen gegeben. Aber auch Unternehmensübernahmen und -zusammenschlüsse haben zu einer Konsolidierung beigetragen. Die Anzahl der Betriebe in diesen Größenklassen reduzierte sich deshalb deutlich.

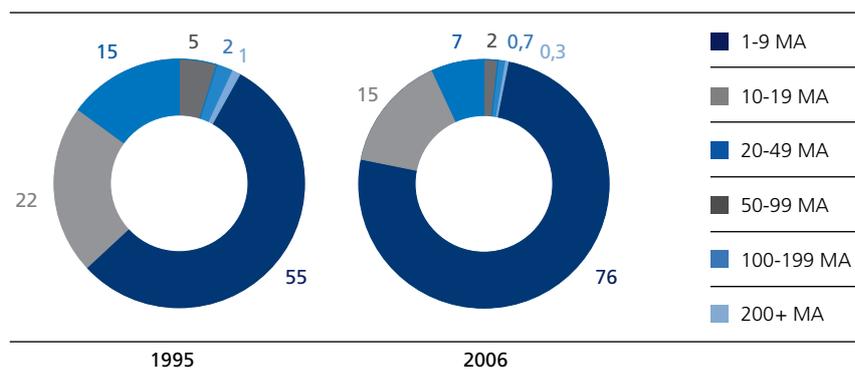
Die Kleinstbetriebe stellten traditionell schon immer die umfangreichste Betriebsgrößenklasse dar und nahmen während der Rezessionsphase weiter kontinuierlich zu. Der Zuwachs der Kleinstbetriebe erfolgte zum einen durch Firmengründung. Häufig suchten während der Baukrise durch Entlassung oder Insolvenz freigesetzte Mitarbeiter auf diese Weise eine neue berufliche Zukunft. Niedrige Markteintrittsbarrieren im Bauunternehmertum ermöglichten das. Zum anderen bewirkte der Personalabbau naturgemäß eine Verkleinerung von Betrieben, sodass aus mittleren Betrieben Kleinstbetriebe

Abb. 1: Entwicklung der Anzahl der Betriebe im Bauhauptgewerbe nach Mitarbeitergrößenklassen*



* Quelle: Statistisches Bundesamt, eigene Berechnungen der CEMEX Marktforschung

Abb. 2: Betriebsgrößenstruktur im Bauhauptgewerbe Anzahl der Betriebe nach Mitarbeiterzahl, in Prozent



wurden, also ein Wechsel aus einer höheren in eine niedrigere Betriebsgrößenklasse stattfand.

Die „Atomisierung“ der Branche, wie sie auch der Hauptverband der Deutschen Bauindustrie treffend bezeichnete, kam 2006 zeitgleich mit dem Ende der Baukrise zum Stillstand. Die Anzahl der In-

solvenzen im Bauhauptgewerbe ging seither erfreulicherweise erheblich zurück.

Die vielen kleinen Betriebe stellen ihre Zulieferer aus der Baustoffbranche vor wachsende Herausforderungen bei dem Angebot maßgeschneiderter Produkte und Services sowie hinsichtlich einer individuellen und optimalen Kundenbetreuung. /

Leicht verdichtbare und selbstverdichtende Betone

Sehr dichte Bewehrung, verwinkelte Bauteile oder hohe Anforderungen an die Sichtbetonqualität waren zunächst Argumente, leicht verdichtbare und selbstverdichtende Betone einzusetzen. Doch sie haben sich längst aus diesen Nischen herausbewegt. Rund 50 Prozent der leicht verdichtbaren und selbstverdichtenden Betone, die von CEMEX Deutschland vertrieben werden, findet man inzwischen in gewöhnlichen Bauteilen des Hoch-, Industrie- und Gewerbebaus.



Das Anwendungsspektrum umfasst Fundamente und Bodenplatten, Wände, Stützen, Decken, die Aufbetonierung von Decken und vieles mehr.

Längst nicht immer muss es selbstverdichtender Beton sein, der mit einem Ausbreitmaß von mindestens 700 mm die höchste Fließfähigkeit besitzt. Viel häufiger bieten sich leicht verdichtbare Betone an, mit Ausbreitmaßen von mindestens 630 mm. Rüttelgeräte sind auch hier fast immer überflüssig, was den Bauablauf beschleunigt und dabei hilft, Verarbeitungs- und Einbaufehler zu vermeiden.

In Verbindung mit Stahlfasern kommt leicht verdichtbarer Beton häufig bei Bauteilen zum Einsatz, die starker mechanischer Beanspruchung unterlie-



gen, wie es bei Industrieböden der Fall ist. Aber auch der Einsatz in WU-Bauteilen wie Bodenplatten und Wände ist sehr beliebt: Ein dichteres und robusteres fehlstellenfreies Betongefüge wird hier mit den zahlreichen Vorteilen von Stahlfaserbeton kombiniert. Zeitersparnis ist häufig ein weiteres Argument für den leicht verdichtbaren Beton: Eine 1.000 m² große Bodenplatte für einen Supermarkt konnte mit leicht verdichtbarem Stahlfaserbeton in nur 4,5 Stunden betoniert werden.

