

bauwerk

Forum für Kunden und Partner der CEMEX Deutschland AG | Nr. 12 | 2010

Mit Farbe gestalten

- // Nachbehandlung – ein Tropfen auf den heißen Stein?
- // Sport- und Spielsande: hygienisch, trittfest, tragfähig
- // Risse im Stahlbetonbau: die Ursachen

Branche & Unternehmen

- 03** Baumarkt 2010: Talsohle wird durchschritten
- 04** Lichtblicke zum Jahreswechsel

Titel

- 06** Eingefärbter Beton: Mit Farbe gestalten
- 09** Interview: „Nuancierungen zeigen Lebendigkeit des Materials“

Technologie & Projekte

- 10** Nachbehandlung von Beton
– ein Tropfen auf den heißen Stein?
- 14** Die Geschichte des Zements:
Eine Zeitreise in die Antike
- 16** Sport- und Spielsande:
Hygienisch, trittfest, tragfähig

Dialog & Service

- 18** Risse im Stahlbetonbau

International

- 20** Thanet Earth: Hochleistungsbeton
im Hightech-Gewächshaus

Titelfoto: Lukasklause in Magdeburg

Impressum:

Herausgeber: CEMEX Deutschland AG, Abt. Communications & Public Affairs, Daniel-Goldbach-Str. 25, 40880 Ratingen / Verantwortlich: Dr. Helmut Littek, CEMEX Deutschland AG / Redaktion: Mechthild May-Jakoby / Kontakt: 0 21 02 / 4 01-332 / E-Mail: kundenservice.de@cemex.com / Redaktionelle Mitarbeit: Beckmann & Walther Kommunikationsdienstleistungen GbR, Köln / Grafik und Satz: Grafikdesign Beyer, Köln / Druck: DCM GmbH, Meckenheim / Bildquellen: CEMEX Deutschland AG; S. 3, 14, 15 unten, 17 unten: Fotolia.com (Julien Rousset, Lucky Dragon, Rolf Zapf, Sergey Galushko); S. 6: LANXESS Deutschland GmbH; S. 8 oben: Pixelio/Karl-Heinz-Gottschalk; S. 9: avp architekten bda, Berlin; S. 10, 13 oben: Dirk Ehrhardt; S. 16: DBSV e. V.; S. 17 oben: APASSIONATA; Porträts S. 9, 13, 19: privat; S. 20: www.thanetearth.com / Erscheinungsweise: zwei Ausgaben pro Jahr / Namentlich gekennzeichnete Artikel geben nicht unbedingt die Meinung der Redaktion wieder.



Eric Wittmann
Vorstandsvorsitzender
der CEMEX Deutschland AG

Sehr geehrte Leserinnen und Leser,

der langanhaltende Winter hat den Aufschwung zwar verzögert, aber nicht wirklich verhindert. Der Wohnbau, der uns lange Zeit Sorgen bereitet hat, belebt sich in den letzten Wochen deutlich. Schon länger geplante Objekte werden jetzt zügig umgesetzt, denn private Bauherren und Käufer finden sehr günstige Finanzierungsangebote.

Auch wenn manche Bereiche wie das gewerbliche Bauen durchaus noch Wünsche offen lassen, bin ich der Ansicht, dass wir uns auf einem guten Weg befinden.

Die Ansprüche an unsere Baustoffe werden dabei immer höher. Farbiger Beton ist ein gutes Beispiel dafür, wie moderne architektonische Gestaltung durch hochwertige Baustoffe neue Impulse erhält. Im aktuellen Heft finden Sie dazu eine ausführliche Titelstory. Sie gibt Ihnen einen Überblick darüber, was man bei eingefärbtem Beton beachten sollte.

Ich wünsche Ihnen eine anregende Lektüre und viel Erfolg bei allem, was Sie für dieses Jahr planen.

Ihr

Eric Wittmann



Baumarkt 2010: Talsohle wird durchschritten

Stand 2009 noch im Zeichen der Krise, so wird es dieses Jahr generell wieder aufwärts gehen. Vor allem im Wohnbau, im Tiefbau und im Segment Renovierung sind Zuwächse zu erwarten.

Später Start ins neue Baujahr

Das vergangene Jahr stand ganz im Zeichen der schlimmsten Rezession seit dem Zweiten Weltkrieg. Das Bruttoinlandsprodukt – Gradmesser für die wirtschaftliche Entwicklung – ist in Deutschland um 5 % zurückgegangen. Als Folge davon ist der Nichtwohnbau zusammengebrochen. Der Wohnbau fiel auf ein historisches Tief zurück. Die Konjunkturprogramme der Bundesregierung haben den Rückgang der Tiefbautätigkeit etwas abgebremst, mehr nicht. Insgesamt ist der Umsatz im Bauhauptgewerbe dem Hauptverband der Deutschen Bauindustrie zufolge 2009 um rd. 4 % zurückgegangen.

Das Baujahr 2010 begann aufgrund des längsten Winters seit vielen Jahren zwei Monate verspätet. Im Januar und Februar ging nichts. Inzwischen sind Straßen- und Tiefbauunternehmen dabei, Frostschäden in den Straßen auszubessern. Eine Herausforderung besteht auch darin, bei laufenden Bauprojekten die verlorenen Wintermonate wettzumachen. Derzeit ist also viel zu tun. Die Frage bleibt: Was kommt danach?

Frühindikatoren zeichnen ein differenziertes Bild

Die spezifischen Frühindikatoren haben je nach Gewerk eine Vorlaufzeit von sechs bis zwölf Monaten. Seit Juli 2009 steigen die Wohnbaugenehmigungen Monat für Monat mit zunehmendem Tempo an. Im Dezember 2009 lagen sie um 25 % über Vorjahr, im zweiten Halbjahr waren es beachtliche 15 %. Die extrem niedrigen Hypothekenzinsen (ab 3,6 %) machen das Bauen attraktiv. Es spricht viel für einen längeren Aufschwung im Wohnbau, ausgehend von einem sehr niedrigen Niveau.

Der Nichtwohnbau leidet noch unter den Nachwirkungen der Rezession. Die aktuellen Baugenehmigungen gemessen am umbauten Raum liegen um reichlich 20 % unter Vorjahr. Laut ifo Institut für Wirtschaftsforschung ist die extrem niedrige Kapazitätsauslastung von 75 % eine Investitionsbremse. Eine Hürde ist auch die zurückhaltende Kreditvergabe der Banken. Das deutlich verbesserte Geschäftsklima im verarbeitenden Gewerbe (ifo) und die erwartete Erholung der

deutschen Wirtschaft werden sich erst 2011 positiv auf die Bautätigkeit im Nichtwohnbau auswirken.

Konjunkturprogramme stärken den Tiefbau

Nach langer Vorlaufzeit greifen im Tiefbau die Konjunkturprogramme der Bundesregierung. Im Dezember haben die Auftragseingänge im Tiefbau um 13 % zugelegt. Die Impulse kamen vor allem aus dem Straßenbau mit einem sattem Auftragsplus von 32 %. Im zweiten Halbjahr 2009 sind die Auftragseingänge immerhin um 3 % gestiegen, und die Perspektiven bleiben in den nächsten Monaten günstig. Etliche Großprojekte wie die Flughäfen Berlin und Frankfurt am Main, diverse Autobahnabschnitte oder Stuttgart 21 sind im Bau oder stehen unmittelbar vor Baubeginn.

Alles in allem wird in diesem Jahr das Tal durchschritten. Bauunternehmen mit Schwerpunkten im Wohnbau und im Tiefbau sowie in der Renovierung dürfen auf Zuwächse hoffen, während das Segment Nichtwohnbau schwierig bleibt. /

Lichtblicke zum Jahreswechsel

Während der Nichtwohnbau teilweise noch mit den Auswirkungen der Rezession zu kämpfen hat, geht es im Wohnbau zum Jahreswechsel endlich wieder aufwärts. Der Tiefbau erreicht 2009 das Vorjahresniveau – mit ebenfalls steigender Tendenz.

