

**BETONTAGE**  
CONCRETE SOLUTIONS



23. - 25.02.2016

WISSENSVORSPRUNG SEIT 60 JAHREN  
AT THE FOREFRONT OF KNOWLEDGE FOR 60 YEARS



**KONGRESSUNTERLAGEN**  
PROCEEDINGS



01 FOREWORD  
VORWORT

08 PANEL 1  
PODIUM 1  
From research to practice  
Von der Forschung zur Praxis

26 PANEL 2  
PODIUM 2  
Road, landscape and garden construction  
Straßen-, Landschafts- und Gartenbau

42 PANEL 3  
PODIUM 3  
Structural precast construction 1 –  
Built examples, technical concepts  
Konstruktiver Fertigteiltbau 1 –  
Gebaute Beispiele, technische Konzeptionen

60 PANEL 4  
PODIUM 4  
Economy and law  
Wirtschaft und Recht

64 PLENUM 2  
PLENUM 2  
Future prospects for concrete  
Zukunftsperspektiven Beton

76 PANEL 5  
PODIUM 5  
Application-oriented research for concrete  
Anwendungsgerechte Forschung für Beton

96 PANEL 6  
PODIUM 6  
Structural precast construction 2 –  
Innovative technical solutions  
Konstruktive Fertigteiltbau 2 –  
Innovative technische Lösungen

114 PANEL 7  
PODIUM 7  
Lightweight concrete  
Leichtbeton

130 PANEL 8  
PODIUM 8  
Cast stone  
Betonwerkstein

Beginning in 2016, the company will bundle its group-wide activities in the fields of research and development, geology, and raw materials, plant engineering, operative plant support and process engineering with a new center of the HeidelbergCement Technology Center. The concrete façade elements for the new building in the German city of Leimen were made with the rapid-hardening concrete Chronocrete X.

Mit einer neuen Zentrale des HeidelbergCement Technology Centers bündelt das Unternehmen ab 2016 konzernweite Aktivitäten in den Bereichen Forschung und Entwicklung, Geologie und Rohstoffe, Anlagenbau, operative Werksunterstützung und Verfahrenstechnik. Für den Neubau in Leimen kam für die Betonfassadenelemente der Schnellbeton Chronocrete X zum Einsatz.

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



## NEWS NACHRICHTEN

239 Short facts  
Kurznachrichten

## PRECAST ELEMENT PRODUCTION FERTIGTEILPRODUKTION

244 Notes  
Für Sie notiert

### Spin-offs Umfeld

246 Future research – part III:  
New requirements for civil engineering  
Zukunftsforschung – Teil III:  
Neue Anforderungen an den Tiefbau

252 Products  
Produkte

- 142** **PANEL 9**  
**PODIUM 9**  
**Potential of concrete components of tomorrow**  
Potenziale der Betonbauteile von morgen
- 168** **PANEL 10**  
**PODIUM 10**  
**Concrete in structural engineering**  
Beton in der Tragwerksplanung
- 188** **PANEL 11**  
**PODIUM 11**  
**Pipeline construction and drainage technology**  
Rohrleitungsbau und Entwässerungstechnik
- 206** **PANEL 12**  
**PODIUM 12**  
**Small wastewater treatment systems**  
Kleinkläranlagen
- 213** **EXHIBITORS LIST**  
**AUSSTELLERVERZEICHNIS**

#### EVENTS VERANSTALTUNGEN

- 253** **Darmstädter Betonfertigteiltage**  
Darmstädter Betonfertigteiltage
- 252** **Calendar of Events**  
Veranstaltungskalender

#### SERVICE

- 256** **Imprint**  
Impressum

#### EDITORIAL · REDAKTION

Fax +49 5241 80 941 14

**Christian Jahn**

+49 5241 80-89363

christian.jahn@bauverlag.de

**Silvio Schade**

+49 5241 80-89103

silvio.schade@bauverlag.de

#### ADVERTISING · ANZEIGEN

Fax +49 5241 80 606 60

**Jens Maurus**

+49 5241 80-89278

jens.maurus@bauverlag.de

**Andrea Krabbe**

+49 5241 80-89393

andrea.krabbe@bauverlag.de



#### PERI Pave – Die Unterlagsplatte

Sie kennen die technischen Vorteile der PERI Pave. Aber wussten Sie auch schon, dass...

- ... das verwendete Birkenholz ausschließlich aus nachhaltig bewirtschafteten, PEFC-zertifizierten Waldgebieten stammt?
- ... Sie durch den Einsatz von „PERI Pave IT“ Ihre Reklamationsquote deutlich reduzieren können?
- ... auch nach vielen Einsatzjahren keine wesentlichen Beeinträchtigungen der technischen Werte feststellbar sind?

## PERI Pave Nachhaltig. Wirtschaftlich. Zuverlässig.

bauma  
2016

Besuchen Sie uns auf der bauma  
11. bis 17. April, München  
Freigelände Nord, Stand FN 719

**PERI**<sup>®</sup>

Sehr gerne informieren wir Sie zu allen Fragestellungen rund um PERI Pave!

Tel + 49 (0)7309 950-4250  
kathrin.wunder@peri.de

**Schalung  
Gerüst  
Engineering**

peri.com/pave


**MODERATION**

**Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Manfred Curbach;** Technische Universität Dresden  
[manfred.curbach@tu-dresden.de](mailto:manfred.curbach@tu-dresden.de)

Geboren 1956; 1977 bis 1982 Studium des Bauingenieurwesens an der Universität Dortmund; 1982 bis 1988 wissenschaftlicher Mitarbeiter an den Universitäten Dortmund und Karlsruhe (TH); 1987 Promotion, Universität Karlsruhe (TH); 1988 bis 1994 Projektleiter im Ingenieurbüro Köhler+Seitz, Nürnberg; seit 1994 Universitäts-Professor (C4) und Direktor des Instituts für Massivbau der TU Dresden; seit 1999 Mitglied im wissenschaftlichen Beirat der Zeitschrift Beton- und Stahlbetonbau; 2003 bis 2008 Vorstandsvorsitzender der VDI-Gesellschaft Bautechnik; 2011 Verleihung der Ehrendoktorwürde durch die TU Kaiserslautern; seit 2012 Fachkollegiat der DFG; 2013 Aufnahme in die Nationale Akademie der Wissenschaften Leopoldina; seit 2013 Sprecher des BMBF-Konsortiums C<sup>3</sup>

Day 1: Tuesday, 23<sup>rd</sup> February 2016

Tag 1: Dienstag, 23. Februar 2016

## Application-oriented research for concrete

### Anwendungsgerechte Forschung für Beton

Page Seite	Title Titel
---------------	----------------

- |    |   |
|----|---|
| 10 | <b>Concrete construction quality (CCQ) – a new concept for everyday practice?</b><br>Betonbauqualität (BBG) – ein neues Konzept für die Praxis?<br>Dr.-Ing. Christoph Müller  |
| 12 | <b>Joint project: Carbon Concrete Composite – preliminary results for field application</b><br>Verbundprojekt Carbon Concrete Composite – erste Ergebnisse für die Praxis<br>Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E. h. Manfred Curbach                                  |
| 14 | <b>Concrete as energy storage for solar power plants</b><br>Beton als Energiespeicher für Solarkraftwerke<br>Dipl.-Ing. Eckhard Wagner, Dr. Jörg Dietrich   |
| 16 | <b>Sensor-based sorting for the production of recycled concrete</b><br>Sensorgestützte Sortierung zur Herstellung von Recycling-Beton<br>Dipl.-Ing. Mirko Landmann  |
| 19 | <b>Light modular truss structures made of reinforced-concrete elements – what are the potentials?</b><br>Leichte und modulare Fachwerke aus Stahlbetonfertigteilen – welche Potenziale gibt es?<br>Univ.-Prof. Dr.-Ing. Martin Empelmann, Dipl.-Ing. Daniel Busse |
| 23 | <b>Bridges with non-metallic reinforcement – international examples</b><br>Brücken mit nichtmetallischer Bewehrung – internationale Beispiele<br>Prof. Dr.-Ing. Josef Hegger, Dipl.-Ing. Stephan Geßner   |

# MIT NEUER TECHNIK WEITERKOMMEN!

SIKA VERSTÄRKT SICH MIT FAIR CHEMISTRY –  
DEM EXPERTEN FÜR ÖKOLOGISCHE TRENNMITTEL



Wer weiterkommen will, setzt auf Innovation und Know-how. Mit dem Trennmittel-Spezialisten Fair Chemistry ist uns ein „großer Wurf“ beim Ausbau unseres Produktportfolios gelungen. Sowohl qualitativ als auch ökologisch sind die biologisch abbaubaren Trennmittel-Emulsionen auf pflanzlicher Basis ein echter Gewinn. Künftig werden wir im Trennmittelbereich noch stärker aufgestellt sein und unseren Kunden noch mehr bieten können.

**Fragen? Rufen Sie uns gerne an unter: +49 (0) 173 692 39 48**



Sika Deutschland GmbH  
Geschäftsbereich Beton  
Peter-Schuhmacher-Str. 8  
69181 Leimen  
[www.sika.de](http://www.sika.de)

**BUILDING TRUST**





**Dr.-Ing. Christoph Müller;** VDZ, Forschungsinstitut der Zementindustrie, Düsseldorf

[christoph.mueller@vdz-online.de](mailto:christoph.mueller@vdz-online.de)

Geboren 1967; Studium des Bauingenieurwesens an der RWTH Aachen; wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Bauforschung der RWTH Aachen (ibac); 2000 Promotion; seit 2000 im Forschungsinstitut der Zementindustrie (FIZ), Düsseldorf; Themenschwerpunkte: Betontechnologie, insbesondere Dauerhaftigkeit von Beton; Mitglied in zahlreichen nationalen und internationalen Normungsgremien des Betonbaus; seit 2007 Leiter der Abteilung Betontechnik; seit 2012 Geschäftsführer VDZ gGmbH und seit 2014 Honorarprofessor an der Ruhr-Universität Bochum (RUB)

## A new concept for everyday practice? Concrete construction quality (CCQ)

### Neues Konzept für die Praxis? Betonbauqualität (BBQ)

For decades, cement and concrete have proven their worth, in particular, because of the fact that the quality control of the production process and use is regulated without loopholes, and it is meeting the requirements on reliable and durable building structures. However, there are doubts in some specific applications, whether all necessary parameters in terms of concrete and construction are described clearly, and whether they are considered in the planning stage appropriately.

Against this background, the analysis of the comments concerning the draft of DIN 1045-2:2014-08 partially revealed contradicting opinions of clients, building contractors and concrete manufacturers. Moreover, Germany has made generous use of the opening clause of DIN EN 206 so far, in order to incorporate all regulations required for obtaining a high degree of concrete construction quality in the national application document from a national perspective. This procedure will no longer be possible in the future. Hence, the draft of DIN 1045-2:2014-08 as application document to DIN EN 206:2014-07 could not be adopted by consensus at the end of 2014. Consequently, experts are aiming at a consistent concept for creating comprehensive and consistent regulations of component-specific requirements on planning, building materials, construction works and quality assurance. The German Committee for Reinforced Concrete DAfStb is the platform for conducting the preliminary discussions needed, and for turning the results into common resolutions and a DAfStb code of practice, if applicable.

#### Background

The regulations of the new DIN EN 206:2014-07 together with DIN 1045-2, applying the permitted opening clauses exclusively, might be appropriate in many cases of general building construction. However, the significantly longer service lives, as planned for bridges and hydraulic structures, for example, require much higher demands which can only be met by an extended concept regarding the concrete construction quality. Moreover, the developments in concrete technology which, on the one hand, improve the workability and expand the fields of application of concrete and, on the other hand, make concretes more sensitive, require new concepts.

Zement und Beton haben sich seit Jahrzehnten insbesondere deshalb bewährt, weil die Qualitätsüberwachung für Herstellung und Verwendung lückenlos geregelt ist und den Anforderungen an sichere und dauerhafte Bauwerke genügt. In einigen wenigen Anwendungsfällen gibt es aber Zweifel, ob alle beton- und ausführungstechnisch notwendigen Parameter eindeutig beschrieben und bereits in der Planung angemessen berücksichtigt sind.

Vor diesem Hintergrund wurden bei der Analyse der Stellungnahmen zum Entwurf der DIN 1045-2:2014-08 zum Teil gegensätzliche Sichtweisen von Bauherren, Bauausführenden und Betonherstellern deutlich. Hinzu kommt, dass bisher in Deutschland die Öffnungsklauseln der DIN EN 206 großzügig genutzt wurden, um im nationalen Anwendungsdokument alle aus nationaler Sicht erforderlichen Festlegungen einzubringen, die für das Erreichen einer hohen Betonbauqualität erforderlich sind. Dieser Weg ist zukünftig – auch als indirekte Folge des EuGH-Urteils C-130/13 – auf normativer Ebene nicht mehr möglich. Der Entwurf der DIN 1045-2:2014-08 als Anwendungsdokument zur DIN EN 206:2014-07 konnte daher Ende 2014 nicht im Konsens verabschiedet werden. In der Folge hat man sich nun das Ziel gesetzt, in einem durchgehenden Konzept umfassende und konsistente Festlegungen von bauteilspezifischen Anforderungen an Planung, Baustoffe, Ausführung und Qualitätssicherung zu gestalten. Der Deutsche Ausschuss für Stahlbeton DAfStb ist die Plattform, die dafür erforderlichen Vorgespräche zu führen, deren Ergebnisse in gemeinsame Beschlüsse und gegebenenfalls eine DAfStb-Richtlinie münden zu lassen.

#### Ausgangssituation

In vielen Fällen des allgemeinen Hochbaus dürften die Regelungen der neuen DIN EN 206:2014-07 mit einer DIN 1045-2 ausreichen, in der ausschließlich die zulässigen Öffnungsklauseln genutzt werden. Aber die zum Beispiel bei Brücken und Wasserbauten deutlich längeren planerischen Nutzungsdauern stellen weitaus höhere Anforderungen, die nur durch ein erweitertes Konzept zur Betonbauqualität erreicht werden können. Auch die Veränderungen in der Betontechnologie, die auf der einen Seite die Verarbeitbarkeit verbessern und die Einsatzbereiche von Beton erweitern, auf der anderen Seite aber auch die Betone zum Teil empfindlicher machen, zwingen zu neuen Konzepten.



Public sector clients and building contractors call for an even better consideration of concrete properties that are relevant on the construction site as far as sophisticated building components, construction methods and specific concrete grades are concerned. This refers, for example, to the tendency to segregation or the workability of formed surfaces. It applies above all to complex engineering structures. However, in common building construction there are cases requiring a better coordination of the specifications in planning with concrete technology and construction works. Examples of this include the limitation of the early tensile strength in accordance with EC2, section 7.3.2 or the limitation of the deflection as well as their consequences on the selection of concrete and the Modulus of Elasticity or strength development, respectively.

### The concept

The aim of the new concept is to define requirements and measures for obtaining a specified quality depending on the building type and construction project, respectively. The classification of quality requirements has to cover all fields of concrete construction (planning and design, building materials, construction works).

The planner and the client shall together specify the class of the concrete construction quality (CCQ), with later alterations being only possible in mutual agreement. For some fields there are already regulations available, defining an interaction among planning, concrete technology and construction works (e.g., DBV/VDZ Code of Practice on "Fair-faced concrete"). Classification systems exist already in an enhanced form (e.g., EN 1990) to some extent, however a reasonable connection among each other is partially missing. The aim and challenge equally is to achieve an appropriate differentiation and serviceability in everyday practice simultaneously. Initial approaches will be presented.

Öffentliche Bauherren und Bauausführende mahnen für anspruchsvolle Bauteile, Bauverfahren und besondere Betonarten eine bessere Berücksichtigung baustellenrelevanter Betoneigenschaften an. Angesprochen sind zum Beispiel die Entmischungsneigung oder die Bearbeitbarkeit nicht geschalter Flächen. Betroffen sind vor allem komplexe Ingenieurbauwerke. Aber auch im üblichen Hochbau gibt es Fälle, die eine bessere Abstimmung planerischer Vorgaben mit Betontechnologie und Bauausführung notwendig machen. Beispielhaft genannt seien die Begrenzung der frühen Zugfestigkeit nach EC2, Abschnitt 7.3.2 oder die Begrenzung der Durchbiegung und ihre Konsequenzen auf die Betonauswahl beziehungsweise E-Modul oder Festigkeitsentwicklung.

### Das Konzept

Ziel des neuen Konzepts ist es, je nach Bauwerkstyp beziehungsweise Bauaufgabe, Anforderungen und Maßnahmen zum Erreichen einer festgelegten Qualität festzulegen. Die Klassifizierung von Qualitätsanforderungen muss alle Bereiche des Betonbaus abdecken (Planung, Baustoff, Ausführung).

Der Planer soll mit dem Auftraggeber die Betonbauqualitätsklasse (BBQ) festlegen, wobei eine spätere Änderung nur mit gegenseitiger Abstimmung möglich ist. Für einige Bereiche existieren bereits Regelungen, die die Interaktion zwischen Planung, Betontechnik und Ausführung definieren (z. B. DBV/VDZ-Merkblatt "Sichtbeton"). Auch die Klassensystematik gibt es zum Teil schon in erweiterter Form (z. B. EN 1990), allerdings fehlt zum Teil eine sinnvolle Verknüpfung untereinander. Ziel und gleichermaßen Herausforderung ist es, eine angemessene Differenzierung bei gleichzeitiger Praxistauglichkeit zu erreichen. Erste Ansätze werden vorgestellt.

### REFERENCES/LITERATUR

- [1] Deutscher Ausschuss für Stahlbeton e. V. (DAfStb): Mitteilung des DAfStb zur E DIN 1045-2:2014-08 (Dezember 2014)
- [2] Verein Deutscher Zementwerke e. V. (VDZ): Tätigkeitsbericht 2012-2015 (September 2015)
- [3] Verband Deutscher Betoningenieure e. V. (VDB): VDB Information 128/15 (Oktober 2015)

Schalungsbau  
für Betonelemente  
und modernstes  
Betonwerkzeugzubehör.

Made in Germany. Seit 1955.

**Bauma 2016**  
11.-17. April, München  
Halle B1, Stand 206



**NUSPL**

Ein Unternehmen der Vollert-Gruppe.

made in Germany

**Precast Success**

[www.nuspl.com](http://www.nuspl.com)



**Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Manfred Curbach;** Technische Universität Dresden

[manfred.curbach@tu-dresden.de](mailto:manfred.curbach@tu-dresden.de)

Geboren 1956; 1977 bis 1982 Studium des Bauingenieurwesens an der Universität Dortmund; 1982 bis 1988 wissenschaftlicher Mitarbeiter an den Universitäten Dortmund und Karlsruhe (TH); 1987 Promotion, Universität Karlsruhe (TH); 1988 bis 1994 Projektleiter im Ingenieurbüro Köhler+Seitz, Nürnberg; seit 1994 Universitäts-Professor (C4) und Direktor des Instituts für Massivbau der TU Dresden; seit 1999 Mitglied im wissenschaftlichen Beirat der Zeitschrift Beton- und Stahlbetonbau; 2003 bis 2008 Vorstandsvorsitzender der VDI-Gesellschaft Bautechnik; 2011 Verleihung der Ehrendoktorwürde durch die TU Kaiserslautern; seit 2012 Fachkollegiat der DFG; 2013 Aufnahme in die Nationale Akademie der Wissenschaften Leopoldina; seit 2013 Sprecher des BMBF-Konsortiums C<sup>3</sup>

## Joint project: Carbon Concrete Composite Preliminary results for field application

## Verbundprojekt Carbon Concrete Composite Erste Ergebnisse für die Praxis

Reinforced concrete is a construction material suitable for a wide variety of uses and therefore indispensable in state-of-the-art construction projects. High-rise buildings, tunnels, or bridges subjected to high loads cannot be realized without reinforced or prestressed concrete, thus making it a material of great value. But Germany's most important construction material also has its weaknesses. Due to corrosion, the life span of reinforced concrete structures falls far short of expectations while at the same time involving a heavy use of resources and energy. Steel is, however, not the only material suitable for improving the static properties of concrete. The alternative is Carbon Concrete Composite C<sup>3</sup>. Carbon-fiber reinforced concrete cannot only be used to realize slender, flexible designs - carbon concrete is resistant to corrosion and therefore durable.

### Pooling expertise

The seminal ideas for the development of C<sup>3</sup> were born in Dresden, Aachen and Chemnitz during the 1990s and were based on research into textile-reinforced concrete within the context of two collaborative research centers in Dresden and Aachen. The interdisciplinary C<sup>3</sup> Carbon Concrete Composite project is currently the largest research project in the German construction industry, collaborating with over 130 partners from research, economy, associations and organizations in developing the innovative composite material and promoting its rapid introduction in building practice. Introducing innovative ideas frequently proves to be difficult and time-consuming especially in construction engineering. The C<sup>3</sup> project pools scientific, technological and entrepreneurial expertise in order to launch the innovative product and drive a sustainable development. The Federal Ministry of Education and Research (Bundesministerium für Bildung und Forschung = BMBF) is funding the project with up to EUR 45 million as part of the "Zwanzig20 - Partnerschaft für Innovation" (Twenty20 - Partnership for Innovation) program. The partners involved have additionally contributed own funds amounting several euros.

### Building in harmony with nature

Protecting the environment and reducing the impact of climate change count among the biggest challenges of our time that we will

Stahlbeton ist ein flexibel einsetzbarer Baustoff, der für das moderne Baugeschehen unverzichtbar ist. Hochhäuser, Tunnel oder hoch belastete Brücken sind ohne Stahl- und Spannbeton nicht realisierbar und machen ihn zu einem wertvollen Material. Aber der wichtigste Baustoff Deutschlands hat auch seine Schwächen. Aufgrund der Korrosion bleibt die Lebensdauer von Stahlbetonkonstruktionen weit hinter den Erwartungen zurück und das bei hohem Ressourcen- und Energieverbrauch. Doch nicht nur Stahl eignet sich für die Verbesserung statischer Eigenschaften von Beton. Die Alternative lautet Carbon Concrete Composite C<sup>3</sup>. Mit carbonfaserverstärktem Beton lassen sich nicht nur filigrane, flexible Formen verwirklichen - Carbonbeton ist korrosionsbeständig und somit langlebig.

### Bündelung der Kompetenzen

Die grundlegenden Ideen zu C<sup>3</sup> wurden in den 1990er Jahren in Dresden, Aachen und Chemnitz geboren und basieren auf der Erforschung von Textilbeton im Rahmen zweier DFG-Sonderforschungsbereiche in Dresden und Aachen. Das interdisziplinäre C<sup>3</sup>-Projekt Carbon Concrete Composite ist das derzeit größte Forschungsprojekt im deutschen Bauwesen und arbeitet mit über 130 Partnern aus Forschung, Wirtschaft, Verbänden und Vereinen an dem neuartigen Materialverbund und der schnellen Einführung in die Baupraxis. Gerade im Bauwesen gestaltet sich die Einführung innovativer Ideen oft schwierig und zeitaufwendig. Mit dem C<sup>3</sup>-Projekt werden wissenschaftliche, technologische und unternehmerische Kompetenzen gebündelt, um somit das innovative Produkt auf den Markt zu bringen und eine nachhaltige Entwicklung voranzutreiben. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) fördert das Projekt im Rahmen von „Zwanzig20 - Partnerschaft für Innovation“ mit bis zu 45 Mio. Euro. Hinzu kommen mehrere Mio. Euro Eigenmittel der beteiligten Partner.

### Bauen im Einklang mit der Natur

Umweltschutz und Minderung der Folgen des Klimawandels gehören zu den größten Herausforderungen unserer Zeit und sind ohne Veränderungen im Bauwesen nicht zu meistern. Die Lösung wird im Carbon Concrete Composite (C<sup>3</sup>) gesehen, bei dem Stahl durch Carbon ersetzt wird und dadurch das Betonvolumen durch



not be able to master without major changes in construction engineering. The solution is believed to be Carbon Concrete Composite (C<sup>3</sup>) which replaces steel with carbon, thus significantly reducing the volume of concrete required by applying a new type of design. The innovative composite material comprised of carbon fibers and high-performance concrete is much more durable than reinforced concrete, is efficient on energy and resources, reduces CO<sub>2</sub> emission levels, offers improved bearing capacity, and is above all resistant to corrosion. Carbon concrete is suitable for use not only in the rehabilitation of bridges or buildings. It paves the way for the construction industry to develop entirely new ways of construction.

### Preliminary results for field application

Current research projects show that the electrical and thermal conductivity of carbon enables walls to be directly heated by means of carbon reinforcement. Sensor technology can be installed in the walls, offering new methods to directly monitor the condition of the building. Carbon concrete enables load bearing structural elements with less thickness, thus providing new design possibilities that are characterized by slenderness, lightness and esthetic principles.

### Market launch and establishment of the new construction method

It is intended to create all the prerequisites necessary to launch carbon concrete on the market by 2020 and to firmly establish the C<sup>3</sup> construction method by 2025. To achieve this goal, it is necessary to collect the required knowledge along the entire value chain, from the basic materials to the completed structure, expand it by basic and applied research, and then transfer it into planning, design and construction. Around 3,000 new jobs will be created, and existing jobs will gain a different quality. The substantial quality of our structures will increase, whereas costs and the use of resources will be reduced. At the same time, evidence needs to be provided that structures and components from carbon concrete ensure compliance with all safety standards. This applies to the new construction of buildings and components as well as to the rehabilitation and strengthening of existing structures, for example, in bridge construction.

ein neues Konstruieren deutlich gesenkt werden kann. Der neuartige Materialverbund aus Carbonfasern und Hochleistungsbeton hat eine längere Lebensdauer als Stahlbeton, spart Energie, schont Ressourcen, reduziert den CO<sub>2</sub>-Ausstoß, besitzt eine höhere Tragfähigkeit und ist vor allem korrosionsbeständig. Nicht nur bei der Instandsetzung von Brücken oder Gebäuden kann Carbonbeton eingesetzt werden. Er eröffnet für die Baubranche Perspektiven für eine völlig neue Art des Bauens.

### Erste Ergebnisse für die Praxis

Laufende Forschungsprojekte zeigen, dass durch die elektrische und thermische Leitfähigkeit von Carbon das direkte Beheizen der Wände durch Carbonbewehrung möglich ist. Sensorik kann direkt in die Wand eingebaut werden und ermöglicht neue Verfahren, um den Gebäudezustand direkt zu überwachen. Mit Carbonbeton können tragende Bauteile mit geringeren Dicken hergestellt werden, wodurch neue Gestaltungsmöglichkeiten entstehen, die durch Filigranität, Leichtigkeit und Ästhetik geprägt sind.

### Markteinführung und Etablierung der neuen Bauweise

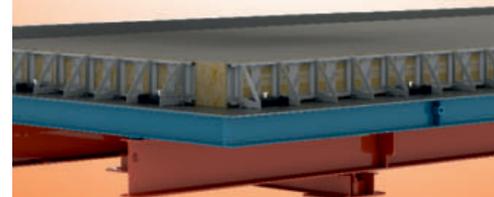
Bis 2020 sollen alle Voraussetzungen geschaffen werden, um Carbonbeton in den Markt einzuführen. Bis 2025 soll die C<sup>3</sup>-Bauweise dauerhaft etabliert werden. Um das zu erreichen, ist entlang der gesamten Wertschöpfungskette – von den Grundmaterialien bis zum fertigen Bauwerk – das notwendige Wissen zu sammeln, durch grundlagen- und anwendungsorientierte Forschung zu ergänzen und in die Planung, Konstruktion und Herstellung zu überführen. Neue Arbeitsplätze in der Größenordnung von rund 3.000 werden entstehen, vorhandene Arbeitsplätze werden eine andere Qualität erhalten. Die substanzielle Qualität unserer Bauwerke wird zunehmen – bei reduzierten Kosten und geringerem Ressourcenverbrauch. Gleichzeitig ist nachzuweisen, dass Bauwerke und Bauteile aus Carbonbeton alle Sicherheitsstandards gewährleisten. Dies gilt für alle neu zu erstellenden Gebäude und Bauteile ebenso wie für die Instandsetzung und Sicherung bestehender Bauwerke zum Beispiel im Brückenbau.

WIR SIND AUF DEN BETONTAGEN.  
**BETONTAGE**  
CONCRETE SOLUTIONS  
23. - 25.02.2016 // NEU-ULM



Betonier-  
kübel

Schalungen & Magnete



Kipptische

## Betonwerktechnik



Formen für  
Hoch- &  
Tiefbau



## Hebetechnik



Traversen,  
Haken &  
Greifer



Neue Webseite unter

[www.BETA-MB.de](http://www.BETA-MB.de)

**BETA Maschinenbau GmbH & Co. KG**  
Nordhäuser Str. 2 \*D-99765 Heringen  
Tel. +49 36333 666 0



**Dipl.-Ing. Eckhard Wagner;** HeidelbergCement Technology Center, Leimen

[eckhard.wagner@htc-gmbh.com](mailto:eckhard.wagner@htc-gmbh.com)

Studium der technischen Mineralogie (Werkstoffwissenschaften) an der TH Darmstadt; kurze Tätigkeit in der Feuerfest Industrie (Fa. Didier); seit 1992 bei HeidelbergCement; 1992 bis 1998 Forschung, Entwicklung und Beratung; 1998 bis 2001 Heidelberg Calcium Aluminates (HCA), Technical Marketing; 2001 bis 2003 Leiter Technical Marketing HCA; 2003 bis 2006 Aufbau der R&D neben Leitung des Technical Marketings; 2006 Management buy out, R&D director Calucem; 2007 bis heute HeidelbergCement Technology Center, Teamleader Concrete & Application Development

## Concrete as energy storage for solar power plants Renewable Energy Sources Law (EEG)

### Beton als Energiespeicher für Solarkraftwerke Erneuerbare Energien Gesetz (EEG)

The expansion of renewable energies is the declared objective of the German Federal Government and a central pillar of the energy transition. The Renewable Energy Sources Law (EEG) was established in order to support the expansion. The EEG is aiming at the transformation of the energy supply and an increase of the proportion of renewable energy for the electrical power supply to 80% by 2050.

Wind power, geothermal energy, solar power are examples of new sources of energy which require the development of building materials with special properties. Many renewable energy sources have in common that the amount of energy generated by the respective plants is temporarily varying to a great extent (e.g., in the case of solar and wind power). Thus, there is the need to build up effective energy storage systems to enable the use of these renewable energy sources also for covering the basic load to any noticeable extent, despite their volatile nature. For this purpose, concrete as a universal building material can make a significant contribution, e.g., as a building material used as solid-state thermal energy storage. As the building material concrete is almost everywhere locally available without restrictions, it provides a comparatively cost-effective solution of the given technical requirements.

This presentation gives an outline on the development of a special concrete made by HeidelbergCement AG; the concrete has been designed for being used in the thermal energy storage system of a solar power plant, a so-called condensed solar power plant (CSP). This newly developed thermal energy storage technology is particularly efficient in increasing the degree of efficiency of solar power plants. For this type of power plant, a heat transfer medium (thermal oil) is heated up to 300 - 500 °C in the area of the solar collector, from where it is transferred to a heat exchanger afterwards. The water vapor generated in the heat exchanger is then used to produce electricity by means of a steam turbine (Fig. 4).

If a solar power plant of such kind is furnished with an appropriate heat exchanger, it is possible to store the surplus heat generated during sunshine hours temporarily as well as to utilize it for electric power generation during the night.

The concrete for thermal storage that has been designed for the application described above meets the requirements concern-

Der Ausbau erneuerbarer Energien ist erklärtes Ziel der Bundesregierung und eine zentrale Säule der Energiewende. Zur Förderung des Ausbaus wurde das Erneuerbare Energien Gesetz (EEG) eingeführt. Ziel des EEG ist der Umbau der Energieversorgung und die Steigerung des Anteils erneuerbarer Energien bei der Stromversorgung auf 80% bis 2050.

Windenergie, Geothermie und Solarenergie sind Beispiele neuer Energieformen, für die Baustoffe mit besonderen Eigenschaften entwickelt werden müssen. Vielen regenerativen Energieformen ist dabei gemein, dass die von den entsprechenden Anlagen erzeugte Energiemenge zeitlich stark schwankt (z. B. im Fall der Solar- und Windenergie). Um trotz dieses volatilen Charakters regenerative Energieträger in nennenswertem Umfang auch zur Abdeckung der Grundlast heranziehen zu können, ist der Aufbau effektiver Energiespeichersysteme



Figure: HeidelbergCement

→ 1 MISP Beam-down (MISP=Masdar Institute Solar Power Plant)  
MISP Beam down (MISP=Masdar Institute Solar Powerplant)

**Dr. Jörg Dietrich;** HeidelbergCement AG, Engineering und Innovation, Ennigerloh

[joerg.dietrich@heidelbergcement.com](mailto:joerg.dietrich@heidelbergcement.com)

Geologiestudium an den Universitäten Marburg (Vordiplom) und Kiel (Diplom); seit 1999 bei HeidelbergCement Baustoffe für Geotechnik (vormals Anneliese BUT) Abteilung Produktentwicklung & Qualitätssicherung; 2001 bis 2005 berufsbegleitende Promotion (Universität Kiel). Seit 2016 in der Abteilung Engineering und Innovation der HeidelbergCement AG; Tätigkeitsbereich: Produktentwicklung Zement und Spezialbaustoffe.



Figure: HeidelbergCement

→ 2 Module of concrete for thermal storage in Masdar City  
Betonwärmespeicher-Modul in Masdar City



Figure: HeidelbergCement

→ 3 Projection of concrete for thermal storage consisting of several modules  
Betonwärmespeicher-Projektion bestehend aus mehreren Modulen

ing the rheological properties and the segregation stability of the fresh concrete as well as concerning the thermal characteristics such as thermal conductivity and thermal capacity of the hardened concrete.

After finalizing the development of the building material on a laboratory scale and in the technical center, the material was used in a first reference project starting from November 2014. In this project, the concrete for thermal storage was used to build a thermal energy storage for the research solar power plant in the United Arab Emirates. The storage system was completed in May 2015. The first series of duty cycles has been run with success in the meantime.

notwendig. Beton als universeller Baustoff kann hierzu einen signifikanten Beitrag leisten, zum Beispiel als Baustoff für Festkörper-Wärmespeicher. Die lokal nahezu uneingeschränkte Verfügbarkeit des Baustoffes Beton ermöglicht dabei eine vergleichsweise kostengünstige Lösung der gestellten technischen Anforderungen.

In diesem Beitrag wird die Entwicklung eines Spezialbetons der HeidelbergCement AG vorgestellt, der für den Einsatz im Wärmespeichersystem für eine Solarenergieanlage, ein so genanntes Condensed Solar Powerplant (CSP), konzipiert wurde. Besonders effizient kann diese neu entwickelte Wärmespeicher-Technologie zur Erhöhung des Wirkungsgrades von Solarkraftwerken eingesetzt werden. Bei diesem Kraftwerkstyp wird ein Wärmeträgermedium (Thermoöl) im Bereich des Solarkollektorfeldes auf 300 bis 500 °C erhitzt und anschließend in einen Wärmetauscher geleitet. Der im Wärmetauscher erzeugte Wasserdampf wird dann genutzt, um mit Hilfe einer Dampfturbine Strom zu erzeugen (Abb. 4).

Wird ein derartiges Solarkraftwerk mit einem geeigneten Wärmespeicher ausgestattet, kann die während der Sonnenstunden im Überschuss erzeugte Wärme zwischengespeichert und so auch während der Nachtstunden zur Stromerzeugung genutzt werden.

Der für die beschriebene Anwendung entwickelte Wärmespeicherbeton erfüllt dabei sowohl die Anforderungen hinsichtlich der rheologischen Eigenschaften und der Entmischungsstabilität des Frischbetons, als auch hinsichtlich der geforderten thermischen Kennwerte wie Wärmeleitfähigkeit und Wärmekapazität für den Festbeton.

Nach dem Abschluss der Baustoffentwicklung im Labor- und Technikums-Maßstab kam das Material ab November 2014 in einem ersten Referenzobjekt zum Einsatz. Dabei wurde der Wärmespeicherbeton verwendet, um einen Wärmespeicher für ein Forschungs-Solkraftwerk in den Vereinigten Arabischen Emiraten zu erstellen. Der Speicher wurde im Mai 2015 fertiggestellt. Eine erste Serie von Belastungszyklen wurde mittlerweile erfolgreich durchgeführt.

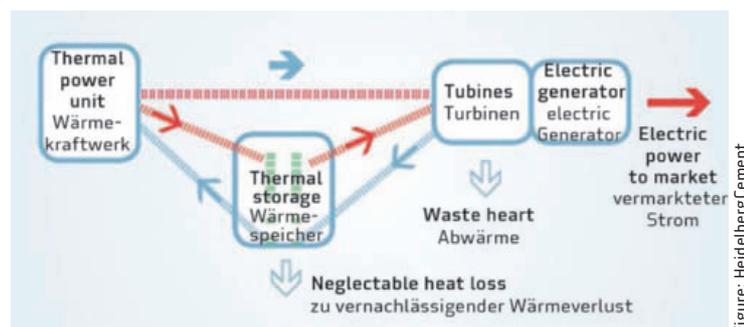


Figure: HeidelbergCement

→ 4 The water vapor generated in the heat exchanger is used to produce electricity by means of a steam turbine

Der im Wärmetauscher erzeugte Wasserdampf wird genutzt, um mit Hilfe einer Dampfturbine Strom zu erzeugen



**Dipl.-Ing. Mirko Landmann;** IAB – Institut für Angewandte Bauforschung Weimar gGmbH

[m.landmann@iab-weimar.de](mailto:m.landmann@iab-weimar.de)

Geboren 1985; 2004 bis 2010 Diplomstudium Bauingenieurwesen an der Bauhaus-Universität Weimar; währenddessen einjähriger Studienaufenthalt an der Ecole des Mines d'Alès (Frankreich) mit Vertiefung Materialwissenschaften und Industrielles Risiko; wissenschaftlicher Mitarbeiter der IAB – Institut für Angewandte Bauforschung Weimar gemeinnützige GmbH, Forschungsbereich Baustoffe (vordem Institut für Fertigteiltechnik und Fertigtbau Weimar e. V. – IFF); Arbeitsschwerpunkte: Recyclingverfahren für mineralische Bau- und Abbruchabfälle, Mischverfahren, Partikelmesstechnik, Baustoffentwicklung und -optimierung



**Dipl.-Ing. Ines Döring;** IAB – Institut für Angewandte Bauforschung Weimar gGmbH

[i.doering@iab-weimar.de](mailto:i.doering@iab-weimar.de)

Geboren 1961; 1979 bis 1984 Diplomstudium Werkstofftechnik an der Technischen Hochschule Merseburg; Tätigkeit als Programmiererin für Lagerhaltungssysteme; Dozentin für Maschinenbaukonstruktion, Werkzeugmaschinen und Werkstofftechnik; seit 2014 wissenschaftliche Mitarbeiterin der IAB – Institut für Angewandte Bauforschung Weimar gemeinnützige GmbH, Forschungsbereich Baustoffe (vordem Institut für Fertigteiltechnik und Fertigtbau Weimar e. V. – IFF); Arbeitsschwerpunkte: Mischtechnologien, Recycling von Baustoffen

## Recycled concrete production

### Sensor-based sorting

## Herstellung von Recycling-Beton

### Sensorgestützte Sortierung

#### Problem

The Act on Recycling and Waste Management (Kreislaufwirtschaftsgesetz) intends for secondary raw materials, such as recycled aggregates produced from mineral construction and demolition waste, to be recycled into higher-quality products. This applies to various material fractions resulting from building deconstruction which require the development of closed-loop material cycles. The focus lies on using sensor-based sorting processes to produce high-quality recycled mineral aggregates intended for the production of reinforced concretes.

According to DIN EN 12620 and the DAFStb guideline “Concrete according to DIN EN 206-1 and DIN 1045-2 with recycled mineral aggregates according to DIN EN 12620“ („Beton nach DIN EN 206-1 und DIN 1045-2 mit rezyklierten Gesteinskörnungen nach DIN EN 12620“), a certain percentage of recycled concrete aggregates may be added to the concrete as a substitute for primary aggregates. The principal criterion in terms of suitability is their material composition. If strict regulations in terms of foreign components are in place for type 1, up to 30% of additional masonry components may be added to type 2. A sufficient degree of material purity must be guaranteed in both cases.

Guaranteeing consistent quality is of major importance for the acceptance of recycled mineral aggregates. This can be ensured by means of strictly selective deconstruction on the one hand, or

#### Problematik

Sekundärrohstoffe, wie zum Beispiel aus mineralischen Bau- und Abbruchabfällen hergestellte rezyklierte Gesteinskörnungen, sollen entsprechend Kreislaufwirtschaftsgesetz einem möglichst höherwertigen Recycling zugeführt werden. Dies gilt für diverse, im Gebäuderückbau anfallende Materialfraktionen, für die geschlossene Stoffkreisläufe zu entwickeln sind. Schwerpunkt ist die Herstellung qualitativ hochwertiger, rezyklierter Gesteinskörnungen durch sensorgestützte Sortierverfahren, um RC-Betone herzustellen.