Im Hochbau eignet sich leicht verdichtbarer Beton für Wände, Decken, Aufbeton-Elemente, die eng schließende Umhüllung von Fußbodenheizungsrohren und vieles mehr. Rütteln ist oftmals nicht mehr erforderlich. Das bedeutet: schnelleres Arbeiten mit kleinerem Ma-

schinenpark, weniger Einbaustellen und Schonung der Verschalungen.

Kommt es auf hohe Sichtbetonqualität an oder handelt es sich um filigrane Bauteile mit dichter Bewehrung, setzen immer mehr Architekten und Bauherren auf selbstverdichtenden Beton. Damit lassen sich besonders glatte Oberflächen erzielen; Rundungen oder Aussparungen werden exakt ausgebildet, wie es der Hörsaal im Physikinstitut der Uni Greifswald (s. Foto oben) demonstriert. Die geschlossenzellige Oberfläche in einem sehr hellen Grauton überzeugte auch Hierl-Architekten, als sie die neue Grundschule im Münchner Stadtteil Theresienhöhe (siehe Titelfoto) entwarfen. „Wir arbeiten schon lange mit den unterschiedlichsten Betonsorten“, berichtet Architekt Prof. Dr. Rudolf Hierl.

„Bei diesem Objekt sah unser Konzept vor, dass der Beton als konstruktives und gestalterisches Element sichtbar werden sollte. Selbstverdichtender Beton verdichtet sich so gut, dass er eine sehr ansprechende, fast lasurartige Optik erhält. Außerdem hat er eine bessere Verzögerung, und manche geometrische Figuren, die unsere Entwürfe vorsahen, wären mit herkömmlichem Beton nicht ausführbar gewesen.“ Den hellen Farbton erzielten die Baustofftechnologien durch die Zugabe von Kalksteinmehl als Betonzusatzstoff. /

Schneller Baufortschritt, leichte Verarbeitbarkeit

bauwerk im Gespräch mit Norbert Philipp, Projektleiter Spezialbaustoffe Südost bei CEMEX Deutschland



Norbert Philipp
Projektleiter Spezialbaustoffe Südost
bei CEMEX Deutschland

Ist eine besondere Schalung für leicht verdichtbaren oder selbstverdichtenden Beton erforderlich?

Ob besondere Anforderungen an die Schalung bestehen, hängt zunächst davon ab, welche Oberflächenqualitäten erzielt werden sollen. Betonoberflächen, die höchsten ästhetischen Ansprüchen genügen müssen, erfordern auch entsprechend einwandfreie Schaloberflächen. Hierbei bestehen prinzipiell keine Unterschiede zur Ausführung mit Normalbeton.

Die hohe Fließfähigkeit und die leichte Verarbeitbarkeit von leicht verdichtbaren und selbstverdichtenden Betonen ermöglichen sehr schnelle Baufortschritte. Bei vertikalen Bauteilen, wie Wänden und Stützen, muss sichergestellt werden, dass der dabei entstehende, gegenüber Normalbeton erhöhte Frischbetondruck von der Schalkonstruktion aufgenommen werden kann.

Für gängige Betonierhöhen bis ca. 3 m ergibt sich bei voller Wirksamkeit des hydrostatischen Drucks ein Frischbetondruck von max. 72 kN/m². Übliche Rahmenschalungssysteme können ohne besondere Maßnahmen Frischbetondrücke von bis zu 80 kN/m² problemlos aufnehmen. Bei größeren Betonierhöhen muss die Schalung entsprechend ver-

stärkt oder die Steiggeschwindigkeit des Frischbetons auf das Schalungssystem abgestimmt werden.

Die Schalung muss an allen Stößen dicht sein, um ein Auslaufen zu verhindern. Öffnungen, die größer als etwa 3 mm sind, müssen vermieden oder entsprechend vor dem Betonieren abgedichtet werden. Hierbei dürfen die Aufstellflächen der Schalung auf der Bodenplatte nicht vergessen werden.

Was ist sonst noch anders als beim Einbau von Normalbeton?

Anders ist in erster Linie der schnellere Baufortschritt, die wesentlich einfachere Verarbeitung und das beruhigende Gefühl der Sicherheit, nach dem Ausschalen keine kostenintensiven Nachbesserungsarbeiten vornehmen zu müssen, weil diese Betone fast wie von selbst überall dahin fließen, wohin sie fließen sollen.