Aufschwung im Wohnbau

Das zweite Halbjahr 2009 brachte bei den Wohnbaugenehmigungen endlich die lang ersehnte Trendwende. Im dritten Quartal legte die Anzahl neu genehmigter Gebäude* erstmalig seit dem Frühjahr 2006 wieder zu. Auf ein Plus von 10 % folgte dann im vierten Quartal erneut ein zweistelliger Zuwachs von 17 %. Extrem günstige Finanzierungsbedingungen bilden derzeit einen attraktiven Rahmen für den geplanten Hausbau. Der befürchtete starke Anstieg der Arbeitslosenzahlen ist hingegen bisher ausgeblieben. Zudem findet aktuell ein leichter Aufholprozess statt, da die Anzahl neuer Wohnungen schon seit Jahren weit unter dem langfristig benötigten Bedarf liegt. Insgesamt schloss der Wohnbau das Jahr 2009 mit

einem leichten Plus von 2 % ab. Überdurchschnittlich stark zulegen konnten dabei vor allem Norddeutschland, aber auch Thüringen.

Differenzierte Betrachtung im Nichtwohnbau

Auch im Nichtwohnbau ist zum Jahresende ein leichter Aufwärtstrend erkennbar. Bezogen auf die Anzahl neu genehmigter Gebäude* ergab sich im vierten Quartal sogar ein deutlicher Zuwachs im Vergleich zum Vorjahreszeitraum. Beim Blick auf die einzelnen Bautenarten wird jedoch deutlich, dass die Auswirkungen der Rezession teilweise immer noch massiven Einfluss auf die Bautätigkeit haben. Insbesondere der Bau von Fabrik- und Werkstattgebäuden geht weiterhin zwei-

stellig zurück. Die niedrige Kapazitätsauslastung sowie restriktive Kreditvergaben machen sich in diesem Segment verstärkt bemerkbar. Auch der Bau von Büro- und Verwaltungsgebäuden sowie von Handels- und Lagergebäuden verzeichnet weiterhin rückläufige Genehmigungszahlen. Demgegenüber ist der Bau von landwirtschaftlichen Gebäuden sowie von sonstigen Gebäuden wie z. B. Schulen deutlich gestiegen. Insgesamt blieb der Nichtwohnbau 2009 um 6 % hinter seinem Vorjahresniveau zurück. Die Entwicklung auf kleinräumiger Ebene lässt sich anhand der nebenstehenden Stadt- und Landkreiskarten ablesen.

Tiefbau stabil mit Aufwärtstendenz

Obwohl es auf regionaler Ebene zum Teil erhebliche Schwankungen gibt, schließen die realen Auftragseingänge im Tiefbau insgesamt das Jahr 2009 fast exakt auf dem Niveau des Vorjahres ab. Im Jahresverlauf lässt sich allerdings auch hier eine steigende Tendenz feststellen. Aufträge aus den Konjunkturprogrammen verhalfen insbesondere dem Straßenbau im vierten Quartal 2009 zu einem Plus von 14 %.

Ausblick 2010

Mit halbjährlicher Verzögerung geben die Baugenehmigungen und Auftragseingänge bereits erste Hinweise auf künftige Bauaktivitäten. Für einen weiteren Ausblick auf das Jahr 2010 siehe Seite 3. /



Baumarktentwicklung

1. bis 4. Quartal 2009

Zu speziellen Marktdaten für
Ihr Geschäftsgebiet helfen wir
Ihnen gerne weiter:
kundenservice.de@cemex.com

Baugenehmigungen (Anzahl Gebäude*) und Auftragseingänge im Tiefbau

	Wohnbau (Anzahl Gebäude)		Nichtwohnbau (Anzahl Gebäude)		Tiefbau (Auftragseingänge in Mio. €)	
	absolut	Veränderung zum Vorjahreszeitraum	absolut	Veränderung zum Vorjahreszeitraum	absolut	Veränderung zum Vorjahreszeitraum
Schleswig-Holstein	4.551	+15 %	1.592	+14 %	402	-8 %
Hamburg	1.445	+9 %	166	+1 %	399	+14 %
Niedersachsen	9.436	+12 %	3.976	+1 %	2.623	-2 %
Bremen	472	+10 %	132	-14 %	186	-1 %
Nordrhein-Westfalen	17.771	-1 %	3.759	-14 %	3.101	-9 %
Hessen	5.047	+4 %	1.612	-7 %	1.862	+4 %
Rheinland-Pfalz	5.187	-7 %	1.276	-20 %	1.164	+5 %
Baden-Württemberg	12.310	-1 %	3.812	-12 %	2.244	+3 %
Bayern	18.138	+5 %	8.593	0 %	3.636	+3 %
Saarland	703	-15 %	295	-28 %	340	+18 %
Berlin	1.698	-14 %	275	+10 %	485	-25 %
Brandenburg	4.255	-4 %	741	-11 %	1.041	+8 %
Mecklenburg-Vorpommern	2.448	+2 %	461	-6 %	377	-12 %
Sachsen	2.917	+3 %	1.321	-16 %	1.673	0 %
Sachsen-Anhalt	1.555	+2 %	750	+1 %	957	-2 %
Thüringen	1.552	+8 %	754	-13 %	1.063	+22 %
West	75.060	+3 %	25.213	-5 %	15.956	0 %
Ost	14.425	-1 %	4.302	-10 %	5.596	0 %
Deutschland	89.485	+2 %	29.515	-6 %	21.553	0 %

Veränderungen zum Vorjahreszeitraum

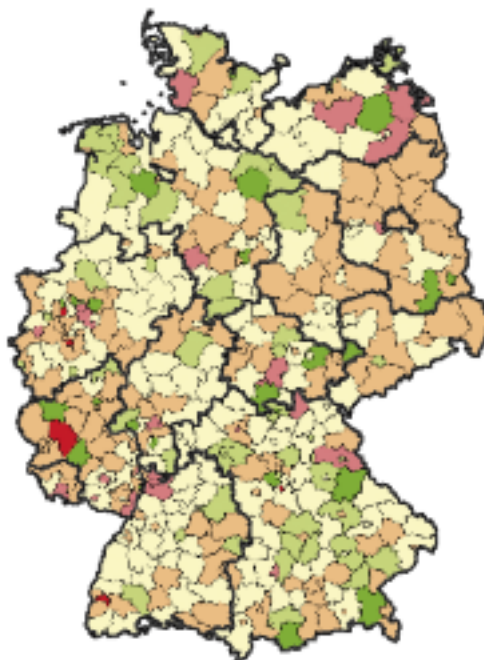
- unter -50 %
- unter -25 %
- unter 0 %
- ab 0 %
- ab +25 %
- ab +50 %

Quelle:

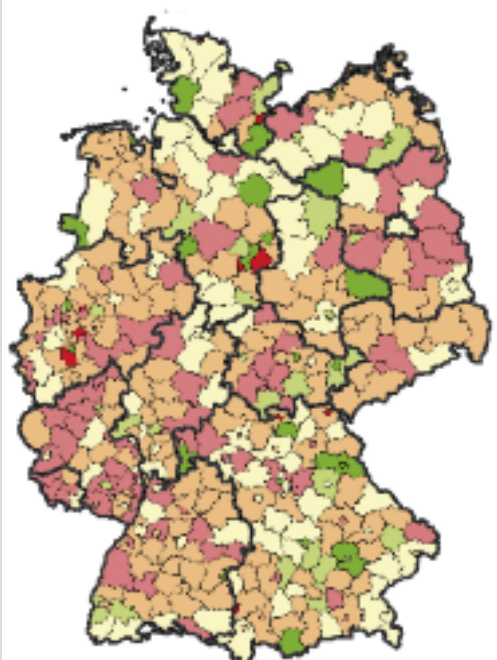
CEMEX Marktforschung,
Statistische Landesämter,
Kartengrundlage:
GfK GeoMarketing

Orientierungshilfe in
den dargestellten Stadt-/
Landkreisen bietet z. B.
www.kreisnavigator.de
(© Deutscher Landkreistag)

Wohnbau



Nichtwohnbau



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

Mit Farbe gestalten

Die Zeiten, in denen Beton stets grau war, sind vorbei – immer mehr Architekten entdecken die vielfältigen Möglichkeiten eingefärbten Betons. Denn Farben bestimmen maßgeblich, wie wir ein Bauwerk oder einen Raum empfinden, und eingefärbter Beton erlaubt intensive gestalterische Akzente.

Funktion, Form und Farbe

Das Einfärben von Beton durch Pigmente – siehe Bild unten – ist kein neues Verfahren. Doch dank betontechnologischer Fortschritte erfreuen sich Farbetone bei Architekten, Planern und Bauherren heute besonderer Beliebtheit. Mit eingefärbtem Beton erzielt man ein weit dauerhafteres Farbergebnis als mit einem nachträglichen Anstrich und weit intensivere Farben als durch farbige Gesteinskörnungen allein. Damit die Betonfarbe den Vorstellungen entspricht, sind Erfahrung und Know-how bei der Beton-

herstellung unverzichtbar, denn es gilt verschiedene Einflüsse richtig zu steuern.