Rezyklierte Gesteinskörnungen auf Betonbasis dürfen gemäß DIN EN 12620 und DAFStb-Richtlinie „Beton nach DIN EN 206-1 und DIN 1045-2 mit rezyklierten Gesteinskörnungen nach DIN EN 12620“ in prozentualen Anteilen dem Beton zugegeben werden, um primäre Gesteinskörnungen zu ersetzen. Hauptkriterium hinsichtlich der Materialeignung ist vor allem dessen stoffliche Zusammensetzung. Sind Fremdbestandteile beim Typ 1 streng reguliert, dürfen dem Typ 2 bis zu 30 M.-% weitere Mauerwerksbestandteile zugegeben werden. In beiden Fällen ist eine ausreichende Sortenreinheit zu garantieren.

Für die Akzeptanz rezyklierter Gesteinskörnungen ist es besonders wichtig, eine gleichbleibende Qualität zu garantieren. Dies kann einerseits durch einen streng selektiven Rückbau erfolgen oder andererseits durch die nachfolgende, bisher händische Sortierung der Materialgemische. Für das Kunststoff- und Glasrecycling gibt es bereits moderne, sensorgestützte Sortierverfahren, die aber im Baustoffrecycling bisher keine Anwendung finden. Im Rahmen von Forschungsarbeiten wird

**Dr.-Ing. Ulrich Palzer;** IAB – Institut für Angewandte Bauforschung Weimar gGmbH

[kontakt@iab-weimar.de](mailto:kontakt@iab-weimar.de)

Geboren 1960; 1979 bis 1984 Diplomstudium Baustoffverfahrenstechnik an der Hochschule für Architektur und Bauwesen Weimar (heute Bauhaus-Universität Weimar); 1984 bis 1989 wissenschaftlicher Assistent; 1990 Promotion; 1990 bis 1995 Geschäftsführer der Ritter Verwaltung GmbH; seit 1995 Geschäftsführer der PBM Projekt- und Baumanagement GmbH in Weimar; seit Juli 2007 Institutsdirektor der IAB – Institut für Angewandte Bauforschung Weimar gemeinnützige GmbH (vordem Institut für Fertigteiletechnik und Fertigbau Weimar e. V. – IFF); Arbeitsschwerpunkte: Baustoffforschung, Simulation von Verarbeitungsprozessen, Lärm- und Schwingungsabwehr in der Rohstoffindustrie



the subsequent, to date manual sorting of the material mixtures on the other. State-of-the-art, sensor-based sorting processes are in place for plastic and glass recycling but have not as yet been used for the recycling of construction materials. Within the parameters of research work conducted at the IAB (Institut für Angewandte Bauforschung Weimar = Weimar Institute of Applied Construction Research), tests are currently being performed which aim at transferring the sorting technology for plastic and glass to the recycling of construction materials.

**Testing the detection of mineral construction materials in the near-infrared range**

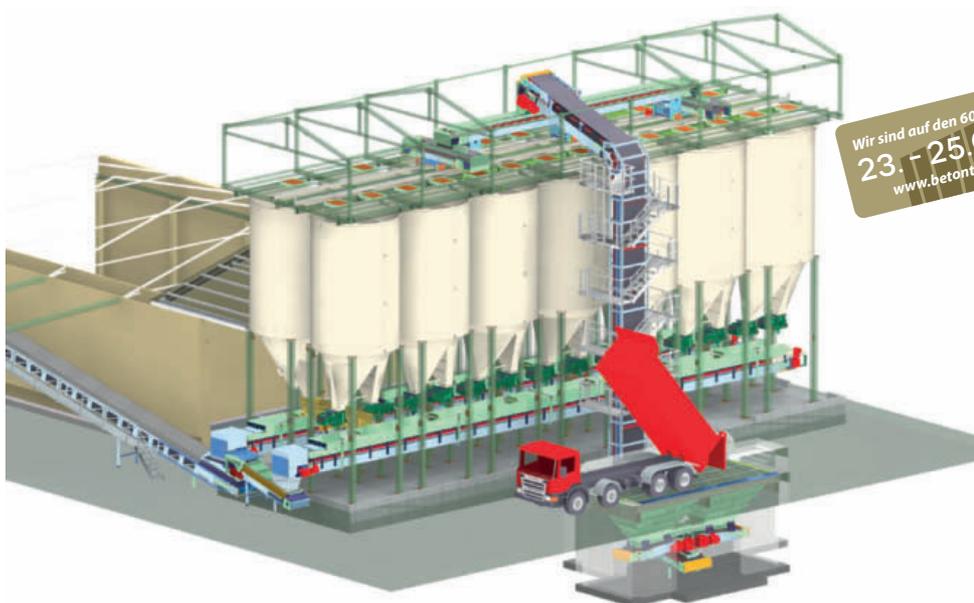
State-of-the-art sensor-based sorting processes enable material mixtures to be transferred into unmixed fractions without requiring manual sorting. These are non-destructive processes for the automatic detection and separation of unwelcome foreign substances. Especially in the near-infrared range (NIR), reflected spectra of individual materials are detected which provide indirect information on their chemical and mineralogical composition.

derzeit am IAB versucht, die Sortiertechnologie von Kunststoffen und Glas auf Baustoffe zu übertragen.

**Untersuchungen zur Erkennung mineralischer Baustoffe im Nah-Infrarot-Bereich**

Moderne sensorgestützte Sortierverfahren erlauben es, Materialgemische ohne händische Sortierung in sortenreine Fraktionen zu überführen. Dabei handelt es sich um zerstörungsfreie Verfahren zur automatischen Erkennung und Abtrennung unerwünschter Fremdstoffe. Speziell im Nah-Infrarot-Bereich (NIR) werden reflektierte Spektren einzelner Materialien aufgenommen, die indirekt Informationen über deren chemisch-mineralogische Zusammensetzung enthalten.

Um die Möglichkeiten zur Sortierung mineralischer Bauschuttgemische näher zu erforschen, wurden grundlegende Untersuchungen zur Erkennung mineralischer Baustoffe, speziell im Nah-Infrarot-Bereich, durchgeführt. Dazu wurde eine entsprechende Laborbandanlage mit Sensortechnik und Druckluftaustragseinheit errichtet (Abb. 1). Mit Hilfe einer industriellen Nah-Infrarot-Kamera KUSTA2.2MSI (LLA Instruments GmbH) werden unterschiedliche Hauptbaustoffe auf ihre



Wir sind auf den 60. BetonTagen.  
**23. - 25.02.2016**  
[www.betontage.de/ausstellung](http://www.betontage.de/ausstellung)

**Innovative  
Fördertechnik**



11441184-104\_gbr\_2

VHV Anlagenbau GmbH · Dornierstraße 9 · D-48477 Hörstel  
Tel: +49 (0) 5459/9338-0 · [info@vhv-anlagenbau.de](mailto:info@vhv-anlagenbau.de) · [www.vhv-anlagenbau.de](http://www.vhv-anlagenbau.de)



→ 1 Sensor-based sorting plant with hyperspectral NIR camera

Sensorgestützte Sortieranlage mit hyperspektraler NIR-Kamera

To further explore the possibilities of sorting mixed mineral demolition waste, basic research was conducted on the detection of mineral construction materials especially in the near-infrared range. A laboratory-scale conveyor system including sensor technology and compressed-air discharge unit was set up for this purpose (Fig. 1). A commercial near-infrared camera of type KUSTA2.2MSI (LLA Instruments GmbH) was used to measure different primary construction materials in terms



Figure: IAB Weimar gGmbH

of their NIR activity in the wavelength range between 1250 and 2150 nm (8000 to 4650 cm<sup>-1</sup>). A PTFE conveyor was used as white standard (luminance factor of 80%). The diffusely reflected spectra are measured. A software program compares the spectra of the recyclable materials with those of the undesirable materials and controls the discharge of undesirable components.

Fig. 2 shows the measured reflected spectra of some important primary construction materials. Dark materials such as asphalt are not detected due to their high absorption factor.

As a general rule, all primary construction materials return characteristic spectra which can be used as the basis of sorting. Absorption bands resulting from H<sub>2</sub>O or OH<sup>-</sup> molecules are present in the wavelength range at approx. 1400 nm and 1900 nm.

The difference in the spectra can thus be used to distinguish materials from one another. This course of action is a prerequisite for the use of sensor-based sorting machines. The near-infrared sensor technology proves to be a promising instrument for sorting mineral construction and demolition waste. The production of un-mixed recycled mineral aggregates enables high-quality reinforced concrete to be manufactured and made marketable.

NIR-Aktivität im Wellenlängenbereich zwischen 1250 und 2150 nm (8000 bis 4650 cm<sup>-1</sup>) gemessen. Als Weißstandard diente ein PTFE-Band (Remissionsgrad 80%). Gemessen werden die diffus reflektierten Spektren. Eine Software vergleicht die Spektren der Wert- mit denen der Störstoffe und steuert den Störstoffaustrag.

Abbildung 2 zeigt die gemessenen, reflektierten Spektren einiger wichtiger Hauptbaustoffe. Dunkle Materialien, wie Asphalt, werden aufgrund der starken Absorption nicht erkannt.

Prinzipiell liefern sämtliche Hauptbaustoffe charakteristische Spektren, die als Grundlage für eine Sortierung nutzbar sind. Im Wellenlängenbereich von rund 1400 nm und 1900 nm liegen Absorptionsbanden vor, die aus H<sub>2</sub>O- oder OH<sup>-</sup>-Molekülen resultieren.

Die Abweichungen in den Spektren können somit herangezogen werden, um Materialien voneinander zu unterscheiden. Eine solche Vorgehensweise ist die Grundvoraussetzung für die Anwendung sensorgestützter Sortiermaschinen. Die Nah-Infrarot-Sensorik zeigt sich als aussichtsreiches Instrument für die Sortierung mineralischer Bau- und Abbruchabfälle. Durch die Erzeugung sortenreiner rezyklierter Gesteinskörnungen kann qualitativ hochwertiger RC-Beton hergestellt und marktfähig gemacht werden.

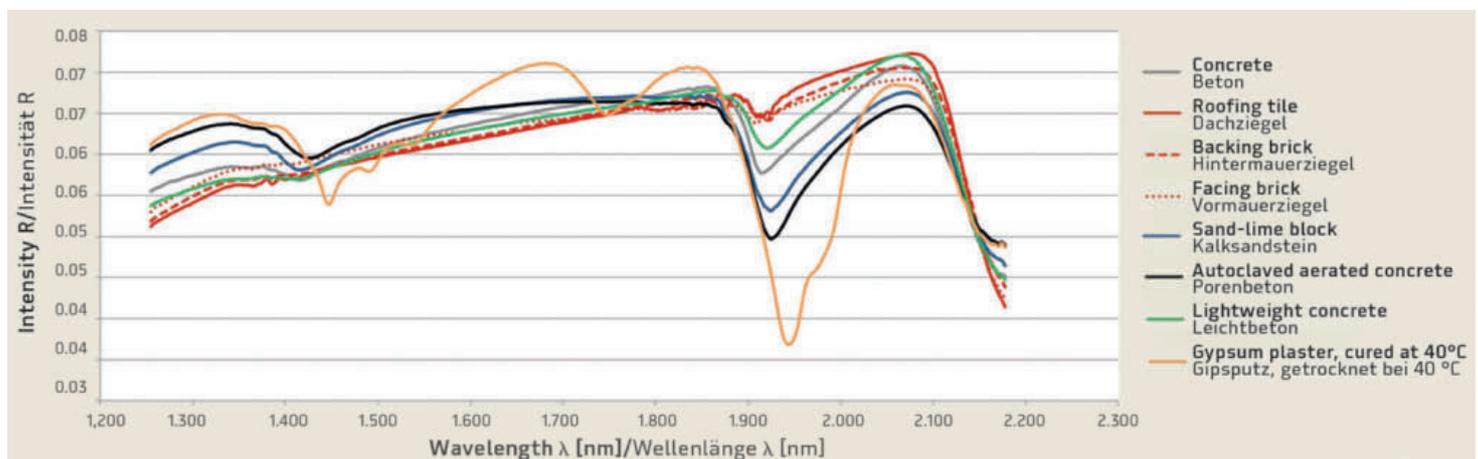


Figure: IAB Weimar gGmbH

→ 2 Vector-standardized reflection spectra of important primary mineral construction materials in the wavelength range examined

Vektornormierte Reflexionsspektren einiger wichtiger mineralischer Hauptbaustoffe im untersuchten Wellenlängenbereich

**Univ.-Prof. Dr.-Ing. Martin Empelmann;** Technische Universität Braunschweig  
massivbau@ibmb.tu-bs.de

Geboren 1963; bis 1988 Studium an der RWTH Aachen; 1989-1995 Promotion an der RWTH Aachen; 1996-2006 Planungsleiter für internationale Großprojekte bei der Hochtief Construction AG, Essen; seit 2006 Universitätsprofessor für Massivbau und Leiter des Fachgebiets Massivbau am Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz (iBMB) der TU Braunschweig und Geschäftsführender Direktor der Materialprüfanstalt (MPA) für Bauwesen in Braunschweig; seit 2009 Prüferingenieur für Baustatik



## Truss structures made of reinforced-concrete elements – What are the potentials?

## Fachwerke aus Stahlbetonfertigteilen – Welche Potenziale gibt es?

Truss structures rank among the most efficient structures in civil engineering. On the one hand, the distribution among tension and compression struts allows high material utilization as well as transparency; on the other hand, flexible connections at the joints allow for optimized force flow, thus material- and weight-saving structures.

Fachwerke zählen zu den leistungsfähigsten Strukturen des Bauwesens. Einerseits kann durch die Aufteilung auf Zug- und Druckstreben eine hohe Materialausnutzung und Transparenz erreicht werden, andererseits ermöglichen flexible Verbindungen in den Knoten kraftflussoptimierte und damit material- und gewichtssparende Konstruktionen.



## Global expertise in concrete connections

With Peikko's widely approved and tested concrete connections you can easily solve all your connection needs. Improve competitiveness and efficiency of your construction process with Peikko's solutions.

Take a look at our new reference site  
with hundreds of global Peikko references  
[www.peikko.com/references](http://www.peikko.com/references)





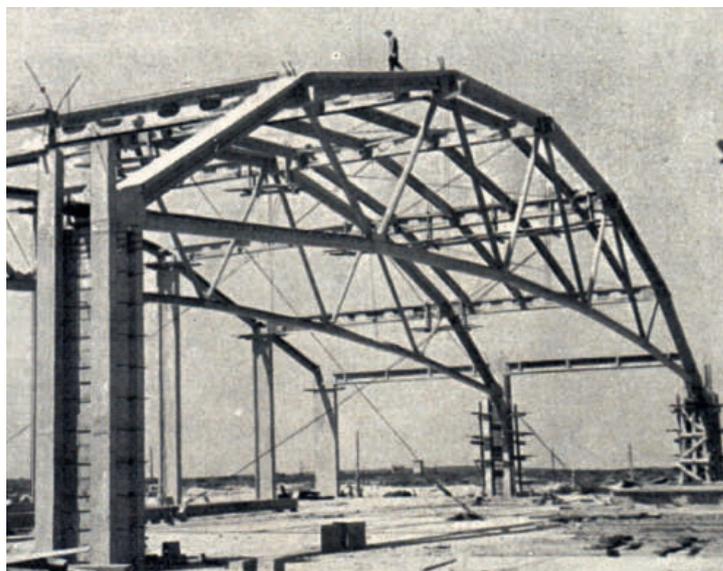
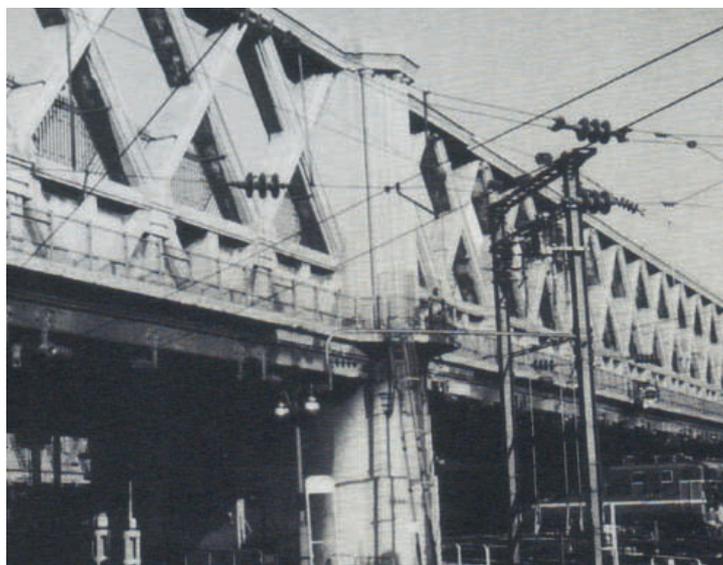
**Dipl.-Ing. Daniel Busse;** Technische Universität Braunschweig

[d.busse@ibmb.tu-bs.de](mailto:d.busse@ibmb.tu-bs.de)

Geboren 1983; bis 2010 Studium an der TU Braunschweig; seit 2010 wissenschaftlicher Mitarbeiter des Fachgebiets Massivbau am Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz (iBMB) der TU Braunschweig

### Historical developments in concrete truss construction

The development of reinforced concrete at the end of the 19<sup>th</sup> century led to the first reinforced-concrete truss structures [1] by adapting the structural designs which were common in steel and wood construction. In the following decades, several research works – on time-dependent behavior of materials (Freyssinet) or on confine-



→ 1 Historical development of reinforced-concrete truss structures – Pont Lafayette in Paris [3], industrial hall building in Serbia [4] and bridge across the river Alfenz in Austria [5]

Historische Entwicklung des Stahlbetonfachwerkbbaus – Pont Lafayette in Paris [3], Industriehalle in Serbien [4] und Brücke über die Alfenz in Österreich [5]

### Historische Entwicklungen im Betonfachwerkbau

Mit Entwicklung des Stahlbetons Ende des 19. Jahrhunderts kamen durch Adaption bekannter Konstruktionsformen des Stahl- und Holzbaus die ersten Stahlbetonfachwerke auf [1]. In den folgenden Jahrzehnten wurden durch verschiedene Forschungsarbeiten – zum Beispiel zum zeitabhängigen Materialverhalten (Freyssinet) oder zur Umschnürung von Druckgliedern (Considère) – materialgerechtere Konstruktionen entwickelt. Es entstanden dauerhafte Konstruktionen, wie die Pont Lafayette, die noch heute größte, nicht vorgespannte Stahlbetonfachwerkbrücke der Welt.

Die Entwicklung der Vorspannung in den 1930er Jahren ermöglichte zum einen die Konstruktion großer Solitäre, zum anderen wurden durch werksmäßig vorgefertigte Stahlbetonfachwerke insbesondere herstellungstechnische Fortschritte gemacht (vereinfachte Bewehrungsführung, liegende Betonage, etc.). Mit Spanngliedern war es zudem möglich in Segmente sowie in einzelne Stäbe und Knoten zerlegte Fachwerke zu verbinden. So wurden zum Beispiel Hallenkonstruktionen mit Spannweiten von über 60 m errichtet.

Trotz der fortschreitenden Entwicklung des Betonbaus (z. B. Hochleistungswerkstoffe, Schal- und Fügetechnik) haben sich Betonfachwerke in der Folgezeit nicht entscheidend durchgesetzt. Neben einzelnen Anwendungen im Brückenbau, bei denen durch große, vorgefertigte Serien die Materialeinsparungen den erhöhten Herstellungsaufwand ausgleichen konnten, beschränkt sich ihr Einsatz heute im Allgemeinen auf architektonisch anspruchsvolle Unikate.



ment of compression members (Considère), for instance – resulted in the development of structures appropriate for the material involved. Durable structures were built in this way, as the Pont Lafayette, which still today is the world's largest not prestressed reinforced-concrete truss bridge.

The development of prestressing in the 1930s, on the one hand, enabled the construction of large solitary units; on the other hand, progress was made above all regarding the manufacturing technology by means of reinforced-concrete truss structures prefabricated at the factory (simpler reinforcement layouts, concreting works in horizontal position, etc.). Prestressing tendons, moreover, allowed for the connection of truss structures consisting of segments as well as individual members and joints. In this way, hall-type structures were built with spans of more than 60 m, for example.

Despite the ongoing development in concrete construction (e.g., high-performance materials, formwork and joining technology), concrete truss structures did not play a decisive role in the years that followed. Apart from single applications in bridge construction, where the higher production costs could be compensated by material savings due to large series of prefabricated units, the application of concrete truss structures is generally limited to unique architecturally demanding building structures nowadays.

#### Current developments and potentials

In the context of subjects as „sustainability“ and „conservation of natural resources“, discussions on lightweight and shape-optimized structures inevitably lead to detached frameworks or truss structures, which, in terms of design and geometry, can be adapted to the acting loads and relevant parameters of the supporting system. This provides the planner and the building contractor with a wide variety of options, because aspects of production and assembly can be considered apart from optimized shapes and materials. Using individual elements in a modular manner, it is also possible to realize truss structures with dry joints and prestressing tendons, that can be dismantled in various modulation grades.

The Division of Concrete Construction of iBMB at TU Braunschweig carried out several theoretical and experimental analyses regarding the structural and conceptual options of truss structures. The investigations on the production and on the load-bearing behavior of ultra-lightweight hollow concrete members with circular hollow cross-section may be mentioned as an example; they were carried out as part of the DFG priority program 1542 „Concrete Light“ [2]. Innovative reinforcement concepts – using among others, micro reinforcement grids and high strength steel – allowed the reinforcement layout for wall thickness of 2 up to 3 cm, which is the usual range of concrete cover. The use of high-strength concrete with fine aggregates provided for both high structural resistance and excellent integration of the reinforcement.

#### Summary

Although reinforced-concrete truss structures are primarily used for architecturally demanding building structures in current construction practice, there are however current

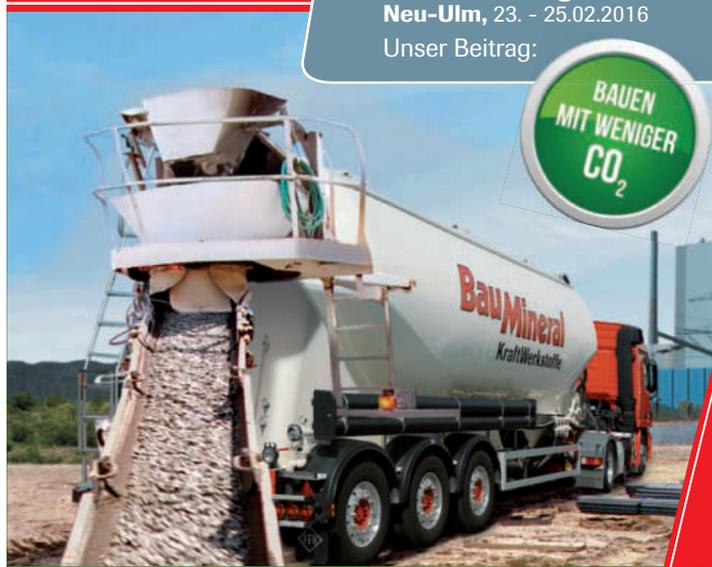
## Mitmischen, Sparen, und Klima schonen!

**60. Betontage**

Neu-Ulm, 23. - 25.02.2016

Unser Beitrag:

BAUEN  
MIT WENIGER  
CO<sub>2</sub>



#### **EFA-Füller® zur Anwendung nach dem Prinzip der gleichwertigen Betonleistungsfähigkeit:**

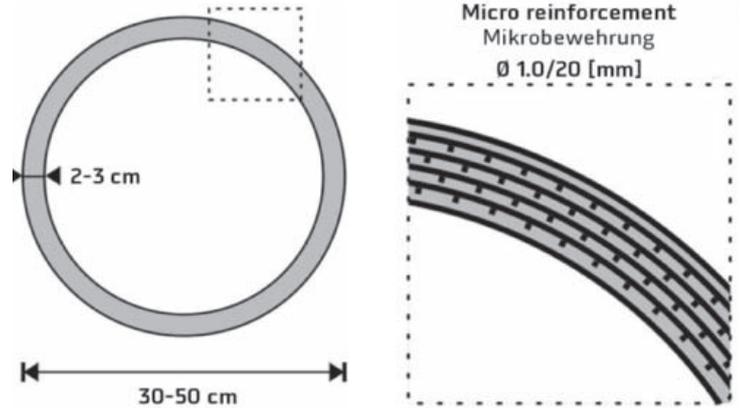
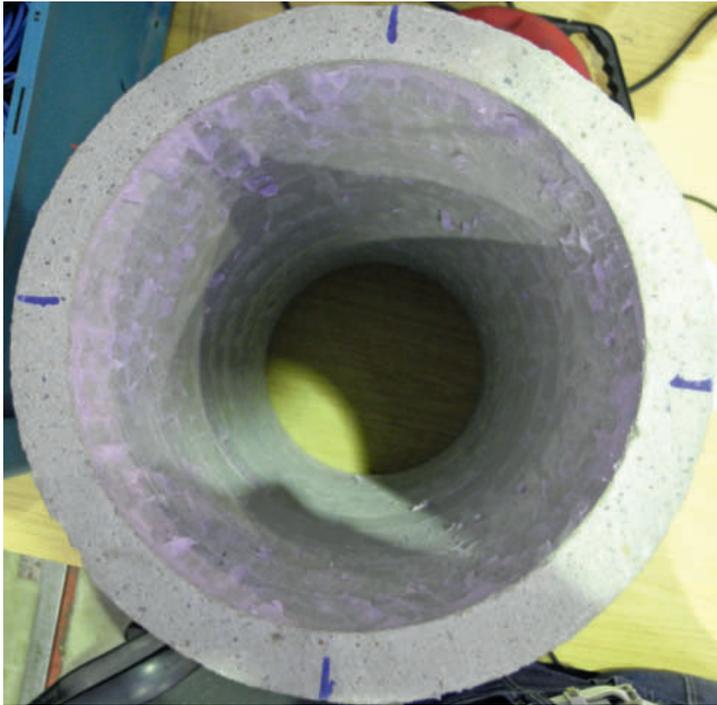
**BauMineral** sorgt seit über 25 Jahren für gesunde CO<sub>2</sub>-Bilanzen durch die Verwendung von Flugasche in der Bauindustrie – jetzt Betontechnologie ganz **NEU**:

Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung für **EFA-Füller®** zur Anwendung nach dem Prinzip der gleichwertigen Betonleistungsfähigkeit nach DIN EN 206-1 / DIN 1045-2.



### EFA-Füller®

- Bauaufsichtliche Zulassung
- CO<sub>2</sub>-Einsparung
- Gleichwertige Betonleistungsfähigkeit
- Zementeinsparung
- Ressourcenschonung
- Kostenersparnis



### Aktuelle Entwicklungen und Potenziale

Im Kontext von Themen wie „Nachhaltigkeit“ und „Ressourcenschonung“ führen Überlegungen zu leichten und formoptimierten Strukturen zwangsläufig zu aufgelösten Stabstrukturen und Fachwerken, die in Aufbau und Geometrie an die einwirkenden Beanspruchungen und vorliegenden Parameter des Tragsystems angepasst werden können. Hierbei ist die Variationsbreite für den Planer und die bauausführende Firma beträchtlich, da neben Form- und Materialoptimierung auch Herstellungs- und Montageaspekte einbezogen werden können. Über baukastenähnliche Einzelelemente lassen sich unter Verwendung von Trockenfugen und Spanngliedern auch rückbaubare Fachwerke in verschiedenen Modulierungsstufen realisieren.

Zu den strukturellen und konzeptionellen Möglichkeiten von Fachwerken wurden am iBMB, Fachgebiet Massivbau der TU Braunschweig, verschiedene theoretische und experimentelle Analysen durchgeführt. Exemplarisch können die Untersuchungen zur Herstellung und zum Tragverhalten von ultraleichten Betonhohlbauteilen mit Kreisringquerschnitt im Rahmen des DFG-Schwerpunktprogramms 1542 „Leicht Bauen mit Beton“ genannt werden [2], deren Wandstärken mit 2 bis 3 cm im Bereich der üblichen Betondeckung lagen. Die Bewehrungsführung wurde durch innovative Bewehrungskonzepte ermöglicht – unter anderem Mikrobewehrungsgitter und hochfeste Stähle. Durch den Einsatz eines hochfesten Feinkornbetons konnten sowohl hohe Tragwiderstände als auch eine sehr gute Einbindung der Bewehrung erreicht werden.



### → 2 Ultra-lightweight, thin-walled hollow concrete elements with innovative reinforcement concepts

Ultraleichte, dünnwandige Betonhohlbauteile mit innovativen Bewehrungskonzepten

developments providing new options for truss structures made of concrete. The investigations carried out at the Division of Concrete Construction of TU Braunschweig could demonstrate that the use of innovative concrete technology and reinforcement concepts enable manufacturing ultra-lightweight, thin-walled hollow concrete elements which, in combination with modern joining technology, allow for the design of lightweight, shape-optimized reinforced-concrete truss structures.

### Zusammenfassung

Obschon Stahlbetonfachwerke in der aktuellen Baupraxis vor allem bei hohem architektonischem Anspruch eingesetzt werden, ergeben sich durch aktuelle Entwicklungen neue Möglichkeiten für Stabwerkstrukturen aus Beton. Durch die Untersuchungen am Fachgebiet Massivbau der TU Braunschweig konnte gezeigt werden, dass durch den Einsatz innovativer Betontechnologien und Bewehrungskonzepte ultraleichte, stabförmige Betonhohlbauteile hergestellt werden können, die in Kombination mit modernen Füge-techniken die Konstruktion von leichten, formoptimierten Stahlbetonfachwerken ermöglichen.

### REFERENCES/LITERATUR

- [1] Busse, D.; Empelmann, M.: Stahlbetonfachwerke – ein ungenutztes Potenzial?, in: Bautechnik 91 (2012), Heft 6, S. 438 bis 447.
- [2] Busse, D.; Empelmann, M.: Tragverhalten dünnwandiger Betonhohlbauteile aus hochfestem Feinkornbeton, in: Bautechnik 92 (2014), Heft 1, S. 46 bis 56.
- [3] Stiglat, K.: Brücken am Weg. Frühe Brücken aus Eisen und Beton in Deutschland und Frankreich. Berlin, 1997.
- [4] Lewicki, E. (Hg.): Die Montagebauweise mit Stahlbetonfertigteilen im Industrie- und Wohnungsbau: II. Internationaler Kongress 1957 an der Technischen Hochschule Dresden. Berlin.
- [5] Hämmerle, M.; Braza, B.; Stutzka, C.: Die Radwegbrücke über die Alfenz. Filigrane Fachwerkstruktur in Beton, in: Zement und Beton (2012), S. 11 bis 15.



**Univ.-Prof. Dr.-Ing. Josef Hegger;** RWTH Aachen University

[heg@imb.rwth-aachen.de](mailto:heg@imb.rwth-aachen.de)

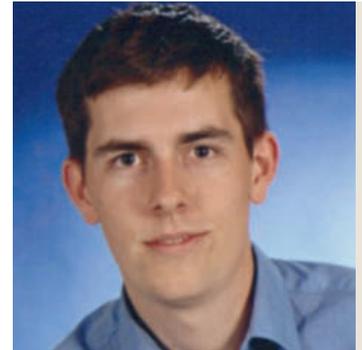
Geboren 1954; 1973 bis 1979 Studium des Bauingenieurwesens an der RWTH Aachen; 1984 Promotion an der TU Braunschweig; 1985 bis 1993 Philipp Holzmann AG, Frankfurt; seit 1993 Leiter des Lehrstuhls und Instituts für Massivbau der RWTH Aachen; seit 1994 Prüfenieur für Baustatik Fachrichtung Massivbau; seit 1997 Sachverständiger des Eisenbahnbundesamtes; seit 1998 Mitglied der Sachverständigenausschüsse für Bewehrungstechnik, Spannverfahren, Verpresspfähle und Spannbetonhohldielen und Verbundbau beim DIBT; seit 1999 Sprecher des Sonderforschungsbereichs 532 Textilbewehrter Beton; seit 2009 Obmann des Normenausschusses DIN 1045-1; seit 2012 Obmann des CEN/TC 250/SC 2/WG 1 Task Group 4 - Shear punching and torsion



**Dipl.-Ing. Stephan Geßner;** RWTH Aachen University

[sgessner@imb.rwth-aachen.de](mailto:sgessner@imb.rwth-aachen.de)

Geboren 1986; 2005 bis 2010 Studium des Bauingenieurwesens am KIT, Karlsruhe; seit 2011 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Massivbau der RWTH Aachen



## Bridges with non-metallic reinforcement International examples

## Brücken mit nichtmetallischer Bewehrung Internationale Beispiele

Over the last few years, the requirements on bridge structures have considerably increased owing to the growing traffic volume and they are due to become even more stringent in the years ahead. A not inconsiderable number of existing bridge structures will no longer be able to meet the requirements of the future traffic impact, or only to a limited extent. It has moreover become obvious that the corrosion of the steel reinforcement causes significant problems at numerous bridge structures, thus restricting the durability of the existing structures. Apart from new constructions, we therefore have to assume that an increasing number of existing bridges will be replaced. In this context, the development of new methods for the construction of sustainable bridges is a relevant topic for the economy as a whole.

Using innovative precast concrete elements can obtain particularly efficient solutions of a high quality when it comes to the construction of new bridges. Precast construction substantially shortens the construction periods and minimizes traffic disruptions. The use of non-metallic reinforcement is particularly suitable in order to increase the durability of building components. The increased durability of the structure results in lower maintenance costs and longer service life of building structure. In addition to this, the non-metallic reinforcement in comparison to reinforced-concrete components allows for reducing the required cross-section of the component, with a reduced dead weight of the structure. So far, non-metallic reinforcement is rarely used for the construction of bridges in Ger-

Die Anforderungen an Brückenbauwerke haben sich in den vergangenen Jahren infolge der steigenden Verkehrszahlen deutlich erhöht und werden sich in den nächsten Jahren weiter verschärfen. Ein nicht unerheblicher Anteil der bestehenden Brückenbauwerke wird die Anforderungen der künftigen Einwirkungen aus Verkehr nicht oder nur eingeschränkt erfüllen. Zudem hat sich gezeigt, dass die Korrosion der Stahlbewehrung bei zahlreichen Brückenbauwerken erhebliche Probleme verursacht und die Dauerhaftigkeit der Bestandsbauwerke einschränkt. Daher ist neben dem Neubau auch von einem vermehrten Ersatz bestehender Brücken auszugehen. In diesem Zusammenhang ist die Entwicklung von neuen Methoden zum Bau von nachhaltigen Brücken ein gesamtwirtschaftlich relevantes Thema.

Beim Bau von neuen Brücken können durch den Einsatz von innovativen Betonfertigteilen besonders effiziente und qualitativ hochwertige Lösungen erzielt werden. Durch die Fertigteilbauweise werden Bauzeiten erheblich verkürzt und Störungen des Verkehrs minimiert. Um die Dauerhaftigkeit der Bauteile zu erhöhen, bietet sich insbesondere der Einsatz von nichtmetallischer Bewehrung an. Durch die erhöhte Dauerhaftigkeit der Konstruktion werden geringe Erhaltungskosten und längere Bauwerkslebensdauern erreicht. Zudem erlaubt eine nichtmetallische Bewehrung die erforderlichen Bauteilquerschnitte im Vergleich zu Stahlbetonbauteilen zu verringern, sodass die Eigenlast der Konstruktion reduziert wird. In Deutschland kommen nichtmetallische Bewehrungen beim Bau

von Brücken bisher selten zum Einsatz, obwohl Lösungsansätze vorhanden wären, wie aktuelle Projekte in den USA und in Japan zeigen.

## Brücken in Deutschland

In Deutschland wurden bisher vier Fußgängerbrücken mit nicht-metallischer Bewehrung in Lautlingen [1], Ebingen, Oschatz und Kempten [2] realisiert. Während die Brücken in Lautlingen und Kempten mit Stahllitzen vorgespannt sind, wurde in Ebingen erstmals vollkommen auf die Verwendung von Stahl verzichtet. Straßenbrücken mit nichtmetallischer Bewehrung wurden in Deutschland bisher nicht realisiert.

## Straßenbrücken in den USA

In den vergangenen Jahren wurden in den USA mehrere Straßenbrücken mit Carbonbewehrung gebaut [3]. Grundsätzlich bestehen die Brücken aus einfeldrigen Fertigteilträgern. Bei den realisierten Projekten wurden verschiedene Bauteilquerschnitte verwendet sowie Vorspannung mit sofortigem, als auch mit nachträglichem Verbund eingesetzt. Die erste Brücke, bei der ausschließlich Carbonbewehrung und Carbonspannglieder verwendet wurden, ist die Bridge Street Bridge in Southfield, Michigan, die 2001 fertiggestellt wurde [4]. Um Langzeituntersuchungen des Tragverhaltens zu ermöglichen, wurde die Brücke bereits in der Bauphase mit Messtechnik ausgestattet. Die Messungen sollen bis 2020 fortgeführt werden und haben die Zuverlässigkeit der Konstruktion unter Realbedingungen bewiesen.

## Große Straßenbrücken in Japan

In Japan wurde mit der „Butterfly Web Bridge“ ein neuartiges Brückendesign entwickelt und mit dem Bau mehrerer großen Straßenbrücken realisiert [5, 6]. Die Butterfly Web Bridges sind mehrfeldrige Straßenbrücken mit Spannweiten von bis zu 100 m, welche mit einem Hohlkastenquerschnitt ausgeführt werden. Bei der Entwicklung des Brückendesigns wurde besonderer Wert auf die Dauerhaftigkeit gelegt, weshalb der Einsatz von Stahl auf ein Minimum reduziert wurde. Als Weiterentwicklung wird aktuell die „Dura-Bridge“ entwickelt, bei der vollkommen auf den Einsatz von Stahl verzichtet werden soll [7].

Bei den Butterfly Web Bridges wird ein innovatives Fertigteilkonzept verwendet, bei dem die Hohlkastenquerschnitte aus mehreren Fertigteilen zusammengesetzt werden. Ein besonderes Highlight sind die schmetterlingsförmigen Stegelemente (**Abb. 1**), nach welchen das Brückendesign benannt ist. Die vorgefertigten Stegelemente werden aus hochfestem Faserbeton hergestellt und mit Vorspannung mit sofortigem Verbund vorgespannt.

## Zusammenfassung

Die Projekte sind eine Inspiration für den Einsatz von nichtmetallischer Bewehrung in Brücken und geben Anreize zur Weiterentwicklung der bestehenden Methoden und Technologien im Brückenbau.



# Make it Strong!

- Höhere Qualität in kürzerer Zeit  
Higher Product Quality in Shorter Time
- mögliche Zementeinsparung  
Possibility of Cemet Savings
- Amortisation in 1-2 Jahren  
Payback in 1-2 years
- Steigerung der Produktion  
Higher Production Output



 **CURETEC**  
Experts in Concrete Curing

CureTec Energietechnik GmbH & Co. KG  
Lehmkuhlen 13 D - 49757 Vrees / Germany  
Fon +49 (0) 4479 / 9390-600 · Fax +49 (0) 4479 / 9390-620

[www.curetec.biz](http://www.curetec.biz)

many, although there would be approaches available, as current projects in the U.S.A and Japan demonstrate.

#### Bridges in Germany

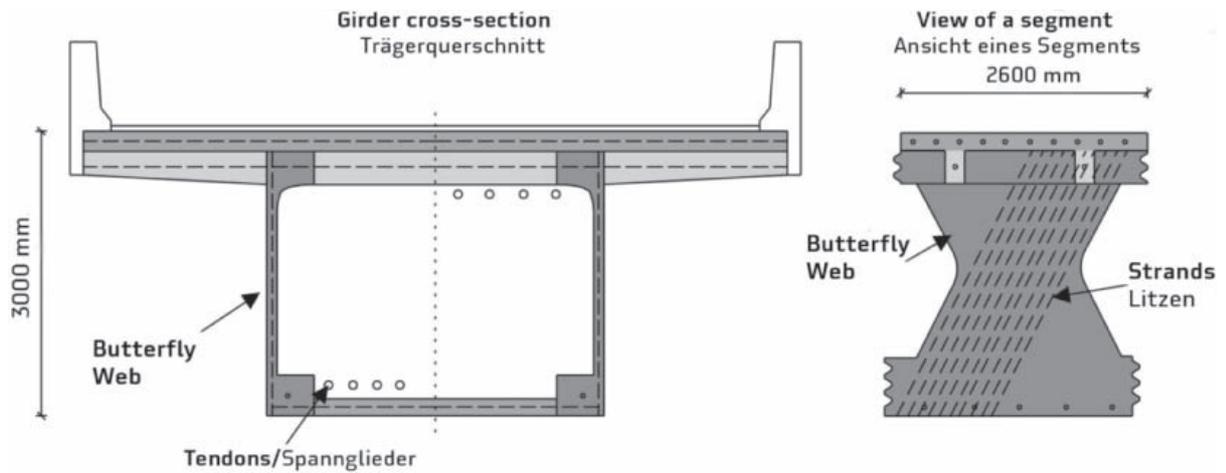
In Germany four pedestrian bridges were realized with non-metallic reinforcement in Lautlingen [1], Ebingen, Oschatz and Kempten [2] up to now. Whereas the bridges in Lautlingen and Kempten are prestressed by means of steel strands, in Ebingen steel was completely eliminated for the first time. However, road bridges with non-metallic reinforcement have not been realized in Germany by now.