Beim Ausbetonieren von Elementwänden sollte man wie bei der Schalung darauf achten, dass die entstehenden Frischbetondrücke aufgenommen werden können. Es empfiehlt sich, Rücksprache mit dem Fertigteilhersteller zu halten. Auch bei Halbfertigteilen wie Halbfertigteil-Decken und Elementwänden muss auf die Dichtigkeit oder gegebenenfalls Abdichtung

von Stößen und Öffnungen geachtet werden. Während bei selbstverdichtendem Beton die Verdichtungsarbeiten vollständig entfallen können, ist bei leicht verdichtbaren Betonen eine leichte Verdichtung erforderlich. Bei horizontalen Bauteilen reicht meist ein „Abschwabbeln“ aus, bei vertikalen Bauteilen kann die erforderliche restliche Verdichtung durch Stochern und leichtes Rütteln erfolgen.

Welche Tipps sollte man berücksichtigen?

Leicht verdichtbarer oder selbstverdichtender Beton entlüftet und verdichtet sich weitestgehend durch den Fließvorgang. Bei Bauteilen mit sehr begrenzten Fließmöglichkeiten, z. B. bei Wandpfeilern oder Stützen, muss eine Fließstrecke zur Entlüftung außerhalb des Bauteils vorgesehen werden, z. B. durch eine verlängerte Rutsche am Fahrmischer. Unsere Fahrzeuge sind mit entsprechen-

den Verlängerungsstücken ausgestattet. Ebenfalls muss darauf geachtet werden, dass beim Betonieren keine zusätzliche Luft in den Frischbeton eingebracht

wird. Die Schütthöhen sollten deshalb so gering wie möglich gehalten werden, am besten ist es, den Pumpenschlauch in den Beton einzutauchen. /



Brücke auf Widerlagern über dem Fluss Wertach im Unterallgäu, gebaut mit aaton basic®

Die aaton®-Produktfamilie von CEMEX

Leicht verdichtbare und selbstverdichtende Betone vertreibt CEMEX Deutschland unter dem Markennamen aaton®. Die aaton®-Produktfamilie besteht aus folgenden Baustoffen:

aaton basic®

Für Anwendungen im Innen- und Außenbereich ohne Anforderungen an Wasserundurchlässigkeit



aaton aqua®

Beton mit erhöhtem Wassereindringwiderstand für wasserundurchlässige Bauteile



aaton floor®

Beton für überwiegend verschleißbeanspruchte Bodenplatten im Gewerbe- und Industriebau



aaton ultra®

Selbstverdichtender Beton für filigrane Bauteile, enge Bewehrungsgrade, komplizierte Geometrien und Sichtbetonoberflächen



Lebenszyklusanalyse im Betonbau

Die Bundesrepublik Deutschland hat sich dem Leitbild der nachhaltigen Entwicklung (sustainable development) verpflichtet. Doch wie lässt sich dieser Anspruch in der Baupraxis einlösen? Behindert das Prinzip der Nachhaltigkeit nicht nur die tägliche Arbeit, weil man zusätzliche Kriterien beachten muss?



Gastautor:
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Harald S. Müller ist Leiter des Instituts für Massivbau und Baustofftechnologie der Universität Karlsruhe (TH).

Professor Harald S. Müller erläutert anhand der Lebenszyklusanalyse, dass Nachhaltigkeit nur vordergründig zu einem Mehraufwand führt. Bei näherer Betrachtung erwachsen Chancen für ein wirtschaftlicheres Bauen mit erheblichem volkswirtschaftlichem Gewinn:

Die Lebenszyklusanalyse ist eines der wichtigsten Werkzeuge, das dabei hilft, das Nachhaltigkeitsprinzip im Betonbau anzuwenden. Man versteht darunter die Erfassung, Analyse und Bewertung aller Aufwendungen zur Errichtung, Unterhaltung und zum Rückbau einer Baukonstruktion im Rahmen einer ganzheitlichen Betrachtung über die gesamte Lebens- bzw. Nutzungsdauer (siehe Abb. 1). Ein zentraler Baustein der Lebenszyklusanalyse ist die Prognose der Zustandsentwicklung bzw. Schädigung von Betonbauteilen.

Sie bildet auch die Grundlage für die richtige Baustoffwahl. Denn moderne, feste und dauerhafte Betone schonen Ressourcen und sparen Kosten. Dies gilt auch für optimierte Zemente und deren Herstellung. Das durch Forschung gewonnene Wissen ermöglicht den Einsatz maßgeschneiderter Betone – das heißt, ein Beton erhält nur so viel Dauerhaftigkeits- und Festigkeitspotenzial wie nötig.

Zur Veranschaulichung der Lebensdauerprognose sei zunächst ein Bauteil betrachtet, das expositionsbedingt einem bestimmten Schädigungsprozess (z. B. Frostbeanspruchung) unterworfen ist. Den zeitlich veränderlichen Zustand beschreibt eine für diesen Prozess gültige Einwirkungs- und Widerstandsfunktion (E bzw. R, siehe Abb. 2, oberes Diagramm). Einwirkung (Frost) und Widerstand (Beton-eigenschaft) unterliegen einer Streuung,

dies wird durch die Verteilungskurven angedeutet. Der Schädigungsgrad ist zeitabhängig und im unteren Diagramm der Abb. 2 vereinfacht dargestellt. Auf der Abbildung sind auch Grenzzustände gekennzeichnet, die einem bestimmten Schädigungsgrad entsprechen.