Zementfarbe und Pigmentwahl

Auch wenn der Beton mit Pigmenten eingefärbt wird, spielt die Helligkeit des verwendeten Zements eine große Rolle, denn sie bestimmt die Basisfarbe des Betons. Mit hellen Zementen, wie sie in der Regel mit Portlandkomposit- oder Hochofenzementen, also CEM II und CEM III, vorliegen, erzielt man grundsätzlich intensivere, reinere Farbtöne. Diese Zemente sind vor allem bei hellen

Farben wie Pastelltönen und natürlich bei Weiß sehr zu empfehlen. Dunkelrot, Ocker, Braun und Schwarz hingegen lassen sich auch mit dunkleren Zementen gut einstellen. Pigmente zum gezielten Einfärben von Beton gibt es in verschiedenen Lieferformen wie Pulver, Granulat, Perlen oder Flüssigfarbe. Jede Variante hat bei bestimmten Anwendungen ihre Vorzüge. Die zumeist anorganischen Pigmente werden bei der Betonherstellung der Rezeptur beigegeben und färben den Zementleim, der die mineralische Gesteinskörnung umhüllt und verbindet.





Mit Eisenoxidpigmenten zum Beispiel kann man Beton rot, gelb, schwarz und braun färben, mit dem Mineralpigment Ultramarin und mit Kobaltblau erzielt man verschiedene Abstufungen von Blau. Chromoxid und Chromhydroxid ergeben Grün, und Titanoxidpigment färbt den Beton weiß. Schon mit relativ geringer Pigmentzugabe ist eine große Farbwirkung zu erzielen. Je nach der Art des Pigments und dem gewünschten Farbergebnis dosieren die Mitarbeiter des Betonherstellers in der Regel zwischen 2 und 6 % des Zementanteils an Farb-

Bruchstein trifft Sichtbeton: Die Erweiterungsbauten der mittelalterlichen Lukasklausur Magdeburg bestehen aus eingefärbtem leichtverdichtbarem Beton.



pigmenten mit in den Beton. Die Farbintensität steigt zunächst linear mit der Pigmentmenge, stagniert aber ab einem gewissen Prozentsatz, dem Farbsättigungsgrad – die Zugabe weiterer Pigmente zeigt dann kaum noch eine Wirkung. Da die Pigmente einen nicht zu unterschätzenden Kostenfaktor darstellen, vermeidet Wissen um die optimale Dosierung unnötige Ausgaben, allerdings muss unterhalb des Farbsättigungsgrades eher mit Schwankungen des Farbtons gerechnet werden. Auch der Zeitpunkt der Pigmentzugabe muss stimmen: Pulver und Granulat etwa gehören vor, Flüssigfarbe nach der Wasserzugabe in den Zwangsmischer.

Herstellung und Einbau

Für eingefärbte Betone gilt dasselbe wie für alle Sichtbetone: Die Festlegung einer stabilen, gut verarbeitbaren Rezeptur ist eine wichtige Grundlage für ein wunschgemäßes Endergebnis. Doch sie allein reicht nicht aus. Bei jedem Schritt von der Planung bis zu Einbau und Nachbehandlung sollten sich die Pro-

jektspartner in einem Sichtbetonteam detailliert abstimmen. Das Merkblatt Sichtbeton – zu beziehen beispielsweise über www.betonshop.de – ist eine wertvolle Grundlage für Vereinbarungen. Im Vorfeld der Ausführung ist die Herstellung von Probeflächen dringend angeraten. Erst dieser Test unter Baustellenbedingungen gibt Aufschluss über die projektspezifisch beste Konstellation von Beton, Schalhaut und Trennmittel. Der Auftraggeber kann eine der Probeflächen auswählen, die dann als Referenzfläche gilt. Die Toleranzgrenzen für Farbschwankungen sollten unbedingt vorab besprochen werden.

Viele Parameter bei der Produktion, dem Einbau und der Oberflächenbehandlung haben Einfluss auf das Farbergebnis. Schwankungen von Charge zu Charge lassen sich weitgehend vermeiden, wenn man eine einheitliche Mischdauer ansetzt und konsequent gleiche Ausgangsstoffe und Rezepturzusammensetzungen wählt. Insbesondere Wasserzementwert und Zementgehalt müssen sehr konstant sein.





Ein neuer Akzent im Stralsunder Hafenpanorama: Für das Technikgeschoss des Ozeaneums wählten die Architekten eine Sonderfarbe aus Gelbolive und Braun.

Die Schalungsoberfläche ist ebenfalls wichtig: Eine saugende Brettschalung beispielsweise nimmt Luft und Überschusswasser aus dem Baustoff auf, was der Einheitlichkeit des Farbtons förderlich ist.

Eine fachgerechte, möglichst konsistente Verarbeitung des Betons, eine normgemäße, aber auch sichtbetongerechte Nachbehandlung und ein nachträglicher Schutz des jungen Betons auf der Baustelle sind unverzichtbar, um eine hochwertige farbige Sichtbetonfläche zu erzielen. Die Beton- und Lufttemperaturen, die Luftfeuchtigkeit und die allgemeinen Baustellenbedingungen sind im Interesse eines optimalen Ergebnisses bei der Planung der Betonagen ebenfalls zu berücksichtigen. Gerade im Außenbereich kann eine Imprägnierung der Betonoberfläche Wasserfahnen und Schlieren verhindern und so das Farbergebnis langfristig sichern helfen.

Unterzieht man den ausgehärteten Beton noch einer Oberflächenbearbeitung, etwa

Eingefärbter Beton

Anforderungen und Prüfverfahren regelt die DIN EN 12878, „Pigmente zum Einfärben von zement- und/oder kalkgebundenen Baustoffen“.

durch leichtes Sandstrahlen, wird der Farbton einheitlicher. Die Eigenfarbe der Gesteinskörnungen – hier reicht das Spektrum z. B. von weißem Quarzsand über gelben Kalk, braunen Kalkstein und rote Kalkbrekzie bis hin zu grünem Schiefer und schwarzem Basalt – wird sichtbar, und sie addiert sich für den Betrachter mit dem Farbton des Zementsteins zu einem Gesamteindruck. Eine Oberflächenbearbeitung und beton-technologische Maßnahmen können auch dazu beitragen, unerwünschte Kalkausblühungen, die bei herbstlichen Bedingungen fast unvermeidlich sind, zu nivellieren. Diese sind ein generelles Problem bei Sichtbeton, und auf einem eingefärbten Beton fallen sie besonders auf.

Ein Wort zu den Kosten: Sie bewegen sich deutlich über denen eines Normalbetons. Das liegt zum einen an den Marktpreisen der Pigmente, zum anderen an einem deutlich höheren Aufwand auf Seiten des Betonherstellers. Betone fachgerecht einzufärben erfordert eine immense Sorgfalt beim Dosieren der Rezepturbestandteile, eine verlängerte Mischdauer sowie die gründliche Vor- und Endreinigung der Mischanlage und der Fahrmischer.

Bei Bauvorhaben mit solchen Anforderungen hat es sich bewährt, vor dem Baubeginn einen praktikablen Qualitäts-

sicherungsplan zwischen den Beteiligten zu vereinbaren, in dem die personellen Verantwortlichkeiten, die Abnahmekriterien für den Beton auf der Baustelle sowie Maßnahmen bei Abweichungen konkret festgeschrieben sind.



Schon mit relativ geringer Pigmentzugabe lässt sich eine große Farbwirkung erzielen.

Fazit

Eingefärbter Beton kann die architektonische Intention wirkungsvoll unterstützen. Über eines muss man sich allerdings klar sein: Bei allem technologischen Fortschritt bleibt Beton ein Naturbaustoff, und auch beim Einbau herrschen niemals völlig konstante Bedingungen. Jede Sichtfläche ist ein Einzelstück mit eigenen Nuancen. Doch vielleicht macht gerade das den Charme eingefärbten Sichtbetons aus. /

„Nuancierungen zeigen Lebendigkeit des Materials“



Architekt Walter Vielain
Abelmann Vielain Pock
Architekten BDA, Berlin

Walter Vielain zeichnet als Architekt mit seinen Partnern für den Um- und Ausbau des Zentrums für Kunst und Soziokultur in Potsdam verantwortlich.