#### Road bridges in the U.S.A.

In the last few years, several road bridges have been constructed using carbon fiber reinforcement in the U.S.A. [3]. In principle, the bridges consist of precast single-span girders. Components with different cross-sections were used for the projects realized and prestressing with immediate as well as with subsequent bonding. The first bridge exclusively using carbon fiber reinforcement and carbon fiber tendons was the Bridge Street Bridge in Southfield, Michigan, which was completed in 2001 [4]. In order to enable long-term investigation on the structural behavior, the bridge was equipped with measurement instrumentation already in the construction phase. Measurements will be continued until 2020 and have already proven the reliability of the structure under real-life conditions.

#### Large road bridges in Japan

In Japan, a new type of bridge design was developed with the "Butterfly Web Bridge", that was implemented in the construction of several large road bridges [5, 6]. The Butterfly Web Bridges are multiple-span road bridges with spans of up to 100 m, which are designed with a hollow box cross-section. In the development of the bridge design, special emphasis was placed on the durability, wherefore the use of steel was reduced to a minimum. As a further development of this type, the "Dura Bridge" is currently being developed, with completely preventing the use of steel [7].



→ 1 Butterfly Web Bridge: cross-section (left) and frontal view (right) [6]  
Butterfly Web Bridge: Querschnitt (links) und Ansicht (rechts) [6]

An innovative concept of precast concrete elements is used for the Butterfly Web Bridges, using hollow box cross-sections that consist of several assembled precast concrete parts. Special highlights are the butterfly-shaped web panels (Fig. 1), after which the bridge design is named. The precast web panels are made of high-strength fiber-reinforced concrete using prestressing with immediate bonding.

#### Summary

The projects inspire the use of non-metallic reinforcement in bridge design and provide incentives for further developing the existing methods and technologies available in bridge construction.

#### REFERENCES/LITERATUR

- [1] Kulas, C.; Goralski, C.: Die weltweit längste Textilbetonbrücke Herrn Professor Dr.-Ing. Josef Hegger zu seinem 60. Geburtstag gewidmet – Technische Details und Praxiserfahrungen. In: Beton- und Stahlbetonbau 109 (2014), Heft 11, S. 812-817.
- [2] Michler, H.: Segmentbrücke aus textilbewehrtem Beton - Rottachsteg Kempten im Allgäu. In: Beton- und Stahlbetonbau 108 (2013), Heft 5, S. 325-334.
- [3] Detwiler, R.: Innovating Step by Step Deploying Carbon-Fiber-Reinforced Polymer Composites in Precast, Prestressed Concrete Bridges. In: PCI Journal, V. 57, Issue 2 (2012), S. 41-45.
- [4] Grace, N.; Navarre, F.; Nacey, R.; Bonus, W.; Collavino, L.: Design-Construction of Bridge Street Bridge – First CFRP Bridge in the United States 2002. In: PCI Journal, V. 47, No. 5 (September-October), S. 20-35.
- [5] Ashizuka, K.; Miyamoto, K.; Kata, K.; Kasuga, A.: Construction of a Butterfly Web Bridge. In: Journal of Civil Engineering and Architecture, Nov. 2014, Volume 8, No. 11, S. 1453-1456.
- [6] Homma, A.; Kojima, T.; Kasuga, A.; Nakatsumi, K.: Design and Construction of Okegawa Viaduct which has precast segmental U-shaped Butterfly Web Girders. In: Concrete - Innovation and Design, fib Symposium, Copenhagen May 18-20, 2015.
- [7] Fukunaga, Y.; Ohshiro, T.; Matsui, T.; Kasuga, A.; Asai, H.; Nagamoto, N.: Development of Non-Metal Bridge Contributed High Durability. In: IABSE Conference 2015 – Elegance in Structure, Report.

**WISSENSVORSPRUNG SEIT 60 JAHREN**  
AT THE FOREFRONT OF KNOWLEDGE FOR 60 YEARS

23. - 25.02.2016, NEU-ULM  
WWW.BETONTAGE.DE



**MODERATION**

**Dipl.-Kfm. Florian Klostermann;** Betonverband Straße, Landschaft, Garten, Bonn  
**CBR@klostermann-beton.de**

Geboren 1979; Duales Studium der Betriebswirtschaftslehre mit dem Schwerpunkt „mittelständische Wirtschaft“ an der Fachhochschule der Wirtschaft (FHDW) in Hannover; Praktikum und Traineeprogramm bei DaimlerChrysler Financial Services, Farmington Hills und Mercedes Benz Credit, Costa Mesa (beide USA); 2005 Special Projects Manager beim Pflastersteinhersteller Navastone Inc., Cambridge, Kanada; 2007 Einstieg bei der Heinrich Klostermann GmbH & Co. KG in Coesfeld; seit 2008 Vertriebsleiter bei der Heinrich Klostermann GmbH & Co. KG, Coesfeld; seit 2009 alleinvertretungsberechtigter Geschäftsführer der Heinrich Klostermann GmbH & Co. KG, Coesfeld; seit 2015 Vorsitzender des Betonverbandes Straße, Landschaft, Garten, Bonn

**Day 1: Tuesday, 23<sup>rd</sup> February 2016**

**Tag 1: Dienstag, 23. Februar 2016**

**Road, landscape and garden construction**

**Straßen-, Landschafts- und Gartenbau**

**Page**  
**Seite**

**Title**  
**Titel**

- 28 **Manufacturer's liability for any costs relating to installation and dismantling of concrete products?  
Current and proposed legal situation**  
Herstellerhaftung für Ein- und Ausbaurkosten von Betonwaren? Aktuelle und geplante Rechtslage  
Wolf Müller
- 30 **Freeze-thaw resistance of precast products – current results from laboratory tests and real-life behavior**  
Frost-Tausalz-Widerstand von Betonwaren – aktuelle Ergebnisse aus Laborprüfverfahren und aus der praktischen Anwendung  
Dipl.-Ing. Patrick Schäffel
- 32 **Block pavements in underground car parks, on parking decks and driveways – Durability requirements for substructures**  
Pflasterflächen in Tiefgaragen, Parkdecks und Zufahrten – Anforderungen an die Dauerhaftigkeit des Unterbaus  
Dipl.-Ing. Andreas Meier
- 34 **FGSV paper „Concrete block pavements as a measure to reduce environmental impact“**  
Das FGSV-Papier „Betonpflasterbauweisen als Maßnahme zur Reduzierung von Umweltwirkungen“  
Dipl.-Ing. Dietmar Ulonska
- 36 **Edge strength of concrete products – hot to prevent and assess defects?**  
Kantenfestigkeit von Betonwaren – wie sind Schäden zu vermeiden/zu bewerten?  
Dr. rer. nat. Karl-Uwe Voß
- 39 **Protection of concrete products to prevent efflorescence – influence of processes, raw materials, additives, curing conditions, securing of product layers, and weather protection**  
Schutz von Betonergebnissen zur Verhinderung von Ausblühungen – Einfluss von Prozessen, Rohstoffen, Zusatzmitteln, Härtingsbedingungen, Lagensicherung und Wetterschutz  
Dr. rer. nat. Andreas Schrell



Fotos: © Stefan Müller

## NS-Dokumentationszentrum, München

Architekturbeton mit Dyckerhoff WEISS

Dyckerhoff WEISS – Der Ästhet unter den Zementen  
[www.dyckerhoff-weiss.com](http://www.dyckerhoff-weiss.com)

**BUZZ** Dyckerhoff  
WEISS



**Wolf-Dieter Müller;** Bundesverband Baustoffe - Steine und Erden, Berlin

[w.mueller@bvbaustoffe.de](mailto:w.mueller@bvbaustoffe.de)

Geboren 1961; 1980 bis 1986 Studium der Rechtswissenschaften an der Universität Passau (Abschluss mit der Ersten Juristischen Staatsprüfung); 1989 bis 1991 Freier Mitarbeiter in der Rechtsanwaltskanzlei Otto Schlattl in Hutthurm, Beratungstätigkeit für den Kommunalen Abfallentsorgungsverband Saar in Saarbrücken; 1991 Assistent der Geschäftsführung der Fahrzeugbau Haller GmbH in Stuttgart; 1991 bis 2000 Syndicus beim Bundesverband der Deutschen Kalkindustrie e.V. in Köln, Tätigkeitsschwerpunkte: Umweltrecht, Sozial- und Tarifpolitik; 1993 bis 1999 Lehrbeauftragter der Rheinischen Fachhochschule Köln im Fachbereich Umweltschutzfachingenieur; seit 2000 Geschäftsführer beim Bundesverband Baustoffe, Steine und Erden e.V. in Berlin, Verantwortungsbereiche: Recht und Sozialpolitik

## Manufacturer's liability for any costs relating to installation and dismantling of concrete products?

### Current and proposed legal situation

## Herstellerhaftung für Ein- und Ausbaurkosten von Betonwaren?

### Aktuelle und geplante Rechtslage

Legally, building materials are defined as "construction products". This includes all materials which are used for the construction of building structures - i.e. also concrete products. Apart from design deficiencies and poor quality workmanship, construction products carry a risk potential as far as structural defects or damages are concerned. Therefore, there is the urgent question, who is liable for structural defects and damages which are the result of defective construction products.

As a basic rule, the building contractor is liable because the procurement of building materials is a typical task of the building contractor. However, a shift of liability to the client is also possible under certain conditions, for instance, if he procures the building material himself or if he expressly requests otherwise as proposed by the building contractor. A shift of liability to the planner is also possible; this, however, requires taking a lot of individual cases into account, for example, whether the planner is only the subagent of the building constructor or the client. In addition, the supplier and the manufacturer of the building materials may come into consideration as liable party.

According to the previous legal situation, the scope of liability did not include the responsibility for costs relating to installation or dismantling within the framework of remedial action of a B2B transaction. The recourse to the manufacturer or supplier of building materials was not simply possible either. This implies that the liability applied to supplying a new flawless item.

The ECJ judgment dated 16.07.2011 and German Federal Court of Justice (BGH) judgment dated 21.11.2011 have changed this legal conception to the effect that the seller has to bear all costs relating to dismantling of a defective item as well as the reassembly of a flawless item. This applies irrespective of whether the seller was obliged to the initial assembly at all. The EJU justifies this with the fact that the defect of the product shall not result in any disadvantages for the consumer, which he, however, would have if he would have to bear the costs for dismantling and assembly.

Baustoffe werden gesetzlich als „Bauprodukt“ definiert. Gemeint sind damit alle Werkstoffe, die zum Errichten von Bauwerken genutzt werden, also auch Betonwaren. Neben Bauplanungs- und Ausführungsfehlern bergen Bauprodukte ein Risikopotenzial, was Baumängel oder -schäden anbelangt. Daher ist die Frage virulent, wer für Mängel und Schäden am Bau haftet, die auf mangelhafte Bauprodukte zurückzuführen sind.

Grundsätzlich gilt, dass der Bauunternehmer haftet, denn die Beschaffung der Baustoffe ist die typische Aufgabe des Bauunternehmers. Allerdings ist unter bestimmten Voraussetzungen auch eine Haftungsverlagerung auf den Bauherren möglich, zum Beispiel wenn dieser den Baustoff selbst besorgt, oder ausdrücklich etwas anderes wünscht, als der Bauunternehmer vorschlägt. Denkbar ist auch eine Haftungsverlagerung auf den Planer, wobei aber viele Einzelfälle zu beachten sind, beispielsweise ob der Planer nur Erfüllungsgehilfe des Bauunternehmers oder des Bauherren ist. Weiterhin kommen als Haftende noch der Baustofflieferant und der Hersteller des Baustoffes in Betracht.

Nach der bisherigen Rechtslage war dabei das „Einstehen müssen“ für die Aus- und Einbaukosten im Rahmen der Mängelbeseitigung im B2B-Geschäft nicht vom Haftungsumfang erfasst. Auch ein Durchgriff auf den Baustoffhersteller oder -händler war nicht ohne weiteres möglich. Das heißt, die Haftung bezog sich auf die Lieferung einer neuen mangelfreien Sache.

Diese Rechtsauffassung ist durch das Urteil des EuGH vom 16.07.2011 und des BGH vom 21.11.2011 dahingehend verändert worden, dass der Verkäufer sämtliche Kosten für den Ausbau der mangelhaften Sache sowie den Neueinbau einer mangelfreien Sache zu tragen hat. Dies gilt unabhängig davon, ob der Verkäufer überhaupt zur Erstmontage verpflichtet war. Der EuGH begründet dies damit, dass der Verbraucher durch den Mangel des Produktes keine Nachteile erleiden dürfe, was aber der Fall wäre, wenn er die Kosten des Aus- und Einbaus tragen müsste.



At present, this judgment only applies if a consumer is involved in the business. If, however, buyer and seller are businessmen and the transaction is a commercial transaction for both of them, then only the damage caused by defects has to be compensated according to a decision by the BGH dated 17.10.2012.

This shall be changed by the present draft bill regarding an amendment of the liability for defects under sale of goods law. Because the coalition fractions have pledged themselves in the coalition agreement "to provide for the fact that craftsmen and other businessmen will not be generally saddled with the subsequent costs relating to product defects, which the supplier or manufacturer are responsible for".

This means, in the conception of the legislature, that the manufacturer of building materials shall also be liable for costs in relation to dismantling and assembly and even then if the purchased item was altered. Consequently, the liability is quite far reaching, requiring paying particular attention to how to limit this liability.

Therefore, it has to be checked whether the building product was actually defective, whether it was used in building according to its nature and corresponding to its intended use, whether the buyer had known about the defect, whether the defect in question was already present when being supplied by the manufacturer to the building materials trade, whether the obligations to complaint were observed and documented according to commercial law.

It has to remain open, if the so far existing system based on fairness in trade will be continued in the context of the contemplated, new regulations, just as the question of how the hope of the coalition parties not having the craftsmen generally born the costs resulting from product defects which the supplier or manufacturer are responsible for will be met by the amendment of the warranty law. It will be more likely that the costs relating to expertise will increase, because only 6% of defects in construction are attributable to a product defect, according to a liability insurer for construction projects.

Diese Rechtsprechung findet zurzeit nur Anwendung, wenn ein Verbraucher an dem Geschäft beteiligt ist. Sind Käufer und Verkäufer jedoch Kaufleute und das Geschäft ist für beide ein Handelsgeschäft, so gilt nach einer Entscheidung des BGH vom 17.10.2012, dass nur der Mangelschaden zu ersetzen ist.

Durch den vorliegenden Referentenentwurf zur Änderung der kaufrechtlichen Mängelhaftung soll dies geändert werden. Denn die Koalitionsfraktionen haben sich im Koalitionsvertrag dazu verpflichtet, „im Gewährleistungsrecht dafür zu sorgen, dass Handwerker und andere Unternehmer nicht pauschal auf den Folgekosten von Produktmängeln sitzen bleiben, die der Lieferant oder Hersteller zu verantworten hat“.

Das heißt, nach der Vorstellung des Gesetzgebers, soll auch der Baustoffhersteller für die Aus- und Einbaukosten haften und dies selbst dann, wenn die Kaufsache verändert wurde. Die Haftung ist damit sehr weitgehend, so dass ein besonderes Augenmerk darauf zu richten ist, wie diese Haftung begrenzt werden kann.

Dies bedeutet, es ist zu prüfen, ob das Bauprodukt tatsächlich mangelhaft war, ob es gemäß seiner Art und seinem Verwendungszweck entsprechend verbaut wurde, ob der Käufer Kenntnis vom Mangel hatte, ob der Mangel schon vorhanden war, als der Hersteller an den Baustoffhandel geliefert hat, ob die handelsrechtlichen Rügeobligationen beachtet und dokumentiert wurden.

Ob aber im Lichte der angedachten, neuen Regelungen das bisher bestehende, auf Kulanz basierende System fortgeführt wird, muss offen bleiben, ebenso wie die Hoffnung der Koalitionäre, durch die Neuregelung des Gewährleistungsrechtes Handwerker nicht pauschal auf den Folgekosten von Produktmängeln sitzen zu lassen, die der Lieferant oder Hersteller zu verantworten hat. Wahrscheinlicher ist, da nur 6% der Mängel am Bau laut einem Bauhaftpflichtversicherer auf einen Produktmangel zurückzuführen sind, dass die Kosten für Gutachten steigen werden.

**RIB SAA**  
Smart Production  
in Precast Concrete  
Plants



Success by  
**Innovation**


**Dr.-Ing. Patrick Schäffel**; VDZ, Düsseldorf

[patrick.schaeffel@vdz-online.de](mailto:patrick.schaeffel@vdz-online.de)

Studium des Bauingenieurwesens an der Bauhaus-Universität Weimar mit der Fachrichtung „Baustoffe und Sanierung“; ab 2003 Stipendiat der Gerd-Wischers-Stiftung im Verein Deutscher Zementwerke e.V. mit dem Schwerpunkt der Wirkungsweise schwindreduzierender Zusatzmittel; 2009 Promotion an der Bauhaus-Universität Weimar; seit 2007 wissenschaftlicher Mitarbeiter im Forschungsinstitut der Zementindustrie (FIZ), Düsseldorf, in der Abteilung Betontechnik, seit 2010 als Oberingenieur; Arbeitsschwerpunkte: Betontechnologie, insbesondere Wirkungsmechanismen von Betonzusatzmitteln, Zementen mit mehreren Hauptbestandteilen und Dauerhaftigkeit von Beton

## Determining freeze-thaw resistance of precast products for road pavements under real-life conditions

### Transferability of laboratory test results

## Bestimmung des Frost-Tausalz-Widerstandes von vorgefertigten Straßenbauerzeugnissen unter praxisnahen Verhältnissen

### Übertragbarkeit von Ergebnissen aus Laborprüfverfahren

Since February 2005, the freeze-thaw resistance of concrete pavers had to be determined in the modified slab test in accordance with DIN EN 1338. Some clients favor the CDF method even though there are some discrepancies between laboratory test results and the real-life behavior of installed pavers. For instance, there were some isolated cases in which the facing layer of installed double-layer concrete pavers detached from the core after only a few winter seasons despite the fact that these products had previously passed the CDF tests at the laboratory (**Fig. 1**). Research project No. 17996 N jointly initiated by the Research Institute of the Cement Industry (VDZ) and the University of Kassel and funded by the AiF is to establish a basis for assessing freeze-thaw resistance tests of concrete pavers produced from low-slump mixes. Proposals for tests under real-life conditions will be drafted depending on the outcomes.

In the first step, climate data supplied by Deutscher Wetterdienst (German Meteorological Service) for three representative locations in frost impact zones 1 to 3 according to RStO (German Guidelines for the Standardization of Road Surface Structures of Traffic Infrastructures) were analyzed. This information provided the basis for determining the temperature curve and amount of precipitation in a climate simulation and for applying de-icing agents to concrete pavers at the laboratory scale. In the climate simulation, temperature, precipitation events and de-icing salt alternately impact real-life concrete paver surfaces of about 1 m<sup>2</sup> in a freeze chamber and in a climate storage room. 21 freeze-thaw cycles between -6 °C and +10 °C affect the paver surfaces per week. They are subjected to a precipitation rate of 1 l/m<sup>2</sup> five times per week, and a de-icing salt amount of about 130 g/m<sup>2</sup> is applied to the pavers twice a week. The correlation between the scaling behavior of concrete pavers in standardized laboratory tests and the scaling behavior of concrete paver surfaces in the climate simulation is evaluated (**Fig. 2**).

Seit Februar 2005 muss der Frost-Tausalz-Widerstand von Betonpflastersteinen mit dem modifizierten Slab-Test gemäß DIN EN 1338 geprüft werden. Von manchen Auftraggebern wird das CDF-Verfahren favorisiert, auch wenn es zum Teil Diskrepanzen zwischen Laborprüfergebnissen und dem Praxisverhalten verlegter Steine gibt. So löste sich vereinzelt der Vorsatz verlegter zweischichtiger Betonpflastersteine nach wenigen Wintern vom Kernbeton – trotz bestandener Laborprüfung mit dem CDF-Verfahren (**Abb. 1**). Mit dem von der AiF geförderten gemeinschaftlichen Forschungsvorhaben Nr. 17996 N des VDZ und der Universität Kassel soll ein Bewertungshintergrund für die Prüfung des Frost-Tausalz-Widerstands von erdfeucht hergestellten Betonpflastersteinen geschaffen werden. In Abhängigkeit von den Ergebnissen werden Vorschläge für die realitätsnahe Prüfung erarbeitet.

Zunächst wurden Klimadaten des Deutschen Wetterdienstes (DWD) von drei beispielhaften Orten der Frosteinwirkungszonen 1 bis 3 nach RStO analysiert. Sie bildeten die Grundlage für den Temperaturverlauf und die Berechnungsmenge in einer Klimasimulation sowie eine entsprechende Anwendung von Taumitteln im Labormaßstab, der Betonpflastersteine unterzogen wurden. Bei dieser Klimasimulation wirken Temperatur, Regenereignisse und Tausalz in einer Frostkammer und einem Klimaraum alternierend auf rund 1 m<sup>2</sup> große, realitätsnahe Betonpflastersteinflächen ein. Pro Woche wirken 21 Frost-Tau-Wechsel zwischen -6 °C und +10 °C auf die Betonsteinflächen ein. Die Berechnung mit 1 l/m<sup>2</sup> erfolgt fünf Mal je Woche, und die Tausalzbeaufschlagung mit rund 130 g/m<sup>2</sup> erfolgt zwei Mal pro Woche. Die Korrelation zwischen dem Abwitterungsverhalten der Betonpflastersteine in den genormten Laborprüfverfahren und dem Abwitterungsverhalten von Betonpflastersteinflächen in der Klimasimulation wird untersucht (**Abb. 2**).

In die Untersuchungen werden insgesamt sechs Pflastersteinsorten mit verschiedener Güte hinsichtlich des Frost-Tausalz-Widerstands

Tests are carried out for six types of pavers with varying degrees of freeze-thaw resistance. The pavers whose freeze-thaw resistance in the climate simulation is correlated with their corresponding behavior in the laboratory freeze-thaw tests were selected based on systematic measurements of bulk density, face concrete water absorption, and splitting tensile strength and compressive strength as the mechanical characteristics of the material. In current tests, pavers did not reveal any significant difference in surface scaling after about 600 freeze-thaw cycles and about 140 precipitation and de-icing salt exposure cycles. In isolated cases, de-icing salt deposits became visible on the paver surface. Continuous weighing of the areas shows that paver surfaces are saturated with water (due to the simulated precipitation events) and/or de-icing salt solution after about 400 freeze-thaw cycles.

Simultaneously with paver surface testing, freeze-thaw resistance was determined using the CDF method in accordance with DIN CEN/TS 12390-9 and the modified slab test according to DIN EN 1338. Depending on the quality of the pavers, the amount of surface scaling measured in the CDF tests varied between  $50 \text{ g/m}^2$  and  $170 \text{ g/m}^2$  after 28 freeze-thaw cycles. The BAW Code of Practice on "Freeze-Thaw Tests of Concrete" defines an acceptance criterion of  $1,500 \text{ g/m}^2$  for concrete intended for use in water engineering structures. After 28 freeze-thaw cycles, scaling determined in the modified slab test amounted to a maximum of about  $30 \text{ g/m}^2$ , depending on paver quality. DIN EN 1338 specifies an acceptance criterion of  $1,000 \text{ g/m}^2$ . At the current stage, the research project thus proves that tested pavers showed no significant amount of surface scaling both in the climate simulation and in the laboratory-scale freeze-thaw tests.

In a monitoring process, temperature and moisture parameters are recorded on concrete paver surfaces in frost impact zones one to three to systematically determine the influence of temperature and moisture on concrete pavers under real-life conditions.



→ 2 Laboratory-scale concrete pavement  
Labormaßstäbliches Betonpflaster



→ 1 Partially scaled facing layer of a concrete paver  
Teilweise abgewitterter Vorsatzbeton von Betonpflaster

einbezogen. Die Auswahl der Steine, deren Frost-Tausalz-Widerstand in der Klimasimulation und in den Frost-Labor-Prüfverfahren korreliert werden soll, erfolgte jeweils anhand von systematischen Untersuchungen der Rohdichte, der Wasseraufnahme des Vorsatzbetons sowie der mechanischen Eigenschaften Spaltzugfestigkeit und

Druckfestigkeit. In den laufenden Untersuchungen weisen die Pflastersteine nach nunmehr rund 600 Frost-Tau-Zyklen mit rund 140 Mal Beregnung und Tausalzbeaufschlagung noch keine signifikant unterschiedlichen Abwitterungserscheinungen an ihrer Oberfläche auf. Vereinzelt kam es zu visuell erkennbaren Anreicherungen des Tausalzes an der Steinoberfläche. Eine kontinuierliche Wägung der Flächen zeigt, dass die Betonpflasterflächen nach rund 400 Frost-Tau-Wechseln infolge der simulierten Regenereignisse mit Wasser und/oder Tausalzlösung gesättigt sind.

Parallel zu der Untersuchung der Steinflächen wurde der Frost-Tausalz-Widerstand mit dem CDF-Verfahren nach DIN CEN/TS 12390-9 und dem modifizierten Slab-Test nach DIN EN 1338 untersucht. Die mit dem CDF-Verfahren ermittelte Abwitterungsmenge beträgt je nach Betonsteingüte zwischen  $50 \text{ g/m}^2$  und  $170 \text{ g/m}^2$  nach 28 Frost-Tau-Wechseln. Das Abnahmekriterium für Beton, der für Wasserbauwerke eingesetzt werden soll, liegt gemäß BAW-Merkblatt „Frostprüfung von Beton“ bei  $1.500 \text{ g/m}^2$ . Die mit dem modifizierten Slab-Test ermittelte Abwitterungsmenge beträgt nach 28 Frost-Tau-Wechseln je nach Steingüte

maximal rund  $30 \text{ g/m}^2$ . Das Abnahmekriterium wird in DIN EN 1338 mit  $1.000 \text{ g/m}^2$  angegeben. Somit weisen die untersuchten Steine nach derzeitigem Stand des Forschungsvorhabens weder in der Klimasimulation noch in den Laborfrostprüfverfahren signifikante Abwitterungsmengen auf.

Im Rahmen eines Monitorings werden in den Frosteinwirkungszonen 1–3 an Betonpflastersteinflächen Temperatur und Feuchtegehalt aufgezeichnet, um systematisch zu ermitteln, welchem Temperatur- und Feuchteinfluss Betonpflastersteine in der Praxis unterliegen.

Figure: Torsten Braun, Uni Kassel

Figure: VDZ



Dipl.-Ing. Andreas Meier, Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein, Berlin

[a.meier@betonverein.de](mailto:a.meier@betonverein.de)

Geboren 1969; 1990 bis 1995 Studium des Bauingenieurwesens an der TU München; 1995 bis 2004 Ingenieurbüro Thoerig, München; 2005 bis 2006 Ingenieurbüro Geissler, Pullach, jeweils als leitender Angestellter/Projektleiter in der bauaufsichtlichen Prüfung beziehungsweise Planung sowie Gutachtenerstellung im statisch-konstruktiven Bereich; seit 2005 von der Industrie und Handelskammer für München und Oberbayern öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Beton- und Stahlbetonbau; seit 2006 Bauberater Gebiet Süd beim Deutschen Beton- und Bautechnik-Verein E.V.; seit 2007 Erweiterte betontechnologische Ausbildung (E-Schein)

## Block pavements in underground car parks, on parking decks and driveways

### Durability requirements for substructures

## Pflasterflächen in Tiefgaragen, Parkdecks und Zufahrten

### Anforderungen an die Dauerhaftigkeit des Unterbaus

Non-structural pavements can also be used to create paved parking areas directly on the ground in parking facilities or on parking decks, in underground car parks or on driveways, provided the structure can be supported on independent strip foundations or footings in the absence of pressing groundwater. This design is becoming increasingly popular because it eliminates the need for vehicle-accessed parking areas to comply with the demanding specifications of exposure class XD3 with “additional measure” according to footnote b) in Table 4.1 contained in [1]. Such non-structural pavements in parking areas include concrete blocks but also non-reinforced or structurally reinforced concrete slabs, which may also be laid onto load-bearing reinforced-concrete components as a pure pavement for vehicular traffic.

However, non-structural pavements in parking areas are more or less permeable to water containing chloride from de-icing salt deposits due to vehicle traffic because they include open joints or separating cracks. This is why chlorides can accumulate underneath the pavement and may create, in the presence of moisture, a corrosive environment for the reinforcement embedded in both foundations below the pavement and vertical elements.

For this reason, the focus is increasingly on foundations and reinforced-concrete components (such as walls, columns and slabs) located underneath these parking areas through which chloride-containing water can penetrate in order to ensure that these elements provide long-term structural stability.

Worked examples to estimate potential infiltration periods are described in [2]. The resulting times of up to six minutes reveal that there is sufficient time for water, even in the case of block pavements, to spread across the surface (Fig. 1) and, consequently, to flow towards vertical elements if no gradient is included in the design. This effect may be supported by capillary forces that act in the pavement joints, even against any existing gradient direction. Integrating edge pavers in the design is one example of reliably preventing chloride-containing water from flowing on the vertical element in downward direction and immediately accumulating in close proximity to vulner-

Die Ausbildung von Parkflächen in Parkhäusern beziehungsweise -decks, Tiefgaragen und Zufahrten direkt auf dem Baugrund kann auch mit nichttragenden Parkflächenböden erfolgen, wenn die Gründung des Bauwerks auf unabhängigen Streifen- beziehungsweise Einzelfundamenten möglich ist und kein drückendes Grundwasser ansteht. Diese Ausführungsart erfreut sich zunehmender Verbreitung, da die hohen Anforderungen aus der Expositionsklasse XD3 mit „zusätzlicher Maßnahme“ nach Fußnote b) in Tabelle 4.1 von [1] dann für die befahrene Parkfläche nicht erforderlich sind. Zu diesen nichttragenden Parkflächen gehören neben Pflasterbelägen auch unbewehrte beziehungsweise nur konstruktiv bewehrte Betonplatten, die alle unter Umständen aber auch als reiner Fahrbelag auf tragenden Stahlbetonbauteilen angeordnet werden.

Nichttragende Parkflächen sind aber für chloridhaltige Wässer mit Tausalzbelastung aus Verkehr mehr oder weniger durchlässig, da sie offene Fugen oder gegebenenfalls Trennrisse aufweisen. Deshalb können sich in der darunterliegenden Ebene Chloride ansammeln, die zusammen mit Feuchtigkeit eine korrosionsfördernde Umgebung für die Bewehrung in den unter den Fahrflächen befindlichen sowie in aufgehenden Bauteilen nach sich ziehen können.

In den Fokus rücken daher insbesondere unterhalb dieser für chloridhaltige Wässer durchlässigen Parkflächen liegende Fundamente und Stahlbetonbauteile (Wände, Stützen, aber auch ggf. Platten), deren Dauerhaftigkeit als tragende Bauteile sicherzustellen ist.

Beispielrechnungen zur Abschätzung möglicher Versickerungszeiträume sind in [2] beschrieben. Anhand der sich ergebenden Zeiträume bis zu sechs Minuten wird deutlich, dass das Wasser auch bei Pflasterflächen Zeit hat, um sich auf der Fläche zu verteilen (Abb. 1) und somit auch – sofern kein entsprechendes Gefälle vorhanden ist – unplanmäßig zu aufgehenden Bauteilen zu fließen. Dieser Effekt kann durch Kapillarkräfte in den Pflasterfugen sogar entgegen einer Gefällrichtung unterstützt werden. Durch die Anordnung von Randsteinen beispielsweise könnte hier sicher verhindert werden, dass chloridhaltiges Wasser direkt am aufgehenden Bauteil nach unten abläuft und sich somit sofort in der Nähe besonders anfälliger horizontaler

able horizontal construction joints, such as at the transition between foundation and walls.

### Principles for ensuring durability

The following guidance, which is given more comprehensively in [2], should indicate possible concepts that are particularly well-suited to vertical elements and foundations in the area of permeable pavements in parking areas. Designers will arrive at appropriate solutions whenever they adhere to basic principles and guidelines. For chloride-exposed structural components, these include (in analogy to [3] and [4]):

- » Penetration of chloride-containing moisture into cracks or joints down to the reinforcement must be prevented permanently whilst preserving a sufficiently dense and thick concrete cover.
- » If direct ingress of water containing de-icing salt onto surfaces of structural concrete components located underneath the area accessed by vehicles is not effectively prevented, these areas must usually be classified as XD1 (moderate moisture with chlorides).

The DBV Code of Practice on “Parking Facilities and Underground Car Parks” [5] specifies coating or sealing of columns and wall connections, particularly construction joints, to protect structural components that are directly connected to load-bearing vehicular access or parking areas in a monolithic manner, as well as adjoining vertical elements. Reference [5] does not explicitly cover the case of structural components located underneath parking areas permeable to water [5]. This means that appropriate engineering solutions must be devised for these areas, as well as for resolving many other issues, in analogy to the principles described in [1], [4] and [5].

For instance, a distinction should be made between predominantly vertical and predominantly horizontal surfaces. In a moderately moist environment, it is usually sufficient to group underground reinforced-concrete components in class XD1 [4]. If, however, there is a risk of stagnant chloride-containing water for a longer period, the unprotected component surface should be classified as XD2 (wet, rarely dry).

More detailed principles for possible structures are contained in [2]. This reference also includes worked examples to demonstrate the range of engineering solutions available to resolve the above issues. These are recommendations that illustrate possible ways of implementing the above-mentioned principles. They should not be interpreted as the only permissible standard solutions; rather, they are to provide guidance for developing appropriately adjusted and alternative design options.



→ 1 Spread of 10 l of water after 10 minutes on a block pavement  
Verteilung von 10 l Wasser nach 10 Minuten auf einer Pflasterfläche

Arbeitsfugen wie zum Beispiel am Übergang zwischen Gründung und aufgehenden Bauteilen ansammelt.

### Grundsätze zur Sicherstellung der Dauerhaftigkeit

Die folgenden, vor allem aber in [2] umfassender gegebenen Hinweise sollen mögliche Konzepte speziell für die aufgehenden Bauteile und Fundamente im Bereich von durchlässigen Parkflächen beispielhaft aufzeigen. Der Planer kommt immer dann zu zweckmäßigen Lösungen, wenn er sich die maßgebenden Prinzipien und Grundsätze als Richtschnur wählt. Diese sind bei chloridbeanspruchten Bau-

teilen (sinngemäß nach [3] sowie nach [4]):

- » Unter Wahrung einer ausreichend dichten und dicken Betondeckung ist das Eindringen chloridhaltiger Feuchtigkeit in Risse oder Fugen bis an die Bewehrung dauerhaft zu verhindern.
- » Wenn der direkte Zutritt tausalzbelasteten Wassers an unter der befahrenen Ebene liegende Flächen von Stahlbetonbauteilen nicht wirksam verhindert wird, sind diese in der Regel in Klasse XD1 einzustufen (mäßige Feuchte mit Chloriden).

Im DBV-Merkblatt „Parkhäuser und Tiefgaragen“ [5] wird zum Schutz von unmittelbar monolithisch mit tragenden Fahr- beziehungsweise Parkflächen verbundenen und angrenzenden, aufgehenden Bauteilen eine Beschichtung oder Abdichtung von Stützen und Wandanschlüssen, insbesondere der Arbeitsfugen, gefordert. Der Fall von Bauteilen unterhalb von wasserdurchlässigen Parkflächen wird in [5] nicht explizit behandelt. Das heißt, dass diese wie die vielen anderen Problemstellungen in der Praxis ingenieurmäßig unter Anwendung der Prinzipien von [1], [4] und [5] sinngemäß zu lösen sind.

Unterschieden werden sollte dabei zum Beispiel in überwiegend vertikale und horizontale Flächen. Bei mäßiger Feuchtebelastung ist in der Regel eine Einstufung unterirdischer Stahlbetonbauteile in XD1 ausreichend [4]. Besteht jedoch die Gefahr länger aufstauenden chloridhaltigen Wassers, sollte die ungeschützte Bauteilfläche in XD2 (nass, selten trocken) eingeordnet werden.

Weiterführende Grundsätze von möglichen Konstruktionen sind in [2] enthalten. Dort wird anhand von Ausführungsbeispielen zudem versucht, die Bandbreite der ingenieurmäßigen Lösungen für die beschriebene Problematik aufzuzeigen. Sie illustrieren mögliche Umsetzungen der genannten Grundsätze und stellen Empfehlungen dar. Sie sind aber nicht als alleinzulässige Regellösungen zu interpretieren, sondern sollen nur Hilfestellung bei der Erarbeitung angepasster und weiterer Ausführungsvarianten anbieten.

### REFERENCES/LITERATUR

- [1] Eurocode 2: DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04: Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau
- [2] „Dauerhaftigkeit von Betonbauteilen und Fundamenten unter durchlässigem Fahrbelag“, Frank Fingerloos, Andreas Meier, Beton- und Stahlbetonbau, Heft 9/2011
- [3] DAF5tb-Heft 600: Erläuterungen zu DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-1-1/NA (Eurocode 2). Berlin: Beuth Verlag, 1. Auflage 2012
- [4] Normenausschuss Bauwesen (NABau): Auslegungen DIN 1045-1. www.nabau.din.de à Aktuelles à Auslegungen zu DIN-Normen
- [5] Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein E.V.: Merkblatt „Parkhäuser und Tiefgaragen“, 2. überarbeitete Ausgabe September 2010


**Dipl.-Ing. Dietmar Ulonska;** Betonverband Straße, Landschaft, Garten, Bonn

[du.slg@betoninfo.de](mailto:du.slg@betoninfo.de)

Geboren 1958; Studium des Bauingenieurwesens mit der Vertiefungsrichtung Konstruktiver Ingenieurbau an der FH Hildesheim; 1984 bis 1988 Tätigkeit in der Baustoffprüfung, unter anderem für die rheinische Bims- und Leichtbetonindustrie; danach Tätigkeitsschwerpunkt auf Produktentwicklung von Betonergebnissen für den Straßen- und Gartenbau; 1994 bis 2005 Referent für den Fachbereich Straßen- und Gartenbauerzeugnisse im Bundesverband Deutsche Beton- und Fertigteilindustrie e. V.; seit 1999 Geschäftsführer des Betonverbandes Straße, Landschaft, Garten e. V. (SLG); 2005 bis 2010 stellvertretender Vorsitzender des Vereins Qualitätssicherung Pflasterbauarbeiten e. V.; 2007 bis 2010 Geschäftsführendes Vorstandsmitglied für den Fachbereich Technik im Bundesverband Betonbauteile Deutschland (BDB); seit 2013 Vorsitzender der Construction Product Information Confederation (CONPICO) e.V.

## Concrete block pavements as a measure to reduce environmental impact

### FGSV paper

## Betonpflasterbauweisen als Maßnahme zur Reduzierung von Umweltwirkungen

### FGSV-Papier

The national environmental policy framework is increasingly being determined by the European Parliament. Directive 2008/50/EC of the European Parliament and of the Council of 21 May 2008 on ambient air quality and cleaner air for Europe forms the basis for drafting cleaner air plans. Another environmentally relevant act is Directive 2002/49/EC of the European Parliament and the Council of 25 June 2002 relating to the assessment and management of environmental noise. In the past few years, relevant FGSV bodies have prepared comprehensive working papers and guidance documents on these two major topics.

FGSV working group 2.12.4 has been tasked with a comprehensive evaluation of the effects of individual traffic management measures implemented to reduce the burden on our environment, including scopes of application, reduction potentials, underlying conditions, potential synergies, interactions with the traffic and transportation system, worked examples etc. This work primarily considers local effects rather than regional or global implications, and its focus is not necessarily restricted to the two above-mentioned environmental topics.

The FGSV working group initially compiled a comprehensive list of topics that appear to be useful for preparing codes of practice. This continuously updated list is currently being used as a basis to draft the individual codes in a gradual process. Codes of practice already published cover concepts for urban speed management and a speed limit of 30 km/h, roundabouts and environmentally sensitive traffic management systems.

As a result of the early involvement of the SLG concrete association in the above working group, the large number of environmentally relevant benefits of concrete block pavements for traffic areas could be demonstrated in a compelling manner. This is why the working group decided to draft a separate code of practice for this construction method. This document entitled "Effects of Measures to Reduce Environmental Impact, Part 4: Traffic Area Surfacing using Concrete Block Pavements" will be published at the beginning of 2016.