Die Zuverlässigkeit dieser Prognose kann durch Bauwerksuntersuchungen oder adäquates Monitoring erheblich verbessert werden. Auch die Auswirkungen von Instandsetzungsmaßnahmen können abgeschätzt werden. Voraussetzung ist allerdings, dass physikalische Modelle für die Einwirkung und den Widerstand (Stoffgesetze) bekannt sind. Dies ist jedoch nur für wenige Schädigungsprozesse (z. B. Bewehrungskorrosion) zufriedenstellend der Fall. Hier besteht noch erheblicher Forschungsbedarf.

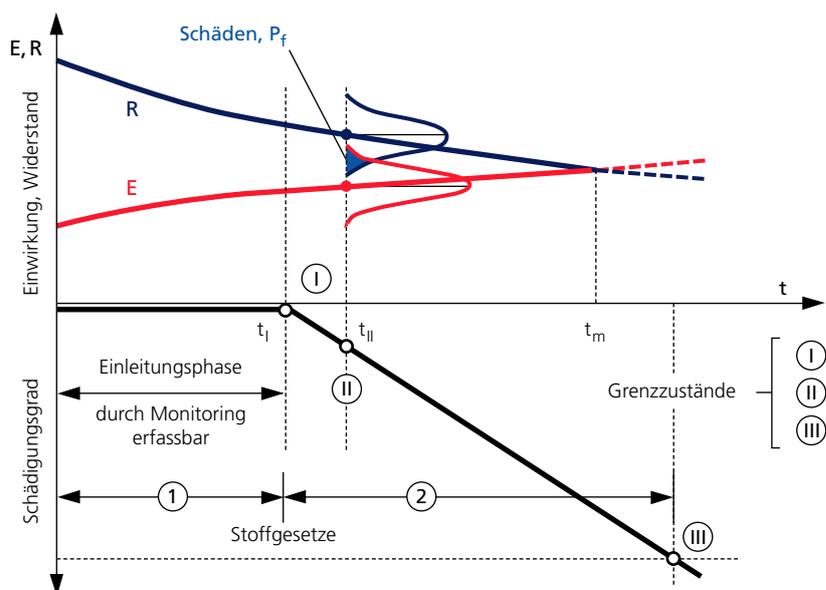
Trotzdem kann die Lebenszyklusanalyse bereits heute für quantitative Abschätzungen eingesetzt werden. Zum Beispiel im Fall der Bewehrungskorrosion: Grob vereinfacht führt die Wahl eines Betons C35/45 anstelle eines C20/25 unter bestimmten Voraussetzungen zu einer Erhöhung der Lebensdauer um rund 30 Jahre. Liegt andererseits ein erhöhtes Streumaß (schlechtere Ausführung) bei der Betondeckung vor, z. B. eine Standardabweichung von 7 mm anstatt 5 mm bei einem Mittelwert von 35 mm, so reduziert sich die Lebensdauer um circa acht Jahre! In diesem Zusammenhang bedeutet das Erreichen der Lebensdauer, dass ein bestimmtes Sicherheitsniveau unterschritten wird.

Die Lebenszyklusanalyse trägt so dazu bei, dass die Wahl der Baustoffe optimal getroffen und das Nachhaltigkeitspotenzial einer Betonkonstruktion voll ausgeschöpft werden kann. Sie schafft die Grundlage für eine Kostenoptimierung über die gesamte Lebensdauer. /

Abb. 1: Lebenszyklus von Bauwerken



Abb. 2: Alterungs- und Schädigungszeitverlauf





Neuregelungen für Fahrbahndecken aus Beton

Beton als Baustoff für Fahrbahndecken hat sich seit Jahrzehnten weltweit aufgrund hoher Dauerhaftigkeit und günstigen Unterhaltungsaufwands während der Nutzungsdauer bewährt. Eine hohe Qualität der Betonrandzone stellt Griffigkeit und Lärminderung dauerhaft sicher.



Betonfahrbahndecken mit herkömmlicher Besenstrichtextur (großes Foto) und der neuen Waschbetontextur (kleines Foto)

2006 wurden mit den Allgemeinen Rundschreiben Straßenbau ARS 5/2006 und 14/2006 Neuregelungen für den Bau von Fahrbahndecken veröffentlicht. Die Bauweise mit Jutetuch-Längstexturierung wurde ersetzt durch die Betondecke mit Waschbetontextur als neue Standardbauweise für lärmindernde Betonfahrbahndecken in Deutschland.