Herr Vielain, was war hier die Aufgabenstellung?

Bei dem Komplex aus einer historischen Reithalle und Ställen handelt es sich um mehrere eingetragene Baudenkmäler, doch gab es durch die Vornutzung sehr viele Zerstörungen und Störungen. Wir haben zum einen durch Rückbau den bauzeitlichen Charakter wiederhergestellt, zum anderen durch modernen Weiterbau Elemente hinzugefügt, welche die aktuellen vielfältigen Nutzungen erst ermöglichen, immer bei Wahrung des Gesamtcharakters des Objekts. Es beherbergt heute ein Museum, eine Konzert- und Veranstaltungshalle, Tanzstudios und Büros.

Welche Funktion kommt dem eingefärbten Beton zu?

Die gesamte Anlage wurde in mehrere Nutzungseinheiten mit jeweils dazwischenliegenden Treppenhäusern gegliedert, ganz stringent und nutzungsunabhängig. Das gewährleistet die Möglichkeit der Nutzungsänderungen in Einzelbereichen. Die Einheiten können zusammenschaltet oder getrennt ver-

mietet werden. Der eingefärbte Beton kam speziell in den Erschließungsbereichen für die Treppen- und Wandbauteile zum Einsatz. Auf diese Weise entstanden klar gestaltete Bauteile mit großer Authentizität, die auch eine hohe Robustheit aufweisen. Der Farbton des



Betons greift einen Teil der Farbigkeit der bauzeitlichen Ziegelmaterialien auf. Sichtbeton bietet sich an, wenn die tragende Funktion des Baustoffs gezeigt werden soll, und zwar mit seiner authentischen Oberfläche.

Auf welcher Grundlage haben Sie über den Farbton entschieden?

Nach einer Vorauswahl anhand von Farbtafeln haben wir Muster anfertigen lassen. So wurden nacheinander die Oberflächenbeschaffenheit und dann der Farbton festgelegt. Die endgültige Entscheidung fiel schließlich vor Ort unter authentischen Lichtverhältnissen und im Vergleich mit den bauzeitlichen Ziegeloberflächen. Das Ergebnis ist sehr gut, obwohl gewisse Nuancierungen nicht zu vermeiden sind – aber das zeigt nur die Lebendigkeit des Materials. /

Die historische Reithalle wurde im Auftrag der Stadt Potsdam zu einem Kulturzentrum ausgebaut. Eingefärbter Beton prägt die Erschließungsbereiche.

Nachbehandlung

– ein Tropfen auf den heißen Stein?

Die Notwendigkeit der Nachbehandlung von Beton ist im Bauwesen allgemein bekannt und unbestritten. Aktuell rückt das Thema der ausreichenden Nachbehandlung wieder verstärkt in den Fokus – nicht zuletzt aufgrund des gestiegenen Einsatzes von CEM II- und CEM III-Zementen.



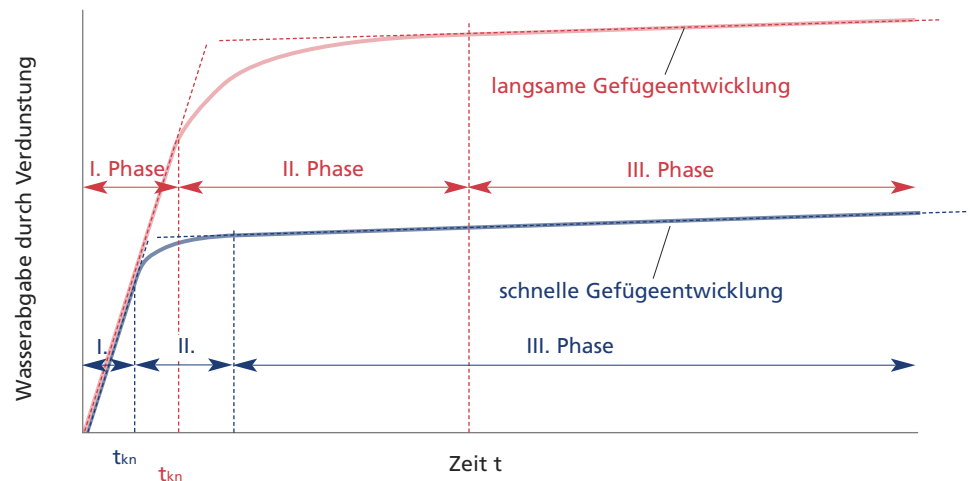
Klimaschutz: eine Herausforderung auch für die Bauindustrie

Längst sind Schlagworte wie Klimawandel, Treibhauseffekt und Erderwärmung nicht mehr nur in den Medien von Bedeutung. Auch in der Bauindustrie macht man sich den Klima- und Umweltschutz zur zentralen Aufgabe. Im Vordergrund steht die Vermeidung des Treibhausgases CO₂.

Um Zemente herzustellen, die mit einer geringeren CO₂-Emission verbunden sind, wird ein Teil des Portlandzementklinkers durch weitere Hauptbestandteile ersetzt (CEM II- und CEM III-Zemente). Diese Zemente weisen zum Teil eine geringere Frühfestigkeit auf. Alle Betone müssen entsprechend ihrer Festigkeitsentwicklung ausreichend nachbehandelt werden. Doch was bedeutet „ausreichend“ und was ist bei horizontalen Flächen wie beispielsweise Brückenkappen und Betonfahrbahndecken zu beachten?

Austrocknungsverhalten von frischen und jungen Betonen

Anhand von Untersuchungen an der Bauhaus-Universität Weimar im Rahmen eines Forschungsprojektes im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung konnte gezeigt werden, dass zwischen dem Austrocknungsverhalten junger Betone und der erforderlichen Nachbehandlungsqualität Zusammenhänge bestehen. Es zeigte sich, dass die Wasserabgabe eines Betons, der nicht nachbehandelt wird, in drei Phasen eingeteilt werden kann – siehe Prinzipskizze.



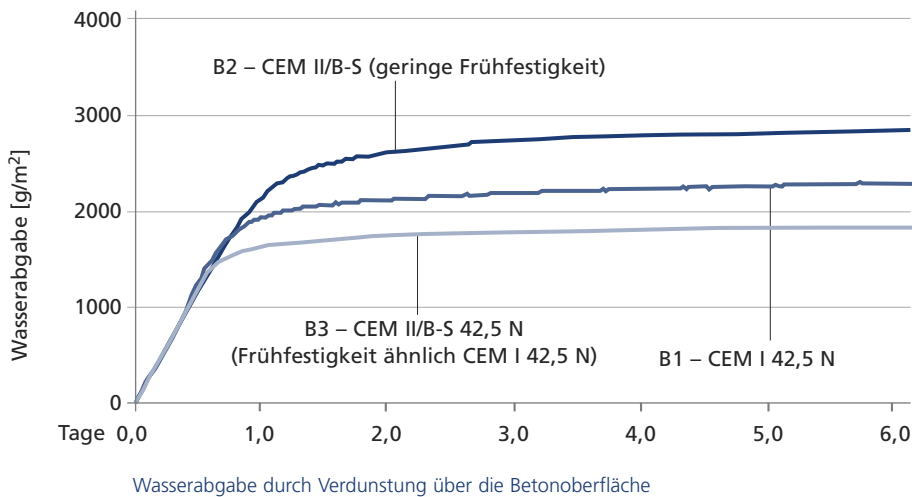
Prinzipskizze: Die Austrocknung der Randzone nimmt in der II. Austrocknungsphase stark zu.

Bei annähernd konstanten Klimabedingungen ist die erste Phase durch einen linearen Verlauf der Wasserabgabe gekennzeichnet. Diese Phase kann nur so lange andauern, wie genügend Feuchtigkeit an die Oberfläche transportiert wird. Das Besondere an dieser Phase ist, dass sich der Wasserverlust weitestgehend über den ganzen Probekörper verteilt und nur ein geringer Feuchtigkeitsgradient entsteht. Wasser, welches an der Oberfläche verdunstet, wird aus tieferen Schichten nachgeliefert.

Die zweite Phase beginnt, wenn sich das Betongefüge zunehmend verdichtet hat und deshalb Wasser, das an der Oberfläche verdunstet, nicht mehr aus tieferen Schichten nachgeliefert werden kann. Dies führt dazu, dass an der Oberfläche der Wassergehalt stärker abnimmt und sich der Trocknungshorizont allmählich ins Probeninnere verlagert. Wasser kann von nun an nur noch über den Diffusionsweg über die Betonrandzone austreten. Die zweite Phase ist verantwort-

lich für ein starkes Austrocknen der Betonrandzone. Dies konnte durch Messungen des elektrischen Widerstandes in der Betonrandzone nachgewiesen werden. Ein starker Anstieg des elektrischen Widerstandes war erst mit Beginn der zweiten Austrocknungsphase messbar.