Vom Europäischen Parlament wird in immer stärkerem Maße der Rahmen des nationalen Umweltrechts bestimmt. Die Richtlinie 2008/50/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Mai 2008 über Luftqualität und saubere Luft in Europa bildet die Grundlage für die Aufstellung von Luftreinhalteplänen. Ein weiteres bedeutsames Umweltthema ist die Richtlinie 2002/49/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Juni 2002 über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm. Zu diesen beiden Schwerpunktthemen haben die zuständigen FGSV-Gremien in den zurückliegenden Jahren bereits umfangreiche Arbeitspapiere und Hinweise aufgestellt.

Der FGSV-AK 2.12.4 hat die Aufgabe, einzelne verkehrsplanerische Maßnahmen zur Entlastung der Umwelt in ihrer Wirkung umfassend und breit vorzustellen: Wirkungsbereiche, Minderungspotenziale, Rahmenbedingungen, Hinweise auf Synergieeffekte, Wechselwirkungen auf das Verkehrs- und Transportsystem, Praxisbeispiele und so weiter. Hierbei stehen insbesondere lokale Auswirkungen und weniger regionale oder globale im Vordergrund. Und dabei müssen längst nicht nur die beiden vorgenannten Umweltthemen im Fokus stehen.

Der FGSV-AK hat zunächst eine umfassende Liste von Themen zusammengestellt, die für die Aufstellung von Maßnahmenblättern sinnvoll erscheinen. Aus dieser immer wieder fortgeschriebenen Liste werden nun schrittweise die einzelnen Blätter bearbeitet. Bereits veröffentlichte Maßnahmenblätter sind unter anderem Stadtgeschwindigkeitskonzepte und Tempo 30, Kreisverkehre sowie Umweltsensitives Verkehrsmanagement (UVM).

Durch die früh einsetzende Mitarbeit des Betonverbands SLG im oben genannten AK ist es gelungen, die zahlreichen umweltrelevanten Vorteile von Betonpflasterkonstruktionen als Bauweise für Verkehrsflächenbefestigungen schlüssig und überzeugend darzulegen. Es wurde daher beschlossen, für diese Bauweise ein eigenes Maßnahmenblatt zu erarbeiten. Das Blatt „Wirkung von Maßnahmen zur Umweltentlastung Teil 4: Verkehrsflächenbefestigung in Betonpflasterbauweise“ wird voraussichtlich Anfang 2016 erscheinen.

This document will cover topics such as improving ambient air quality by the option of adding photocatalytic characteristics to concrete pavers to reduce nitrogen dioxide (NO<sub>2</sub>) emissions. However, it also includes “usual” topics such as the reduction in sealed areas and the treatment of stormwater by installing permeable block pavements or pavements with water-treating properties. As a matter of course, the document also stresses the necessity of reducing noise levels by installing low-noise concrete block pavements. In the last three years, the concrete association has commissioned comprehensive research projects that significantly enhanced the status of block pavements in the future guidelines for roadside noise protection. Furthermore, the example of the predominantly local impact of the acidification potential was used to also cover the issues of reducing the heat island effect and improving the environmental footprint in the code of practice. This is another area where the SLG concrete association has compiled the related facts by its industry-specific activities.

The code of practice on the “Effects of Measures to Reduce Environmental Impact, Part 4: Traffic Area Surfacing using Concrete Block Pavements” to be published by none other than the independent Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV; German Road and Transportation Research Association) will additionally raise awareness of the benefits of concrete block pavements among public and private clients. The increased popularity of this construction method associated with so many benefits – “it’s not only about design but also about the environment” – can be retained only if quality takes center stage as well, which includes the quality of building materials but also the standard of workmanship of design, engineering and construction.

Darin werden Themen behandelt wie zum Beispiel die Verbesserung der Luftqualität durch die Möglichkeit, Betonpflastersteine mit photocatalytischer Wirkung auszustatten, um eine Reduzierung von Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) zu erreichen. Es werden aber auch die „klassischen“ Themen, wie die Reduzierung der Flächenversiegelung und die Behandlung von Niederschlagswasser durch versickerungsfähige beziehungsweise abwasserbehandelnde Betonpflasterbauweisen, abgedeckt. Nicht fehlen darf das Thema „Verringerung der Lärmbelastung“ durch lärmarme Betonpflasterbauweisen. Hierzu hat der Betonverband SLG in den letzten drei Jahren umfangreiche Forschungsarbeit durchführen lassen, mit dem Ergebnis, dass die Pflasterbauweise in den zukünftigen Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen (RLS) deutlich besser dastehen wird als bisher. Zudem konnten auch die Themen „Verringerung des Wärmeinseleffekts“ und „Verbesserung der Ökobilanz“ am Beispiel der vorwiegend lokalen Auswirkung „Versauerungspotenzial“ in dem Maßnahmenblatt platziert werden. Auch hierzu hat der Betonverband SLG in der Vergangenheit durch seine branchenorientierte Facharbeit die entsprechenden Fakten geschaffen.

Das Maßnahmenblatt „Wirkung von Maßnahmen zur Umweltentlastung Teil 4: Verkehrsflächenbefestigung in Betonpflasterbauweise“ wird bei öffentlichen und privaten Auftraggebern für zusätzliche positive Aufmerksamkeit für die Betonpflasterbauweise sorgen. Die hohe Popularität für diese mit so vielen Vorteilen verbundene Bauweise – wir können nicht nur Gestaltung, wir können auch Umwelt – kann aber nur aufrechterhalten werden, wenn auch die Qualitäten stimmen. Hierzu zählt die Qualität der Baustoffe ebenso wie die der Planungs- und Ausführungsleistungen.



## Driving performance in color concrete

Huntsman Pigments and Additives is a leading supplier of inorganic pigments and functional additives for the construction industry. In addition to our high-quality pigments, our customers rely on us for our technical expertise and customer support:

- ▶ IRON OXIDE pigments
- ▶ TITANIUM DIOXIDE white pigments
- ▶ COBALT BLUE pigments
- ▶ CHROMIUM GREEN pigments
- ▶ CARBON BLACK pigments
- ▶ FERROXIDE® iron oxide powders
- ▶ HYRDOTINT™ liquid pigment slurries
- ▶ GRANUFIN™ granular pigments
- ▶ GRANUMAT™ and CHAMLEON™ dispensing systems





**Dr. rer. nat. Karl-Uwe Voß;** Materialprüfungs- und Versuchsanstalt Neuwied

[voss@mpva.de](mailto:voss@mpva.de)

Geboren 1966; Abschluss an der Westfälischen Wilhelms-Universität, Münster; 1998 bis 2000 Technischer Geschäftsführer der Duisburger Überwachungsverbände und des BÜV NW; 2000 bis 2002 Prüfstellenleiter beim ZEMLABOR in Beckum; seit 2002 Geschäftsführer und Institutsleiter der Materialprüfungs- und Versuchsanstalt Neuwied; seit 2004 ö. b. v. Sachverständiger (IHK Koblenz) für den Bereich "chemische Analyse zementgebundener Baustoffe"; 2007 SIVV - Nachweis/Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein E.V., Dortmund; 2013 Erweiterter Vorstand bei QSP; 2014 Verlängerung der öffentlichen Bestellung als Sachverständiger mit gleichzeitiger Präzisierung des Vereidigungstenors durch die IHK Koblenz als Sachverständiger für den Bereich "Analyse zementgebundener Baustoffe, insbesondere Flächenbefestigungen aus Betonpflastersteinen und Betonwaren"

## Edge strength of concrete products – How to prevent and assess defects?

## Kantenfestigkeit von Betonwaren – Wie sind Schäden zu vermeiden/zu bewerten?

### Frequently occurring defects on concrete block pavements

Many of the claims that arise in connection with concrete block pavements are concentrated on very few causes of damage. Among them, aside from shifting paving blocks and the rutting



→ 1 Insufficient permeability of the structural layer  
Nicht ausreichende Wasserdurchlässigkeit der Tragschicht

### Häufig auftretende Schäden an Flächenbefestigungen aus Betonpflastersteinen

Eine Vielzahl der Reklamationen bei Flächenbefestigungen aus Betonpflastersteinen konzentriert sich auf einige wenige Schadensursachen. Hier sind neben der Verschiebung von Pflastersteinen und der damit in Verbindung stehenden Spurrillenbildung unter anderem zu nennen:

- » Abplatzungen an den Steinecken und -kanten;
- » Frost- und Frost-Tausalz-bedingte Betonabwitterungen;
- » Entstehung von Ausblühungen auf Betonpflastersteinen;
- » durch Fugenmaterialien verursachte Verfärbungen von Pflastersteinen und
- » flächige und punktuelle Verfärbungen auf den Steinoberflächen sowie Farbunterschiede zwischen den Steinen.

Im Rahmen einer sachgerechten Schadensbewertung muss zu Beginn die Frage beantwortet werden, ob es sich bei dem Schaden tatsächlich um einen Mangel handelt:

- » Nicht jede Ausblühung oder Verfärbung und auch nicht jede Kantenabplatzung stellt automatisch einen Mangel dar. So ist eine gewisse Menge an Frost-/Frost-Tausalz-bedingten Abwitterungen zulässig, selbst wenn erhöhte Anforderungen an die maximalen Abwitterungsraten gefordert werden.

Bei der Bewertung der Mangelhaftigkeit ist zu berücksichtigen, ob die Dauerhaftigkeit oder die Gebrauchstauglichkeit der Flächenbefestigung beeinträchtigt ist. Des Weiteren ist zur Beurteilung der Bedeutung der Mangelhaftigkeit auch der Grad der optischen Bedeutung der Flächenbefestigung (hierbei ist auch der Preis der Pflastersteine zu berücksichtigen) sowie deren Beeinträchtigung zu bewerten.

Erst nachdem die Gesamtheit der oben genannten Punkte berücksichtigt worden ist, kann eine sachgerechte Bewertung der Mangelhaftigkeit durch den Sachverständigen erfolgen.

Hinsichtlich der Schadensursache sind sich die beteiligten Parteien (mit Ausnahme des Steinproduzenten) häufig einig, dass nur eine mangelhafte Qualität der Pflastersteine ursächlich sein kann, oder anders formuliert, dass die Pflastersteine nicht die erwartungsgemäße und damit baustofftypische Qualität aufweisen. Hier kommen allerdings



that occurs as a result, are the following:

- » Chipping on the corners and edges of blocks
- » Scaling of the concrete owing to the action of frost and de-icing salt
- » Efflorescence on the paving blocks
- » Discoloration of paving blocks caused by joint materials, and
- » Discolorations over the entire block surfaces, or in isolated areas, and differences in color between the blocks.

The first question that must be answered within the scope of a professional damage assessment is whether the damage in fact represents a defect:

- » Not every efflorescence or discoloration, and also not every chipped edge automatically constitutes a defect. A certain amount of scaling due to frost or frost de-icing salt is permissible, even when stricter requirements involving maximum scaling had been specified.

In assessing defects, consideration should be given to whether the durability or serviceability of the block pavement is impaired. Furthermore, the degree of visual significance of the defects of the pavement should be taken into consideration in the assessment (the price of the paving blocks should be taken into account here) as well as the degree of impairment.

A professional assessment of the defectiveness can be made only after all the above-stated issues have been taken into account.

All parties involved (except the manufacturer of the blocks) often agree that only defective quality of the paving blocks can be the cause of the damage. Or, to put it differently, that the paving blocks fall short of the expected quality specific to the construction material. Here,

auch diverse andere potenzielle Schadensursachen in Betracht:

**Wer ist verantwortlich für die Schäden?**

Die Einflüsse der am Bau beteiligten Parteien sind nachfolgend für das Beispiel von "Kantenschäden an Pflastersteinen" exemplarisch zusammengestellt:

- **Planung der Flächenbefestigung**
  - » Dimensionierung der Flächenbefestigung;
  - » Auswahl von "scharfkantigen Pflastersteinen", Festlegung der Steinform und des Verlegeverbandes.

- **Herstellung der Flächenbefestigung**
  - » Mangelhafte Wasserdurchlässigkeit zum Beispiel aufgrund des Baustellenverkehrs (**Abb. 1**)
  - » Unebenheit der Tragschicht;
  - » Fehlendes Aussortieren bereits im Vorfeld geschädigter Pflastersteine;
  - » Fehlerhafter Zuschnitt der Pflastersteine;
  - » Falsche Fugenbreite beziehungsweise fehlende Fugenfüllung der Flächenbefestigung;
  - » Ausrichtung der Pflastersteine mit dem Richteisens und falsches Abrütteln der Flächenbefestigung.

- **Nutzung der Flächenbefestigung**
  - » Überlastung der Flächenbefestigung (z. B. Elektroameisen oder Container mit Stahlrollen) (**Abb. 2**);
  - » Schäden durch Überfahren von Gesteinskörnern, die auf der Flächenbefestigung liegen.

Da eine Differenzierung der möglichen Ursachen von Kantenabplatzungen im Nachhinein häufig nur sehr schwer möglich ist, wurde zur Beurteilung der Mangelhaftigkeit der Betonpflastersteine in der MPVA Neuwied GmbH ein Verfahren entwickelt, mit dessen Hilfe eine Bewertung der Mangelhaftigkeit der Kantenstabilität von Betonpflastersteinen möglich ist.



THE ALLROUNDER  
**THE NEW KBH „DANCING WEIGHTS“ SYSTEM**

- REGULAR PAVERS AND SLABS OF ANY SHAPE, STYLE AND SIZE
- RETAINING WALLS SPLIT OR NON SPLIT
- VARIOUS DANCING WEIGHT GEOMETRIES AVAILABLE TO CREATE DIFFERENT AGING LOOKS AND STYLES
- SYSTEM IS CAPABLE OF CREATING BUSHAMMERED LOOKS
- BOTH SURFACES (TOP AND BOTTOM) CAN BE TREATED
- PRODUCT HEIGHTS FROM 50 MM – 400 MM IN ONE SYSTEM
- CYCLE TIME FROM 10 TO 15 S FOR PAVERS, 15 – 25 S FOR RETAINING WALLS
- SUPER LOW OPERATIONAL COSTS
- PRODUCT CHANGE OVER BETWEEN 1 – 5 MINUTES

**Baustoffwerke  
Gebhart & Söhne GmbH & Co. KG**

»» **KBH Maschinenbau**  
Einoede 2, 87760 Lachen, Germany  
Phone +49 (0) 83 31- 95 03-0  
Fax +49 (0) 83 31- 95 03-40  
maschinen@k-b-h.de  
www.k-b-h.de

however, a range of various potential causes of damage needs to be considered:

**Who is responsible for the damage?**

The influence of project participants on the edge damage to paving blocks is illustrated by the following example:

• **Design and planning of the block pavement**

- » Dimensioning of the block pavement
- » Choice of sharp-edged paving blocks; determination of block shape and laying pattern

• **Construction of the block pavement**

- » Insufficient water permeability: for example, due to construction site traffic (Fig. 1)
- » Irregularity of the structural layer
- » Failure to segregate already defective paving blocks damaged prior to installation
- » Incorrect cutting of the paving blocks
- » Incorrect joint width and/or lack of joint filling of the pavement
- » Alignment of the paving blocks with a straightening tool and incorrect vibration of the block pavement

• **Use of pavement**

- » Excessive loading of the pavement (e.g., lift trucks or containers with steel rollers) (Fig. 2)
- » Damage caused by driving over aggregate that lies on the pavement

Because it is frequently difficult post-facto to distinguish between the possible causes, MPVA Neuwied GmbH has developed a process for assessing the defectiveness of concrete paving blocks that enables assessment of the shortcomings in edge stability of paving blocks.

In assessing the cause of other frequently encountered damage (e.g., efflorescence and discoloration and frost de-icing salt scaling), an expert should also give thought to their origin.

Here, the expert would also have to take into account that the concrete paving blocks removed from the pavement were already subject of wear (mechanical stress and freeze-thaw cycles) that could negatively affect the properties of the paving blocks removed on site. Laboratory testing performed on specimens of this kind cannot therefore be assessed at face value based on the limit values of the relevant standards.

→ 2 Excessive loads on the pavement  
Überlastung der Flächenbefestigung

Auch bei der Bewertung der Ursache der anderen, häufig auftretenden Schäden (Ausblühungen, Verfärbungen und Frost-Tausalz-Abwitterungen) muss sich der Sachverständige Gedanken um die Verantwortlichkeit machen.

Hierbei muss der Sachverständige auch berücksichtigen, dass vor Ort aus der Flächenbefestigung entnommene Betonpflastersteine im Rahmen der Nutzung bereits Beanspruchungen ausgesetzt waren (mechanische Beanspruchungen sowie Frost-Tau-Wechsel), welche die Eigenschaften der vor Ort entnommenen Pflastersteine negativ beeinflusst haben können. Laboruntersuchungen an Ausbauproben sind demnach nicht ohne Weiteres mittels der Grenzwerte der einschlägigen Normen zu bewerten.





**Dr. rer. nat. Andreas Schrell;** Conapro, Hofheim

[mail@conapro.com](mailto:mail@conapro.com)

Geboren 1960; Studium der Chemie an der Westfälischen Wilhelms Universität Münster und der Harvard University in Boston; 1990 Pigment- und Farbenforschung bei der Hoechst AG, Frankfurt; 2000 Geschäftsführer einer Tochtergesellschaft der Hansa Group in Duisburg; seit 2004 Gesellschafter der Conapro GmbH



## Protection of concrete products to prevent efflorescence Influence of processes, raw materials, additives, curing conditions, securing of product layers, and weather protection

### Schutz von Betonernzeugnissen zur Verhinderung von Ausblühungen

#### Einfluss von Prozessen, Rohstoffen, Zusatzmitteln, Härtingsbedingungen, Lagensicherung und Wetterschutz

Efflorescence that occurs on products made from low-slump concrete is not only an unsightly phenomenon for the client but also a significant cost driver for the producer when it comes to complaints and the need to remove affected pavements.

The causes of efflorescence have been thoroughly researched for years. Many parameters, such as the cement recipe, mixing technique, water/cement ratio and curing conditions, have an influence on its formation and interact with each other. It is difficult to determine which of these factors is the most influential, and which production steps would have to be fine-tuned to manufacture impeccable, integrally colored products that are not susceptible to efflorescence.

At the end of the day, however, it comes down to transport processes that convey  $\text{Ca}^{2+}$  and other alkaline earth ions to the surface in an alkaline solution and ultimately form white deposits in conjunction with airborne carbon dioxide. This means that both the amount of mixing water added in production and weather-induced moisture during storage are of particular significance because no transport processes would occur in the absence of moisture.

$\text{Ca}^{2+}$  ions are ubiquitous in cement. After water addition, the hydration and hardening process of the concrete begins, which is very complex and involves the formation of so-called hydrate phases that should preferentially be referred to as complex rather than covalent compounds. It is not possible to derive a defined chemical reaction equation for the setting process.

The formation of calcium silicate hydrates (CSHs) also releases calcium hydroxide, which is considered to be a precursor of white bloom. Water is an integral part of the concrete mix, and calcium hydroxide is poorly water-soluble. Nonetheless, excess water that penetrates to the surface drags along free calcium ions on its path. The liquid evaporating on the surface then leaves its unsightly traces. On concrete block surfaces, calcium salts exhibit a behavior similar to the for-

Ausblühungen auf Produkten aus erdfeuchten Betonen sind nicht nur eine unschöne Erscheinung für Kunden, sondern auch für den Produzenten ein nicht zu unterschätzender Kostenfaktor, wenn es um die Reklamation und den Ausbau betroffener Flächen geht.

Die Ursachen von Ausblühungen werden seit Jahren intensiv wissenschaftlich untersucht. Zahlreiche Parameter, wie beispielsweise die Rezeptur des Zementes, die Mischtechnik, der w/z-Wert und die Härtingsbedingungen, beeinflussen die Entstehung und wechselwirken miteinander. Es ist schwer zu sagen, welchem Faktum die größte Bedeutung zukommt und an welchen produktionstechnischen Schrauben gedreht werden müsste, um einwandfreie, farbtiefe Produkte ohne Ausblühneigung herzustellen.

Letzten Endes sind es aber immer Transportprozesse, die  $\text{Ca}^{2+}$  und andere Erdalkalitionen in alkalischer Lösung an die Oberfläche fördern und mit dem  $\text{CO}_2$  der Luft weiße Ablagerungen bilden. Damit kommt der Menge des Anmachwassers in der Produktion und wetterbedingter Feuchtigkeitsbeaufschlagung während der Lagerung eine besondere Bedeutung zu. Denn ohne Feuchtigkeit gibt es keine Transportprozesse.

Im Zement sind  $\text{Ca}^{2+}$ -Ionen allgegenwärtig. Nach der Wasserzugabe beginnen Hydratation und Härtung des Betons – ein sehr komplexer Prozess unter Entstehung sogenannter Hydratphasen, die man besser als Komplexe denn als kovalente chemische Verbindungen bezeichnen kann. Eine definierte chemische Reaktionsgleichung für den Abbindeprozess lässt sich nicht ableiten.

Bilden sich Calciumsilicathydrate (CSH), wird gleichzeitig Calciumhydroxid frei, das als Vorstufe der weißen Niederschläge gilt. Wasser ist integraler Bestandteil der Betonmischung und Calciumhydroxid ist schlecht wasserlöslich. Dennoch nimmt überschüssiges Wasser, das an die Oberfläche dringt, ionisches Calcium auf seinem Weg dorthin mit. Die an der Oberfläche verdunstende Flüssigkeit hinterlässt dann ihre hässlichen Spuren. Ähnlich der Bildung eines Salzrandes auf einem Lederschuh nach einer Wanderung im Schnee verhält es sich auch mit Calciumsalzen auf

# WE ATTACH IMPORTANCE TO PERFECTION

„We ship German quality and best machinery“

**Jens Wätzlich**  
Quality Control



## TURN-KEY PRECAST CONCRETE PLANTS

**THE PREMIUM SUPPLIER FOR THE PRECAST CONCRETE INDUSTRY**

- machines & installations
- modern technology
- individual solutions
- after-sales-service
- over 60 years of experience
- global references



**MEET US AT THE NEXT SHOW CLOSE TO YOU**

# weiler

CONSULTATION, ENGINEERING & MACHINERY FOR THE PRECAST CONCRETE INDUSTRY

[www.weiler.net](http://www.weiler.net)



mation of salt stains on leather shoes after a hiking trip through snow-covered areas. The simple principle of chromatography is well suited for demonstrating this phenomenon.

Chromatography designates nothing else than the division of mixes of substances by prior dissolution in a solvent. This solution is then applied to a solid surface in a punctiform shape; the surface is then immersed in the solvent itself in a perpendicular position. The components of the mix will move on the surface at different speeds. Easily soluble substances migrate with the liquid front whereas more poorly soluble constituents will move behind the liquid front.

When allowing the surface to dry, the constituents of the applied mix will become visible in various places depending on their migration speed. This method is suitable for replicating almost all patterns of efflorescence.

To prevent efflorescence, it is thus crucial to suppress the migratory movement of alkaline earth ions with the aim of completely immobilizing them. In this respect, it is imperative to effectively manage the conditions prevailing during the production process and, even more importantly, to prevent moisture traps and/or ingress of weather-induced moisture. Appropriate measures to achieve this goal include non-contact storage and effective weather protection.

The above-mentioned factors generally apply to cement-based, low-slump concretes. Yet the question arises whether there are alternative binder systems that would also enable the manufacture of a wide range of sophisticated surfaces whilst providing similar, or even better, physical characteristics and preventing efflorescence.

Initial research results are positive and open up promising prospects for producing visually impeccable surfaces.

Betonsteinoberflächen. Um das zu zeigen, kann man sich des einfachen Prinzips der Chromatographie bedienen.

Die Chromatographie ist nichts anderes als die Auftrennung von Gemischen durch vorheriges Lösen in einem Lösemittel. Diese Lösung trägt man dann punktförmig auf eine feste Oberfläche auf und stellt diese anschließend lotrecht in das Lösemittel selbst. Die Komponenten des Gemisches werden sich unterschiedlich schnell auf der Oberfläche bewegen. Sehr gut lösliche Stoffe wandern mit der Flüssigkeitsfront, weniger gut lösliche Stoffe bewegen sich hinter der Flüssigkeitsfront.

Lässt man die Oberfläche abtrocknen, werden die Komponenten des aufgetragenen Gemisches entsprechend ihrer Wanderungsgeschwindigkeit an unterschiedlichen Stellen sichtbar. Mit dieser Technik lassen sich fast alle Erscheinungsmuster von Ausblühungen nachstellen.

Zur Unterbindung von „Ausblühungen“ gilt es also, die Wanderungsbewegung von Erdalkalitionen bis zu deren vollständiger Immobilisierung zu unterdrücken. Hier kommt es zum einen auf die Beherrschung der Produktionsbedingungen, zum anderen aber – und das erscheint ungleich wichtiger – auf die Verhinderung von Staunässe oder das Eindringen witterungsbedingter Feuchtigkeit an. Berührungslose Lagerung und Wetterschutz sind dabei zielführende Maßnahmen.

Das bisher Gesagte gilt allgemein für zementbasierte erdfeuchte Betone. Aber es stellt sich die Frage, ob es auch alternative Bindersysteme gibt, die ebenfalls die Herstellung einer Vielzahl anspruchsvoller Oberflächen bei vergleichbaren oder sogar verbesserten physikalischen Eigenschaften zulassen, gleichzeitig aber ohne Ausblühungen auskommen.

Erste Ergebnisse zeigen gute Resultate und stimmen positiv, optisch einwandfreie Oberflächen produzieren zu können.

# IV INTERNATIONAL EXHIBITION AND CONFERENCE

November 30 — December 2, 2016. Expocentre, Moscow, Russia



## PRECAST RUSSIA

TECHNOLOGY. ENGINEERING. EQUIPMENT

### THE MAIN FACTS ABOUT THE EXHIBITION

- » 5000 m<sup>2</sup> exhibition area
- » Over 6000 visitors annually
- » 200 precast producers from 15 countries of the world
- » 70% of the participants — the managing staff of the companies, who are responsible for decision-making

## PRECAST HOUSING

PRODUCTION. DESIGN. CONSTRUCTION

### THE MAIN FACTS ABOUT THE CONFERENCE

- » 300 participants
- » 36 speakers from 18 countries of the world
- » Russian-German section under the umbrella of our German partner — BFT International;
- » Tours to the biggest concrete and precast plants of Russia

Organizers:



Russian Union  
of Builders



General information partner

Tel./Fax: +7 (495) 580-54-36

e-mail: [info@alitinform.ru](mailto:info@alitinform.ru)

**infocem.info**


**MODERATION**

**Dipl.-Ing. Christian Drössler;** Fachvereinigung Deutscher Betonfertigteilbau (FDB), Bonn  
[christian.droessler@droessler.de](mailto:christian.droessler@droessler.de)

Geboren 1969; 1988 bis 1995 Studium des Bauingenieurwesens an der RWTH Aachen und dem Imperial College London; 1995 bis 1997 Tätigkeit bei der Laumer Bautechnik GmbH, Massing, Bereich Ingenieurbüro, Kalkulation und Bauleitung; seit September 1997 Tätigkeit in der Benno Drössler GmbH & Co. Bauunternehmung KG, Siegen, hier seit 1999 als Geschäftsführer, seit 2006 geschäftsführender Gesellschafter; seit 2014 Vorsitzender der Fachvereinigung Deutscher Betonfertigteilbau e.V. (FDB), Bonn

Day 1: Tuesday, 23<sup>th</sup> February 2016

Tag 1: Dienstag, 23. Februar 2016

## Structural precast construction 1 – Built examples, technical concepts

### Konstruktiver Fertigteilbau 1 – Gebaute Beispiele, technische Konzeptionen

Page  
Seite

Title  
Titel

- |    |  |
|----|--|
| 44 | <b>Reconstruction of The Berlin City Palace – Detailed Planning of The Precast Concrete Façades</b><br>Wiederaufbau Berliner Schloss – Detailplanung der Betonfertigteilfassaden<br>Dipl.-Ing. Werner Hochrein   |
| 46 | <b>Solutions in structural precast construction – upstream fishway at Schwerte and seaport terminal at Jade Weser Port</b><br>Lösungen im konstruktiven Fertigteilbau – Fischaufstiegsanlage in Schwerte und Seehafen-Terminal im Jade-Weser-Port<br>Dipl.-Ing. Christian Reckefuß   |
| 49 | <b>Harmonized product standards for structural precast elements – where are we heading?</b><br>Harmonisierte Produktnormen für konstruktive Fertigteile – wo geht die Reise hin?<br>Dipl.-Ing. Mathias Tillmann  |
| 52 | <b>Energy management at the precast plant – Energy audits and saving potentials</b><br>Energiemanagement im Fertigteilwerk – Energieaudits und -einsparpotenziale<br>Dipl.-Ing. Alice Becke  |
| 54 | <b>Inner-city construction using large precast elements for Ikea Hamburg-Altona Technical implementation and site logistics</b><br>Innerstädtischer Bau mit großen Fertigteilen für Ikea Hamburg-Altona – Technische Umsetzung und Baustellenlogistik<br>Dipl.-Ing. Johannes Vollmer |
| 56 | <b>Structural precast construction in seismic areas – specifications and practical examples</b><br>Bauen mit Fertigteilen in Erdbebengebieten – Anforderungen und praktische Beispiele<br>Dr.-Ing. Matthias Molter   |

# CONCRETE VISION

**EBAWE** entwickelt, fertigt und installiert komplette Produktionsanlagen für die Herstellung verschiedenster Betonelemente. Wir sind der Partner Ihrer Wahl – für Projekte jeder Art und Größe.

[www.ebawe.de](http://www.ebawe.de)

Besuchen Sie unseren Stand Nr. 21!  
23.02. – 25.02.2016

**BetonTage**

[www.betontage.de](http://www.betontage.de)  
Neu-Ulm



**PROGRESS GROUP**

concrete solutions


**Dipl.-Ing. Werner Hochrein**

ftw@dressler-bau.de

Geboren 1951; Facharbeiterbrief Betonbauer; 1973 Abschluss an der FH Darmstadt; Sprengberechtigter; ab 1973 Statiker im Stahl- und Betonbau in zwei Ingenieurbüros; seit 1979 Konstruktionsleiter im Fertigteilwerk der Dreßler Bau GmbH, Stockstadt am Main

## Reconstruction of The Berlin City Palace – Detailed Planning of The Precast Concrete Façades

### Wiederaufbau Berliner Schloss – Detailplanung der Betonfertigteilfeassaden

Demolished in 1950 by the GDR regime, the German Lower House of Parliament decided, in 2002, to rebuild the Hohenzollern Palace with three sides of baroque façades and one of the courts (Schlüterhof). In the subsequent competition, Italian architecture professor Franco Stella got the nod of approval for his combination of modern architectural concrete and the lavish splendor of the baroque façades.

The predominant portion of the architectural concrete is hidden in the inner courtyards; only the modern eastern façade over the Spree river faces outwards. The jewel of the palace courtyards is the Schlüterhof. Here, three sides of baroque façades and an unpretentious, modern longitudinal façade – parts of which have acidified concrete elements – form an impressive, fully accessible space for the public.

The second public courtyard, the Schlossforum, presents a modern adaptation of the Uffizi Gallery in Florence. Combined with the

2002 beschloss der Bundestag, das 1950 von der DDR abgerissene Hohenzollernschloss mit drei Barockfassadenseiten und dem Schlüterhof wieder aufzubauen. Der italienische Architekturprofessor Franco Stella überzeugte im anschließenden Wettbewerb, indem er zu der üppigen Prachtentfaltung der Barockfassaden modernen Architekturbeton kombinierte.

Der überwiegende Teil des Architekturbetons verbirgt sich in den Innenhöfen, nur die moderne Ostfassade zur Spree wirkt nach außen. Das Juwel der Schlossinnenhöfe ist der Schlüterhof. Drei Seiten Barockfassade und eine ganz schlichte, moderne Längsfassade, teils mit gesäuerten Betonelementen, bilden hier einen eindrucksvollen, öffentlichen, uneingeschränkt zugänglichen Raum.

Eine moderne Adaption der Uffizien von Florenz stellt der zweite öffentliche Innenhof, das Schlossforum, dar. Hier dominiert der Architekturbeton, kombiniert mit den historischen Portalfassaden der beiden schmalen Innengiebelseiten.

Die Agora ist ein dritter Innenhof, ein zentraler Veranstaltungsraum mit Glasdach und mehrgeschossigen Beton-Balustraden. Hier dominiert das historische Haupteingangsportal umrahmt von schlichten Architekturbetonelementen.

Von Anfang an war uns, der Dreßler Bau GmbH, klar, dass die Element- und Detailplanung auf Grundlage der Bauherrenstatik einige praxisgerechte Umplanungen erfordern würde. Der Bauherr akzeptierte daher, trotz der zumeist einfachen Geometrie, eine wesentlich verlängerte Planungszeit. Neben den beachtlichen Dimensionen musste die Konstruktion folgenden Problemen gerecht werden:

- » Um eventuelle Schäden durch abtropfende Schweißperlen auf bereits montierte Fenster zu vermeiden, konstruierten wir alle verschweißten Ankerstellen um.
- » Planer unterschätzen leicht die unbedingt einzuplanenden Toleranzen. In einigen Bereichen modifizierten wir daher – zugunsten der einfacheren Montage – die Verankerungen der Bauherrenvorgabe.
- » Einige ungewöhnliche Elementdimensionen erlaubten keine marktgängigen Ankerelemente. Alle Anker der Belvedere-Fassade sind Sonderkonstruktionen, welche ebenfalls teils optimiert wurden.



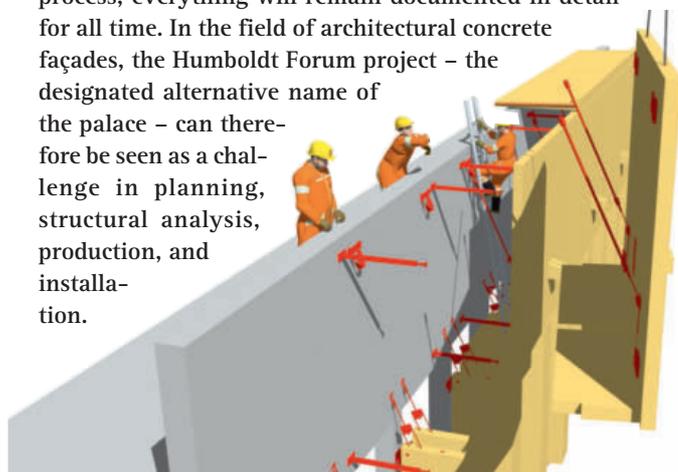
→ Façade with Florentine ambience, the Schlossforum  
 Fassade mit Florentiner Ambiente, das Schlossforum

historical portal façades of the two narrow inner gables, the architectural concrete is here dominant.

The Agora is a third courtyard and has a central event room with a glass roof and multi-story concrete balustrades. Framed by simple architectural concrete elements, the historic main entrance portal is here the dominant feature.

For us at Dressler Bau GmbH, it was clear from the outset that the elemental and detailed planning would require some practical changes based on the client's structural analysis. Therefore, despite the mostly simple geometry, the client accepted a considerably extended planning period. In addition to the significant dimensions, the construction had to consider the following problems:

- » To avoid any damage due to dripping welding beads on windows that have already been mounted, we redesigned all of the welded anchor points.
- » Planners can easily underestimate the tolerances that need to be included. We therefore modified the anchor points of the client's specification in some areas to aid easier installation.
- » Some unusual element dimensions were not compatible with standard anchor elements. All of the Belvedere façade anchors are special constructions which were also partly optimized.
- » With its ceiling and wall paneling, the courtyards' connecting corridor was beyond reach with a normal lifting device and therefore posed a challenge for the installation. Only a comprehensiveredesign of the anchor points would allow the task to be carried out.
- » Due to cost reasons, it was announced that the 1.20 m projecting Belvedere façade would be hung on a galvanized sub-structure. We did not want to provide this for various reasons. We found a stainless steel alternative without high additional costs and convinced the client to accept our solution.
- » The historic façade areas are partially reconstructed with the old measurement differences. This also resulted in some parts of the architectural concrete having oblique angles. Thanks to the three-dimensional overview and detailed planning of our partner, engineering office BCH, dimension and anchoring problems were clearly identifiable early on.
- » The German Construction Ministry is intensively striving to organize this construction site as a showcase project for the general public. Whether it's every communication, all planning progresses, or each production and installation process, everything will remain documented in detail for all time. In the field of architectural concrete façades, the Humboldt Forum project – the designated alternative name of the palace – can therefore be seen as a challenge in planning, structural analysis, production, and installation.

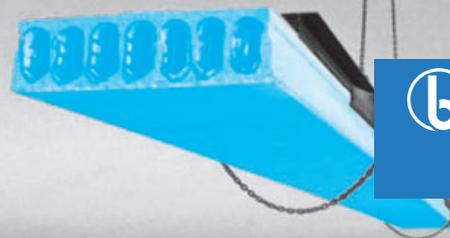


→ The visual installation instructions, Belvedere attic  
Die visuelle Montageanleitung ,der Attika Belvedere

- » Der Verbindungsgang der Innenhöfe mit seiner Decken- und Wandverkleidung war mit normalem Hebegerät unerreichbar und damit eine Herausforderung an die Montage. Nur mit einer umfangreichen Umplannung der Verankerungen wurde die Aufgabe lösbar.
- » Es war aus Kostengründen ausgeschlossen, die 1,20 m auskragende Belvedere-Fassade an eine verzinkte Unterkonstruktion zu hängen. Dies wollten wir aus verschiedenen Gründen nicht gewährleisten. Wir fanden eine Alternative in Edelstahl ohne hohe Mehrkosten und überzeugten den Bauherren, unserer Lösung den Vorzug zu geben.
- » Die historischen Fassadenbereiche werden teilweise mit den alten Vermessungsdifferenzen nachgebaut. Damit ergaben sich auch im Architekturbeton bereichsweise schiefe Winkel. Dank der dreidimensionalen Übersichts- und Detailplanung unseres Partners, dem Ing.-Büro BCH, waren Maß- und Verankerungsprobleme anschaulich frühzeitig erkennbar.
- » Im Fokus der Öffentlichkeit ist das Bundesbauministerium intensiv bestrebt, diese Baustelle als Musterprojekt zu organisieren. Jede Kommunikation, alle Planungsfortschritte, Produktions- und Montageabläufe, alles bleibt für alle Zeiten detailliert nachvollziehbar. Das Projekt Humboldt-Forum, die bestimmungsgemäße alternative Bezeichnung des Schlosses, ist somit auch im Bereich der Architekturbetonfassade aus verschiedenen Blickwinkeln eine Herausforderung an Planung, Statik, Produktion und Montage.



## Flexibilität pur.



THE HEARTBEAT OF OUR INDUSTRY  
**bauma 2016**  
11.-17. April, München  
Hall C1, Booth 302

## Hohlplattenfertigung

### PAUL liefert

- Spannanlagen inkl. Planung
- Spannverankerungen
- Spannmaschinen (Eindraht- und Bündelspanpressen)
- Litzenschiebe- und Schneidegeräte
- Spannautomaten für Bahnschwellen
- Spannausrüstungen für Brücken (Spannkabel und Schrägseile)

Kompetenz in Spannbeton-Technik.

[www.paul.eu](http://www.paul.eu)



Paul at YouTube

[www.youtube.com/user/paulmaschinenfabrik](http://www.youtube.com/user/paulmaschinenfabrik)



Max-Paul-Straße 1 • 88525 Dürmentingen / Germany

+49 7371 500-0 • +49 7371 500-111

[spannbeton@paul.eu](mailto:spannbeton@paul.eu)



**Dipl.-Ing. Christian Reckefuß;** Betonwerk Werste, Bad Oeynhausen

[c.reckefuss@betonwerk-werste.de](mailto:c.reckefuss@betonwerk-werste.de)

Geboren 1975; 1996 bis 2002 Studium des Bauingenieurwesens an der Universität Hannover; 1998 bis 2001 wissenschaftliche Hilfskraft am Institut für Statik der Universität Hannover; 2002 bis 2004 Bauleiter im Architekturbüro KZA Koschany, Zimmer & Assoziierte GmbH, Essen; 2004 bis 2005 Leitender Angestellter eines landwirtschaftlichen Unternehmens; 2005 bis 2006 Bauingenieur im Betonwerk Westerwelle GmbH+Co., Herford; seit 2006 Betonwerk Werste GmbH, Bad Oeynhausen, bis 2008 als verantwortlicher Bauleiter für die Fertigteilmontagen, bis 2010 als Mitarbeiter im Vertrieb, seit 2010 als Vertriebsleiter und Leiter der Bereiche Arbeitsvorbereitung und Bauleitung

## Solutions in structural precast construction – upstream fishway at Schwerte and seaport terminal at Jade Weser Port

### Lösungen im konstruktiven Fertigteilbau – Fischaufstiegsanlage in Schwerte und Seehafen-Terminal im Jade-Weser-Port

Precast reinforced-concrete elements have been successfully used in industrial and commercial construction for many decades. Such structural frameworks excel with their benefits in respect of fire safety, high load-bearing capacities and short construction times. Precast reinforced-concrete components are very popular with developers of logistics centers and commercial estates. Yet there are also other fields of use:

Stahlbetonfertigteile werden seit vielen Jahrzehnten im Industrie- und Gewerbebau erfolgreich eingesetzt. Die tragenden Konstruktionen in Skelettbauweise haben ihre Vorteile im Brandschutz, bei hohen Lasten und kurzer Bauzeit. Stahlbetonfertigteile sind bei Logistik-Immobilien und Gewerbebauten sehr beliebt. Aber es gibt auch weitere Einsatzgebiete:

#### Fischaufstiegsanlage in Schwerte

Der Bauherr hatte die Aufgabe gestellt, eine neue Fischaufstiegsanlage in herkömmlicher Ortbetonbauweise inklusive aller vorbereitenden Tiefbauarbeiten bis zur Fertigstellung innerhalb von neun Monaten zu errichten. Um diese kurze Bauzeit realisieren zu können, hat der Auftragnehmer der Gesamtbaumaßnahme, Klaus Stewering GmbH & Co. KG, zusammen mit der H+S Ingenieurplanung und der Betonwerk Werste GmbH einen Sondervorschlag erarbeitet.