Technologische Einflüsse und widrige Umgebungsbedingungen können bereits bei der Fertigung zur Beeinträchtigung der Betonrandzone führen (Bild 1, 2). Die Waschbetontextur hat den Vorteil,

dass diese möglicherweise beeinträchtigte Schicht durch den Auftrag eines Oberflächenverzögerers und nachfolgendes Ausbürsten des erhärteten Betons bis zu einer mittleren Rautiefe von 0,8 mm vor der Nutzung gezielt abgetragen wird. Die nach dem Ausbürsten entstehende neue Oberfläche muss ein dichtes und beständiges Gefüge aufweisen und bedarf deshalb einer entsprechenden Nachbehandlung.

Mit der Einführung der Waschbetonbauweise ändert sich die Zusammensetzung des Betons für die Deckschicht: u.a. Erhöhung des Zementgehalts $\geq 420 \text{ kg/m}^3$,

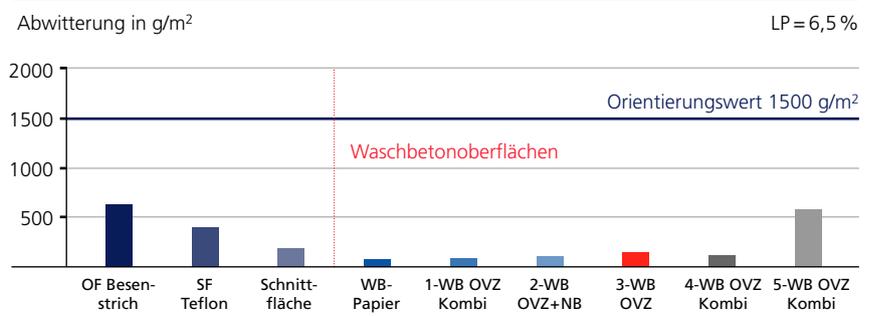
veränderte Sieblinie (Ausfallkörnung: feine Gesteinskörnung 0/2 und gebrochene Gesteinskörnung 5/8 mit PSV 53, $C_{100/0}$). Bereits mit der Anpassung der Fahrbahn-deckenzemente (st)[®] an die abgesenkten Alkaligehalte (ARS 12/2006) begannen umfangreiche Untersuchungen. Unter Berücksichtigung der beschriebenen Rezepturänderungen wurden die Analysen hinsichtlich des Einflusses der Oberflächenverzögerer auf die Qualität der Betonrandzone erweitert. Zur Überprüfung der Qualität der Betonrandzone (Schal-, Ober-, Schnittfläche und Waschbeton) hinsichtlich ihres Frost-Tausalz-Widerstands wurde das CDF-Verfahren angewendet.

Einfluss des Oberflächenverzögerers: Unabhängig vom eingesetzten Oberflächenverzögerer sind die Abwitterungsmengen an den Waschbetonoberflächen bei allen verwendeten Zementarten sehr gering. Nur eines der verwendeten Mittel (5 – WB OVZ) wies eine größere Tiefenwirkung auf, die sich in etwas höheren Abwitterungsmengen äußerte (Abb. 1).

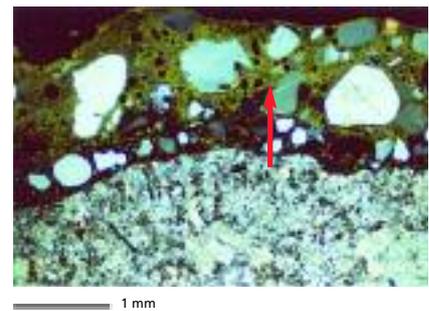
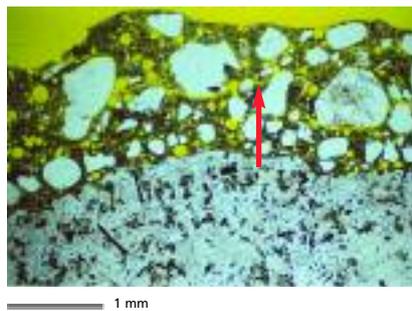
Einfluss der Prüfflächen: An Betonen mit CEM I 42,5 N (st)[®], CEM II/B-S 42,5 N (st)[®] und CEM III/A 42,5 N (st)[®] wurden tendenziell gleiche Abstufungen der Abwitterungsmengen in Abhängigkeit von der Art der Prüffläche erzielt. Bezogen auf die tefloneschalteten Seitenflächen ergaben sich innerhalb der jeweiligen Prüfserien für die Waschbetonoberflächen Werte in der Größenordnung der entsprechenden Schnittflächen.

Einfluss der Zementart: Alle ermittelten Werte lagen weit unter dem Orientierungswert von 1.500 g/m². In Abhängigkeit vom Hüttensandgehalt trat bei gleicher Art der Prüffläche eine geringfügige Abstufung der absoluten Abwitterungsmengen auf.