Die dritte Austrocknungsphase wird durch eine sehr geringe Wasserabgabe gekennzeichnet. Bezieht man diese Erkenntnisse auf die Nachbehandlung zur Sicherstellung einer technisch ausreichenden Betongüte in der Betonrandzone, so wird deutlich, dass die Gefahr eines zu geringen Wassergehalts in der Betonrandzone erst mit Beginn der zweiten Austrocknungsphase besteht. Die Wasserabgabe innerhalb der ersten Austrocknungsphase spielt für das Wasserangebot in der Randzone nur eine untergeordnete Rolle, da in dieser Phase der Wasserverlust der Randzone aus tieferen Schichten ausgeglichen werden kann.



Wasserabgabe durch Verdunstung über die Betonoberfläche

Der Einfluss des Zements

Bei Betonen mit Zementen, die eine hohe Frühfestigkeit aufweisen, werden die Kapillarporen schnell mit Hydrationsprodukten ausgefüllt, sodass die Transportwege für das nachzuliefernde Wasser zunehmend versperrt werden. Der Beton dichtet sich selbst ab. Hinzu kommt, dass aufgrund der schnellen Zementreaktion das Gefüge in der Betonrandzone bereits eine dichte Struktur aufweist, sodass auch der Diffusionstransport durch die Betonrandzone stark beeinträchtigt wird. Im zeitlichen Verlauf der Wasserabgabe zeigt sich dieses Verhalten durch eine schnelle Abnahme der anfänglich hohen Wasserabgaberate innerhalb des ersten Tages. Die Betone weisen nur eine sehr verkürzte zweite Trocknungsphase auf und gehen schnell in die dritte Phase über. Bei Zementen, die eine langsame Festigkeitsentwicklung aufweisen, setzt das Ende der ersten Austrocknungsphase später ein, weil die Kapillarporen langsamer zuwachsen. Die erhöhte Nachbehandlungsempfindlichkeit ist aber der ausgeprägten zweiten Austrocknungsphase geschuldet. Die Selbstabdichtung

verläuft hier über einen längeren Zeitraum, während dem aber größere Mengen Wasser aus der Randzone verdunsten und diese deshalb stark austrocknet. Durch den Einsatz von CEM II-Zementen, die eine vergleichbare Frühfestigkeitsentwicklung wie ein CEM I haben, kann also eine größere Anwendungssicherheit erreicht werden.

Von praktischer Bedeutung könnte weiterhin die Tatsache sein, dass innerhalb der ersten Verdunstungsphase noch keine signifikante Austrocknung der Betonrandzone eintritt und somit für die Ergreifung von Nachbehandlungsmaßnahmen ein gewisses Zeitfenster besteht. Die weit verbreitete Auffassung,

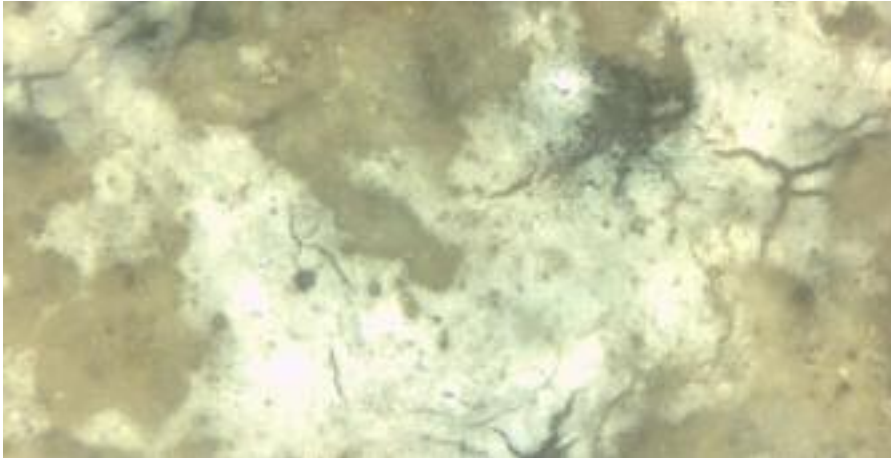
ein zu geringer Frost-Tausalz-Widerstand sei darauf zurückzuführen, dass die Nachbehandlung nicht unmittelbar nach der Herstellung erfolgt, wird durch die Untersuchungen eindeutig widerlegt. Je nach Betonrezeptur und Witterungsbedingungen können zwischen 5 und mehr als 24 Stunden vergehen, bis eine schädliche Austrocknung der Betonrandzone einsetzt. In diesem Zusammenhang ist ein Hinweis auf die neue Regelbauweise im Betonstraßenbau notwendig. Bei der Herstellung von Waschbetonoberflächen wird nach dem Einbau des Betons ein Verzögerer mit Nachbehandlungskomponente aufgebracht. Dadurch wird eine frühe Rissbildung durch einen zu hohen Wasserverlust verhindert. Nach etwa 6 bis 24 Stunden werden der verzögerte Oberflächenmörtel und somit auch die nachbehandelnde Wachsschicht entfernt. Da insbesondere bei Betonen mit langsam reagierenden Zementen die Gefahr der Austrocknung der Randzone zu diesen Zeitpunkten noch nicht gebannt ist, muss nach dem Ausbürsten in jedem Fall erneut ein Nachbehandlungsmittel aufgebracht oder der Beton durch andere Maßnahmen geschützt werden.

CEMEX-Zemente für Verkehrsflächen nach ZTV-Beton StB 07

CEMEX bietet st-Zemente für Verkehrsflächen nach ZTV-Beton StB 07 in der Festigkeitsklasse 42,5 N an:

- CEM I 42,5 N (st),
- CEM II/B-S 42,5 N (st) und
- CEM III/A 42,5 N (st).

Diese Zemente verfügen über optimierte anwendungstechnische Eigenschaften und weisen eine gute Frühfestigkeitsentwicklung auf. Weitere Angaben entnehmen Sie bitte dem aktuellen Flyer unter www.cemex.de.



Nachbehandlungsmittelfilm mit Rissen und Ablösungen von der Betonoberfläche aufgrund einer zu frühen Applikation des Mittels

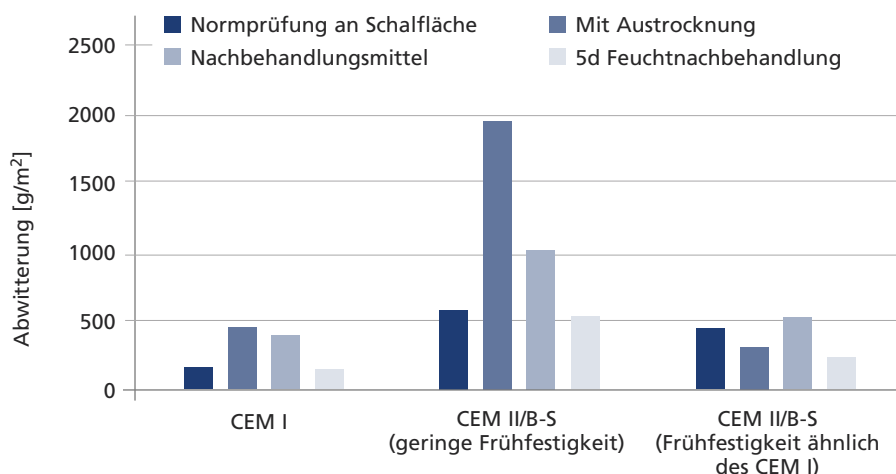
Frost-Tausalz-Widerstand von Verkehrsflächen

Verkehrsflächen aus Beton nehmen bezüglich der Nachbehandlung und des Frost-Tausalz-Widerstandes eine besondere Stellung ein. Zum einen sind diese Flächen sofort nach der Herstellung der Austrocknung ausgesetzt, zum anderen unterliegen Verkehrsflächen einer starken Frost-Tausalz-Belastung. Bei der Zementauswahl und der Nachbehandlung ist deshalb besondere Sorgfalt erforderlich. Wird die Eignung einer Betonrezeptur für eine Verkehrsbau-

maßnahme geprüft, sollte der Einfluss der Austrocknung nicht vernachlässigt werden. Eine Bestimmung des Frost-Tausalz-Widerstandes an Schalflächen, die zudem bis zum 7. Tag unter Wasser gelagert wurden, lässt keine ausreichenden Rückschlüsse auf die Nachbehandlungsempfindlichkeit zu. Durch eine 7-tägige Unterwasserlagerung erreichen Betone mit langsam und schnell reagierenden Zementen bei sonst gleicher Zusammensetzung einen ähnlichen Frost-Tausalz-Widerstand. Prüft man jedoch Oberflächen, die austrocknen konnten,

zeigt sich deutlich die Nachbehandlungsempfindlichkeit.