Die wasserführende Strecke der Aufstiegsanlage wurde in drei Abschnitte eingeteilt. Einlauf- und Auslaufbauwerk wurden in Ortbetonbauweise ausgeführt. Der größte Teil der Strecke wurde unter Berücksichtigung von Stahlbetonfertigteilen umgeplant. Die Zeit der umfangreichen Tiefbauarbeiten auf der Baustelle nutzte das Betonwerk Werste, um die Wandelemente des U-förmigen Trogs als massive Wandscheiben mit herausstehender Anschlussbewehrung im Werk in Bad Oeynhausen herzustellen. Die Größe der Wandscheiben war in Abhängigkeit der maximalen Transport- und Montagemöglichkeiten auf der Baustelle gewählt worden. Nach Herstellung der Baugrube konnten die gegenüberliegenden Wände schnell montiert und durch eine Sohle aus Ortbeton ergänzt werden. Anschließend erfolgte der Ausbau des Trogs der wasserführenden Strecke mit Schottwänden aus Stahl und dem Einbau von Wasserbausteinen in der Fließsohle. Nach Fertigstellung der Außenanlagen konnte das Bauwerk rechtzeitig an den Bauherrn, die Wasserwerke Westfalen GmbH, übergeben werden.



→ Upstream fishway, Schwerte-Villigst  
Fischaufstiegsanlage, Schwerte-Villigst

### Upstream fishway at Schwerte

The client specified a new upstream fishway to be built from concrete in a cast-in-situ process, including all preparatory civil works and with a time to completion of nine months. To comply with this short timeframe, the general contractor, Klaus Stewering GmbH & Co. KG, drafted a special design proposal in collaboration with H+S Ingenieurplanung and Betonwerk Werste GmbH.

The water-flow channel of the upstream fishway was divided into three sections. The fishway's entrance and exit structures were built from cast-in-place concrete, but its largest portion was redesigned for use of precast reinforced-concrete elements. Betonwerk Werste utilized the period required for extensive civil works on the job site to produce the wall units of the U-shaped trough as solid wall panels with projecting connecting reinforcement at its precast plant at Bad Oeynhausen. These units were dimensioned in accordance with maximum transport and assembly capacities available on-site. After completion of the excavation, the two opposing walls were assembled very quickly and complemented by a cast-in-situ concrete bottom. In the next step, steel partitions were added to the trough of the water-flow channel, and armor stones were installed on the bottom. The structure was handed over to the client, Wasserwerke Westfalen GmbH, on time after completion of the exterior facilities.

### Seaport terminal at Jade Weser Port

Back in 2012, Betonwerk Werste GmbH had been commissioned with the detailed design, production, delivery and assembly of precast



→ Jade Weser Port seaport terminal, Wilhelmshaven  
Seehafen-Terminal im Jade-Weser-Port, Wilhelmshaven

### Seehafen-Terminal im Jade-Weser-Port

Bereits im Jahr 2012 hatte die Betonwerk Werste GmbH den Auftrag für die Werkplanung, Herstellung, Lieferung und Montage

**BETONTAGE**  
CONCRETE SOLUTIONS  
23.-25.02.2016 NEU-ULM  
Stand Nr.: 38

**PFEIFER**

Wenn Innovation  
und Beständigkeit  
Hand in Hand gehen



**Pfeifer Seil- und Hebeteknik GmbH**  
D-87700 Memmingen · bautechnik@pfeifer.de  
www.pfeifer-bautechnik.de

Vertrieb durch:  
**J&P-Bautechnik Vertriebs GmbH**  
D-12057 Berlin · memmingen@jp-bautechnik.de  
www.jp-bautechnik.de

**PFEIFER macht den Unterschied.**

# mbk

STRONG  
CONNECTIONS

## VSM

### CAGE WELDING MACHINE

for the production of round, triangle and square cages for driven and bored piles, columns and beams.



Visit us at

**bauma 2016**

hall B1, stand 112, 11. - 17.04. Messe München

- Diameter range up to 570 mm
- Diverse range of accessories
- High productivity and flexibility
- Cage length up to 18 m
- Wire diameter of re-bars up to 25 mm
- Extreme reliable and long life span due to stable construction
- Conform to the latest safety standards
- Different cage geometries possible, like round, triangle, square and rectangular

**mbk Maschinenbau GmbH**

Friedrich-List-Str. 19 Tel. +49 7563 9131 0  
D-88353 Kisslegg / GERMANY Fax +49 7563 2566

info@mbk-kisslegg.de

[www.mbk-kisslegg.de](http://www.mbk-kisslegg.de)

**BETONTAGE**  
CONCRETE SOLUTIONS



reinforced-concrete elements for a building with a floor area of about 22,000 m<sup>2</sup> at Jade Weser Port in Wilhelmshaven. The client, a leading frozen-food logistics provider, intended to construct two clear-span areas of 63 m x 99 m each, with a clearance of 14.50 m. Contracted architects and engineers chose a four-chord steel beam spanning across the 63 m wide main building on its outside, above the roof level. Precast reinforced-concrete elements were used for all other areas for logistics, order picking and dispatch; these include prestressed concrete girders, roof beams, frames, columns for sleeve foundations, fire walls and façade panels. Among the structural elements, the columns underneath the steel roof beams were the heaviest: each of these 18 m long items had an 80/100 cm cross-section and weighed 36 tonnes. A particular challenge was to design the connection and point of support in the column head so as to take account of the tolerances of both precast and structural steel components. Maximum vertical loads of 1,250 kN and maximum horizontal loads of 310 kN per column were to be transferred into the precast structure. To increase the stiffness of the structural framework, coupling beams were positioned transverse to the main direction of span to distribute horizontal loads equally across all frames. Structural verification of the connections needed to consider coupling loads of up to 900 kN per node.

The parties involved in the project closely coordinated the construction process, and a tight schedule was developed whilst taking account of the needs of individual trades, including cast-in-place concrete, precast reinforced-concrete elements, steel construction, roofing and façade works. As a result, the closed building envelope was completed only six months after commencement of foundation works.

von Stahlbetonfertigteilen einer rund 22.000 m<sup>2</sup> großen Halle im Jade-Weser-Port in Wilhelmshaven erhalten. Der Auftraggeber, ein führender Tiefkühllogistiker, hatte den Anspruch, zwei stützenfreie Grundflächen von 63 m x 99 m mit einer lichten Hallenhöhe von 14,50 m zu errichten. Die Architekten und Ingenieure wählten zur Überspannung der Halle einen Stahlbau-Viergurt-Träger, der außenliegend über der Dachebene die 63 m breite Haupthalle überspannt. Alle weiteren Bereiche der Logistikzonen, Kommissionierzonen und Verloaderampen, bestehend aus Spannbetonbinder, Dachbalken, Riegeln, Köcherstützen, Brandwänden und Fassadenplatten, wurden mit Stahlbetonfertigteilen errichtet. Die schwersten Bauteile waren die Köcherstützen unter den Stahldachträgern mit einer Länge von 18 m, einem Querschnitt von 80/100 cm und einem Gewicht von 36 t je Stück. Eine besondere Herausforderung bestand darin, den Anschluss und Auflagerpunkt im Stützenkopf so auszubilden, dass die Toleranzen des Fertigteilbaus und des Stahlbaus berücksichtigt wurden. Die maximalen Vertikallasten von 1.250 kN und maximalen Horizontallasten von 310 kN je Stütze waren in die Fertigteilkonstruktion einzuleiten. Zur Aussteifung des Gebäudes wurden quer zur Hauptspannrichtung Koppelbalken angeordnet, um die Horizontallasten gleichmäßig auf alle Rahmen zu verteilen. Hier waren die Verbindungen für Koppelasten von bis zu 900 kN je Knotenpunkt nachzuweisen.

Der Bauablauf zwischen den Gewerken Ortbeton, Stahlbetonfertigteile, Stahlbau, Dach und Fassaden wurde intensiv aufeinander abgestimmt und ein straffer Terminplan entwickelt. So konnte die geschlossene Gebäudehülle der Hallen schon sechs Monate nach Beginn der Gründungsarbeiten fertiggestellt werden.

**Dipl.-Ing. Mathias Tillmann;** Fachvereinigung Deutscher Betonfertigteilbau (FDB), Bonn  
tillmann@fdb-fertigteilbau.de

Geboren 1970; Studium des Bauingenieurwesens an der RWTH Aachen mit der Vertiefungsrichtung konstruktiver Ingenieurbau; danach Projektingenieur, Tragwerksplaner und Konstrukteur; seit 2007 bei der FDB für den Bereich Technik und Normung zuständig, seit 2008 technischer Geschäftsführer; Autor zahlreicher Broschüren, Merkblätter und Fachartikel zum Thema „Betonfertigteile“; Mitglied in europäischen und nationalen Gremien als Vertreter der deutschen Betonfertigteilindustrie



## Where are we heading?

### Harmonized product standards for structural precast elements

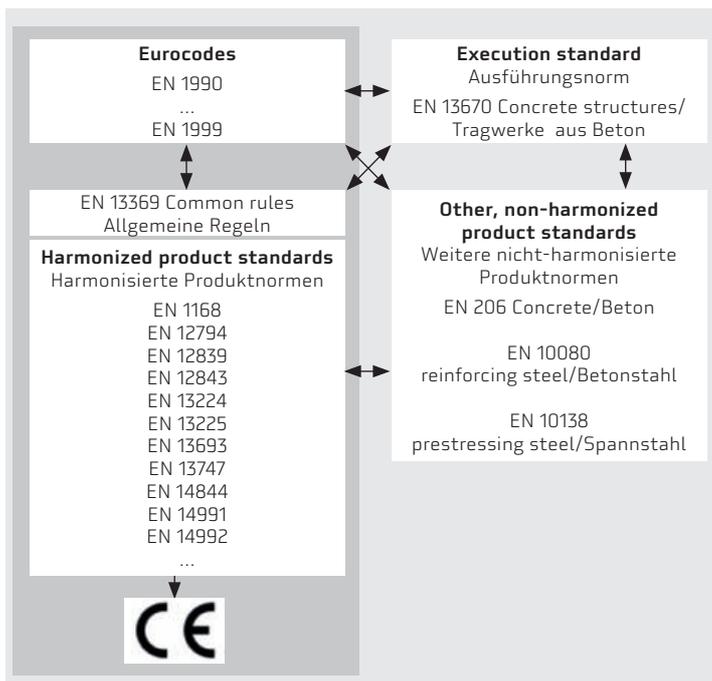
## Wo geht die Reise hin?

### Harmonisierte Produktnormen für Betonfertigteile

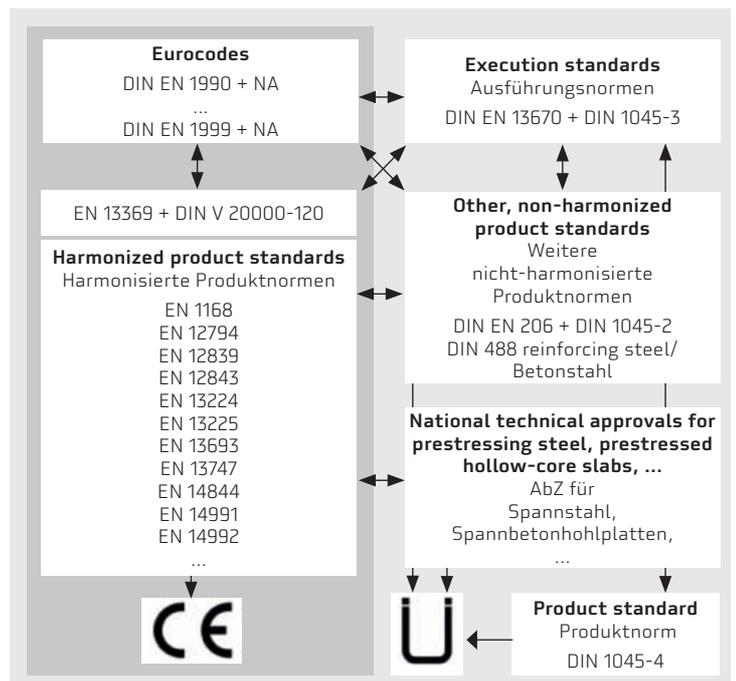
The judgment of the European Court of Justice (ECJ) in case C-100/13 of 16 October 2014 [1] has raised serious concerns in all areas of the German construction industry. According to the general interpretation, the court held that no national requirements may be imposed in addition to harmonized European product standards, as is currently the case in Germany with its Bauregelliste B Teil 1 (Construction Products List B, Part 1), among other documents. A comprehensive consultation process is currently underway on the legal implications of this ruling. The Conference of Construction Ministers of the German federal states is aiming to achieve an implementation of the court's decision that is in

Das Urteil des Europäischen Gerichtshofs (EuGH) in der Rechtssache C-100/13 vom 16. Oktober 2014 [1] hat in allen Bereichen des deutschen Bauwesens gehöriges Aufsehen erregt. Nach allgemeiner Auslegung dürfen demnach keine nationalen Anforderungen zusätzlich zu den harmonisierten europäischen Produktnormen gestellt werden, so wie dies in Deutschland unter anderem durch die Bauregelliste B Teil 1 geschieht. Derzeit wird intensiv beraten, welche Konsequenzen sich aus dem Urteil ergeben. Ziel der Bauministerkonferenz ist eine europarechtskonforme Umsetzung des Urteils bei gleichzeitiger Aufrechterhaltung der nationalen Interessen an der Sicherheit der Bauwerke.

a)



b)



→ 1 Previous system of product and reference standards; a) ideal scenario, b) reality in Germany

Bisheriges System der Produkt- und Bezugsnormen; a) Idealfall, b) Realität in Deutschland

compliance with European law whilst defending national interests in the safety of buildings and structures.

However, the Bauregellisten (Construction Products Lists) [2] and Listen der Technischen Baubestimmungen (Lists of Technical Building Rules) should continue to apply as amended until they are potentially repealed at a later stage. Additional national requirements for harmonized construction products, including Construction Products List B, Part 1, should be repealed in their entirety by 15 October 2016. From this point in time, any necessary national requirements should be defined at the level of the individual construction work, which would also require amendments to the building codes of the German federal states. A first draft of an amended model building code has been prepared [3].

According to all parties involved, the shift from determining the usability of a construction product by affixing the Ü mark to defining requirements on the level of the specific construction work will bring about fundamental changes.

The ECJ ruling also applies to structural precast elements. In addition to CE marking according to European product standards, currently applicable rules specify that the Ü mark be affixed during the production of structural precast elements to show that concrete, reinforcing steel and prestressing steel comply with the national requirements stipulated in Construction Products List A (Fig. 1).

Prior to adopting any new building rules and regulations, currently applicable rules should be scrutinized and critically reviewed. There should be no “sacred cows”, and the root causes of the problem should be identified, rather than just making an attempt at curing symptoms.

Only after this step should all parties involved in the process jointly try to develop a new system that adequately reflects the particular features of various construction products whilst being technically irreproachable, verifiable, as practicable as possible, and associated with only a minimum of bureaucracy.

### The following three options that are independent of each other are considered to be useful for structural precast elements:

#### VOLUNTARY SYSTEM INSTEAD OF NATIONAL CONTROL

Instead of the Ü mark requirement stipulated in applicable building rules, a voluntary manufacturer declaration can be issued to ensure that national requirements are complied with, for example with respect to raw materials. This would enable clients and contractors to select safe and reliable products. Furthermore, certificates and quality labels issued by independent monitoring and quality control bodies could confirm, under private law, that applicable requirements are met. Related considerations are far advanced among German precast industry associations, and a consultation process with umbrella associations has been initiated [4].

#### COMPLETE “BOTTOM-UP” HARMONIZATION

The previous system of non-harmonized basic standards for design and construction materials, such as the European concrete standard EN 206, forms the basis for producing “harmonized” precast elements, which reveals its precarious imbalance that has been prevailing over the last couple of years. Harmonization of all construction products is thus inevitable.

Bis zu einer eventuellen Aufhebung sollen die Bauregellisten [2] und die Listen der Technischen Baubestimmungen in ihrer aktuellen Fassung allerdings fortgelten. Weitere nationale Zusatzanforderungen an harmonisierte Bauprodukte und damit unter anderem die Bauregelliste B Teil 1 sollen bis zum 15. Oktober 2016 vollständig aufgehoben werden. Die weiterhin erforderlichen nationalen Anforderungen sollen zu diesem Zeitpunkt auf Bauwerksebene festgelegt werden. In diesem Zusammenhang sind auch Änderungen der Landesbauordnungen erforderlich. Ein erster Entwurf für eine geänderte Musterbauordnung [3] liegt vor. Der Wechsel von der Feststellung der Verwendbarkeit eines Bauprodukts durch das Ü-Zeichen zu einer Festlegung von Anforderungen auf Bauwerksebene bringt nach Ansicht aller Beteiligten fundamentale Änderungen mit sich.

Von dem Urteil sind auch konstruktive Betonfertigteile betroffen. Zusätzlich zum CE-Zeichen nach europäischen Produktnormen ist bei der Herstellung von tragenden Betonfertigteilen bislang durch ein Ü-Zeichen auszudrücken, dass Beton, Betonstahl und Spannstahl den nationalen Anforderungen nach Bauregelliste A entsprechen (Abb. 1).

Vor einer bauordnungsrechtlichen Neuregelung sollte eine grundlegende Prüfung und Infragestellung der bisherigen Regelungen erfolgen. Dabei sollte es keine Denkverbote geben und nicht nur an Symptomen, sondern auch an den Ursachen des Problems gearbeitet werden.

Erst danach sollte gemeinsam mit allen Beteiligten versucht werden, ein neues System zu erarbeiten, das die Besonderheiten verschiedener Bauprodukte angemessen wiedergibt sowie technisch einwandfrei und nachprüfbar, möglichst praktikabel und mit einem Minimum an bürokratischem Aufwand verbunden ist.

### Folgende drei voneinander unabhängige Wege werden für konstruktive Betonfertigteile als sinnvoll erachtet:

#### FREIWILLIGES SYSTEM STATT NATIONALER KONTROLLE

Anstelle der bauordnungsrechtlichen Forderung eines Ü-Zeichens kann eine freiwillige Herstellererklärung bereitgestellt werden, mit der versichert wird, dass die nationalen Anforderungen, zum Beispiel an die Ausgangsstoffe, erfüllt werden. Hierdurch wird es Bauherren und Bauausführenden ermöglicht, sichere und zuverlässige Produkte auszuwählen. Zusätzlich könnte durch Zertifikate und Qualitätszeichen von unabhängigen Überwachungsstellen auf privatrechtlicher Basis bestätigt werden, dass die entsprechenden Anforderungen eingehalten sind. Diesbezügliche Überlegungen innerhalb der Verbände der deutschen Betonfertigteilindustrie sind bereits weit fortgeschritten und mit übergeordneten Verbänden beraten worden [4].

#### KOMPLETTE HARMONISIERUNG VON „UNTEN NACH OBEN“

Das bisherige System nichtharmonisierter Grundlagennormen für Bemessung und Baustoffe (z.B. die europäische Betonnorm EN 206) als Basis für die Herstellung von „harmonisierten“ Betonfertigteilen zeigt die groteske Schiefelage auf, in der sich das System seit Jahren befindet. Eine Harmonisierung aller Baustoffe ist daher unausweichlich. Falls dies nicht durchführbar ist, müsste ein „harmonisierter“ Teil für die Baustoffe Beton, Betonstahl und Spannstahl in die europäischen Produktnormen für Betonfertigteile aufgenommen werden. Als Konsequenz müssten die erforderlichen Eigenschaften zum Beispiel für den Beton in der Leistungserklärung und im CE-Zeichen angegeben werden. Dieser Weg würde allerdings mehrere Jahre in Anspruch nehmen und ist daher eher fragwürdig.

#### HARMONISIERUNG KONSTRUKTIVER BETONFERTIGTEILE AUFGEBEN

In Verbindung mit einer fehlenden Gesamt-Harmonisierung wegen der o. g. Gründe drückt das CE-Zeichen für konstruktive Betonfertigteile in

If this turns out to be unfeasible, a “harmonized” part for concrete, reinforcing steel and prestressing steel would have to be incorporated in the European product standards pertaining to precast elements. Consequently, the required characteristics, for example for concrete, would have to be specified in the declaration of performance and in the CE marking document. However, pursuing this option would take several years, and is thus rather questionable.

#### ABANDONING HARMONIZATION OF STRUCTURAL PRECAST ELEMENTS

Due to the lack of comprehensive harmonization for the reasons outlined above, the CE marking of structural precast elements expresses just as little in technical terms as a declaration of performance, whose content includes only a few formal details. The CE mark for structural precast elements should also be viewed critically when considered as a trademark because there is hardly any “trade” in these elements in the true sense of the word. Instead, individual elements are designed and produced as customized items to meet the specifications of a particular construction project.

Moreover, there is an inherent limit to the movement of structural precast elements across Europe due to long transport distances and associated high transport costs. There is some degree of cross-border movement of these products, but it is the exception rather than the rule for structural precast elements and is largely restricted to regions near the border. Although we should welcome this cross-border movement of goods, it will continue to be impeded by additional national requirements despite the ECJ ruling. Consequently, harmonization of product standards for structural precast elements would have to be abandoned to get rid of unnecessary red tape and to draw the only logical conclusion from the current lack of harmonization. For this purpose, European procedures based on the Construction Products Regulation (CPR) [5] could be conceived, for instance pursuant to Art. 18 CPR, that would result in withdrawal of product standards from the Official Journal of the EU. This route is already being pursued, as evidenced by the initiation of this procedure for selected product standards, such as EN 1168 on hollow core slabs.

Additional national requirements would have to be abandoned in their entirety if these procedures are not applied consistently to all relevant product standards and if other options turn out to be unsuccessful.

technischer Hinsicht genauso wenig aus wie eine Leistungserklärung, deren Inhalte sich auf wenige formale Angaben beschränken. Als Handelszeichen ist das CE-Zeichen für tragende Betonfertigteile ebenfalls kritisch zu hinterfragen. Ein „Handel“ im eigentlichen Wortsinn wird mit konstruktiven Betonfertigteilen in der Regel nicht betrieben. Stattdessen werden die einzelnen Bauteile für eine bestimmte Position in einem speziellen Bauvorhaben bemessen und maßgeschneidert hergestellt. Darüber hinaus ist dem europaweiten Warenverkehr solcher Fertigteile aufgrund des großen Transportaufwands und hoher Kosten eine systemimmanente Grenze gesetzt. Ein grenzüberschreitender Warenverkehr findet zwar statt, beschränkt sich aber v. a. auf grenznahe Regionen und wird trotz des EuGH-Urteils weiterhin durch nationale Zusatzregeln behindert. Um überflüssigen bürokratischen Ballast abwerfen und die logische Schlussfolgerung einer fehlenden Harmonisierung ziehen zu können, müsste die Harmonisierung der Produktnormen für konstruktive Betonfertigteile aufgegeben werden. Hierfür könnten europäische Verfahren auf Grundlage der BauPVO [5], z. B. nach Art. 18 angeregt werden, die eine Zurückziehung der Produktnormen aus dem Amtsblatt der EU zur Folge hätten. Die Einleitung dieses Verfahrens für ausgewählte Produktnormen (z. B. EN 1168 Hohlplatten) zeigt diesen Weg auf. Falls diese Verfahren nicht konsequent für alle in Frage kommenden Produktnormen eingeleitet werden und sonstige Lösungswege scheitern sollten, müssen alle nationalen Zusatzanforderungen aufgegeben werden.

#### REFERENCES/LITERATUR

- [1] Urteil des Gerichtshofs (Zehnte Kammer) vom 16. Oktober 2014 (Rechtssache C-100/13)
- [2] Deutsches Institut für Bautechnik, Bauregelliste A, Bauregelliste B und Liste C, aktuelle Ausgabe 2015/2, erhältlich unter [www.dibt.de](http://www.dibt.de)
- [3] Entwurf Musterbauordnung (MBO), Stand 12. Oktober 2015
- [4] Konzeptioneller Vorschlag zur Umsetzung des EuGH-Urteils vom 16.10.2014 – RS C-100/13
- [5] Verordnung (EU) Nr. 305/2011 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 09. März 2011 zur Festlegung harmonisierter Bedingungen für die Vermarktung von Bauprodukten und zur Aufhebung der Richtlinie 89/106/EWG des Rates

## Baustoff- prüfmaschinen und -geräte



**Besuchen Sie uns!**  
Standnummer 43

Druckprüfung 

Biegeprüfung 

Zugprüfung 









FORM+TEST Seidner&Co. GmbH  
Telefon +49 (0) 7371 9302-0  
[sales@formtest.de](mailto:sales@formtest.de)  
[www.formtest.de](http://www.formtest.de)



**Bauassessorin Dipl.-Ing. Alice Becke;** Fachvereinigung Deutscher Betonfertigteilterbau, Bonn

[becke@fdb-fertigteilterbau.de](mailto:becke@fdb-fertigteilterbau.de)

Studium des Bauingenieurwesens an der FH Lippe und Höxter, anschließend bis 2005 wissenschaftliche Mitarbeiterin im Bereich Massivbau; paralleles Aufbau-Fernstudium des Bauingenieurwesens an der TU Dresden; nach dem zweiten Staatsexamen beim Landesbetrieb Straßen.NRW; seit 2007 Geschäftsführerin der Forschungsvereinigung der deutschen Beton- und Fertigteilterindustrie e.V., Bonn; 2007 bis 2011 zuständig für den Bereich Technik, Normung und Umwelt beim Bundesverband Betonbauteile Deutschland e.V. (BDB), ab 2010 als Geschäftsführerin; seit 2011 Projektleiterin bei der Fachvereinigung Deutscher Betonfertigteilterbau e.V. (FDB) und beim Betonverband Straße, Landschaft, Garten e.V. (SLG), Schwerpunkte: Nachhaltigkeit, Umwelt und übergeordnete technische Fragestellungen; Mitglied in nationalen und europäischen Gremien

## Energy efficiency at the precast plant – Basic considerations

## Energieeffizienz im Fertigteilterwerk – Grundlegende Betrachtungen

Efficient use of energy is one of the key prerequisites to ensure sustainable development of our economy. This endeavor is not only related to implementing environmental and climate policy targets but also includes ensuring that businesses remain competitive in the commercial environment. However, energy inefficiencies in manufacturing processes often continue to be tolerated as a “necessary evil” of producing to a high quality standard.

### Using legal requirements as an opportunity

Pursuant to s. 8 of the Energiedienstleistungsgesetz (EDL-G; German Energy Services Act) [1], non-SMEs have been under the obligation, since 5 December 2015, to perform an energy audit and to repeat it at regular intervals. Implementing this measure is part of the National Action Plan on Energy Efficiency (NAPE) and should help achieve both national and EU-wide energy and climate policy targets [2]. The requirements stipulated in the EDL-G apply to businesses that do not fall under the category of small and medium-sized enterprises (SMEs) according to the EU definition [3].

This legal requirement that larger enterprises must comply with should be considered as an opportunity – also by SMEs – to critically review energy efficiency within the business. In the long term, energy and resource-saving production processes will make it pos-

Der effiziente Umgang mit Energie stellt eine Grundvoraussetzung für die nachhaltige Entwicklung unserer Wirtschaft dar. Hierbei geht es nicht nur um die Umsetzung politischer Ziele zum Umwelt- und Klimaschutz, sondern ebenso um die wirtschaftliche Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen. Dennoch werden heute Energieverluste in Fertigungsprozessen oft noch als notwendiges Übel einer qualitativ hochwertigen Produktion in Kauf genommen.

### Gesetzliche Anforderungen als Chance nutzen

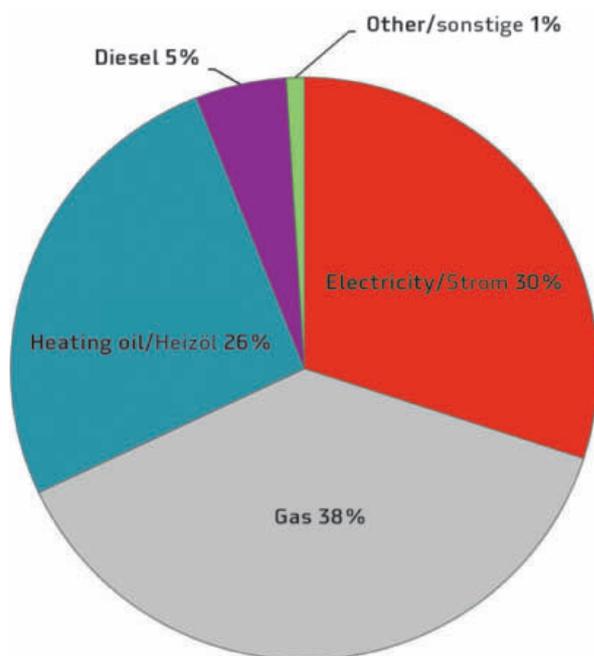
Gemäß § 8 des Energiedienstleistungsgesetzes (EDL-G) [1] besteht für Nicht-KMU seit 5. Dezember 2015 die Verpflichtung zur Durchführung eines Energieaudits und dessen regelmäßige Wiederholung. Die Umsetzung dieser Maßnahme gehört zum Nationalen Aktionsplan Energieeffizienz (NAPE) und dient der Erreichung sowohl der nationalen als auch der in der EU vereinbarten Energie- und Klimaschutzziele [2]. Die Anforderungen des EDL-G gelten für Unternehmen, die kein kleines und mittleres Unternehmen (KMU) gemäß EU-Definition [3] sind.

Diese rechtliche Verpflichtung für größere Unternehmen sollte als Chance – auch für KMU – verstanden werden, die eigene Energieeffizienz zu hinterfragen. Langfristig wird eine energie- und ressourcenschonende Produktion den Unternehmen Kostensenkungen ermöglichen. Zusätzlich wird ein positives, umweltfreundliches Unternehmensimage geprägt.

### Ein Weg zu mehr Energieeffizienz

Vielen unnötigen Energieverlusten kann oft allein deshalb nicht begegnet werden, weil sie nicht lokalisiert sind oder nicht gemessen werden. Daher steht als erster Schritt zur Optimierung der Energieeffizienz die gesamtheitliche Erfassung aller Energiequellen und -verbraucher.

Im Rahmen einer Untersuchung unter den Mitgliedern der Fachvereinigung Deutscher Betonfertigteilterbau e.V. (FDB) wurde der Energieverbrauch von 30 Produk-



→ Average share of sources of energy used at the precast plant (2013) (Figure: FDB/Becke)  
 Durchschnittlicher Anteil der im BFT-Werk eingesetzten Energieträger (2013) (Figure: FDB/Becke)

sible for companies to reduce their cost base. Related activities also promote a positive, environmentally friendly corporate image.

### A route towards greater energy efficiency

In many cases, unnecessary losses of energy cannot be overcome for the simple reason that they have not been localized or measured. For this reason, the first step to optimize energy efficiency is to carry out a holistic assessment of all sources and consumers of energy.

Energy consumption at 30 production sites was evaluated and analyzed as part of a study conducted among the members of the Fachvereinigung Deutscher Betonfertigteilebau e.V. (FDB; German Association for Precast Concrete Construction). During this exercise, major variations were found that revealed a significant potential for optimization even when considering site-, plant- and product-specific characteristics.

Energy-relevant processes at the precast plant can be grouped into five areas:

- » production equipment (circulation plant, compressed air, mixing, compaction, heat treatment)
- » transport (forklifts, bucket line, crane)
- » heating, (indoor) heat (staff facilities, heating of factory building)
- » lighting (factory building, staff facilities)
- » other processes in ancillary operations, including joinery, bending shop, fitter's workshop

Using compressed air is considered to be a particularly energy-intensive process. Depending on the plant design, up to 50% of compressed air can be lost on its way from the compressor to the tool. Optimization of the compressed-air system will unlock a cost-saving potential of about 30% because compressed air is a relatively expensive, inefficient type of energy (only 4 to 7% of expended primary energy are subsequently provided as mechanical energy by compressed air [4]) [5]. Both organizational and technical measures can open up avenues towards optimizing energy efficiency. The former include not only regular repair and maintenance (filters, leaks) but also inspections and, if required, adjusting pressure levels and considering alternatives to using compressed air. One of the available technical options is to utilize exhaust heat from compressors to heat the building and to generate hot water.

The federal government is funding initiatives to increase energy efficiency in industrial operations, for instance via the Federal Office for Economic Affairs and Export Control [6]. Ultimately, however, only those involved at the operational level are in a position to drive the implementation of appropriate measures to increase energy efficiency in production. Three factors are crucial in this respect: determination, expertise and an appropriate organizational framework.

tionsstandorten erhoben und ausgewertet. Die dabei beobachteten großen Unterschiede zeigen unter Berücksichtigung von standort-, werks- und produktspezifischen Besonderheiten ein erhebliches Optimierungspotenzial.

Energierelevante Prozesse im Betonfertigteilewerk lassen sich in fünf Bereiche untergliedern:

- » Anlagentechnik (Umlaufanlage, Druckluft, Mischen, Verdichten, Wärmebehandlung)
- » Transporte (Stapler, Kübelbahn, Kran)
- » Heizung, (Raum)wärme (Sozialräume, Hallenheizung)
- » Beleuchtung (Halle, Sozialräume)
- » Prozesse in Nebenbetrieben wie Schreinerei, Eisenbiegerei, Schlosserei

Als besonders energieintensiver Prozess gilt die Nutzung von Druckluft. Je nach Anlage können bis zu 50% der Druckluft auf dem Weg vom Kompressor bis zum Werkzeug verloren gehen. Da Druckluft eine vergleichsweise teure und ineffiziente Energie ist (nur 4 bis 7% der eingesetzten Primärenergie stehen später durch Druckluft als mechanische Energie zur Verfügung [4]), ergibt sich durch eine Optimierung der Druckluftanlage ein wirtschaftliches Einsparpotenzial von rund 30% [5]. Ansatzpunkte für eine Optimierung können sowohl organisatorische als auch technische Maßnahmen sein. Zu ersteren zählen, neben regelmäßiger Wartung und Instandhaltung (Filter, Leckagen), die Überprüfung und gegebenenfalls Anpassung des Druckniveaus sowie die Prüfung auf Alternativen für die Verwendung von Druckluft. Eine mögliche technische Maßnahme ist die Nutzung der Kompressorenabwärme für Gebäudeheizung und Warmwasseraufbereitung.

Der Bund fördert Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz in Industriebetrieben unter anderem über das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) [6]. Letztendlich kann die Umsetzung geeigneter Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz in der Produktion aber nur von den betrieblichen Akteuren selbst vorangetrieben werden. Dabei sind drei Faktoren entscheidend: Wille, Kompetenz und geeignete organisatorische Rahmenbedingungen.

### REFERENCES/LITERATUR

- [1] Gesetz über Energiedienstleistungen und andere Energieeffizienzmaßnahmen zur Umsetzung der Energieeffizienzrichtlinie 2012/27/EU
- [2] Richtlinie 2012/27/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Oktober 2012 zur Energieeffizienz, zur Änderung der Richtlinien 2009/125/EG und 2010/30/EU und zur Aufhebung der Richtlinien 2004/8/EG und 2006/32/EG (ABL. L 315/1 vom 14. November 2012)
- [3] Empfehlung 2003/361/EG der Kommission vom 6. Mai 2003 betreffend die Definition der Kleinunternehmen sowie der kleinen und mittleren Unternehmen (ABL. L 124 vom 20.05.2003, S. 36)
- [4] Praxisleitfaden Energieeffizienz in der Produktion. Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung, Mai 2009
- [5] Leitfaden für effiziente Energienutzung in Industrie und Gewerbe. Bayerisches Landesamt für Umwelt, November 2009
- [6] <http://www.bafa.de/bafa/de/energie/>

**Excellent  
Vibration.**



[www.italvibras.it](http://www.italvibras.it)

Italvibras electric vibrators  
for the building trade:  
**reliability, safety and  
high performance.**

Italvibras has the state of the art and  
experience to provide prefabrication  
worksites with the best solutions for  
compacting concrete.

**The specialisation of the leader.**

 **italvibras**  
**g.silingardi**

Italvibras G. Silingardi SpA  
41042 Fiorano Modenese MO Italy  
via Ghiarola Nuova, 22/26  
Tel. +39 0536 804634 - Fax +39 0536 804720  
[italvibras@italvibras.it](mailto:italvibras@italvibras.it) - [www.italvibras.it](http://www.italvibras.it)



**Dipl.-Ing. Johannes Vollmer;** Ed. Züblin, Hamburg

[johannes.vollmer@zueblin.de](mailto:johannes.vollmer@zueblin.de)

Geboren 1959; bis 1986 Studium des Bauingenieurwesens an der TU Hannover; 1986 bis 1989 wissenschaftlicher Mitarbeiter an der TU Hannover, Projekt: Numerische Wellenberechnung; 1990 bis 1993 Statiker im technischen Büro bei Dywidag; 1994 bis 2001 erster Bauleiter bei Dywidag; 2002 bis 2005 erster Bauleiter/Projektleiter bei Dywidag; 2005 bis 2007 Bauleiter bei der Ed. Züblin AG; seit 2008 Projektleiter bei der Ed. Züblin AG, Direktion Ingenieurbau Nord, Bereich Nord/West

## Inner-city construction using large precast elements for IKEA Hamburg-Altona

### Technical implementation and site logistics

## Innerstädtischer Bau mit großen Fertigteilen für IKEA Hamburg-Altona

### Technische Umsetzung und Baustellenlogistik

#### Grosse Bergstrasse, Hamburg-Altona

The building at Grosse Bergstrasse is the first multi-story, inner-city IKEA store in Hamburg-Altona. IKEA considers this store to be a pilot project. Concreting works related to the building shell were carried out from November 2012 to July 2013; subsequent structural steel works were completed in January 2014. The store was opened after completion of the final parking deck and ramp coatings in June 2014.

#### Structural design

The new building has a gross floor area of about 43,000 m<sup>2</sup> (excluding parking levels and ramp system). The actual store occupies an area of about 17,700 m<sup>2</sup>. The building comprises three above-ground stories and an interspersed mezzanine floor. These floors form the actual IKEA store. Delivery, warehouse, service rooms and the sprinkler station are located on the three basement levels. Four parking decks were added as a composite steel structure on top of the third floor. They are accessed via a helical steel ramp structure with a total height of about 34.5 m.

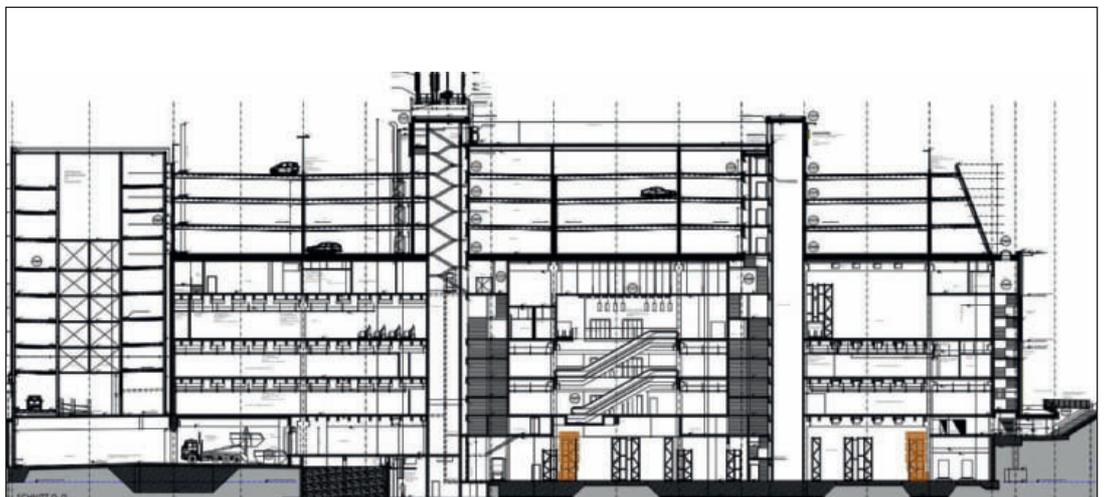
Due to the restricted available space in this inner-city location, the construction site could only be accessed from two sides via small side streets. On-time delivery of required building materials essentially relied on a tight logistics schedule and coordination process. Working

#### Große Bergstraße, Hamburg-Altona

Das Einrichtungshaus an der Großen Bergstraße ist das erste mehrgeschossige, innerstädtische IKEA-Einrichtungshaus in Hamburg-Altona und gilt für IKEA als Pilotprojekt. Die Bauzeit für den Rohbau erstreckte sich für die Betonarbeiten von November 2012 bis Juli 2013, die anschließenden Stahlbauarbeiten waren im Januar 2014 beendet. Die Eröffnung des Kaufhauses erfolgte nach Fertigstellung der abschließenden Parkdeck- und Rampenbeschichtung im Juni 2014.