Abb. 1: CDF-Test an Waschbeton für Fahrbahndecken mit CEM II/B-S 42,5 N (st)[®] Vergleich verschieden ausgeführter Oberflächen



OF = Oberfläche, SF = Schalfläche, WB = Waschbeton, OVZ = Oberflächenverzögerer, NB = Nachbehandlungsmittel



Mikroskopische Aufnahmen eines Dünnschliffs einer Betonrandzone:
Bild 1 (links): im parallelen Licht, Mikroriss parallel zur Oberfläche
Bild 2 (rechts): im polarisierten Licht, karbonatisierter Bereich oberhalb des Risses hell

Zusammenfassung

- Mit allen aktuellen CEMEX Fahrbahndeckenzementen (st)[®] sind Waschbetonoberflächen in hoher Qualität herstellbar. Vergleichende Laboruntersuchungen mittels CDF-Test liefern unabhängig von der Prüffläche und der verwendeten Zementart Werte, die weit unter dem für Schalflächen empfohlenen Abnahmekriterium liegen.
- Die verwendeten Oberflächenverzögerer schlossen bei fachgerechtem Einsatz eine schädigende Tiefenwirkung sicher aus.
- Die im Rahmen bisheriger Produktentwicklungen im Labor angewendeten Prüf- und Bewertungsmethoden für

- Aspekte der Dauerhaftigkeit sind auch für die Waschbetontextur anwendbar.
- Für die Bewertung der Betonqualität ist nur die Prüfung der tefloneschalteten Seitenfläche von Laborprobekörpern nach DIN CEN/TS 12390-9 zu empfehlen. Die Abwitterung an der Waschbetonoberfläche ist bei fachgerechter Nachbehandlung und Verwendung einer Ausfallkörnung immer geringer als die Abwitterung an der tefloneschalteten Seitenfläche, da der Oberflächenmörtel bereits entfernt wurde.
- Die Bewertung der Ausführungsqualität der Fahrbahndecke mit Waschbetontextur ist nur an Bauwerksproben möglich. /

Premiere in Dortmund

Beim Bau des Tunnels Berghofen kam im Mai 2007 erstmals der neue Fahrbahndeckenzement CEM II/A-S 42,5 N (st)[®] für die aktuelle Waschbetonbauweise zum Einsatz.



Gleichmäßiger Auftrag des Oberflächenverzögerers ist eine Voraussetzung für gute Qualität der Waschbetontextur.

Eine Tunnelbaustelle ist kein angenehmer Ort für „Fußgänger“. Tonnen schwere Baumaschinen und Lkw machen die Röhre zu einem sehr lauten und nicht ganz ungefährlichen Arbeitsplatz. Und obwohl alle Lkw am Tunneleingang mit zusätzlichen Abgasfiltern ausgestattet werden, ist die Luft alles andere als frisch. Trotzdem sind die zwei Laboranten, die in gelblichem Scheinwerferlicht an einem vierachsigen Muldenkipper vorbeilaufen, bester Stimmung: Ungefähr 100 Meter weiter vorne findet eine Premiere statt.

Die B 236n, für die derzeit der Tunnel Berghofen gebaut wird, hat eine Fahrbahndecke aus Asphalt. Doch für den Abschnitt im Tunnel entschieden sich die Planer aus Lärm- und Brandschutzgründen für eine Fahrbahndecke in Wasch-

betonbauweise. Gegenüber anderen Betonbauweisen hat die Waschbetontextur den Vorzug, dass die Lärminderung nicht auf Kosten der Griffigkeit – und damit der Fahrsicherheit – erzeugt wird. Seit 2006 ist die Waschbetontextur deshalb die neue Standardbauweise für lärmindernde Betonfahrbahndecken in Deutschland (vgl. S. 14-15). Im Mai 2007 wurde für die Fahrbahndecke im Tunnel Berghofen zum ersten Mal der neue Portlandhüttenzement aus dem Werk Mersmann in Beckum eingesetzt.

Insgesamt lieferte CEMEX 2.300 Tonnen des Fahrbahndeckenzements CEM II/A-S 42,5 N (st)[®]. Auch weitere Ausgangsstoffe, wie Sand, Betonverflüssiger und Luftporenbildner, stammten von CEMEX. Da Fahrbahndeckenbeton auf-

Tunnel Berghofen

Der 1.300 m lange Tunnel im Dortmunder Stadtteil Berghofen wird in zwei Röhren für die vierspurige B 236n gebaut. So entsteht eine leistungsfähige Verbindung von der A 1, B 1 und A 2, die für rund 40.000 Fahrzeuge täglich ausgelegt ist. An der breitesten

Stelle misst der Tunnel 22,3 m, die Höhe liegt bei gut 10 Metern. 670 m des Tunnels werden bergmännisch gebaut, die restliche Strecke entsteht in offener Bauweise mit nachträglicher Abdeckung. Der Tunnel mit einer Bau- summe von 43 Millionen Euro wird

nach den neuesten Richtlinien für Tunnelsicherheit errichtet. So sind beispielsweise Messsensoren in die Fahr- bahn integriert, die die Verkehrsbelas- tung registrieren, um Stauwarnungen zu ermöglichen. Die Übergabe des Tunnels ist im Sommer 2008 geplant.