Die im Verkehrsflächenbau weit verbreiteten flüssigen Nachbehandlungsmittel stellen eine durchaus leistungsfähige Nachbehandlungsvariante dar. Die Abwitterungsmengen von Betonen mit langsam reagierenden Zementen konnten durch die Anwendung flüssiger Nachbehandlungsmittel teilweise halbiert werden. Da Nachbehandlungsmittel aber eine Austrocknung der Randzone nicht verhindern können, sondern nur den Beginn der Austrocknung nach hinten verschieben und das Ausmaß verringern, kann die Qualität einer Feuchtnachbehandlung nicht erreicht werden. Damit Nachbehandlungsmittel einen positiven Beitrag bringen können, dürfen sie nur auf Oberflächen ohne sichtbaren Feuchtigkeitsfilm aufgebracht werden. Anderenfalls entsteht ein brüchiger und durchlässiger Film ohne Verbund zum Beton. /



Einfluss von Nachbehandlung und früher Festigkeitsentwicklung auf den Frost-Tausalz-Widerstand von Beton

Gastautor



Dipl.-Ing. Dirk Ehrhardt
 Bauhaus-Universität Weimar,
 F. A. Finger-Institut für
 Baustoffkunde



Zement

– eine Zeitreise in die Antike

Unsere modernen Hochleistungsbindemittel haben eine jahrtausendelange Vorgeschichte – schon die Baumeister des Altertums stellten solche Baustoffe nach ihren konstruktiven Bedürfnissen her. Eine baustofftechnologische Zeitreise in die Vergangenheit.

Die Geschichte der Baustoffe ist wohl fast so alt wie die der Menschheit

Die frühen Hochkulturen haben uns eindrucksvolle Zeugnisse ihrer baumeisterlichen Fähigkeiten hinterlassen. Sie hatten bereits ausgefeilte Möglichkeiten gefunden, Bauten nach ihren Ideen zu

gestalten, und ihre Mittel waren schon damals künstlich hergestellte Baustoffe.

Die genialen Erbauer der Pyramiden von Gizeh gewannen die tonnenschweren Quader nicht in Steinbrüchen, sondern gossen sie vor Ort aus Naturkalk und

dem Bindemittel Kaolinit-Ton – zumindest nach Ansicht einiger Wissenschaftler. Mit ihrer Hypothese von einer frühen Form der Betonbauweise bereichern sie die Spekulationen, wie sich mit einfachen Werkzeugen und Transportmitteln solche gigantischen Bauwerke errichten ließen,

um einen weiteren Aspekt. Sicher ist, dass die Baumeister der Pharaonen im dritten Jahrtausend v. Chr. beim Bau der Pyramiden kalzinierten Gips nutzten, um Steinblöcke mit einer glatten Beschichtung zu versehen. Zum Verbinden der Blöcke verwendeten sie Mörtel mit Kalk oder Gips als Bindemittel.

Etwa 2 000 Jahre später führte das Bauhandwerk im östlichen Mittelmeerraum die ersten hydraulischen Mörtel ein. Die Rezeptur der Phönizier bestand aus einer Mischung von gebranntem Kalk mit gemahlene Ziegeln oder vulkanischen Aschen (Puzzolanen), Zuschlagstoffen natürlicher Herkunft also, die für die hydraulischen Eigenschaften sorgten. Die Ingenieure des antiken Griechenland machten sich das Potenzial von in Verbindung mit Wasser erhärtenden Bindemitteln ebenfalls zunutze. Neben Palästen und Villen fertigten sie damit beispielsweise auch Zisternen. Sie entwickelten eine Technik, bei der sie zwischen zwei parallele, sauber behauene Stirnmauern rohe Bruchsteine füllten, die sie anschließend mit Kalkmörtel übergossen. Diese Technik erinnert bereits an den heutigen Beton.

Die Römer übernahmen diese Bauweise und entwickelten sie weiter zum *opus caementitium*, einem Gussmauerwerk aus Bruchsteinen, gebranntem Kalk, Puzzolan- und Ziegelmehl. Nach Zugabe von



Ausgegrabenes Originalstück der 80 n. Chr. errichteten Eifelwasserleitung: Mit über 95 km Länge zählt das römische Aquädukt zu den größten antiken Bauwerken nördlich der Alpen.

Wasser härtete das Gemisch zu einem Konglomeratgestein aus und erreichte beachtliche Druckfestigkeiten von 5 bis 40 N/mm². Das Verfahren, das das mühsame Behauen von Natursteinen zum Teil überflüssig machte, war seit dem dritten Jahrhundert v. Chr. bekannt.

„Römischer Beton“

Noch heute sind zahlreiche Zeugnisse dieser „frühen Betonbauweise“ erstaunlich gut erhalten, darunter architektonische Meisterleistungen wie das Kolosseum, die konstantinische Basilika und die Via Appia in Rom oder die Aquäduktbrücke Pont du Gard in Südfrankreich. Nicht zuletzt Wasserleitungen und Hafentmolen kleideten die Römer mit dem hydraulischen Baustoff aus.

Überwiegend aus *opus caementitium* besteht auch das zweifellos spektakulärste und am besten erhaltene Beispiel römischer Ingenieurskunst: das 118 bis

125 n. Chr. errichtete Pantheon in Rom. Seine monolithische Kuppel hat einen Durchmesser von mehr als 43 Metern – damit ist sie noch heute das größte Kuppelbauwerk aus unbewehrtem Beton, und ihre Rekordspannweite sollte erst Anfang des 20. Jahrhunderts von einem modernen Stahlbetonbauwerk übertroffen werden, der Jahrhunderthalle in Breslau.

Nach dem Ende des römischen Imperiums blieben die baustofftechnologischen Fähigkeiten der antiken Baumeister lange Zeit unerreicht. Zwar geriet das Wissen der Römer nicht gänzlich in Vergessenheit, doch es dauerte noch bis zum 18. Jahrhundert, bis hydraulische Bindemittel wieder systematisch erforscht und weiterentwickelt werden sollten – diesmal in Westeuropa. /

linke Seite _ Kuppel des Pantheons in Rom

unten _ Repräsentatives Ingenieurbauwerk: der 49 m hohe Pont du Gard in Südfrankreich



Wörter mit Geschichte

opus caementitium, die Bezeichnung des „Betons“ im antiken Rom, setzt sich zusammen aus *opus* (Werk, Bauwerk, Bauteil, Bauverfahren) und *caementitium* (von **caementum**: der behauene Stein, auch Bruchstein, Mauerstein, Zuschlagstoff).

Zement geht zurück auf das lat. *caementum*. In späteren Jahrhunderten bezeichnete das Wort feine Zusatzstoffe, wie natürliche Puzzolane oder Ziegelmehl. Erst seit der Einführung des **Roman Cement** (eines hydraulischen Kalks) durch James Parker Ende des 18. Jh. steht **Zement** für das Bindemittel selbst.

Puzzolane: Dieser Ausdruck stammt vom Ort Puteoli (heute Pozzuoli) westlich von Neapel, wo im Altertum Vulkanasche gewonnen wurde.

Sport- und Spielsande

Hygienisch, trittfest, tragfähig

Er ist einer der am meisten verbreiteten Baurohstoffe, doch besonders bei Anwendungen im Sport- und Freizeitbereich wird es augenfällig: Sand ist nicht gleich Sand. Wodurch zeichnet sich ein professioneller Sport- und Spielsand aus?