#### Baukonstruktion

Das neue Gebäude wurde mit rund 43.000 m<sup>2</sup> Brutto-Grundfläche (ohne Parkebenen und Rampenanlage) errichtet. Davon sind circa 17.700 m<sup>2</sup> Verkaufsfläche.



→ Longitudinal section of the structure  
 Längsschnitt durch den Baukörper



→ **Aerial view during the shell construction phase**  
Draufsicht in der Rohbauphase

hours were strictly limited in the building permit due to the immediately adjacent residential development. No storage space or staging area was available on the job site. Overall, 35,000 m<sup>3</sup> of concrete, 2,550 tonnes of reinforcing steel and 615 precast elements were installed in the shell construction phase, which lasted eight months. Precast elements weighed up to 35 tonnes and had to be moved into their final positions on the job site. Individual floor levels were supported on monolithic, 28 m high, extremely slender precast columns. The two latter precast components also required compliance with public traffic restrictions in addition to the confined space available on-site.

The crane concept included four 550 to 630 EC-H cranes and two small 160/112 EC cranes for delivering materials internally on the construction site. This arrangement was designed to cope with the above loads whilst considering a sufficient overlap of lift radii to enable internal site transport. Tandem lifts became necessary for unloading and interim storage as well as the installation of some of the heaviest precast elements. The use of mobile cranes with higher lifting capacities was reduced to a minimum. Beyond the limited space available on the construction site, mobile cranes could be installed only for crane erection and dismantling.

#### **Post-opening situation for Altona and IKEA**

The complete range of press coverage proves that the opening of the new store has revitalized the Grosse Bergstrasse area commercially and enhanced its attractiveness significantly. New shops were opened even during the construction phase, and the demand for office space rose considerably.

There was no strong increase in local traffic, as initially feared by residents. Nor was any additional pressure on parking spaces created according to current reports, which is essentially due to the many alternative transport concepts that the operator had developed as early as at the design stage.

Arbeitszeiten wurden aufgrund der unmittelbar benachbarten Wohnbebauung bereits mit der Baugenehmigung strikt begrenzt. Eine Lagermöglichkeit auf der Baustelle war nicht vorhanden. Insgesamt wurden in den acht Monaten Rohbauphase 35.000 m<sup>3</sup> Beton, 2.550 t Betonstahl sowie 615 Fertigteile verbaut. Die Fertigteile mit einem Gewicht von bis zu 35 t waren auf der Baustelle zu positionieren. Die Geschossebenen wurden auf monolithische, 28 m hohe, extrem schlanke Fertigteilstützen aufgelagert. Für die beiden letztgenannten Fertigteilbauteile waren neben den beengten Baustellenbedingungen zusätzlich noch die öffentlichen Transportbeschränkungen zu berücksichtigen.

Das Krankonzept mit vier Kranen 550 bis 630 EC-H sowie zwei kleinen Kranen 160/112 EC für die Andienung auf der Baustelle war für diese Lasten ausgelegt, unter Berücksichtigung von ausreichender Überlappung der Lastkreise für Baustellenquertransporte. Für die Entladung und Zwischenlagerung sowie teilweise auch für die Verlegung der schwersten Fertigteile wurden Tandemhübe erforderlich. Der Einsatz von Mobilkranen mit höherer Traglast konnte auf ein Minimum beschränkt werden. Außerhalb der beengten Baustellenfläche konnten Mobilkrane nur für Kranauf- und Kranrückbau aufgebaut werden.

#### **Altona und IKEA nach Inbetriebnahme**

Mit der Eröffnung des neuen Einrichtungshauses, das zeigen alle Presseberichte, hat sich der Bereich um die Große Bergstraße wirtschaftlich wieder belebt und stark an Attraktivität gewonnen. Schon während der Bauphase entstanden neue Geschäfte und die Nachfrage nach Büroraum stieg signifikant.

Das zu Anfang von den Anwohnern befürchtete stark ansteigende Verkehrsaufkommen stellte sich nicht ein. Den aktuellen Berichten zufolge ist auch kein zunehmender Parkplatzdruck entstanden. Dies ist wesentlich auch den vielen alternativen Transportkonzepten zu verdanken, die der Betreiber schon während der Planungsphase entwickelt hat.



**Dr.-Ing. Matthias Molter;** Bremer, Paderborn

[m.molter@bremerbau.de](mailto:m.molter@bremerbau.de)

Geboren 1966; 1987 bis 1992 Studium an der TU Darmstadt; 1992 bis 1996 Tätigkeit im Ingenieurbüro; 1996 bis 1998 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Tragkonstruktionen (Prof. Wenzel) der Universität Karlsruhe; 1998 bis 2002 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Massivbau (Prof. Hegger) der RWTH Aachen; 2002 Promotion; seit 2002 Leiter des Technischen Büros der Firma Bremer, Paderborn

## Structural precast construction in seismic areas Specifications and practical examples

### Bauen mit Fertigteilen in Erdbebengebieten Anforderungen und praktische Beispiele

Design and construction in German earthquake areas had previously been governed by DIN 4149 [1]. This standard will be superseded by DIN EN 1998-1 (Eurocode 8) [2, 3] and the corresponding National Annex [4]. The new generation of standards will contain comprehensive guidance regarding geotechnical correlations, resulting actions on structures and design rules that ensure earthquake-resistant construction. The magnitude of seismic actions depends on the soil class, ground class and earthquake zone in which the relevant site is located. Ground conditions influence the elastic response spectrum on which the design of the building or structure must be based.

Building construction in seismic areas is subject to the following basic rules: structural simplicity; regularity, symmetry and redundancy; bidirectional resistance and rigidity; torsional resistance and torsional rigidity; shear effect of floor slabs; and sufficiently dimensioned foundations [2].

Das Bauen und Konstruieren in deutschen Erdbebengebieten wurde bisher in DIN 4149 [1] geregelt. Diese Norm wird zukünftig von DIN EN 1998-1 (Eurocode 8) [2, 3] und dem entsprechenden Nationalen Anhang [4] abgelöst. In der neuen Normengeneration wird sehr umfassend auf die geotechnischen Zusammenhänge, die hieraus resultierenden Bauwerksbeanspruchungen und auf Konstruktionsregeln, die zu einer erdbebensicheren Bauweise führen, eingegangen. Das Maß der Einwirkungen aus Erdbeben ist abhängig von der Untergrundklasse, der Baugrundklasse und der Erdbebenzone des jeweiligen Bauortes. Die Baugrundverhältnisse beeinflussen das elastische Antwortspektrum, das der Bauwerksbemessung zugrunde gelegt werden muss.

Die Grundregeln zur Errichtung von Gebäuden in Erdbebengebieten sind: Einfachheit der Konstruktion; Regelmäßigkeit, Symmetrie und Redundanz; bidirektionale Beanspruchbarkeit und Steifigkeit; Torsionsbeanspruchbarkeit und Torsionssteifigkeit; Scheibenwirkung der Decken sowie eine ausreichende Gründung [2].



→ 1 Aerial photograph of the Möbel Höffner site in Neuss during the construction phase  
Luftaufnahme Möbel Höffner in Neuss während der Bauphase



Figure: Bremer, Paderborn

→ **2** Precast shear wall  
Fertigteilwandscheibe

In the standard, buildings or structures to be erected are allocated to four categories of significance depending on their type of use. For example, public buildings frequented by a large number of people, such as hospitals and schools, are considered to be requiring a much higher degree of protection than those where the protection of the population is of secondary relevance (including warehouses or agricultural buildings).

Whereas most residential and administrative buildings are constructed from conventional cast-in-situ concrete or masonry, precast has become very common for industrial facilities, including in seismic areas. The precast method is particularly well-suited for such projects when adhering to the earthquake-related design principles because it provides a very ductile design with a high degree of energy absorption in the event of failure.

Die zu errichtenden Bauwerke werden in der Norm in vier Bedeutungskategorien eingeordnet, die sich nach der Art der Nutzung richten. So werden zum Beispiel öffentliche Gebäude, in denen es zu großen Menschenansammlungen kommt (Krankenhäuser, Schulen etc.) als deutlich schützenswerter eingeschätzt als solche, bei denen der Schutz der Bevölkerung eine untergeordnete Rolle spielt (z. B. Lager- oder landwirtschaftliche Gebäude).

Während die meisten Bauvorhaben im Wohn- und Verwaltungsbau in klassischer Ort beton- oder Mauerwerkbauweise ausgeführt werden, ist im Industriebau der Fertigteilbau mittlerweile sehr etabliert und dies auch in Erdbebengebieten. Unter Beachtung der erdbebenbedingten Konstruktionsprinzipien eignet sich die Fertigteilbauweise in besonderer Weise, da sie eine sehr duktile Bauart mit einer hohen Energieabsorption im Versagensfall darstellt.

Bei eingeschossigen Hallenkonstruktionen mit leichten Dächern, die mittels eingespannter und gekoppelter Stützen ausgesteift werden, sind in der Regel die Horizontalkräfte aus Wind größer als diejenigen aus der Erdbebenbeschleunigung. Ausnahmen können jedoch Fälle bilden, die sich in Erdbebenzone 2 oder größer befinden. Bei Geschossbauten mit massiven Decken (Büros, Lager, Produktion) und den entsprechenden Nutzlasten wird in nahezu allen Fällen die Horizontalbeanspruchung aus Erdbeben für die Bemessung der Gebäude maßgebend. Hierbei ist eine ausreichende Anzahl aussteifender Wände und deren gleichmäßige Anordnung von großer Bedeutung. So wird sichergestellt, dass die Gebäudestabilisierung torsionssteif ist und die einzelnen Wandscheiben gleichmäßig beansprucht werden.

**progress**

Maschinen & Automation

PROGRESS GROUP  
concrete solutions



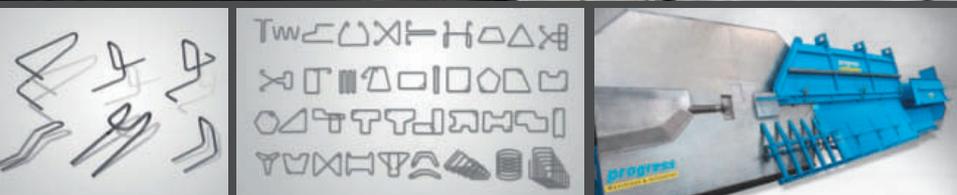
## 3D-Bügelbiegeautomat

Kompakt und leistungsstark

Die neueste Generation der Bügelbiegeautomaten ist leistungsstark, energiesparend und bedarf nur sehr geringer Wartung.

Die EBA S-Serie bietet außerdem folgende Automatisierungs-Möglichkeiten:

- Automatische Richtsatzverstellung und Draht-Durchmesserwechsel
- Schnellwechselsystem
- Motorisierte 5t-Haspeln
- Drahtauslauf



Progress Maschinen & Automation AG  
Julius-Durst-Str. 100  
I-39042 Brixen

Tel. +39 0472 979 100 info@progress-m.com  
Fax +39 0472 979 200 www.progress-m.com

In single-story factory buildings with lightweight roofs that are stiffened using restrained and coupled columns, horizontal actions resulting from wind loads are usually greater than those caused by seismic acceleration. However, there might be exceptions to this rule if buildings are located in earthquake zone 2 or higher. The design of multi-story buildings with solid floors (offices, warehouses, production buildings) and the corresponding service loads must almost always be guided by the horizontal actions caused by earthquakes. In this exercise, it is crucial to provide a sufficient number of stiffening walls and to arrange them in a regular pattern. This approach ensures that the stabilizing features of the building are torsionally rigid and that the individual shear walls are subject to uniform loading.

Under certain conditions, DIN 4149 [1] and Eurocode [2] provide the option of applying a simplified verification method (simplified response spectrum method) to determine substitute horizontal loads from seismic actions and to apply them as exceptional load conditions. Whenever the design is governed by seismic loading, significant forces result especially in multi-story buildings that must be transferred via the selected structural framework composed of floor slabs and shear walls. Floor slabs are subjected to corresponding ring tie forces, and large horizontal loads act on the walls. In any precast structure, horizontal forces need to be transferred via all structural component joints and subsequently introduced into the ground.

The example referred to below clearly illustrates the above correlations and interactions. This newly built furniture store has a floor space of about 80,000 m<sup>2</sup> (Fig. 1). The building was constructed in the German city of Neuss in earthquake zone 2. The ground corresponds to soil class T and ground class B.

This building was allocated to significance category 3; it is stiffened by shear walls whose two bottom levels were cast in place due to the high loads acting on them (Fig. 2). To shorten the construction period, precast elements were used for the upper-story shear walls. These elements were placed on top of the cast-in-situ walls and firmly connected to each other using bolts and spot welds. The structure had to transfer a total horizontal load of 48 MN. Each shear wall was subjected to a maximum load of 14 MN, which had to be transferred from the upper, precast structure to the cast-in-situ wall located below (Fig. 3).

The above example shows that it is possible to use precast reinforced-concrete elements for projects in seismic areas and to reduce the construction period to a minimum. Overall, it took four months to construct the building shell (cast-in-place concrete works and precast element assembly), including assembly of approximately 3,700 precast elements, installation of 32,400 m<sup>2</sup> of precast floor slabs and pouring of about 80,000 m<sup>2</sup> of floors. This approach led to a technically impeccable, fast and cost-efficient completion of the project.

#### REFERENCES/LITERATUR

- [1] DIN 4149: Bauten in deutschen Erdbebengebieten – Lastannahmen, Bemessung und Ausführung üblicher Hochbauten [Buildings in German earthquake areas – Design loads, analysis and structural design of buildings]; April 2005
- [2] DIN EN 1998-1: Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben – Teil 1: Grundlagen, Erdbebeneinwirkungen und Regeln für Hochbauten [Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance – Part 1: General rules, seismic actions and rules for buildings]; Deutsche Fassung [German version] EN 1998-1:2004 + AC:2009
- [3] DIN EN 1998-1/A1: Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben – Teil 1: Grundlagen, Erdbebeneinwirkungen und Regeln für Hochbauten [Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance – Part 1: General rules, seismic actions and rules for buildings]; Deutsche Fassung [German version] EN 1998-1:2004/A1:2013
- [4] DIN EN 1998-1/NA: Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben – Teil 1: Grundlagen, Erdbebeneinwirkungen und Regeln für Hochbau [National Annex – Nationally determined parameters – Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance – Part 1: General rules, seismic actions and rules for buildings]

Unter bestimmten Voraussetzungen lassen DIN 4149 [1] und Eurocode [2] ein vereinfachtes Nachweisverfahren (vereinfachtes Antwortspektrumverfahren) zu, mit dem dann horizontale Ersatzlasten aus der Erdbebenbeanspruchung ermittelt und als außergewöhnliche Lastfälle angesetzt werden dürfen. Wird die Belastung aus Erdbeben maßgebend, kommt es vor allem bei Geschossbauten zu erheblichen Kräften, die durch die gewählte Konstruktion (Decken- und Wandscheiben) abzutragen sind. In den Deckenscheiben treten entsprechende Ringankerkräfte auf, und die Wände werden durch große Horizontallasten beansprucht. Die Horizontalkräfte müssen bei einer Fertigteilkonstruktion dann über alle Bauteilfugen übertragen und anschließend in den Baugrund eingeleitet werden.

Am nachfolgenden Beispiel sind die o.g. Zusammenhänge gut zu erkennen. Es handelt sich um den Neubau eines Möbelhauses mit einer Verkaufsfläche von ca. 80.000 m<sup>2</sup> (Abb. 1). Das Gebäude wurde in Neuss in der Erdbebenzone 1 errichtet. Der Boden entspricht der Untergrundklasse T und der Baugrundklasse B.

Das Gebäude mit der Bedeutungskategorie 3 wird durch Wandscheiben ausgesteift, die in den beiden unteren Ebenen aufgrund der hohen Beanspruchung in Ortbetonbauweise erstellt wurden (Abb. 2). Um die Bauzeit zu verkürzen, wurden die Wandscheiben im Obergeschoss als Fertigteile ausgeführt. Diese wurden dann auf die Ortbetonwände aufgesetzt und mittels Schraubanschlüssen und Schweißpunkten kraftschlüssig miteinander verbunden. Hierbei mussten Horizontalkräfte von insgesamt 48 MN abgetragen werden. Je Wandscheibe traten Maximallasten von 14 MN auf, die von der oberen Fertigteilkonstruktion auf die darunter liegende Ortbetonwand übertragen werden mussten (Abb. 3).

Am oben beschriebenen Beispiel lässt sich erkennen, dass das Bauen mit Stahlbetonfertigteilen in Erdbebengebieten möglich ist und sich die Bauzeit auf ein Minimum reduzieren lässt. Insgesamt dauerte die Errichtung des Rohbaus (Ortbetonarbeiten und Fertigteilmontage) vier Monate, wobei circa 3.700 Fertigteile montiert, 32.400 m<sup>2</sup> Elementdecken verlegt und rund 80.000 m<sup>2</sup> Geschossdecken betoniert wurden. Diese Art der Ausführung führte zu einer technisch einwandfreien, schnellen und wirtschaftlichen Umsetzung des Projekts.



Figure: Bremer Paderborn

→ 3 Welded connection with tie bar joint  
Schweißverbindung mit Zuganschluss



Edition **DBZ**

Deutsche Bauzeitschrift

Beton Bauteile

Entwerfen Planen Ausführen 2016



**Zaha H. Hadid** Auf die Spitze getrieben Messner Mountain Museum in Südtirol  
**Bjarke Ingels Group** Berge bauen in Beton Amager Resource Center, Kopenhagen  
**Fischer Architekten** Das Eastsite Henry Cavendish Centre in Manchester  
**SSP AG** Preisstahlbau Fertigteile Fachhochschule in Köln  
**Lucem** Messer Beton betete 1,1 Millionen Jahre Kampus in Abu Dhabi

Edition **DBZ**

64. Jahrgang 2016.

Gebundene Ausgabe,  
DIN A4 Format mit zahlreichen  
Architekturfotos, detaillierten  
Zeichnungen und Tabellen  
ISBN 978-3-7625-3672-7.

Preis 39,00 €  
inklusive MwSt.,  
zuzüglich Versandkosten.

Entwerfen Planen Ausführen

# Beton Bauteile 2016

Beton Bauteile ist seit vielen Jahren das Nachschlagewerk zu außergewöhnlichen Projekten, Ästhetik und Ingenieurskunst mit Fertigteilen aus Beton. Zahlreiche Beiträge in den Kapiteln »Architektur«, »Ingenieurbau« und »Infrastruktur« zeigen die universelle Verwendbarkeit der Produkte sowie Innovationen und Trends.

Highlights 2016:

Messner Mountain Museum (Zaha Hadid Architects)

Amager Resource Center (Bjarke Ingels Group)

Eastsite (Fischer Architekten)

WDR-Verwaltungsgebäude (SSP AG)

Al Aziz Moschee (Lucem)

**Beton Bauteile 2016 ist eine unerlässliche Informationsquelle für Architekten und Ingenieure, die mit Betonfertigteilen planen und bauen.**

**bau || | verlag**  
Wir geben Ideen Raum

Bestellen Sie Ihr persönliches Exemplar unter  
[www.beton-bauteile.de](http://www.beton-bauteile.de) oder schreiben Sie eine  
E-Mail an: [profil@bauverlag.de](mailto:profil@bauverlag.de)


**MODERATION**
**Prof. Dr. Katja Lotz;** Duale Hochschule Baden-Württemberg, Heilbronn

[katja.lotz@heilbronn.dhbw.de](mailto:katja.lotz@heilbronn.dhbw.de)

Geboren 1967; 1988 bis 1990 Ausbildung im Gesundheitswesen; 1990 bis 1996 Studium der Ökotrophologie (Consumer Science) an der Technischen Universität München (TUM); danach Wissenschaftliche Mitarbeiterin am dortigen Fachbereich Dienstleistungsmanagement; Promotion am Wissenschaftszentrum Weihenstephan der TUM; bis 2008 Tätigkeiten in Industrie und Projektplanung; 2008 bis 2014 leitende Marketingaufgaben in der Baustoffindustrie (Bayerischer Industrieverband Steine und Erden e.V./ FA BetonBauteile; PÜZ BAU GmbH); bis 2013 Lehr- und Prüfungsaufgaben am TUM-Lehrstuhl für Marketing und Konsumforschung sowie an der DHBW, seit 2015 Professorin an der Fakultät BWL sowie wissenschaftliche Leitung des Forschungslabors an der DHBW Standort Heilbronn

**Day 1: Tuesday, 23<sup>rd</sup> February 2016**
**Tag 1: Dienstag, 23. Februar 2016**
**Economy and law**  
**Wirtschaft und Recht**

Page Seite	Title Titel
---------------	----------------

- |    |   |
|----|---|
| -  | <b>Finding and retaining skilled personnel: This is how you win the "war for talent" (not printed)</b><br>Fachkräfte finden und binden: so gewinnen Sie den „Krieg der Talente“(ohne Abdruck)<br>Oliver Nixdorf   |
| -  | <b>Practice of insolvency contestation. Frustration and incomprehension among medium-sized companies (not printed)</b><br>Praxis der Insolvenzanfechtung – Frust und Unverständnis im Mittelstand (ohne Abdruck)<br>Carlo Ries  |
| 61 | <b>Ensuring refund of energy costs in the precast concrete industry</b><br>„Energiekostenerstattung sichern“ in der Betonfertigteilindustrie<br>Dipl.-Wirtsch.-Ing. Friedrich Gebhart   |
| -  | <b>Recommendations on load securing systems for concrete products on road vehicles – Minimizing organizational fault, acting legally compliant, having a uniform appearance (not printed)</b><br>Empfehlung zur Ladungssicherung von Betonprodukten auf Straßenfahrzeugen – Organisationsverschulden minimieren, rechtssicher handeln, einheitlich auftreten (ohne Abdruck)<br>Dipl.-Verwaltungswirt (FH) Alfred Lampen |
| 62 | <b>From sales contract to contract for work? How the supplier of concrete components stands up to VOB regulations</b><br>Vom Kaufvertrag zum Werkvertrag? Wie sich der Betonbauteilelieferant gegen VOB-Regelungen behauptet<br>Dr. Daniel Junk   |

**Dipl.-Wirtsch.-Ing., Fachingenieur für Energieeffizienz Friedrich Gebhart;** Gisoton Baustoffwerke, Aichstetten  
fgebhart@gisoton.de

Geboren 1963; bis 1990 Studium Wirtschaftsingenieurwesen an der TU Karlsruhe mit einem Jahr Unterbrechung zur Mitarbeit im elterlichen Betrieb; 1991 bis 1994 wissenschaftlicher Assistent an der TU Karlsruhe, Institut für Maschinenwesen im Baubetrieb, parallel Projektleiter des europäischen Forschungsprojekts „Rocco“ zur Entwicklung eines Schwerlastroboters zum Einsatz auf der Baustelle; 1992 bis 1995 bei Fa. Lissmac Maschinenbau Bad Wurzach; ab 1996 Prokurist im elterlichen Betrieb Baustoffwerke Gebhart & Söhne GmbH & Co. KG; 2007 Gründung eneplan Ingenieurgesellschaft; 2013 Weiterbildung zum Fachingenieur für Energieeffizienz



## Ensuring refund of energy costs in the precast concrete industry

### A report from practice

## „Energiekostenerstattung sichern“ in der Betonfertigteileindustrie

### Ein Praxisbericht

By introducing the obligation to start an energy audit and/or an energy management system (for larger companies), legislation also aims to include industry in discovering as many savings potentials in energy consumption as possible, and in utilizing them for a long-term, sustainable economic process. This approach would also make a relevant contribution to attaining climate protection objectives set by the German federal government.

This obligation involved here, moreover, offers considerable opportunity for discovering and realizing savings potentials in operating costs that exceed the additionally required expenditures incurred for the required documentation. Apart from the actual savings in ongoing operations for years to come, the German legislature has provided the opportunity of obtaining tax refunds – including medium-sized industry – as well as for manufacturers of structural precast elements and concrete

Mit der Pflicht, ein Energie-Audit beziehungsweise ein Energiemanagementsystem (für größere Unternehmen) einzuführen, möchte der Gesetzgeber auch die Industrie einbinden, möglichst viele Einsparpotenziale im Energieverbrauch zu entdecken und diese für einen dauerhaften und nachhaltigen Wirtschaftsprozess zu nutzen. Letztendlich soll auch hiermit ein relevanter Beitrag zur Erreichung der Klimaschutzziele der Bundesregierung geleistet werden.

Gleichzeitig birgt die Verpflichtung auch eine erhebliche Chance, Einsparpotenziale bei den betrieblichen Kosten zu entdecken und zu realisieren, die den Mehraufwand für die erforderlichen Dokumentationen übersteigen. Neben den eigentlichen Einsparungen im laufenden Betrieb über die Jahre hinweg, hat der Gesetzgeber Möglichkeiten geschaffen, auch für die mittelständische Industrie – wie für die Hersteller von Betonfertigteilen und Betonwaren – Steuererstattungen zu gewähren. Diese sind



Figure: Gisoton Wandsysteme

→ Gisoton fair-faced masonry work  
Gisoton Sichtmauerwerk

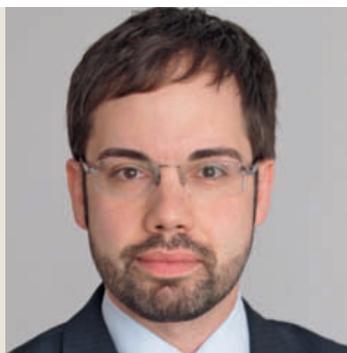
products. These refunds, however, are linked to strict criteria and require professional handling in practice. The author reflects on the requirements of his own medium-sized operation in the precast and concrete products industry and provides insights into practical handling.

The author initially sketches out the legal basics based on which his company, as medium-sized operation, applied for and received the tax refund. These are put in chronological association that shows origins, changes and future development. Now as before, the continuous further development of the fundamentals is constantly changing the requirements placed on the reimbursement process. The author presents individual elements of this development and explains the documentation required. The necessary labor and expenses are compared with the results achieved in typical situations.

This enables categorization of the various aspects of refund practice and its development.

aber an strenge Kriterien geknüpft und erfordern in der Praxis eine „professionelle“ Handhabung. Der Autor spiegelt die Anforderungen an seinem eigenen mittelständischen Betrieb der Betonfertigteil-, beziehungsweise Betonwarenindustrie und gibt Einblick in die praktische Handhabung.

Der Vortrag beschreibt zunächst die gesetzlichen Grundlagen, aufgrund derer wir als KMU Steuererstattungen beantragt und erhalten haben. Diese werden in einen zeitlichen Zusammenhang eingeordnet, der die Ursprünge, Änderungen und auch zukünftige Entwicklungen aufzeigt. Durch die kontinuierliche Weiterentwicklung der Grundlagen haben und werden sich die Anforderungen an den Erstattungsprozess permanent ändern. Diese Entwicklung wird für die einzelnen Teile ebenfalls vorgestellt und die notwendigen Dokumentationen erläutert. Dabei wird auch der notwendige Aufwand und die daraus resultierenden Ergebnisse für unsere Situation gegenübergestellt. Dies ermöglicht die Einordnung der verschiedenen Aspekte der Erstattungspraxis und deren Entwicklung.



**Dr. Daniel Junk;** Breyer Rechtsanwälte, Stuttgart

[junk@breyer-rechtsanwaelte.de](mailto:junk@breyer-rechtsanwaelte.de)

Geboren 1976; Studium der Rechtswissenschaften in Tübingen; bis 2004 Referendariat in Ravensburg und Stuttgart; Promotion in Tübingen; Fachanwalt für Bau- und Architektenrecht und Partner der ausschließlich im privaten Bau- und Architektenrecht, Immobilien- und Vergaberecht tätigen Kanzlei Breyer Rechtsanwälte mit Standorten in Stuttgart, Frankfurt, München, Wien und Bukarest; Mitglied der Deutschen Gesellschaft für Baurecht, des Instituts für Baurecht Freiburg und stellvertretendes Mitglied des Fachanwaltsausschusses Vergaberecht der Rechtsanwaltskammer Stuttgart; Autor zahlreicher bau- und vergaberechtlicher Veröffentlichungen und Dozent bei verschiedenen Bildungsträgern sowie Lehrbeauftragter der Dualen Hochschule Baden-Württemberg (DHBW)

## From sales contract to contract for work?

### How the supplier of concrete components stands up to VOB regulations

## Vom Kaufvertrag zum Werkvertrag?

### Wie sich der Betonbauteilelieferant gegen VOB-Regelungen behauptet

The contract for manufacturing and supplying of precast components is a so-called contract for work and materials in the sense of § 651 BGB (of the German Civil Code). On the other hand, contracts for work and materials are legally treated according to sale of goods law, whereas VOB/B (the standard German contract procedures for building works) stipulates regulations for construction contracts, that

Der Vertrag über die Herstellung und Lieferung von Baufertigteilen ist ein sogenannter Werklieferungsvertrag im Sinne des § 651 BGB. Für Werklieferungsverträge gilt wiederum nach der gesetzlichen Verweisung Kaufrecht, während die VOB/B ein Regelwerk für Bauverträge ist, also Werkverträge. Der Unterschied von Kauf- und Werkvertrag ist bedeutend: Er spiegelt sich wider in verschiedenen

is contracts for work. There is a significant difference between sales contract and contract for work: It is reflected by different warranty periods (the beginning, duration and exclusion, if any) and defect rights, among others, when it comes to choose the kind of supplementary performance, obligations to cooperate, various termination options and possibilities of safeguarding the remuneration.

An agreement on VOB/B is often in the interest of the contractor under contract law for work, who is the contractual buyer under the sale of goods law simultaneously. Only in this way, he is in the position to respond to demands of his principal (often the building owner/client) so as to achieve a consistent contractual relationship. And only in this way, a contractor is able to pass on changes of the already „purchased“ architectural concrete class, the dimensions of a façade or the reinforcement of tubing segments in tunnel construction as part of the contractual framework. However, applying the VOB/B „general terms and conditions for construction“ to a contract for work and materials – whether knowingly or (mostly) unknowingly – met with considerable difficulties. These already start with the question about the effectiveness of the inclusion, which may be doubted by referring to two higher regional court decisions to the contrary, if the interpretation of the contract shall lead to the fact that the inclusion of VOB/B was not wanted. There is, however, the question that is of relevance in practice whether the inclusion of VOB/B in a sales contract is to be legally judged in a different way in respect of the general terms and conditions. Because this is not governed according to §§ 631 ff BGB (contract for work), but based on § 433 BGB (sales contract). In this respect, it appears questionable, whether the buyer shall already be in the position to hold rights relating to defects even before the delivery.

Though the contract for work and materials is also determined by a manufacturing service. But if this is based on the sales contract, the VOB/B referred to by the principal is ineffective (§ 4 clause 7 VOB/B) including the rights arising therefrom. A provision regarding the acceptance conditions stipulated in VOB/B (but only if referred to by the contractor!) that is imposed on the contract for work and materials is likewise ineffective: Because in case of a sales contract even minor, that is non-essential, defects entitle the buyer to reject acceptance of the good, which is contradictory to the legal regulations of the contract law for work as well as § 12 VOB/B. However, the legal position is unclear, whether the special provisions of §§ 381 clause 2, 377 HGB (of the German Commercial Code) shall apply if the parties have agreed on VOB/B. The contractor shall be entitled to refer to the fact that the VOB/B includes conclusive regulations which exclude the application of legal provisions. It appears to be problematic, in particular, if this shall also apply to significant defects. This calls for contractual restrictions. Besides these and other things, as already mentioned, the demand for changes of the service and additional services (§ 1 clause 3 and clause 4 VOB/B) is a permanent issue as well as the remuneration of the same (§ 2 clause 5 and clause 6 VOB/B). In this regards, the development in terms of construction law is already confusing. The same is true for the contract for work and materials. However, it would be wrong to consider the regulations as being ineffective in general.

It can be summarized that the unilateral inclusion of the VOB/B as part of the contract for work and materials does not result in a consistent effectiveness of their regulations, because they are ineffective to same extent. A contractual adaptation of their regulations is necessary, in a manner that even more differentiates whether the contracting party is a company or a consumer. Thus, the process from sales contract to contract for work may be exhausting.

Gewährleistungsfristen (deren Beginn, Dauer und ggf. Ausschluss) und Mängelrechten, unter anderem bei der Wahl der Nacherfüllung, Mitwirkungspflichten, unterschiedlichen Kündigungs- und Vergütungssicherungsmöglichkeiten.

Die Vereinbarung der VOB/B ist vielfach im Interesse des werkvertraglichen Unternehmers, der gleichsam der „kaufvertragliche Käufer“ ist. Erst das gibt ihm nämlich beispielsweise die Möglichkeit auf Anordnungen seines Auftraggebers (häufig des Bauherrn) so zu reagieren, dass eine Durchgängigkeit der Vertragsverhältnisse erreicht ist. Nur so kann ein Unternehmer die Änderung der schon „gekauften“ Sichtbetonklasse, der Maße einer Fassade oder der Bewehrung eines Tübbings im Tunnelbau innerhalb des vertraglichen Rahmens weitergeben. Allerdings begegnete die Anwendung der „Bau-AGB“ VOB/B auf einen Werklieferungsvertrag – bewusst oder (meist) unbewusst – erheblichen Schwierigkeiten. Diese beginnen schon bei der Frage nach der Wirksamkeit der Einbeziehung, die jedenfalls mit dem Hinweis auf zwei anderslautende OLG-Entscheidungen fraglich sein kann, wenn die Auslegung des Vertrags ergeben sollte, dass gerade keine Einbeziehung der VOB/B gewollt gewesen ist. Jedenfalls stellt sich die praxisrelevantere Frage, ob die VOB/B bei einer Einbeziehung in einen Kaufvertrag AGB-rechtlich anders zu beurteilen ist. Denn Maßstab sind gerade nicht §§ 631 ff. BGB (Werkvertrag), sondern § 433 BGB (Kaufvertrag). Dies im Blick erscheint es zumindest fraglich, ob der Käufer sich schon vor der Übergabe auf Mängelrechte berufen können soll.

Zwar prägt auch den Werklieferungsvertrag eine Herstelleistung. Wenn aber Maßstab der Kaufvertrag ist, dürfte die vom Auftraggeber gestellte VOB/B insoweit (§ 4 Abs. 7 VOB/B) und mit den daraus erwachsenen Rechten unwirksam sein. Ebenso unwirksam wird eine Regelung sein, die die Abnahmeregelungen der (aber nur vom Auftragnehmer gestellten!) VOB/B auf den Werklieferungsvertrag überstülpt: Denn beim Kaufvertrag darf der Käufer die Annahme der Ware selbst bei kleinen, also nicht wesentlichen Mängeln verweigern, was den gesetzlichen Regelungen des Werkvertragsrechts als auch § 12 VOB/B widerspricht. Unklar ist die Rechtslage, ob die Sonderbestimmungen der §§ 381 Abs. 2, 377 HGB, anzuwenden sind, wenn die VOB/B vereinbart ist. Der Auftragnehmer soll sich nämlich darauf berufen können, dass die VOB/B abschließende Regelungen enthält, die die Anwendung gesetzlicher Vorschriften ausschließt. Jedenfalls dann, wenn dies auch für erhebliche Mängel gelten soll, erscheint das problematisch. Hier sind vertragliche Einschränkungen gefordert. Neben diesen und anderen ist, wie schon angesprochen, die Anordnung von Leistungsänderungen und Zusatzleistungen (§ 1 Abs. 3 und Abs. 4 VOB/B) eines der Dauerthemen sowie deren Vergütung (§ 2 Abs. 5 und Abs. 6 VOB/B). Hier ist schon die rein baurechtliche Entwicklung unübersichtlich. Nichts anderes gilt für den Werklieferungsvertrag. Eine generelle Unwirksamkeit dieser Regelungen anzunehmen, wäre aber falsch.

Zusammenfassend bringt die einseitige Einbeziehung der VOB/B in den Werklieferungsvertrag jedenfalls keine durchgängige Geltung ihrer Regelungen, weil sie in Teilen unwirksam sind. Erforderlich ist eine vertragliche Adaption ihrer Regelungen, und zwar weitergehend auch danach unterschieden, ob der Vertragspartner ein Unternehmer oder Verbraucher ist. Der Weg vom Kaufvertrag zum Werkvertrag kann also ein beschwerlicher sein.



**MR Dr.-Ing. Gerhard Scheuermann;** Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, Stuttgart

[GERHARD.Scheuermann@um.bwl.de](mailto:GERHARD.Scheuermann@um.bwl.de)

1976 bis 1981 Studium des Bauingenieurwesens an der Universität Stuttgart, danach Tätigkeit in Ingenieurbüros in München und Stuttgart; 2002 Externe Promotion am Lehrstuhl für Stahlbau der RWTH Aachen; seit 1996 bei der Obersten Baurechtsbehörde Baden-Württemberg; seit 2006 Leiter des Referats Bautechnik /Bauökologie; seit 2011 Vorsitzender der Fachkommission Bautechnik der Bauministerkonferenz; Mitglied in mehreren Fachausschüssen des NABAU im DIN als Vertreter der ARGEBAU, unter anderem Obmann des Koordinierungsausschusses „Mechanische Festigkeit und Standsicherheit“ (KOA 01)

## Implications of the ECJ ruling on the List of Building Regulations (Bauregelliste) B

### Current status of the approval concept revision

## Folgen des EuGH-Urteils zur Bauregelliste B

### Zum Stand des Umbaus des bauaufsichtlichen Konzepts

In its judgment of 16 October 2014 (Case C-100/13), the European Court of Justice held that the Federal Republic of Germany had breached its duty stipulated in the Construction Products Directive because it imposed, through the List of Building Regulations (Bauregelliste) B, additional requirements for effective market access and use of harmonized construction products in Germany. This paper deals with the implications arising from this ruling.

In Germany, Directive 89/106/EEC of the Council of December, 21, 1988 on the approximation of laws, regulations and administrative provisions of the member states relating to construction products was transposed into national law by the Bauproduktengesetz (Construction Products Act), which was last amended on April, 28, 1998. The implementation of a European-level directive in territorially restricted, national regulations adopted by the individual member states has led to a large number of interpretations of the directive within the European Community. On July, 1, 2013, the Construction Products Regulation (CPR) entered into force to supersede the directive and to take direct effect in all member states. This regulation introduces a paradigm shift compared to the previous Construction Products Directive: whereas the directive stipulated that CE marking of construction products was permissible only if their fitness for purpose was proven and a certificate of conformity issued, the Construction Products Regulation states that a CE mark may be affixed only if the manufacturer has issued a related declaration of performance to provide a certain amount of information on essential characteristics of the product.

#### Key provisions of the Construction Products Regulation

The consultation procedure pertaining to the Construction Products Regulation proved to be a difficult, long drawn-out process, not least because of a number of heavily controversial points, which included:

- » Basic requirements for construction works and essential characteristics of construction products; conditions for preparing the declaration of performance and content of this declaration – use of CE marking

Im Urteil vom 16. Oktober 2014 stellt der Gerichtshof fest, dass die Bundesrepublik Deutschland gegen die Verpflichtungen der Bauproduktenrichtlinie (Rechtssache C-100/13) verstoßen hat, weil sie über die Bauregelliste B zusätzliche Anforderungen für den wirksamen Marktzugang und die Verwendung von harmonisierten Bauprodukten in Deutschland gestellt hat. Dieser Beitrag befasst sich mit den Konsequenzen, die sich aus dem Urteil ergeben.

Die Bauproduktenrichtlinie 89/106/EWG des Rates vom 21. Dezember 1988 zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedstaaten über Bauprodukte wurde in Deutschland mit dem Bauproduktengesetz in nationales Recht umgesetzt (zuletzt in der Neufassung vom 28. April 1998). Die Umsetzung von einer europäischen Richtlinie in territorial begrenzte, nationale Verordnungen in den jeweiligen Mitgliedstaaten hat zu einer Vielzahl von Auslegungen der Richtlinie innerhalb der Europäischen Gemeinschaft geführt. Die Bauproduktenrichtlinie wird seit 01. Juli 2013 durch die unmittelbar für alle Mitgliedstaaten geltende Bauproduktenverordnung ersetzt. Mit der Bauproduktenverordnung findet ein Paradigmenwechsel gegenüber der Bauproduktenrichtlinie statt: Während bei der Bauproduktenrichtlinie nur dann ein Bauprodukt mit einem CE-Kennzeichen versehen werden darf, wenn die Brauchbarkeit nachgewiesen ist und eine Konformitätsbescheinigung vorliegt, darf bei der Bauproduktenverordnung das CE-Zeichen nur aufgebracht werden, wenn der Hersteller dazu eine Leistungserklärung erstellt, also bestimmte Informationen über wesentliche Eigenschaften des Produkts bereitstellt.