Einbau und Verdichtung des Oberbetons auf dem noch frischen Unterbeton mit dem Gleitschalungsfertiger

grund seines geringen Wassergehalts sehr steif (Konsistenzklasse C 1) ist, wurde er aus den Transportbetonwerken Dortmund-Schüren und Lünen in Muldenkippern zur Baustelle transportiert. An der Einbaustelle wurde der Beton vor dem Gleitschalungsfertiger abgekippt.

Die zwei Schichten der Fahrbahndecke (Ober- und Unterbeton) wurden durch den Gleitschalungsfertiger frisch in frisch eingebaut und mit integrierten Rüttlern verdichtet. An der imposanten Baumaschine wurden deshalb beide Betonsorten gleichzeitig benötigt. Für die Bauleitung war das eine hohe logistische Herausforderung: In der engen Röhre mussten mehrere Muldenkipper gleichzeitig an die richtige Stelle dirigiert werden – und zwar so, dass sie Raum zum Rangieren hatten. Um Verwechslungen zu vermeiden, wurden die Fahrzeuge am Führerhaus und am Fahrzeugheck mit großen Tafeln gekennzeichnet, die auch im Halbdunkel des Tunnels erkennbar waren: U für Unter-, O für Oberbeton.

Trotz der engen Verhältnisse im Tunnel hatte es die ausführende HEILIT + WOERNER Bau GmbH gestattet, dass die Baumaßnahmen im Tunnel von CEMEX Zement prüftechnisch begleitet wurden. „Es war für uns eine wertvolle Erfahrung, vor Ort dabei zu sein, weil unser neuer Fahrbahndeckenzement zum ersten Mal in der Praxis eingesetzt wurde“, erklärt Ing. Peter Bilgeri von der CEMEX WestZement GmbH. „Aus Platzgründen musste der Laborwagen zwar vor dem Tunnel stehen bleiben, aber unsere Laboranten konnten unmittelbar vor dem Einbau Betonproben entnehmen, Frischbetonprüfungen durchführen und Probekörper für Festbetonuntersuchungen herstellen. Diese können auch zum Vergleich mit den Eigenüberwachungsergebnissen der von HEILIT + WOERNER beauftragten Gesellschaft für Qualitätssicherung TPA herangezogen werden.“ Durch diese Prüfungen konnten der Einfluss und die Auswirkung des Transportes auf die Konsistenz und den Luftporengehalt des

Betons zusätzlich untersucht werden. Die Auswertung der Untersuchungsergebnisse wird noch in diesem Jahr in Fachpublikationen veröffentlicht. /

Zusammensetzung des Oberbetons

Druckfestigkeitsklasse	C 30/37
Expositionsklassen	XC4, XF4, XA2, XD3, XS3, XM2
Zementart und Festigkeitsklasse	CEM II/A-S 42,5 N (st) [®]
Zementgehalt z	420 kg/m ³
Wassergehalt w/z-Wert	168 kg/m ³ 0,40
Gesteinskörnung	
Natursand 0/2 mm	582 kg/m ³
Edelsplitt 5/8 mm	1166 kg/m ³
Zusatzmittel	
Art	LP + BV
Gehalt	0,85 % von z



Das Grundwasser bleibt draußen

Die WU-Richtlinie des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton regelt seit 2003 die Konstruktion von wasserundurchlässigen Betonkellern. Eine Möglichkeit, hochwertige Wohnkeller ohne flächige Außenabdichtung zu bauen, ist die zwangarme Bauweise mit dem Abdichtungskonzept „orange wanne“. Wir befragten Architekten und Bauunternehmer, welche Erfahrungen sie damit bei ihren Bauobjekten gemacht haben.



„Wirtschaftlichkeit entscheidet“

Ralf Mertmann, stellv. Geschäftsführer der Mertmann GmbH & Co. KG Bauunternehmung, Haltern am See

„Die entscheidenden Argumente für das Konzept orange wanne® sind für mich Wirtschaftlichkeit und die mit zehn Jahren doppelt so lange Gewährleistung. Die verlängerte Gewährleistung wird natürlich auch von unseren Bauherren sehr positiv bewertet. Ein wirtschaftlicher Vorteil entsteht für uns zum Beispiel dann, wenn statt einer 30er-Bodenplatte mit hohem Stahlanteil durch die Verwendung von