Trittsicherheit für Pferdehufe

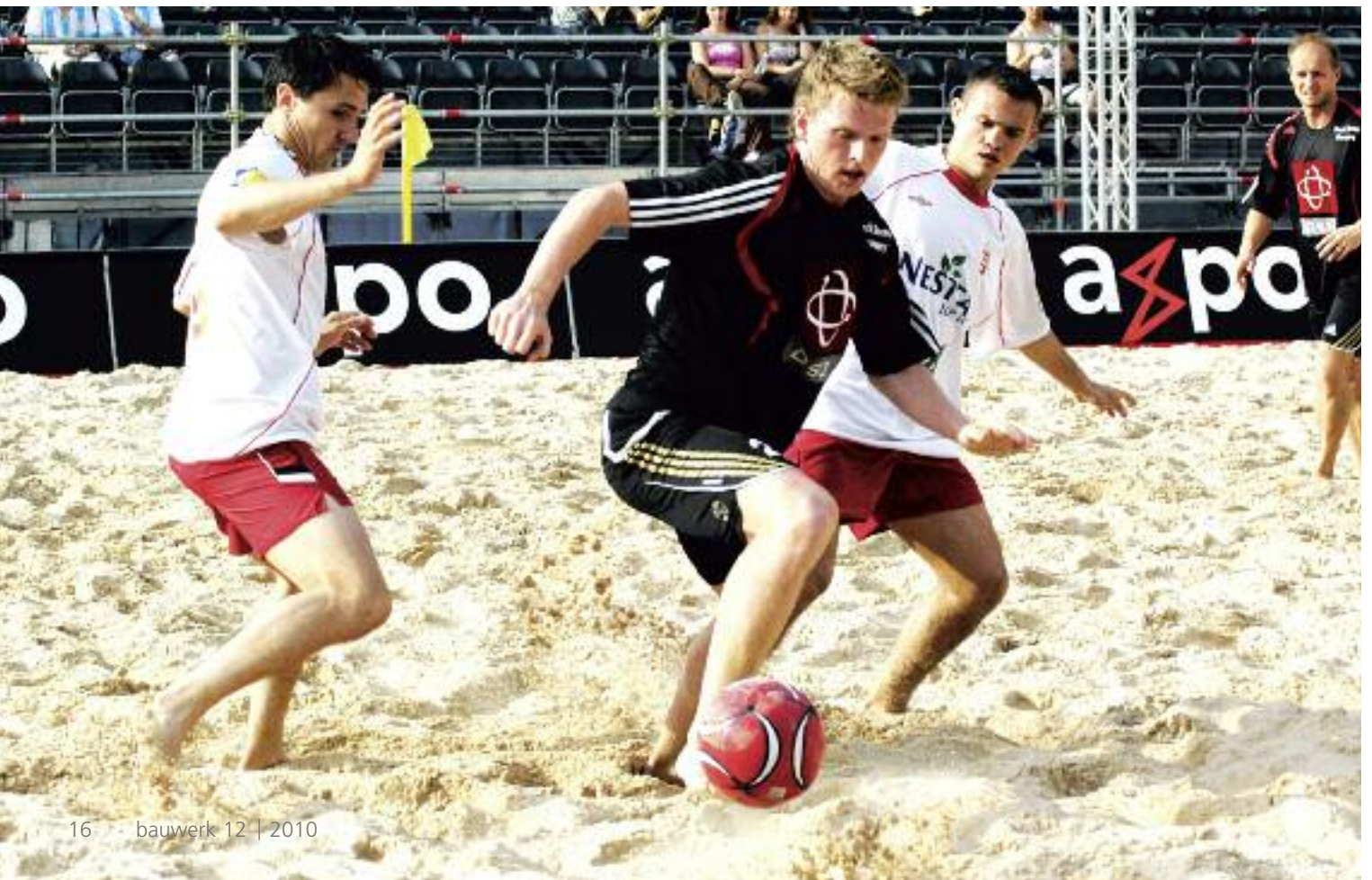
Schätzungsweise eine Million Pferde gibt es in Deutschland: Der Reitplatzbau ist ein nicht zu unterschätzendes Segment, und die Anforderungen an einen guten Reitplatz sind hoch.

Da es beim Pferdesport gerade auf den Kontaktbereich zwischen Huf und Boden ankommt, auf die 6 bis 10 cm starke Belagtretschicht, sollte man hier auf bodenmechanische Erfahrungswerte bauen. Je nachdem, welche Trittfestigkeit der Bauherr wünscht, bereitet der spezia-

lisierte Lieferant aus verschiedenen Feinkornfraktionen eine individuelle ansteigende Sieblinie auf und unterzieht das Material umfangreichen Veredelungsverfahren. Sand für eine Belagtretschicht muss einen guten Grip bieten, gut wasserdurchlässig und weitgehend staubfrei sein, das heißt frei von Bestandteilen < 0,1 mm. Organische Bestandteile werden entfernt, damit sich die Tretschicht nicht verfestigt.

„Sieblinie, Korngruppen, Geometrie der Körner – das ist eine Wissenschaft für

sich“, meint Dipl.-Ing. Walter Heim, seit über fünfundzwanzig Jahren im Pferdesport aktiv, zunächst als Sportler und heute im Reitplatzbau. „Die Anforderungen an die Tretschicht hängen stark von der Disziplin ab. Dressur- und Springreiter beispielsweise wollen einen härteren, federnden Sand, Westernreiter einen weicheren, auf dem sie gleiten können. Ein gut geeigneter Sand ist die Grundvoraussetzung, und mit speziellen Zuschlägen lässt sich die jeweils optimale Trittfestigkeit dann sehr exakt einstellen.“

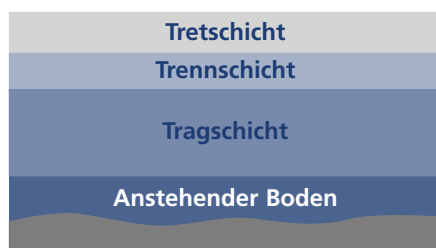


Material für kleine Baumeister

Sande für Kindergärten und Spielplätze müssen hundertprozentig hygienisch sein und frei von schädlichen Schwermetallen wie Blei und Cadmium. Sie werden im Werk mehrmals gewaschen, von staubenden Feinanteilen wie Lehm befreit und gemäß EU-Norm mikrobiologisch auf Belastungen untersucht – bekanntlich unterziehen Kleinkinder ihr Baumaterial auch schon mal einem Geschmackstest. Rudolf Schaaff, Vertriebsmitarbeiter der CEMEX-Beteiligungsgesellschaft KSV Kies und Splitt GmbH Rhein-Ruhr: „Erste Anhaltspunkte gibt eine Handprobe. Wenn die Hand austrocknet und sich gelblich verfärbt, sind Feinanteile in der Körnung. Ein gut gewaschener Sand entzieht der Haut keine Fette.“

Wenn ein Kind am Klettergerüst den Halt verliert, ist die dämpfende Wirkung eines locker geschichteten Fallschutzsandes gefragt, gegebenenfalls gemischt mit einem Fallschutzkies 2/8. Geeignete Gesteinskörnungen werden in spezifischen Tests ermittelt.

Schematischer Aufbau von Bodensystemen für Sportplätze und Freizeitanlagen



Auf den anstehenden Boden wird ein Filtervlies aufgebracht, darüber liegt eine Tragschicht, z. B. aus einem Sand-Kies-Gemisch 0/32, in der oft auch Drainagerohre verlaufen. Es folgt eine Trennschicht, z. B. aus den Korngruppen 0/8 oder optional aus Rastermatten plus Gesteinskörnung. Die Art der Tretschicht ist von der Nutzung abhängig.



Die Tournee 2008/2009 der Pferdeshow APASSIONATA führte in 29 europäische Städte. Jede Woche wurden 100 t feinkörniger Quarzsand aus Oberfranken angeliefert.

Sande für Sportanlagen

Hohe Hygieneanforderungen gelten auch für Sportsande, mit denen die Aktiven in ständigem Hautkontakt stehen. Bei den Beach-Sportarten ist ein lockerer Boden mit einer gewissen Trittfestigkeit gefordert, was eine aufsteigende Sieblinie vom Feinkornbereich bis 2 mm sicherstellt.