#### Wesentliche Punkte der Bauproduktenverordnung

Nicht zuletzt wegen einiger besonders umstrittener Punkte haben sich die Beratungen zur Bauproduktenverordnung schwierig und langwierig gestaltet. Nachfolgend sind die wesentlichen Punkte zusammengefasst:

- » Grundlegende Anforderungen an Bauwerke und wesentliche Merkmale von Bauprodukten; Bedingungen für die Erstellung der Leistungserklärung und Inhalt der Leistungserklärung – Verwendung der CE-Kennzeichnung

The essential characteristics of construction products must be defined in the harmonized technical specifications (European product standards, guidance documents) in relation to the basic requirements for construction works. If required, the European Commission will specify, as part of a delegated act, those essential characteristics for which the manufacturer must issue a declaration of performance (DoP) for specific product groups and on the basis of the intended use stipulated in the harmonized European standard. The Commission may also determine threshold values for certain characteristics.

The DoP specifies the performance of construction products with respect to the essential characteristics of these products in conformity with applicable harmonized technical specifications. The DoP must state the characteristics required in the country of use and must be issued in the official language of that country.

Within the procedure to certify conformity overseen by a notified body (for instance in the manufacturer's country), the CE mark certifies that the characteristics specified in the DoP are accurate. Performance must be declared for at least one essential characteristic in the official language of the member state in which the product is to be marketed. All other essential characteristics for which no performance can be declared must be labeled as "NPD" (No Performance Declared).

DoP/CE marks are mandatory if the construction product is governed by a harmonized standard or if a European Technical Assessment has been issued. The following products are exempt from this requirement (this principle also applies if no European or national regulations prescribe the declaration of essential characteristics):

- » Products manufactured individually in non-series production and upon specific order, and installed by the manufacturer
- » Products manufactured on the construction site and installed on-site by the manufacturer
- » Products manufactured using traditional, craft-based methods for specific buildings, such as listed buildings.

The CE mark must be affixed to the product. It also contains the list of essential characteristics to be specified in the target country. In all other cases, the DoP must be separately enclosed in the construction product delivery.

### ECJ judgment (C-100/13)

After preliminary investigations that took almost ten years, the European Commission initiated an infringement procedure against the Federal Republic of Germany before the European Court of Justice in 2013. This procedure was based on the claim that Germany had allegedly obstructed trading of construction products by imposing additional national requirements on such products. These additional requirements are included in the List of Building Regulations (Bauregelliste) B issued by Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt) in coordination with the supreme building inspectorates of the individual federal states on the basis of the provisions contained in the State Building Codes.

If a harmonized European standard (hEN) does not fulfil the required characteristic either in part or in full, a residual standard – such as a previously applicable national standard – or a National Technical Approval apply in addition to this European standard. The Ü-mark thus certifies conformity with the missing characteristic.

Although the Commission alleged systematic infringement in this regard, it substantiated this claim in detail only for three

Die wesentlichen Merkmale von Bauprodukten sind in den harmonisierten technischen Spezifikationen (europäische Produktnormen, Leitpapiere) in Bezug auf die grundlegenden Anforderungen, die an Bauwerke gestellt werden, festzulegen. Bei Bedarf legt die Kommission für spezielle Produktfamilien und auf der Grundlage des Verwendungszwecks, der in der harmonisierten europäischen Norm angegeben ist, im Rahmen eines delegierten Rechtsakts diejenigen wesentlichen Merkmale fest, für die der Hersteller eine Leistungserklärung (LE) abgeben muss. Die Kommission kann gegebenenfalls auch Schwellenwerte für bestimmte Merkmale festlegen.

Die LE gibt die Leistung von Bauprodukten in Bezug auf die wesentlichen Merkmale dieser Produkte in Übereinstimmung mit den geltenden harmonisierten technischen Spezifikationen an. Die LE muss die im Verwendungsland geforderten Merkmale ausweisen und in dessen Amtssprache ausgestellt sein.

Das CE-Zeichen bestätigt im Rahmen eines Konformitätsnachweisverfahrens durch eine notifizierte Stelle (z. B. im Herstellerland), dass die in der LE angegebenen Merkmale zutreffend sind. Die Leistung muss mindestens für ein wesentliches Merkmal – und zwar in der Landessprache des Mitgliedstaates, in dem das Produkt verfügbar gemacht wird – erklärt werden. Alle anderen wesentlichen Merkmale, für die keine Leistung erklärt werden kann, müssen mit einem „NPD“ (No Performance Declared) versehen werden.

LE/CE-Zeichen sind obligatorisch, wenn das Bauprodukt durch eine harmonisierte Norm abgedeckt ist oder wenn eine europäische technische Bewertung ausgestellt wurde. Ausgenommen hiervon, und wenn keine europäischen oder nationalen Bestimmungen die Erklärung wesentlicher Merkmale vorschreiben, sind Produkte, die

- » individuell in Nichtserienfertigung und auf besonderen Auftrag hin gefertigt und vom Hersteller eingebaut werden
- » auf der Baustelle hergestellt und dort vom Hersteller auch eingebaut werden
- » in traditioneller, handwerklicher Weise für bestimmte Gebäude (z. B. denkmalgeschützte Gebäude) hergestellt werden.

Die CE-Kennzeichnung ist auf dem Produkt anzubringen. Sie enthält darüber hinaus die Liste der wesentlichen Merkmale, die im Zielland anzugeben sind. Ansonsten ist die LE separat dem Bauprodukt beizufügen.

### Urteil des EuGH (C-100/13)

Nach fast zehnjährigem Vorverfahren hat die Europäische Kommission im Jahr 2013 vor dem Europäischen Gerichtshof ein Vertragsverletzungsverfahren gegen die Bundesrepublik Deutschland eingeleitet. Gegenstand des Verfahrens war der Vorwurf, dass Deutschland den Handel mit Bauprodukten behindert, indem es nationale Zusatzanforderungen an Bauprodukte stellt. Diese Zusatzanforderungen sind in der Bauregelliste B enthalten, die das Deutsche Institut für Bautechnik (DIBt) im Einvernehmen mit den obersten Baurechtsbehörden der Länder aufgrund der Vorschriften der Landesbauordnungen erlässt.

Erfüllt eine harmonisierte Norm (hEN) eine geforderte Eigenschaft nicht oder nicht vollständig, so wird über eine Restnorm – das kann eine bislang geltende nationale Norm sein – oder über eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (abZ) nachgeregelt. Das Ü-Zeichen bescheinigt also die Erfüllung der fehlenden Eigenschaft.

Die Kommission behauptet dabei zwar einen systematischen Verstoß, sie hat detailliert aber nur zu drei Produktgruppen vorgetragen, nämlich Rohrleitungsdichtungen, Wärmedämmstoffe und Brandschutzanforderungen an Türen und Tore. Der Vorwurf der Kommission

product groups, namely pipe seals, heat insulation materials, and fire safety specifications for gates and doors. The claim lodged by the Commission relates to a matter at issue that is within the remit of the individual federal states. Additional national requirements were adopted because applicable harmonized standards did not cover the complete range of requirements, from a German point of view, necessary to ensure structural integrity although European legislation pertaining to construction products actually stipulates this requirement.

In its judgment of October, 16, 2014, the court held that Germany was in breach of its duty arising from the Construction Products Directive because it had adopted additional national regulations.

More specifically, according to the ruling, Germany would have been under the obligation to apply the formal procedures provided for the Construction Products Directive to have deficiencies of relevant standards remedied. Otherwise, Germany would have had to accept these construction products as being fit for the intended purpose. Even though it is within the remit of the member states to ensure structural integrity, this would not confer the right upon them to implement unilateral national measures beyond the scope of the directive. However, the court expressly restricted its ruling to the three product groups described in detail by the Commission, with the justification that the Commission had not sufficiently substantiated systematic infringement. Moreover, the court explicitly held that Germany was merely infringing the Construction Products Directive that had been in force at the time of lodging the complaint. In the meantime, this directive was superseded by the Construction Products Regulation.

This ruling imposes the obligation on the Federal Republic of Germany to remedy the infringement; it primarily addresses the federal states responsible for the matter at issue.

Missing characteristic of a construction product in conformity with the harmonized standard.

The revision of the regulatory approval concept for construction products aims to

- » implement the Construction Products Regulation in full conformity with European legislation whilst
- » ensuring the current status with respect to structural integrity.

Construction works must be fit for their intended purpose both in their entirety and in terms of their individual components, with particular emphasis to be placed on the health and safety of the individuals involved in the entire life cycle of such construction works.

#### What are the implications of this judgment?

1. Waiving additional requirements for CE-marked construction products by

- » revoking the List of Building Regulations B, Part 1, together with product-related annexes in conjunction with requiring National Technical Approvals
- » reviewing annexes to the List of Technical Building Rules (Liste der Technischen Baubestimmungen; LTB) that require technical verifications for construction products within the scope of harmonized standards pursuant to the EU CPR – particularly in respect of additional requirements for construction products
- » identifying and reviewing additional requirements for CE-marked construction products in other rules and regulations

2. Verification for construction products that are not completely covered by a harmonized standard

betrifft in der Sache eine Materie, die in die Kompetenz der Länder fällt. Die nationalen Zusatzanforderungen wurden geschaffen, weil die harmonisierten Normen aus deutscher Sicht nicht alle Anforderungen abdecken, die zur Sicherstellung der Bauwerkssicherheit erforderlich sind, obwohl das europäische Bauproduktenrecht dies eigentlich vorsieht.

Mit dem Urteil vom 16. Oktober 2014 stellt das Gericht fest, dass Deutschland gegen seine Verpflichtungen aus der Bauproduktenrichtlinie verstoßen hat, indem es nationale Zusatzregelungen geschaffen hat.

Insbesondere hätte Deutschland die in der Bauproduktenrichtlinie vorgesehenen formalen Verfahren verwenden müssen, um Mängel der Normen beseitigen zu lassen; im Übrigen hätte Deutschland die Bauprodukte als brauchbar akzeptieren müssen. Auch wenn den Mitgliedstaaten die Sicherstellung der Bauwerkssicherheit obliege, berechtige sie das nicht, außerhalb der Richtlinie einseitige nationale Maßnahmen zu ergreifen. Das Gericht hat sein Urteil allerdings ausdrücklich auf die drei von der Kommission ausführlich dargestellten Produktgruppen beschränkt, mit der Begründung, für einen systematischen Verstoß habe die Kommission keine hinreichenden Belege vorgetragen. Außerdem stellt das Gericht ausdrücklich nur einen Verstoß gegen die Bauproduktenrichtlinie fest, die zum Zeitpunkt der Klageerhebung in Kraft war. Die Richtlinie ist inzwischen durch die Bauproduktenverordnung abgelöst worden.

Die Bundesrepublik Deutschland ist nun verpflichtet, den Verstoß abzustellen, angesprochen sind hier insbesondere die für die Materie zuständigen Länder.

#### Fehlendes Bauproduktmerkmal nach harmonisierter Norm

Das Ziel des Umbaus des bauaufsichtlichen Konzepts ist

- » die Bauproduktenverordnung uneingeschränkt europarechtskonform zu vollziehen und gleichzeitig
- » den Status quo der Bauwerkssicherheit zu gewährleisten.

Bauwerke müssen als Ganzes und in ihren Teilen für deren Verwendungszweck tauglich sein, wobei insbesondere der Gesundheit und der Sicherheit der während des gesamten Lebenszyklus der Bauwerke involvierten Personen Rechnung zu tragen ist.

#### Welche Konsequenzen hat das Urteil?

1. Verzicht auf zusätzliche Produkthanforderungen für CE-gekennzeichnete Bauprodukte durch

- » Aufhebung der Bauregelliste B Teil 1 nebst produktbezogenen Anlagen samt Forderungen nach allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen
- » Überprüfung der Anlagen in der Liste der Technischen Baubestimmungen (LTB), die technische Nachweise für Bauprodukte im Geltungsbereich harmonisierter Normen nach der EU-BauPVO fordern – insbesondere im Hinblick auf zusätzliche Anforderungen an Bauprodukte
- » Identifizierung und Überprüfung zusätzlicher Produkthanforderungen an CE-gekennzeichnete Bauprodukte in anderen Regelwerken

2. Nachweisführung für Bauprodukte, die nicht vollständig von einer harmonisierten Norm erfasst sind

Hierunter fallen Bauprodukte, für die die bloße Übernahme der harmonisierten europäischen Norm aufgrund besonderer Bauwerksanforderungen nicht in Betracht kommt, entweder weil für mindestens ein wesentliches Merkmal kein Bewertungsverfahren vorgesehen ist, oder weil das in der harmonisierten Norm vorgesehene

This includes construction products where the mere application of the relevant harmonized European standard would not be appropriate due to specific structural requirements, either because there is no assessment method available for at least one essential characteristic or because the assessment method specified in the harmonized standard is not suitable for at least one essential characteristic of this product (cf. Art. 19 (1) lit. b) and c) EU CPR).

If a construction product is not fully covered by a harmonized standard, the following options are available for verification purposes:

- a) European Technical Assessment (ETA) with the option and, at the same time, duty to affix a CE mark to the product and to prepare a declaration of performance
- b) Note: If the manufacturer opts for a European-level product verification by an ETA, it will no longer be able to obtain national verification for this product.
- c) Alternatively, the manufacturer may opt for another, equivalent verification method instead of an ETA: the verification method, i.e. the basis and qualitative specifications for the test method and, if required, a system to assess and review performance equivalent to this procedure have not (yet) been defined in detail. In such a case, the relevant building inspectorate may reserve the right to perform an on-site inspection. Such supplementary verifications must generally be provided prior to installation. The greater their degree of detail, the more plausible they will be for the relevant inspection body.
- d) If a standard-based test method exists, such as specified in a national standard/guideline, this method may also be applied instead of options a) and b).

#### Specification of requirements for construction works

Within the regulatory system, the requirements for national verifications of harmonized construction products contained in the BRL B, LTB and other regulations have since been checked for their absolute necessity with respect to meeting the basic require-

Bewertungsverfahren für mindestens ein wesentliches Merkmal dieses Produkts nicht geeignet ist (vgl. Art. 19 Abs. 1 lit. b) und c) EU-BauPVO).

Für den Fall, dass ein Bauprodukt nicht vollständig von einer harmonisierten Norm erfasst ist, kann zwischen verschiedenen Nachweisen gewählt werden:

- a) Europäische Technische Bewertung (ETB) mit der Möglichkeit und (zugleich) Pflicht zur CE-Kennzeichnung sowie zur Erstellung einer Leistungserklärung
- b) Hinweis: Wählt ein Hersteller den europäischen Produktnachweis durch eine ETB, kann er für das Produkt keinen nationalen Produktnachweis mehr erhalten.
- c) Alternativ steht dem Hersteller anstelle einer ETB eine andere, gleichwertige Nachweismöglichkeit offen: das Nachweisverfahren, das heißt die Grundlage und qualitative Vorgabe für die Testmethode und gegebenenfalls ein dem Verfahren zur Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit gleichwertiges System sind (noch) nicht näher definiert. Die Bauaufsicht kann sich in diesen Fällen eine Vor-Ort-Prüfung vorbehalten. Grundsätzlich müssen solche ergänzenden Nachweise vor dem Einbau vorliegen. Sie sind für eine überprüfende Stelle umso plausibler je aussagefähiger.



Wir sind dabei!  
Sie auch?

**60. BETONTAGE  
ULM**

23. - 25. Februar 2016  
Stand-Nr. 93

### Damit Sie Ihre Ziele erreichen, setzen wir uns ständig neue.

Ihren Erfolg voranzutreiben – das ist unser Anspruch. Als Ihr starker Partner rund ums Bauen kennen wir die Herausforderungen Ihres Marktes und entwickeln gemeinsam mit Ihnen die Produkte und Dienstleistungen von morgen. Für Sie gehen wir den entscheidenden Schritt weiter. Das verstehen wir unter: Vorausbauend.  
[www.h-bau.de](http://www.h-bau.de)

ments for construction works pursuant to the state building codes. The requirements for construction works arising from state building codes or from this act from which to derive indispensable product performance parameters are detailed in implementation guidelines pertaining to the structural requirements. The parties responsible for executing construction projects must use these guidelines to define the construction products that they intend to select in order to meet relevant structural requirements on the basis of the performance characteristics indicated in the declaration of performance to be prepared according to European product regulations.

The new regulatory approach will have to specify applicable structural requirements in reliance on basic requirements and certain arrangements of and interactions between structures. In so doing, specific reference must be made to the legal basis thereof. However, due to the significant time and effort associated with this exercise, it should initially be carried out only for those structural situations that were considered to be problematic in the course of the inspection. It is desirable to subsequently extend these activities to the complete range of structural situations in the interest of implementing a uniform, future-proof system.

The parties involved in this activity intend to issue these basic requirements as a structured legal document in order to provide executing authorities/inspectorates with greater flexibility once the new instrument has been adopted as a (more specific) administrative regulation (MVV TB). The technical rule could be detailed in the form of a note in the MVV TB if a certain performance parameter cannot be declared based on the hEN because the latter does (not) include a related (or unsuitable) test method. Any required definitions of grades and classes harmonized at the European level can also be included in the implementation guidelines.

### **Which (new) responsibility arises for the parties involved in construction projects?**

As a result of the shift to the new approval concept, regulatory authorities will withdraw from those areas where (additional national) requirements for construction works are not covered by the essential characteristics of construction products.

This change not only waives the duty to apply a certain test method but also the obligation to verify conformity of the construction product with the specifications of (national) rules and regulations. This gap – i.e. verification that the construction product meets not only the performance characteristics according to the harmonized standard but also additional national requirements – must be closed by the manufacturer/manufacturer association in a plausible manner.

Regulatory authorities intend to define certain standards governing the quality of the “Other/Supplementary Verification” in the more specific administrative regulation (MVV TB) if additional structural requirements exist and to the extent to which these should be met by the construction product. Moreover, authorities reserve the right to perform structural and site inspections during the construction phase to check whether these more specific structural requirements are complied with.

The client/principal or its contractor ultimately uses its own discretion, via the detailed call for tenders, to determine the degree of detail of the “Confirmation of Appropriate Manufacture” and thus the quality standard of the construction product to be used for the project. It will no longer be sufficient, upon the first entering into force of a harmonized product standard, to indicate the construc-

d) Wenn eine normengebundene Testmethode, zum Beispiel auf der Grundlage einer nationalen Norm/Richtlinie, anstelle der Optionen a) und b) möglich ist, kann auch dieser Weg beschriftet werden.

### **Konkretisierung der Bauwerksanforderungen**

Die in der BRL B, in der LTB sowie in den anderen Regelwerken enthaltenen Forderungen nach nationalen Produktnachweisen zu harmonisierten Bauprodukten wurden inzwischen im bauaufsichtlichen System auf ihre Unerlässlichkeit im Hinblick auf die Erfüllung der Grundanforderungen an Bauwerke nach den Landesbauordnungen überprüft. Die nach der Landesbauordnung oder aufgrund dieses Gesetzes an Bauwerke gestellten Anforderungen, aus denen unerlässliche Produktleistungen abzuleiten sind, werden in Vollzugshinweisen zu den Bauwerksanforderungen konkretisiert. Aus diesen Vollzugshinweisen haben die für die Durchführung von Baumaßnahmen Verantwortlichen abzuleiten, welche Bauprodukte sie unter Zugrundelegung der in der nach den europäischen Produktvorschriften erstellten Leistungserklärung angegebenen Leistungen auswählen müssen, um die Bauwerksanforderungen erfüllen zu können.

Aufgabe des neuen regulativen Ansatzes wird sein, bezogen auf die Grundanforderungen und bestimmte Bauwerkskonstellationen herauszuarbeiten, welche Bauwerksanforderungen bestehen. Dabei ist jeweils konkret der Bezug zur gesetzlichen Grundlage herzustellen. Dies sollte aufgrund des erheblichen Arbeitsaufwands zunächst nur in Bezug auf die Bauwerkssituationen geschehen, die im Rahmen der Sichtung als problematisch erkannt worden sind. Eine spätere Erweiterung auf alle Bauwerkssituationen ist im Sinne eines einheitlichen und zukunftsfähigen Systems anzustreben.

Es ist beabsichtigt, diese Ausarbeitung der Grundanforderungen als gegliederten Rechtstext umzusetzen. Sie bietet den ausführenden Behörden einen höheren Grad an Flexibilität, wenn das neue Instrument als (konkretisierende) Verwaltungsvorschrift (MVV TB) erlassen wird. Die technische Regel könnte als Hinweis in der MVV TB konkretisiert werden, falls eine bestimmte Leistung aufgrund der hEN nicht erklärt werden kann, weil die hEN kein oder kein geeignetes Prüfverfahren enthält. In den Vollzugshinweisen können auch die notwendigen Festlegungen zu europäisch harmonisierten Stufen und Klassen aufgenommen werden.

### **Welche (neue) Verantwortung ergibt sich für die am Bau Beteiligten?**

Mit der Umstellung auf das neue bauaufsichtliche Konzept wird sich die Bauaufsicht dort zurückziehen, wo die (zusätzlichen nationalen) Anforderungen an Bauwerke nicht über die wesentlichen Merkmale von Bauprodukten abgedeckt sind.

Damit entfällt nicht nur die Verpflichtung, ein bestimmtes Prüfverfahren konkret anzuwenden, sondern auch die Verpflichtung, den Nachweis auf Übereinstimmung des Bauprodukts mit den Vorgaben des (nationalen) Regelwerks zu erbringen. Diese Lücke, nämlich der Nachweis, dass das Bauprodukt neben den Leistungsmerkmalen nach der harmonisierten Norm die zusätzlichen nationalen Anforderungen ebenfalls erfüllt, muss vom Hersteller/Herstellerverband plausibel geschlossen werden.

Die Bauaufsicht beabsichtigt in der konkretisierenden Verwaltungsvorschrift (MVV TB), bestimmte Standards für die Qualität des „Sonstigen/Ergänzenden Nachweises“ bei zusätzlichen Bauwerksanforderungen, und soweit diese vom Bauprodukt erfüllt werden sollen, festzulegen. Sie behält es sich darüber hinaus vor, am Bauwerk und während der Bauphase vor Ort zu überprüfen, ob diese konkretisierten Bauwerksanforderungen eingehalten werden.

tion product and, if applicable, the relevant (national) standard in the tender documentation. Rather, the required performance parameters of the product, including supplementary parameters, must be specifically stated.

### Measures at the European level

Involvement in the standardization process must be improved. In future, the public sector will advocate consideration of public interests in a more determined fashion and at an earlier point in the process. Moreover, discussions are necessary with other parties involved in Germany to join forces to improve involvement in the standardization process.

Prior to their publication in the Official Journal of the EU, standards should be systematically checked for deficits. If such deficits are identified, the Commission should be requested to limit the harmonizing effect of the European standard accordingly as part of its publication.

Besides amending national regulations, appropriate procedures need to be initiated at the European level – as required according to the ECJ judgment and the regulation – if a member state considers the harmonized standard to be deficient. More specifically, a review should soon be performed to determine the sequence in which standards must be applied as part of a procedure pursuant to Art. 18 CPR. Furthermore, standards should be identified that might be suitable as a basis for a market surveillance campaign that can subsequently give rise to formal market surveillance procedures.

The proposed regulatory approval concept represents a snapshot of the internal consultation process. Specific proposals for adjusting the model building code to current legislation have been submitted; these will soon have to be discussed within the bodies of the Conference of State Building Ministers. The List of Building Regulations (Bauregelliste) B will be revoked. It is intended to specify indispensable requirements for construction works that can be fulfilled by individual construction products independently in the MVV TB or to restrict the use of the product if required. The Ü-mark used to designate certified conformity will be abolished sooner rather than later – at the latest upon adoption of the model building code. The same will apply to National Technical Approvals as a means to certify fitness for use for regulatory purposes.

### REFERENCES/LITERATUR

- [1] Scheuermann, Gerhard: Von der Bauproduktenrichtlinie zur Bauproduktenverordnung, Der Prüferingenieur - Oktober 2010
- [2] EuGH, Urteil v. 16.10.2014, Kommission ./ Deutschland, Rs. C-100/13, Kommentierungen

Der Bauherr, beziehungsweise das in seinem Auftrag tätige Unternehmen, entscheidet über die detaillierte Ausschreibung letztlich selbst, welche Aussagekraft die „Bestätigung für die ordnungsgemäße Herstellung“ hat, und somit auch über die Qualität des für die Verwendung vorgesehenen Bauprodukts. Mit dem erstmaligen Inkrafttreten einer harmonisierten Produktnorm reicht es nicht mehr allein aus, im Ausschreibungstext das Bauprodukt und die gegebenenfalls betroffene (nationale) Norm zu benennen. Vielmehr müssen die geforderten Leistungsmerkmale des Produkts, also auch die ergänzten, konkret bezeichnet werden.

### Maßnahmen auf europäischer Ebene

Die Mitarbeit im Normungsprozess muss verbessert werden. Die öffentliche Hand wird sich zukünftig nachhaltiger und frühzeitiger für die Berücksichtigung der öffentlichen Belange einsetzen. Außerdem muss das Gespräch mit anderen deutschen Akteuren gesucht werden, um mit diesen zusammen die Mitwirkung im Normungsprozess zu verbessern.

Normen sollten vor ihrer Bekanntmachung im EU-Amtsblatt systematisch auf Mängel untersucht werden. Falls Defizite festgestellt werden, sollte die Kommission dazu aufgefordert werden, die Harmonisierungswirkung der EN im Rahmen der Bekanntmachung insoweit einzuschränken.

Begleitend zu der Änderung des nationalen Regelwerks hat die – nach dem Urteil geforderte und auch nach der Verordnung notwendige – Einleitung europäischer Verfahren zu erfolgen, wenn eine harmonisierte Norm vom Mitgliedstaat als defizitär eingeschätzt wird. Insbesondere ist zeitnah zu überprüfen, in welcher Reihenfolge die Normen im Rahmen eines Verfahrens nach Art. 18 BauPVO aufgegriffen werden müssen. Außerdem ist zu prüfen, welche Normen geeignet wären, zur Grundlage einer Marktüberwachungskampagne gemacht zu werden, die dann in förmliche Marktüberwachungsverfahren münden.

Bei dem vorgestellten bauaufsichtlichen Konzept handelt es sich um eine Momentaufnahme des internen Beratungsstandes. Konkrete Vorschläge zur Anpassung der Musterbauordnung (MBO) an die Rechtslage liegen vor, sie werden demnächst in den Gremien der Bauministerkonferenz zu beraten sein. Die Bauregelliste B wird aufgelöst. Es ist beabsichtigt, unverzichtbare Anforderungen an Bauwerke, die von einzelnen Bauprodukten erfüllt werden können, in der MVV TB individuell zu konkretisieren oder, falls erforderlich, die Verwendung des Produkts einzuschränken. Das Ü-Zeichen zur Kenntlichmachung des erfolgten Übereinstimmungsnachweises wird über kurz oder lang – spätestens mit der Umsetzung der MBO – ebenso entfallen, wie die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung als bauaufsichtlicher Verwendbarkeitsnachweis.



Figure: Michael Halstenberg

**RA Michael Halstenberg;** HFK Rechtsanwälte LLP, Düsseldorf

[halstenberg@hfk.de](mailto:halstenberg@hfk.de)

1988 Referent im Ministerium für Stadtentwicklung, Wohnen und Verkehr NRW zuständig für die Bereiche: Wohnungsbauförderungsanstalt, Wohngeld, Wohnungs- und Mietrecht. 1993 Referatsleiter im Ministerium für Bauen und Wohnen NRW, Referat Wohnungswirtschaft, Kommunale Wohnungspolitik. 1995 Gruppenleiter u. a. für die Bereiche Volkswirtschaftliche Grundsatzfragen, Bauwirtschaft, Energie, Ökologisches Bauen, Bautechnik. 2002 Leiter der Gruppe „Bauwirtschaft, Koordinierungsstelle für Mittelstandsfragen, Vergaberecht, im Ministerium für Städtebau und Wohnen, Kultur und Sport NRW. 1999 bis 2004 EU-Referent der deutschen Bauministerkonferenz. 2004 – 2009 Leiter der Abteilung Bauwesen, Bauwirtschaft und Bundesbauten im Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Berlin. Seit 2009 Rechtsanwalt in der Kanzlei HFK Rechtsanwälte LLP in Düsseldorf.

## National requirements for construction products in building regulations

### Amendment of the model building code

## Nationale Anforderungen an Bauprodukte im Bauordnungsrecht

### Novellierung der Musterbauordnung

#### Incompleteness of harmonized standards

Many of the harmonized product standards do not contain the complete range of methods and the degree of detail necessary to draw conclusions in respect of all essential characteristics required to prove compliance with basic requirements for construction works in all EU member states.

This means that even a CE mark combined with the related declaration of performance will not cover the full range of information necessary to verify that basic requirements for construction works are met because many statements regarding structural integrity, fire safety etc. can only be made when considering certain characteristics of construction products.

For instance, any building or structure must by its very nature be structurally stable. The required stability verification essentially involves a calculation method that should ultimately be based on parameters (such as compressive and tensile strength values) of construction products (including components and assemblies). If the harmonized standard specifies no method to determine compressive strength, it is impossible to analyze and verify structural integrity merely on the basis of the harmonized standard and the CE mark and declaration of performance.

#### Previous national supplement

Previously, Germany had adopted the solution of considering any harmonization that was “incomplete” with respect to national requirements to be a “partial harmonization” of the product. This approach enabled national supplements to be added to the standard, particularly by granting national technical approvals or issuing general test certificates pertaining to the “unregulated” area, which, in turn, was primarily determined by the List of Building Regulations (Bauregelliste) B, Part 1.

#### ECJ judgment

In its judgment of 16 October 2014 (Case 100/13), the European Court of Justice held that such supplementary national requirements

#### Unvollständigkeit harmonisierter Normen

Viele der harmonisierten Produktnormen enthalten nicht alle Verfahren und Angaben, die erforderlich sind, um Aussagen in Bezug auf alle wesentlichen Merkmale zu treffen, die notwendig sind, um die Erfüllung der Grundanforderungen an Bauwerke in allen Mitgliedstaaten nachzuweisen.

Damit deckt auch eine CE-Kennzeichnung mit der dazugehörigen Leistungserklärung nicht alle Aussagen ab, die erforderlich sind, um die Erfüllung der Grundanforderungen der Bauwerke nachzuweisen. Denn viele Aussagen zu Standsicherheit, Brandschutz etc. lassen sich nur unter Berücksichtigung bestimmter Eigenschaften der Bauprodukte treffen.

So hat eine bauliche Anlage naturgemäß standsicher zu sein. Der erforderliche Standsicherheitsnachweis besteht im Prinzip aus einem Berechnungsverfahren, bei dem letztlich die Werte (Druckfestigkeit, Zugfestigkeit etc.) der Bauprodukte (einschließlich Bauteile, Bausätze) zugrunde gelegt werden müssen. Sieht die harmonisierte Norm kein Verfahren für die Ermittlung der Druckfestigkeit vor, kann der Standsicherheitsnachweis allein mit der harmonisierten Norm und der CE-Kennzeichnung einschließlich der Leistungserklärung weder berechnet noch dementsprechend geführt werden.

#### Bisherige nationale Ergänzung

Die bisherige Lösung bestand in Deutschland darin, eine in Bezug auf die nationalen Anforderungen „unvollständige“ Harmonisierung als „Teilharmonisierung“ des Produkts zu begreifen. Dies ermöglichte eine nationale Ergänzung der Norm insbesondere im Wege der Erteilung von allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen oder auch allgemeinen Prüfzeugnissen in Bezug auf den „ungeregelten“ Bereich, der wiederum prinzipiell durch die Bauregelliste Teil B 1 festgelegt wurde.

#### EuGH-Urteil

Der EuGH hat mit Urteil vom 16.10.2014 – RS 100/13 entschieden, dass eine solche nationale Ergänzung unzulässig ist. Der Mitglied-

were not permissible. Member states may no longer impose direct requirements on (harmonized) construction products. Any harmonized standard is basically assumed to be “complete” by its very nature. At any rate, deficiencies identified in such standards may not be compensated by national regulations. Rather, the EU Construction Products Regulation (CPR) constitutes a “closed system”, which means that standards can be complemented only by the European Commission issuing a mandate and CEN agreeing on the required supplementary specifications.

However, any such endeavor is a very time-consuming process, and thus not practicable. The same applies to any application for a European Technical Assessment (ETA) pursuant to the EU CPR submitted by the manufacturer.

Consequently, the national safety concept, which also pertains to requirements for construction products, must be modified.

The Conference of Building Ministers has thus proposed an amendment to the model building code that waives national requirements and verifications, particularly in the form of national technical approvals granted to harmonized construction products by the DIBt. However, it remains unclear how transitional regulations should be worded.

staat darf keine unmittelbaren Anforderungen mehr an (harmonisierte) Bauprodukte stellen. Eine harmonisierte Norm beinhaltet faktisch die Vermutung ihrer „Vollständigkeit“. Jedenfalls können Mängel nicht durch nationale Regelungen ausgeglichen werden. Die EU-BauPVO ist vielmehr ein „geschlossenes System“. Das bedeutet, eine Ergänzung der Norm kommt praktisch nur über eine Mandatserteilung der EU-Kommission und Ergänzung der Norm durch CEN in Betracht.

Die Ergänzung einer Norm nimmt aber erhebliche Zeit in Anspruch und ist daher kein praktikabler Weg. Gleiches gilt für die mögliche Beantragung der Erteilung einer ETB nach der EU-BauPVO durch den Hersteller.

Das nationale Sicherheitskonzept, das auch auf Anforderungen an Bauprodukte abstellt, ist folglich zu ändern.

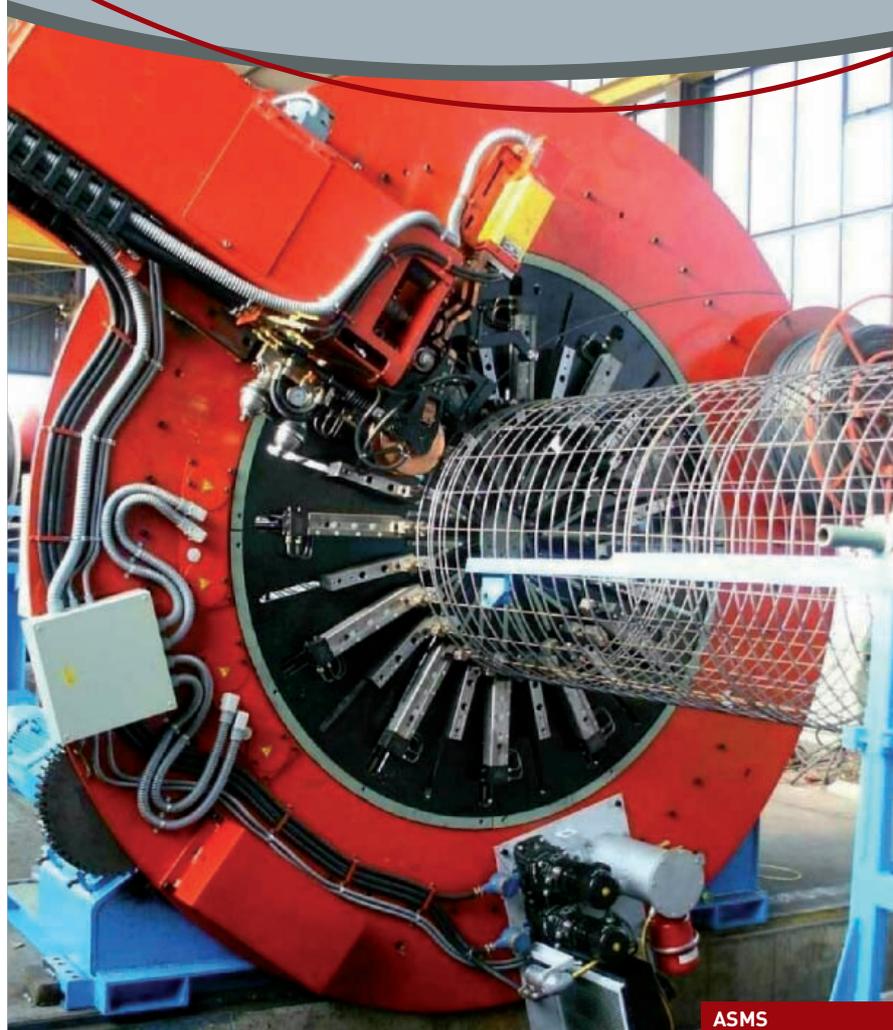
Die Bauministerkonferenz hat dementsprechend eine Novelle zur Änderung der Musterbauordnung (MBO) vorgelegt, die einen Verzicht auf nationale Anforderungen und dementsprechend auch auf nationale Nachweise, vor allem in Form der vom DIBt erteilten allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen für harmonisierte Bauprodukte, vorsieht. Allerdings ist bislang unklar, wie die Übergangsregelungen aussehen.

#### **Gewährleistung der Einhaltung der bauaufsichtlichen Anforderungen**

Dieser Umstand ändert allerdings nichts an der Tatsache, dass der Mitgliedstaat weiterhin Anforderungen an Bauwerke formulieren kann. Er kann deren Einhaltung auch kontrollieren und sich nachweisen lassen. Dies kann er im nationalen Recht festlegen.

# apilion

machines + services



ASMS

#### **ASMS**

High output welding machines for the fully automatic pipe cage production off coil. The ASMS has been specially designed for use with packerhead or other highly-automated concrete pipe production systems.

Our range also includes conventional semi-automatic pipe cage welding machinery and mesh welding plants for the production of cages for box culverts.



SMS

**Five decades of experience supplying machinery and plant to the precast concrete pipe industry**



**apilion machines + services**

Kehl - Germany  
Tel. (+49) 7851 7460  
info@apilion.de

Fax (+49) 7851 74660  
[www.apilion.de](http://www.apilion.de)

### Ensuring compliance with regulatory requirements

Yet this situation does not at all change the fact that member states may still propose requirements for construction works, monitor compliance with such requirements, and have such compliance verified. Corresponding provisions may be incorporated in national legislation.

For this reason, it is in the interest not only of regulatory authorities but also of all other parties involved to be able to verify regulatory compliance.

If the client/principal is then under the obligation to verify the structural integrity of the building, they must be able to draw reliable conclusions regarding the characteristics of construction products. In turn, the designer and (construction) contractor commissioned with erecting the building or structure must provide this information to the client/principal as part of their contractually agreed duties. This is why they will usually request this information from the individual manufacturers.

Market participants are thus interested in obtaining this information outside the regulatory environment.

Previously, market participants were also able to revert to national technical approvals and related Ü marks for this purpose. If such a mark was affixed, all parties involved knew that construction products were suitable to construct a building or structure in compliance with regulatory requirements. It will no longer be possible to rely on this "service" previously provided by the national regulatory institution (i.e. the DIBt).

This is why alternative solutions must be identified from the point of view of market participants, but it will be virtually impossible to apply for an ETA (Art. 26 CPR) because this approach would be excessively time-consuming and thus impracticable.

### Solution

Any solution must start from the following requirements:

- » The system must be in conformity with the EU CPR, which means it must not be based on government regulations.
- » The system must not prevent market entry; no monopolies may be created.
- » The system must be open and transparent for all competitors.
- » Requirements must be non-discriminatory.
- » The system must provide the parties involved with the opportunity to reliably prepare the required verifications.

In the related discussion, a system of "quality labels" is currently being proposed that relies on the following cornerstones:

- » Independent (accredited according to the EU accreditation regulation if required) (private-sector) professional bodies
- » involve market participants (manufacturers, construction industry, designers, clients)
- » in accordance with market requirements (which by their very nature include verification of compliance with regulatory requirements for buildings determined by some or all of the member states)
- » to conceive technical specifications for relevant construction products
- » whose compliance must be proven according to uniformly defined, transparent (measurement) methods as part of pre-agreed procedures to verify conformity.
- » Construction products that comply with these requirements will be marked accordingly ("quality label").

Such a "quality label" enables clients/principals to provide the necessary information to regulatory authorities in the relevant

Daher haben neben der Bauaufsicht auch alle anderen Beteiligten ein Interesse daran, den Nachweis der Einhaltung der bauaufsichtlichen Anforderungen führen zu können.