Stahlfaserbeton eine dünnere Bodenplatte zur Ausführung gelangt und der zurzeit hohe Stahlpreis zur Einsparung beiträgt. Wenn eine Weiße Wanne ausgeschrieben wurde, bauen wir normalerweise nach dem orange wanne®-Konzept. Das liegt auch daran, dass wir mit den Technologien von CEMEX gute Erfahrungen gemacht haben und die Bauüberwachung vor Ort reibungslos funktioniert. Weil wir schon vorher mit Pentaflex-Fugenbändern gearbeitet haben, wie sie auch bei einer orange wanne® zum Einsatz kommen, war die Ausführung für uns von Anfang an kein Problem.“



„Einfach ausprobiert“

Alfred Würfl, Architekt, Weiden

„Zum ersten Mal habe ich vor drei Jahren vom Abdichtungssystem orange wanne® auf einem Fachvortrag in Weiden gehört. Damals hatte ich gerade ein Projekt mit 20 Doppelhäusern in Arbeit, bei dem anstehendes Grundwasser Probleme machte,

und so habe ich die orange wanne® einfach mal ausprobiert. Das Ergebnis war hervorragend, und deshalb habe ich inzwischen rund 60 Einheiten mit orange wanne® gebaut. Meiner Meinung nach ist die Betreuung das A und O. Ich habe die Fachleute von CEMEX zu mir ins Büro geholt und habe mir alles ausführlich erklären lassen. Die notwendigen Betreuungs- und Überwachungskosten in der Bauphase habe ich im Leistungsverzeichnis separat ausgewiesen, sodass es keine Abrechnungsprobleme gab. Durch die fachliche Überwachung verläuft der Bau der orange wanne® einfacher als bei einem konventionellen Keller. Die Stahlbewehrung wird reduziert und damit die Bauausführung erleichtert. Für mich hat es sich absolut gelohnt, die neue Bauweise zu testen.“



„Trotz Zeitnot hat es gut funktioniert“

Wolfgang Gräfen, Inh. von Gräfen Haus, Würzburg

„Unsere erste orange wanne® haben wir aus einer Notsituation heraus gebaut. Die Baugrube war schon ausgehoben und mit einem Mauerwerkskeller geplant, als sich herausstellte, dass wir un-

erwartet Probleme mit Grundwasser und drückendem Wasser bekamen. Zum Glück hatte ich im Gespräch mit dem Würzburger Werkleiter Herrn Kölling von der Firma CEMEX und deren orange wanne® gehört. Hals über Kopf haben wir mit unserem Statiker und dem CEMEX orange wanne®-Büro Bayreuth die Umbemessung für die Ausführung mit Stahlfaserbeton und dem System orange wanne® für den Bauunternehmer gemacht. Alles hat trotz Zeitnot gut funktioniert. Wir haben daraus gelernt, sobald wir Grundwasser bzw. schwierige Bodenverhältnisse haben, planen wir von vornherein mit orange wanne®, machen mit dem Statiker die Vorbemessung, stimmen alles mit dem orange wanne®-Büro Bayreuth ab und nehmen das Konzept orange wanne® für den Keller als

Prädikat Premium Service für orange wanne®

Vorerst drei Jahre lang darf sich CEMEX Deutschland im Bereich Südost hinsichtlich des Systems orange wanne® als Premium-Service-Baustoffhersteller / Baudienstleister bezeichnen.

Nach einer neutralen Kundenbefragung vergab die TÜV Rheinland Group dieses Qualitätssiegel an CEMEX. Die Prüfer bescheinigen unserem Unternehmen „Service Excellence“ bei unserer Baudienstleistung für dichte Bauwerke.



klar definierte Leistung in die Ausschreibung auf. So können alle anderen an der Ausschreibung beteiligten Bauunternehmer zu gleichen Bedingungen angefragt werden. Die technischen Voraussetzungen sind geklärt und wir haben die Kosten und die Logistik von Anfang an im Griff. Auch die Aufgaben sind klar verteilt: Der Bauunternehmer muss sich nur noch um die Ausführung vor Ort kümmern und wir haben durch die Gewährleistung von CEMEX (10 Jahre) auf die Wasserundurchlässigkeit unsere eigene Gewährleistung eingegrenzt.“ /

CEMEX BUILDING AWARD 2008

Innovationspreis für kreative Baulösungen



Waren Sie als Bauausführender oder Planer an einem wegweisenden, 2006/2007 fertiggestellten Bauwerk beteiligt, bei dem zu mehr als 50 Prozent Baustoffe von CEMEX Deutschland zum Einsatz kamen? Bitte melden Sie Ihr Projekt zum renommierten internationalen Bauwettbewerb von CEMEX. Die Wettbewerbskategorien: Wohnungsbau, institutionelle/gewerbliche Bauten und Infrastruktur.

Weitere Informationen zum CEMEX BUILDING AWARD erhalten Sie bei der CEMEX Deutschland AG unter Telefon 02102/401823 oder im Internet: www.cemex.de