„Wir brauchen einen Sand, der sich nicht verfestigt“, erklärt Sascha Schmidt, der Vorsitzende des Deutschen Beach Soccer Verbandes. „Nur auf lockerem Belag sind beispielsweise Fallrückzieher möglich, und der Ball zeigt bei Aufsetzern die typische Unberechenbarkeit. So fallen dann die Tore, die Beach Soccer ausmachen. In der Halle sind grundsätzlich feinere Körnungen gefragt als draußen.“

Bei Golfplätzen fällt der helle Bunker-sand schon von weitem auf und weist den Golfer auf das Hindernis hin. Doch auch für die Tragfähigkeit und die Wasserdurchlässigkeit des Bodens unter Abschlag, Fairway oder Grün sorgen bei professionell hergestellten Anlagen Sand-Kies-Gemische. Ob Reit-, Fußball- oder Golfplätze: Der Bodenaufbau

folgt dem Schema „von Grob zu Fein“. Fachgerecht abgestimmte Funktionsschichten stellen sicher, dass die Anlage für die Nutzer dauerhaft attraktiv bleibt und dass sich die Investition für den Bauherrn auszahlt. /

Spielsande: spezielle Anforderungen

Bei Spielsanden ist die Korngruppe 0/2 üblich, wobei sich feinkörnigere Sande besonders für Buddelkästen eignen. Die meisten Kieswerke von CEMEX Deutschland können per Prüfzeugnis belegen, dass ihre Produkte den Hygienerichtlinien und den einschlägigen Erlassen der Bundesländer entsprechen.





Risse im Stahlbetonbau

Teil 2 unserer Artikelserie befasst sich mit den vielfältigen Ursachen, die zur Bildung von Rissen führen können. Grob lassen sich unterscheiden: statische und konstruktive, verarbeitungsbedingte sowie stoffliche und physikalische Ursachen.

Stahlbeton: „gerissene“ Bauweise

Wer den Baustoff Stahlbeton wählt, rechnet bei der Bemessung mit der Entstehung von feinen Rissen: Die Funktion des Bewehrungsstahls ist es, die Zugkräfte aufzunehmen. Dazu muss der Beton reißen. Doch neben diesen eingeplanten und unschädlichen Rissen gibt es auch unerwünschte, die man durch fachgerechte Maßnahmen verhindern kann.

Statische und konstruktive Ursachen

1. Zwang: Bei einem Bauteil, das sich frei bewegen kann, werden eventuell auftretende Verformungen – z. B. aus der Verkürzung aufgrund einer Abkühlung – nicht behindert, und es entstehen durch die Bewegungen keine Spannungen im Bauteil. Wird ein System, das nicht ver-

schieblich gelagert ist – man spricht dabei von statisch unbestimmten Systemen – einem gleichmäßigen Temperaturabfall ausgesetzt, so will sich auch dieses Bauteil in alle Richtungen verkürzen. Die angrenzenden Bauteile halten es jedoch fest und verhindern so eine Verformung. Dadurch entstehen Zugspannungen, die sogenannten Zwangsspannungen. Zwangsspannungen können nicht nur durch eine gleichmäßige Temperaturänderung des Bauteilquerschnitts verursacht werden. Auch das Schwinden des Betons, eine Stützensenkung oder eine ungleichmäßige Temperaturverteilung über den Querschnitt können Zwangsspannungen erzeugen.

2. Bewehrung: Bei der Wahl der Bewehrung sowie bei deren Führung bzw. Ver-

legung gibt es viele Fehlerquellen, die in einer Rissbildung resultieren können.

- Statisch bzw. konstruktiv erforderliche Bewehrung fehlt (z. B. die Steckbügel an einem freien Plattenrand).
- Wenige Bewehrungsstäbe großen Durchmessers haben bei gleicher Querschnittsfläche eine kleinere Verbundfläche zum Beton als mehrere Bewehrungsstäbe kleineren Durchmessers und führen somit zu größeren Rissbreiten.
- Die Missachtung der Mindestbiegerollendurchmesser des Bewehrungsstahls bei der Planung und beim Einbau kann Risse oder eine Absprengung der Betondeckung hervorrufen.
- Zu geringe Verankerungslängen der Bewehrung führen entweder zu einem

Ausreißen des Bewehrungsstabs oder zu großen Rissen.

- Die Missachtung der Achs- und Randabstände für Dübel oder andere Befestigungsmittel kann unkontrollierte Risse verursachen.

3. Querschnittswahl: Öffnungen in scheiben- oder plattenartigen Bauteilen führen im Bereich von spitzen Ecken oder rechten Winkeln zu sehr hohen Kerbspannungen. Hier kann es zur Rissbildung kommen. Durch die Anordnung von Rinnen in Deckenplatten entsteht ein Querschnittsprung, der eine Verkleinerung des inneren Hebelarms und damit eine Zunahme der Zugkräfte im Stahl bewirkt. Auch dies kann eine Rissbildung hervorrufen. Ähnlich problematisch kann sich das Herunterdrücken einer oberen Bewehrungslage über einer Stütze auswirken.

4. Baugrund und Setzungen: Durch unterschiedliche Setzungen einzelner Baukörper und andere nicht berücksichtigte Formänderungen kann es ebenfalls zur Rissbildung kommen.

5. Falsche Lastannahmen: Zu geringe Lastannahmen bei der Planung führen zur Überlastung der betroffenen Bauteile und damit zu einer Rissbildung.

Verarbeitungsbedingte Ursachen

Unsachgemäßer Betoneinbau resultiert in der Praxis des Öfteren in einer Rissbildung.

- Eine zu große Fallhöhe des Frischbetons kann durch die Entmischung des Betons zu Rissen führen.
- Die Übertragung der Rüttelenergie durch den Flaschenrüttler auf die Bewehrung beim Betoneinbau kann den Verbund stören und Risse bewirken.
- Zu wenige, zu schwache oder zu kleine Abstandhalter der oberen Bewehrungslage können zu Rissen führen, da der statische Hebelarm negativ verändert wird oder die Abstandhalter als Sollbruchstellen dienen.
- Durch Frosteinwirkungen kann es zur Rissbildung im Frisch- und Festbeton kommen.
- Falsche oder fehlende Nachbehandlung führt häufig zu Rissen. Wichtig sind bei der Nachbehandlung nicht nur die Dauer und die geeignete Art, sondern vor allem auch der richtige Zeitpunkt ist entscheidend. Die Nachbehandlung muss nach dem Einbau zeitnah erfolgen.

Gastautor



Dr. Frank Roos
Sachverständigenbüro Dr. Roos,
Neuried
www.svb-roos.de

Stoffliche und physikalische Ursachen

Eine nicht optimale Betonzusammensetzung bzw. Kriechen und Schwinden des Betons sind die häufigsten stofflichen Ursachen für Risse. Die Verwendung von ungeeigneten Gesteinskörnungen kann zu Treiberscheinungen (Alkali-Kieselsäure-Reaktion) und damit zu Rissen führen. Auch Stoffe wie Sulfat, Magnesium und Aluminium können Treiberscheinungen auslösen. Das Schrumpfen bzw. Setzen des Frischbetons kann eine Ursache für Risse sein, und auch die der Hydrationswärmeentwicklung beim Erhärten des Zements folgende Abkühlung führt immer wieder zur Rissbildung.

Mit dieser muss bei Normalbetonen ab einem Temperaturunterschied ΔT zwischen Kern- und Randbereich von 15 K gerechnet werden. Auch durch die Korrosion des Bewehrungsstahls kann es aufgrund des Sprengdrucks der Korrosionsprodukte zu einer Rissbildung und schließlich zu einem Abplatzen der Betondeckung kommen. /



Die richtige Betonrezeptur, ein fachgerechter Einbau und eine angemessene Nachbehandlung reduzieren Risse auf eine minimale Breite.



Hochleistungs-beton im Hightech-Gewächshaus

Auf einem 91-Hektar-Gelände in der südenglischen Grafschaft Kent steht seit 2009 der größte Gewächshaus-Komplex Großbritanniens. Thanet Earth umfasst sieben Hightech-Glashäuser,

jedes einzelne mit einer Fläche von zehn Fußballfeldern. CEMEX Großbritannien lieferte den Transportbeton für das Mega-Projekt. Dabei kamen die baustofftechnologisch anspruchvollsten

Rezepturen nicht etwa in den Außenanlagen oder im Industriefußboden der Verpackungshalle zum Einsatz – sondern in den Bodenplatten der Treibhäuser: Hier muss der Baustoff dauerhaft einen guten Säurewiderstand zeigen, um gegen den natürlichen Säuregehalt der Gemüse zu bestehen.



Nach einer Bauzeit von wenig mehr als zwölf Monaten kann der Frischwarenlieferant Fresca Group nun die britischen Verbraucher das ganze Jahr über mit äußerst umweltfreundlich angebauten Tomaten, Gurken und Paprikas beliefern. Jede Woche werden beispielsweise 2,5 Millionen Tomaten geerntet. /