Wird der Bauherr aber verpflichtet, einen Standsicherheitsnachweis für das Gebäude zu führen, muss er entsprechende verlässliche Aussagen zu den Eigenschaften der Bauprodukte machen können. Der Planer und (Bau-)Unternehmer, die das Bauwerk erstellen, müssen diese Angaben ihrerseits im Rahmen ihrer vertraglichen Pflichten dem Bauherrn zur Verfügung stellen. Daher werden sie diese Angaben wiederum von den Herstellern abfordern.

Damit besteht – außerhalb der bauaufsichtlichen Regelungen – ein Interesse der Marktteilnehmer, diese Angaben zu erhalten.

Bislang konnten sich die Marktteilnehmer hierzu auch der bauaufsichtlichen Zulassungen und der damit verbundenen Ü-Kennzeichnung bedienen. Lag diese vor, wussten die Beteiligten, dass die Bauprodukte geeignet waren, um eine bauliche Anlage zu errichten, die den bauaufsichtlichen Anforderungen genügt. Dieser „Service“ der nationalen Bauaufsicht in Form des DIBt entfällt jetzt.

Daher besteht aus der Sicht der Marktteilnehmer die Notwendigkeit, alternative Lösungen zu finden. Diese kann praktisch nicht in der Beantragung von ETB (Art. 26 Bauproduktenverordnung) liegen, da dieser Weg viel zu viel Zeit in Anspruch nimmt und daher nicht praktikabel ist.

### Lösung

Bei einer Lösung ist von folgenden Anforderungen auszugehen:

- » Das System muss EU-BauPVO-konform sein. Das heißt, es darf sich nicht um staatliche Regelungen handeln.
- » Das System darf nicht marktabschottend wirken, Monopole dürfen nicht geschaffen werden.
- » Das System muss für alle Wettbewerber offen und transparent sein.
- » Die Anforderungen dürfen nicht diskriminierend sein.
- » Das System muss den Beteiligten die Möglichkeit bieten, die erforderlichen Nachweise verlässlich zu erbringen.

In der Diskussion wird nunmehr ein System von „Gütezeichen“ vorgeschlagen. Eckpunkte dieser Lösung sind:

- » Unabhängige (ggf. nach der EU-Akkreditierungsverordnung akkreditierte) (private) fachkundige Stellen konzipieren
- » unter Beteiligung der Marktteilnehmer (Hersteller, Bauwirtschaft, Planer, Auftraggeber)
- » nach den Anforderungen des Marktes (die die Nachweisführung bzgl. der Einhaltung der bauaufsichtlichen Anforderungen der oder einzelner Mitgliedstaaten an Gebäude naturgemäß beinhalten)
- » technische Bedingungen, die für die bestimmten Bauprodukte
- » nach einheitlich festgelegten transparenten (Mess-)Verfahren in festgelegten Konformitätsnachweisverfahren nachzuweisen sind.
- » Erfüllen die Bauprodukte diese Bedingungen, erhalten sie einen entsprechenden Nachweis („Gütesiegel“).

Ein solches „Gütesiegel“ ermöglicht es dem Bauherrn, gegenüber den Bauordnungsbehörden des betreffenden Mitgliedstaates die erforderlichen Aussagen zu treffen und vor allem den Nachweis zu führen, dass die bauaufsichtlichen Anforderungen an das Gebäude im Einzelfall erfüllt sind.

### Rechtliche Beurteilung der Lösung

Es handelt sich nicht um eine staatliche Lösung. Zwar nimmt diese Lösung mittelbar Bezug auf bauordnungsrechtliche Anforderungen.

member state and, even more importantly, to prove that regulatory requirements for the building are met in each specific case.

**Legal assessment of the solution**

The above approach is not a government-driven solution. Although it indirectly refers to regulatory requirements, these requirements exclusively pertain to safety regulations for buildings and structures that member states may adopt on the grounds of risk mitigation.

Clients are free to choose how they ensure compliance with these requirements, particularly with regard to the specific construction products selected. However, they are not released from their duty to prove that the building or structure complies with the requirements. The way in which such verification is performed is also left to the client. Since these are “technical parameters”, however, corresponding technical verifications will ultimately be required for the selected construction products and the structural design.

The purchasing party requests required verifications as part of its “purchase”, literally using an “order form”, from the manufacturer whose product is to be chosen because the purchaser is free to determine the characteristics the product has to meet with respect to the building.

Thus, these are “representations under a purchase contract” that the manufacturer makes if so requested by market participants with specific regard to its product. The manufacturer is also free to issue a related declaration on its own initiative. If “standard requirements” are used, cost effectiveness would dictate that the related information also be standardized.

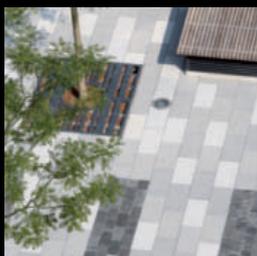
Diese Anforderungen beziehen sich jedoch ausschließlich auf Sicherheitsbestimmungen für bauliche Anlagen, die die Mitgliedstaaten aus Gründen der Gefahrenabwehr treffen können.

Dem Bauherren steht es frei, wie er diese Anforderungen erfüllt, insbesondere welche Bauprodukte er verwendet. Das entbindet ihn aber nicht von der Verpflichtung, die Erfüllung der Anforderungen des Bauwerks nachzuweisen. Wie er diesen Nachweis führt, bleibt ihm ebenfalls überlassen. Da es sich aber um „technische“ Werte handelt, bedarf es letztlich entsprechender technischer Nachweise für die verwendeten Bauprodukte und die Konstruktion.

Die erforderlichen Nachweise fordert der Käufer im Rahmen seines „Einkaufs“ – quasi mit einem „Bestellzettel“ – von dem Hersteller, für dessen Produkt er sich entscheiden möchte. Denn der Käufer kann selbst bestimmen, welche Eigenschaften das Produkt im Hinblick auf sein Gebäude zu erfüllen hat.

Es handelt sich also um „kaufvertragliche Zusicherungen“ des Herstellers, die der Markt ihm in Bezug auf sein Produkt konkret abverlangt. Es steht ihm auch frei, diese Erklärung abzugeben. Handelt es sich um „Standardanforderungen“, so gebietet es die Wirtschaftlichkeit, diese Angaben ebenfalls zu standardisieren.

Zudem bewertet der Markt die Aussage eines unabhängigen Dritten höher als eine reine Herstellererklärung. Daher liegt es im wohlverstandenen Interesse der Marktteilnehmer, ein derartiges Gütesiegel zu verlangen beziehungsweise anzubieten, das als unabhängiger Nachweis für die Einhaltung bestimmter Produkteigenschaften dient.



# INSPIRATION IN ROCK

Innovationen im Einklang mit der Natur.



Wir gratulieren:  
**60 Jahre  
Ulmer  
Betontage!**

Seien Sie gespannt auf unsere neuen  
**PREMIUM-PRODUKTE!**

**bauma 2016**  
11.-17. April, München  
Halle C1, Stand 322

Furthermore, the market will consider information provided by an independent third party to be more reliable than a mere declaration issued by the manufacturer. It is thus in the best interest of market participants to request or provide such a quality label that serves as independent proof of compliance with certain product characteristics.

### Example

The purchaser/client is under the obligation to construct a structurally stable building. It is free to determine the type of structural design and the construction products to be used for this purpose. Once related decisions were made, the purchaser must commission a verification of structural stability specifically for the building. The purchaser will request any information required for this purpose from the manufacturers of the selected products. At the same time, the purchaser will demand proof of compliance with these parameters. This proof can be provided specifically by issuing quality labels (alternatively, by a case-by-case verification) if it is not already covered by a declaration of performance pursuant to the EU CPR. If the manufacturer fails to provide a related declaration, it will run the risk that its product is not considered for purchase. In this regard, its product will compete with other products.

Thus, the outcome of this process is a solution under a purchase contract in line with the principles of free and equitable competition.

Furthermore, options for such systems are already incorporated in European law (contract award legislation, services directive) and supported by ECJ case law pertaining to contract awards.

Nor does the EU CPR (obviously) introduce a prohibition for market participants to specify requirements for construction products and/or to agree on related provisions in purchase contracts.

It would merely be impermissible to provide (technical) information on the basis of measurement methods other than those prescribed by a harmonized standard, which would not be in the interest of purchasers either who rightfully expect a reliable comparison method based on this assumption (i.e. uniform assessment methods).

Since quality labels would be issued by independent (certification) bodies that provide their services to all manufacturers across Europe, and because requirements are elaborated in a transparent process whilst involving all market participants, there is no prevention of market entry either, even more so because certification bodies compete with each other as well.

Moreover, quality labels could/should also meet the requirements of various member states, thus going beyond the scope of application within a single member state. Manufacturers would certainly welcome this approach for reasons of cost effectiveness.

It remains to be seen how this will be implemented in the amendment to the model building code.

However, precast producers are beginning to ask themselves if building with precast elements will continue to be covered by the regulations pertaining to concrete, reinforced concrete and prestressed concrete construction, or if precast elements governed by harmonized European standards will exclusively constitute construction products in accordance with the EU CPR. Precast businesses fear market distortion at the expense of the precast industry, particularly in comparison to substitute products (such as cast-in-place concrete or plastics), because the legal situation is much more complex specifically with respect to precast elements, which is why designers and construction contractors might shy away from using such elements due to fear of liability risks. At any rate, manufacturers are not yet fully satisfied with the way in which the draft model building code takes their concerns into account.

### Beispiel

Der Käufer/Bauherr hat ein standsicheres Gebäude zu errichten. Welche Konstruktion er hierfür wählt und welche Bauprodukte er verwendet, steht ihm frei. Hat er sich entschieden, muss er einen individuellen Standsicherheitsnachweis für das Bauwerk erstellen lassen. Die dafür erforderlichen Angaben fordert er von den Herstellern der ausgewählten Produkte verlässlich ab. Zugleich verlangt der Käufer den Nachweis der Einhaltung dieser Werte. Dieser Nachweis kann – sofern er nicht bereits durch eine Leistungserklärung nach der EU-BauPVO abgedeckt ist – insbesondere auch durch Gütesiegel (alternativ Einzelnachweis) geführt werden. Erklärt der Hersteller sich nicht, läuft er Gefahr, dass sein Produkt bei der Kaufentscheidung nicht berücksichtigt wird. Sein Produkt steht insoweit im Wettbewerb zu anderen Produkten.

Es handelt sich also im Ergebnis um eine kaufvertragliche Lösung im Sinne des fairen und freien Wettbewerbs.

Derartige Systeme sind im Übrigen im Europarecht vorgezeichnet (Vergaberecht, Dienstleistungsrichtlinie) und durch die EuGH-Rechtsprechung zum Vergaberecht abgesichert.

Die EU-BauPVO verbietet es den Marktteilnehmern (selbstverständlich) auch nicht, Forderungen bezüglich der Bauprodukte zu stellen und/oder kaufvertragliche Vereinbarungen zu treffen.

Unzulässig wäre nur, (technische) Angaben auf der Grundlage anderer Messverfahren zu treffen als die, die in einer harmonisierten Norm vorgegeben sind. Das läge auch nicht im Interesse der Käufer, die auf dieser Basis (einheitliche Bewertungsverfahren) zu Recht eine verlässliche Vergleichsmethode erwarten.

Da die Gütesiegel von unabhängigen (Zertifizierungs-)Stellen vergeben werden, die allen Herstellern europaweit offenstehen, und die Bedingungen unter Beteiligung aller Marktteilnehmer transparent erarbeitet werden, besteht auch keine Marktabschottung, zumal auch die Zertifizierer ihrerseits im Wettbewerb stehen.

Außerdem können/sollten die Gütesiegel auch die Anforderungen verschiedener Mitgliedstaaten abdecken und damit über den Anwendungsbereich eines einzelnen Mitgliedstaates hinausgehen. Aus Gründen der Wirtschaftlichkeit wäre dies aus Sicht der Hersteller sicher zu begrüßen.

Die Umsetzung in der MBO-Novelle bleibt abzuwarten.

Die Betonfertigteilhersteller stellen sich aber schon jetzt die Frage, ob das Bauen mit Betonfertigteilen auch in Zukunft weiterhin den Regelungen der „Bauart“ Beton-, Stahlbeton- und Spannbetonbau unterworfen wird oder ob es sich zukünftig bei Betonfertigteilen nach hEN ausschließlich um ein Bauprodukt nach EU-BauPVO handelt, und befürchten Marktverzerrungen zum Nachteil der Betonfertigteilindustrie, insbesondere gegenüber Substitutionsprodukten (z. B. Ort-beton oder Kunststoff), da die Rechtslage speziell für den Bereich der Betonfertigteile sehr viel unübersichtlicher wird und gegebenenfalls Planer und Bauausführende aus Angst vor Haftungsrisiken vor der Verwendung von Betonfertigteilen zurückschrecken. Die Hersteller sehen ihre Anliegen durch den Entwurf der MBO jedenfalls noch nicht als befriedigend gelöst an.



## ➤ RATEC – the home of the shuttering magnets Flexibility and durability in perfect harmony

e. g. SAS, the shuttering system for the manufacture of facades, sandwich walls, solid walls and floor systems, is available in lengths of up to 8000mm and heights from 60mm to 400mm. The system is used in both manual handling and robot operation. The economic aspects are: reduced consumption of shuttering timber, reduced shuttering and demoulding times, simplified cleaning and improved quality of the final product. Simple, flexible, fast, safe and efficient positioning is ensured by the switchable RATEC automatic system. RATEC magnetic components with adhesive forces from 450kg to 2100kg are used here depending on requirements.

Meet the better ideas now: Phone +49 6205 9407 29



# **RATEC**



Meet the better ideas!  
[www.ratec.org](http://www.ratec.org)

**MODERATION**

**Prof. Dr.-Ing. Harald S. Müller;** Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

[hsm@mpa.kit.edu](mailto:hsm@mpa.kit.edu)

Geboren 1951; bis 1995 Direktor an der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, Berlin; seit 1995 Leiter des Instituts für Massivbau und Baustofftechnologie und Direktor der Amtlichen Materialprüfungsanstalt MPA Karlsruhe am Karlsruher Institut für Technologie (ehemals Universität Karlsruhe); ö.b.u.v. Sachverständiger für Beton- und Mauerwerksbau, Bauschäden und Bauphysik; Partner der SMP Ingenieure im Bauwesen GmbH, Karlsruhe und Dresden; seit 2015 Präsident der International Federation for Structural Concrete (fib)

Day 2: Wednesday, 24<sup>th</sup> February 2016

Tag 2: Mittwoch, 24. Februar 2016

## Application-oriented research for concrete

### Anwendungsgerechte Forschung für Beton

Page Seite	Title Titel
---------------	----------------

- |    |  |
|----|--|
| 77 | <p><b>Fibers and fire – New findings with respect to heat transfer and load-bearing capacity</b><br/>           Fasern unter Feuer – Neue Erkenntnisse zu Wärmetransport und Tragfähigkeit<br/>           Prof. Dr.-Ing Peter Mark, Jun.-Prof. Dr.-Ing. Catherina Thiele</p>   |
| 80 | <p><b>Fresh concrete pressure for free-form structural concrete components – An innovative design concept for formwork systems</b><br/>           Frischbetondruck bei frei geformten Betonbauteilen – ein neuartiges Bemessungskonzept für Schalungssysteme<br/>           Prof. Dr.-Ing. Carl-Alexander Graubner, Björn Freund, M.Sc</p> |
| 83 | <p><b>Diatomaceous earth as a functional additive – improved freeze-thaw resistance, strength and durability of concrete products</b><br/>           Kieselgur als Funktionsadditiv – verbesserte Frost-Tausalz-Beständigkeit, Festigkeit und Dauerhaftigkeit von Betonwaren<br/>           Dr.-Ing. Barbara Leydolph</p>                  |
| 86 | <p><b>Cement hydration in a zero-gravity environment – what can we learn from this?</b><br/>           Hydratation von Zement unter Schwerelosigkeit – was können wir daraus lernen?<br/>           Prof. Dr. Johann Plank</p>   |
| 90 | <p><b>Service life forecast for concrete – current knowledge, challenges, opportunities</b><br/>           Lebensdauerprognose Beton – Kenntnisstand, Herausforderungen, Chancen<br/>           Prof. Dr.-Ing. Harald S. Müller</p>  |
| 93 | <p><b>Long-term structural behavior of bonded anchors</b><br/>           Langzeittragverhalten von Verbundankern<br/>           Dipl.-Ing. Thomas Kränkel, Prof. Dr.-Ing. Christoph Gehlen, Dr.-Ing. Dirk Lowke</p>  |

**Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Peter Mark;** Ruhr-Universität Bochum

[peter.mark@rub.de](mailto:peter.mark@rub.de)

Geboren 1970; bis 1994 Studium an der Ruhr-Universität Bochum, Vertiefungsrichtung: Konstruktiver Ingenieurbau; 1997 Promotion an der Ruhr-Universität Bochum; 1997 bis 2001 Dyckerhoff & Widmann AG, Technische Abteilungen München, Düsseldorf; 2001 bis 2002 Ing.-Büro Grassl GmbH, Düsseldorf; 2002 bis 2007 Ruhr-Universität Bochum, Oberingenieur am Lehrstuhl für Stahlbeton- und Spannbetonbau (Prof. Stangenberg); 2006 Habilitation; 2006 bis 2009 Privatdozent für Stahlbeton- und Spannbetonbau; seit 2007 Gesellschafter der Ing.-Büro Grassl GmbH, Düsseldorf; seit 2009 Ordinarius für Massivbau an der Ruhr-Universität Bochum, Geschäftsführender Direktor des Instituts für Konstruktiven Ingenieurbau



## Steel fibre reinforced concrete slabs exposed to fire – New findings of heat transfer and load-bearing capacities

### Faserbetonplatten unter Brandbeanspruchung – Neue Erkenntnisse zu Wärmetransport und Tragfähigkeit

After several decades of research, the practical application of steel fibre reinforced concrete is no longer subject to a case-by-case approval but now follows the guideline “steel fibre reinforced concrete” [1] of the German Committee for Structural Concrete published in 2012. However, this document does not explicitly consider temperature dependent behaviour of steel fibres. Instead, the rules specified in DIN EN 1992-1-2 and its National Annex apply in case of fire, which is why the favourable influence of steel fibres on cross-sectional level may not be considered in fire design.

#### Experimental research with two objectives

Related experimental tests were carried out in accordance with DIN EN 1365-2 [2] as well as numerical simulations following two objectives: to analyse the influence of varying amounts of steel fibres on the heat transfer within the structural component as well as on its cross-sectional bearing capacity under fire.

In a test series (Table 1), the behaviour of eight slabs measuring 0.18 x 1.0 x 4.0 m was examined. Six of these slabs were subjected to a combination of mechanical actions and unilateral thermal loading. The remaining two slabs were used as specimens for reference load tests at normal temperatures. Three different steel fibre amounts (0/40/80

Der Einsatz von stahlfaserverstärktem Stahlbeton in der Praxis erfolgt nach jahrzehntelanger Forschung mit der bauaufsichtlichen Einführung der Richtlinie “Stahlfaserbeton” [1] des DAfStB im Jahre 2012 frei von Zustimmungen im Einzelfall. Der Sonderlastfall Brand wird darin jedoch nicht explizit berücksichtigt. Stattdessen gelten die Regelungen der DIN EN 1992-1-2 + NA mit der Konsequenz, dass die rechnerische Begünstigung der Querschnittstragfähigkeit durch die Stahlfasern entfällt.

#### Experimentelle Untersuchungen mit zwei Zielen

Entsprechende experimentelle Untersuchungen in Anlehnung an DIN EN 1365-2 [2] mit begleitender numerischer Nachrechnung und Auswertung werden im Hinblick auf zwei Ziele durchgeführt: die Analyse des Einflusses variabler Mengen an Stahlfasern auf die Temperaturentwicklung im Bauteil sowie auf die Querschnittstragfähigkeit unter Brandlast.

Aus einer Versuchsreihe (Tab. 1) von acht einachsig gespannten Deckenplatten à h/b/l = 0,18/ 1,0/ 4,0 [m] werden sechs Platten einer kombiniert mechanischen und einseitig thermischen Belastung unterzogen. Die übrigen zwei Platten dienen als Probekörper für Referenzbelastungsversuche unter Normaltemperatur. Zur Untersuchung der Auswirkung von Stahlfasern auf die Wärmeausbreitung sind drei unterschiedliche Stahlfasermengen vertreten (0, 40 und 80 kg/m<sup>3</sup>). Die variierende konventionelle

→ **Tab. 1** Specimen data of the test series

Probekörperdaten der Versuchsreihe

	P1	P2	P3	P4	P5, P6	P7, P8
Mesh reinforcement, steel fibre amount (color-coded) Mattenbewehrung Stahlfasermenge farblich angedeutet						
$A_{S, \text{longit}}/A_{S, \text{längs}}$ [cm <sup>2</sup> /m]	3.35	3.35	1.88	1.88	-	-
$A_{S, \text{transv}}/A_{S, \text{quer}}$ [cm <sup>2</sup> /m]	1.13	1.13	1.13	1.13	-	-
L1/L2 [MN/m <sup>2</sup> /MN/m <sup>2</sup> ]	-	2.7/2.1	2.7/2.1	3.0/3.0	1.5/1.2	3.0/2.7
$M_{Rd, \theta=20^\circ\text{C}}$ [kNm]	23.6	41.1	30.7	37.6	11.1	20.3
$M_{Rd, \theta=20^\circ\text{C}}^f/M_{Rd, \theta=20^\circ\text{C}}$ [%]	0.0	42.2	54.4	62.7	100.0	100.0
UTTC/ETK	✓	✓	✓	✓	✓	✓



**Jun.-Prof. Dr.-Ing. Catherina Thiele;** Technische Universität Kaiserslautern

[catherina.thiele@bauing.uni-kl.de](mailto:catherina.thiele@bauing.uni-kl.de)

Geboren 1978; 1997 bis 2002 Studium des Bauingenieurwesens an der TU Kaiserslautern, Vertiefungsfächer: Massivbau, Statik und Bauinformatik; seit 2002 Freie Mitarbeiterin im Ingenieurbüro Thiele GmbH, Pirmasens, Tragwerksplanung; 2002 bis 2012 wissenschaftliche Mitarbeiterin im Fachgebiet Massivbau und Baukonstruktion der TU Kaiserslautern; 2010 Promotion "Zum Tragverhalten von Stahlbetonplatten mit integrierten Leitungsführungen"; 2012 Ernennung zur Juniorprofessorin für das Lehrgebiet "Experimenteller Massivbau" am Fachgebiet Massivbau und Baukonstruktion der TU Kaiserslautern



**Jasmin Tkocz, M. Sc.;** Ruhr-Universität Bochum

[jasmin.tkocz@rub.de](mailto:jasmin.tkocz@rub.de)

Geboren 1989; 2009 bis 2012 Bachelor-Studium des Bauingenieurwesens an der Ruhr-Universität Bochum; 2012 bis 2014 Master-Studium des Bauingenieurwesens an der Ruhr-Universität Bochum, Vertiefungsrichtung: Konstruktiver Ingenieurbau; 2012 bis 2014 studentische Hilfskraft am Lehrstuhl für Massivbau der Ruhr-Universität Bochum; seit 2014 wissenschaftliche Mitarbeiterin am Lehrstuhl für Massivbau der Ruhr-Universität Bochum

kg/m<sup>3</sup>) were provided to investigate the effect of steel fibres on heat propagation. Varying ratios of conventional mesh reinforcement were added to increase structural resistance to one comparable level for all specimens. It was concluded from test data, that the change in thermal material parameters, like the increase in thermal conductivity resulting from higher steel contents in a cross-section, can be neglected for usual fibre dosages of up to 1 Vol.-%. A numerical spreadsheet simulation of the heat transfer validated by experimental data indicated only a minor cross-sectional temperature rise with an increase of steel fibre amounts.

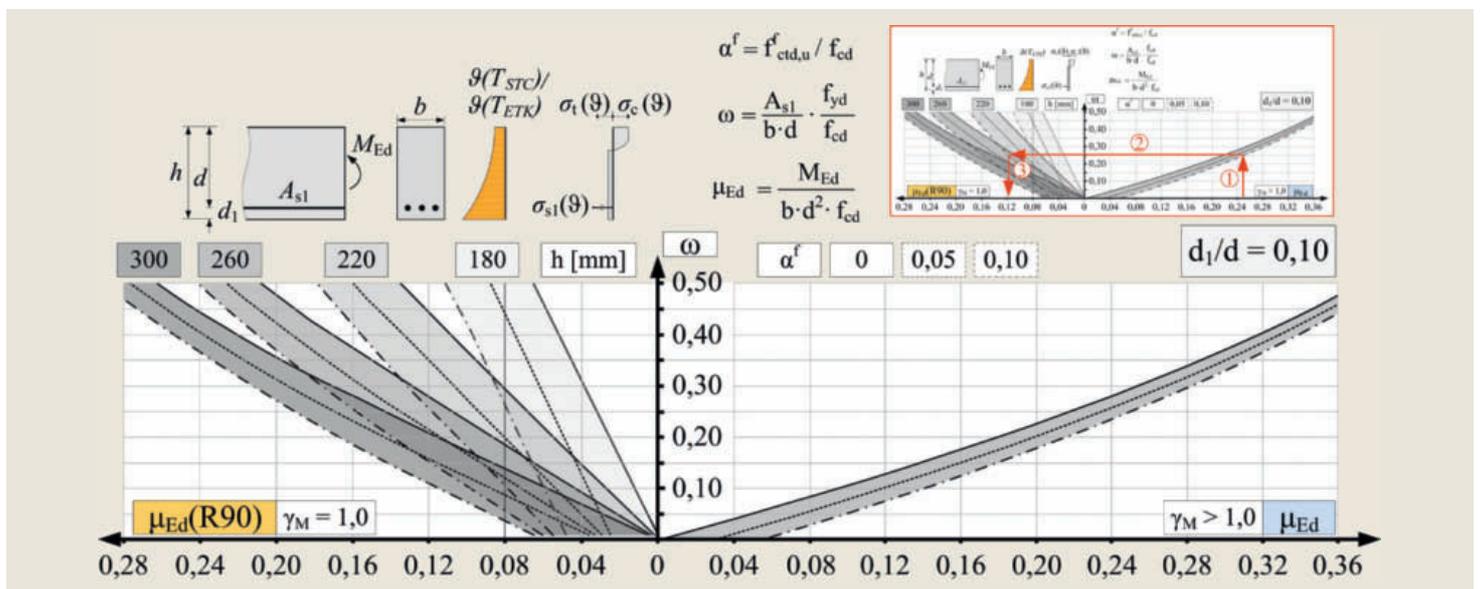
Mattenbewehrung dient zur Erhöhung des Bauteilwiderstands auf untereinander annähernd vergleichbare Werte. Die Änderung der thermischen Materialparameter, maßgeblich der Anstieg der Wärmeleitfähigkeit durch den höheren Stahlgehalt im Querschnitt, ist bei den untersuchten praxisüblichen Stahlfasergehalten von bis zu 1 Vol.-% vernachlässigbar. Eine Microsoft Excel basierte numerische Berechnung der Temperaturentwicklung unter Brandbeanspruchung, die mittels der experimentellen Daten validiert werden konnte, stellt eine nur geringfügige Querschnittstemperaturerhöhung mit steigendem Stahlfasergehalt heraus.

**Results summarised as design chart**

The influence of the fibre amount on load-bearing capacities under fire was analysed on the basis of measured thermal and stress-

**Ergebnisse in Form eines Bemessungshilfsmittels**

Der Einfluss auf die Tragfähigkeit unter Brandlast wird anhand der thermisch induzierten und spannungsabhängigen vertikalen Ver-



→ 1 Design chart to assess bearing capacities of steel-fibre-reinforced concrete cross-sections subjected to a 90-minute fire

Bemessungshilfe zur Beurteilung der Restbiegetragfähigkeit stahlfaserverstärkter Stahlbetonquerschnitte unter 90-minütiger Brandeinwirkung

**Peter Heek, M. Sc.;** Ruhr-Universität Bochum

[peter.heek@rub.de](mailto:peter.heek@rub.de)

Geboren 1985; 2005 bis 2009 Studium des Bauingenieurwesens an der Fachhochschule Münster, Vertiefung: Konstruktiver Ingenieurbau; 2009 bis 2011 Studium des Bauingenieurwesens an der Ruhr-Universität Bochum, Vertiefung: KIB-Structural Engineering; seit 2011 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Massivbau der Ruhr-Universität Bochum



dependent vertical deformations gained from fire and reference tests. These analyses proved that steel fibres are suitable to increase load-bearing capacities and fire resistances of cross-sections reinforced with both, rebar and steel fibres. These findings are transferred to a design chart (Fig. 1). Thereby, the temperature-dependent post-cracking tensile strength according to [3] and additional assumptions [4] are incorporated to evaluate residual bearing capacities of cross-sections exposed to 90-minutes fire. Hence, in ultimate limit state of fire design residual bearing capacities of at least 70% of the ones at normal temperatures can be ensured satisfying the demands in DIN EN 1992-1-2. Furthermore, recalculated deflections assuming the temperature dependent material parameters yield mean deformations set in great accordance with experimental data. However, test results in literature indicate that increases in temperature and crack widths are accompanied by an increase in the scatter of post-cracking tensile strength of steel fibres, which might require an adjustment of partial safety factors in case of fire design. Further research is necessary in this regard.

The authors thank Dipl.-Ing. Gerhard Vitt as a representative of NV Bekaert SA for funding this project as well as Daniele Casucci, M. Eng. at TU Kaiserslautern for his contribution to enabling testing.

formungen in der Brand- sowie der Referenzprüfung analysiert. Die Untersuchungen zeigen, dass Stahlfasern die Tragfähigkeit sowie Tragdauer kombinationsbewehrter Betonbauteile im Brandfall begünstigen. Die Ergebnisse sind in Form eines Bemessungshilfsmittels (Abb. 1) aufbereitet. Auf Basis einer temperaturabhängigen Reduktion der Nachrisszugfestigkeit gemäß [3] sowie weiteren Annahmen [4] erfolgt die Beurteilung der Restbiegetragfähigkeit nach 90-minütiger unseitiger Brandbeanspruchung durch die Einheits-Temperaturzeitkurve. Der Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit gelingt bei Erreichung von mindestens 70% der Tragfähigkeit unter Normaltemperatur.

In einer Nachrechnung der Verformungen der vorliegenden Versuchsreihe unter Verwendung der oben genannten Reduktionsfaktoren wird eine hohe Übereinstimmung von theoretischen mit experimentellen Werten erreicht. Allerdings deuten die Versuchsergebnisse darauf hin, dass mit steigender Temperatur und Rissbreite eine Erhöhung der Streuung der Nachrisszugfestigkeit einhergeht. Als Konsequenz ist eine Anpassung des Teilsicherheitsbeiwertes für Stahlfaserbeton im Brandfall denkbar, wobei weiterführende Untersuchungen erforderlich sind.

Die Autoren danken Dipl.-Ing. Gerhard Vitt (NV Bekaert SA) für die finanzielle Unterstützung des Projektes sowie Daniele Casucci, M. Eng. (TU Kaiserslautern), für seinen Einsatz zur experimentellen Umsetzung.

#### REFERENCES/LITERATUR

- [1] Deutscher Ausschuss für Stahlbeton e. V. (Hrsg.): DAF5tb-Richtlinie Stahlfaserbeton, Berlin, März 2010
- [2] DIN EN 1365-2:2012-12: Feuerwiderstandsprüfungen für tragende Bauteile – Teil 2: Decken und Dächer, deutsche Fassung prEN 1365-2:2012
- [3] Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein e.V.: DBV-Merkblatt Stahlfaserbeton, 2001-10
- [4] Heek, P.; Tkocz, J.; Thiele, C.; Vitt, G.; Mark, P.: Fasern unter Feuer – Bemessungshilfen für stahlfaserverstärkte Stahlbetondeckenplatten im Brandfall. In: Beton- und Stahlbetonbau 110 (10), Ernst & Sohn Verlag, Berlin, 2015, 656-671



# GESTEINS KÖRNUNGEN

aggregates  
granulats



**TOP MINERAL GmbH**

Industriegebiet 3  
D-79206 Breisach-Niederrimsingen

Telefon + 49 (0) 76 68 / 71 07-74  
Telefax + 49 (0) 76 68 / 71 07-78

Mail: [info@topmineral.com](mailto:info@topmineral.com)



**TOP MINERAL**

Vente France / Sales Europe

D-77866 Rheinau-Freistett

Telefon + 49 (0) 7844 / 405 171  
Telefax + 49 (0) 7844 / 405 571

Mail: [info@topmineral.com](mailto:info@topmineral.com)



**Prof. Dr.-Ing. Carl-Alexander Graubner;** Technische Universität Darmstadt

[graubner@massivbau.tu-darmstadt.de](mailto:graubner@massivbau.tu-darmstadt.de)

Geboren 1957; 1977 bis 1982 Studium des Bauingenieurwesens an der TU München; 1988 Promotion; 1997 Ernennung zum Universitätsprofessor für Massivbau an der TU Darmstadt und Anerkennung als Prüflingenieur für Baustatik; 2001 Partner im Ingenieurbüro KHP, Frankfurt; seit 2003 in mehreren Sachverständigenausschüssen des DIBt als Gutachter tätig; Mitglied verschiedener nationaler und internationaler Normungsgremien auf dem Gebiet des Beton- und Mauerwerksbaus

## Fresh concrete pressure for free-form structural concrete components – An innovative design concept for formwork systems

### Frischbetondruck bei frei geformten Betonbauteilen – Ein neuartiges Bemessungskonzept für Schalungssysteme

Structural concrete components with inclined and/or curved surfaces are becoming increasingly popular in contemporary architecture (Fig. 1). Such concrete structures have long been the state of the art in structural engineering; they are used in many different fields, including for reservoirs and tunnel segments. Such elements are usually produced with double-faced formwork and impose demanding requirements on both formwork technology and the actual construction process. The design of formwork systems is largely determined by fresh concrete pressure, which results from the own weight of the concrete prior to its setting. Concreting pressure thus constitutes the main action that determines formwork and scaffold design.

Currently applicable rules and standards make it possible to determine the actual fresh concrete pressure for a near-perpendicular formwork facing whilst considering the setting behavior of the concrete. However, relevant standards prescribe that the hydrostatic

In der modernen Architektur erfreuen sich Betonbauteile mit geneigter und/oder gekrümmter Oberfläche zunehmender Beliebtheit (Abb. 1). Im Ingenieurbau gehören derartige Betonbauwerke zum Stand der Technik und haben viele Anwendungsfälle, wie zum Beispiel bei Behälterbauwerken oder Tunnelschalen. Die Herstellung erfolgt in der Regel mit doppelhäutigen Betonschalungen und stellt hohe Anforderungen an die Schalungstechnik und die Bauausführung. Dabei wird die Dimensionierung der Schalungssysteme in großem Maße von dem Frischbetondruck bestimmt, der aus dem Eigengewicht des noch nicht erstarrten Betons resultiert. Der Betonierdruck stellt somit die dominierende Einwirkung für die Bemessung von Schalung und Rüstung dar.

Bisherige normative Ansätze ermöglichen eine Bestimmung des unter Berücksichtigung des Erstarrungsverhaltens tatsächlich wirkenden Frischbetondrucks bei annähernd lotrecht angeordneter Schalung. Bei im Aufriss geneigten und gekrümmten Schalungssystemen ist in diesem Fall bei einer Betonage von oben normativ der hydrostatische Frischbetondruck anzusetzen; eine Erfassung des Erstarrungsverhaltens mit entsprechend reduzierter Einwirkung auf die Schalung ist hier nicht möglich. Dies führt in vielen Fällen zu überdimensionierten Schalungskonstruktionen oder zu unnötig langsamen Betonierprozessen, was wiederum die Baukosten signifikant erhöht. Aus wirtschaftlichen Erwägungen und resultierend aus praktischen Erfahrungen – jedoch ohne jegliche theoretische Grundlage – wird bei der Bemessung von im Aufriss geneigten oder gekrümmten Schalungssystemen häufig ein zwischen dem hydrostatischen Druck und dem Frischbetondruck einer lotrechten Schalung liegender Betonierdruck verwendet.

#### Frischbetondruck bei frei geformten Schalungsgeometrien

Durch eine Vielzahl großmaßstäblicher Bauteilversuche im Rahmen eines von der DFG geförderten Forschungsprojektes konnte nachgewiesen werden, dass der Frischbetondruck im Falle geneigter und gekrümmter Betonbauteile in vielen Fällen signifikant kleiner ausfällt als bei vergleichbaren lotrechten Betonbauteilen [2]. Auf eine geneigte



→ 1 Casa de Música concert hall in Porto, Portugal [1]  
Konzerthalle "Casa de Música", Porto, Portugal [1]

**Björn Freund, M. Sc.;** König und Heunisch Planungsgesellschaft, Frankfurt am Main

freund@khp-ing.de

2001 bis 2005 Diplomstudium des Bauingenieurwesens an der Fachhochschule Darmstadt, Schwerpunkt: Konstruktiver Ingenieurbau; 2005 bis 2007 Masterstudium des Bauingenieurwesens an der Technischen Universität Darmstadt, Vertiefungsrichtung: Konstruktiver Ingenieurbau; 2007 bis 2010 Mitarbeiter und Projektleiter bei der König und Heunisch Planungsgesellschaft, Frankfurt am Main; 2010 bis 2015 Freier Mitarbeiter bei der König und Heunisch Planungsgesellschaft, Frankfurt am Main; 2010 bis 2015 wissenschaftlicher Mitarbeiter an der TU Darmstadt, Institut für Massivbau; seit 2015 Projektleiter bei der König und Heunisch Planungsgesellschaft, Frankfurt am Main, Tätigkeiten: Bautechnische Prüfung, statische Berechnungen und Tragwerksplanung, Gutachten



fresh concrete pressure be applied to concrete placement in inclined or curved formwork systems, which makes it impossible, in this case, to capture the setting behavior of the concrete that reduces its actions on the formwork accordingly. In many cases, this situation leads to overdesigned formwork systems or an unnecessarily slow concreting process, which, in turn, increases construction cost significantly. Drawing from practical experience – yet without any theoretical basis –, a concreting pressure level that lies between the hydrostatic pressure and the fresh concrete pressure for perpendicular formwork is often used for designing inclined or curved formwork systems to ensure commercial viability.

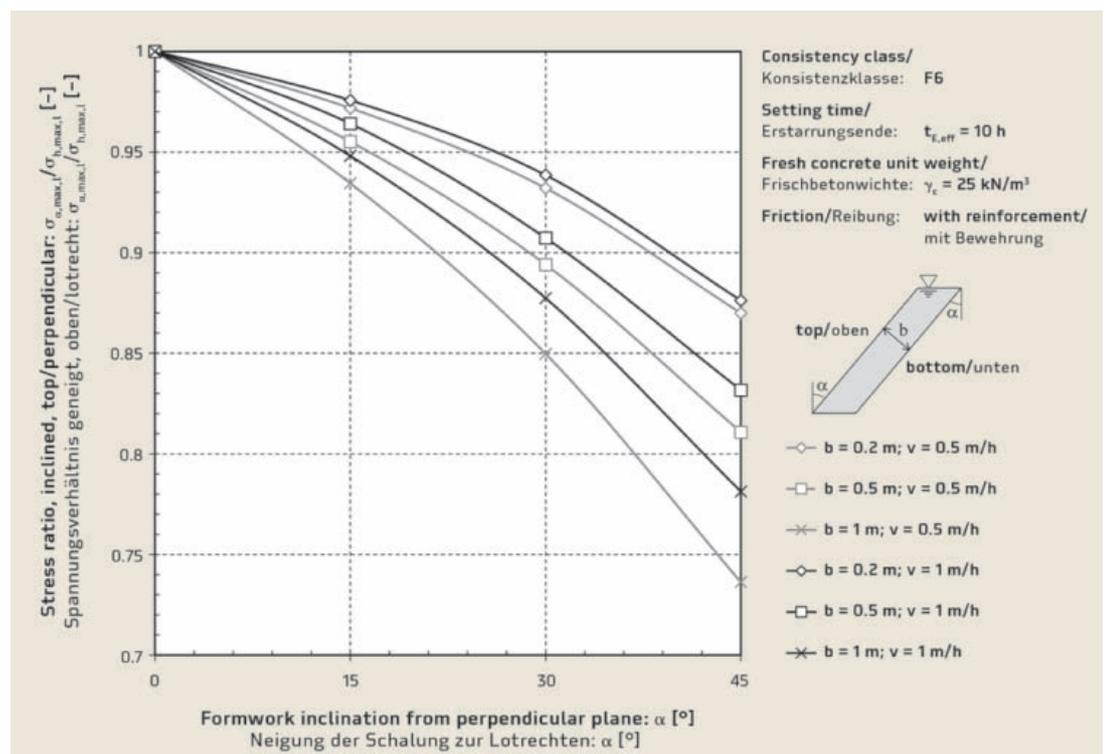
### Fresh concrete pressure in free formwork geometries

As part of a research project funded by the German Research Foundation, many large-scale structural component tests were carried out, which proved that fresh concrete pressure is often significantly smaller for inclined and curved structural components compared to similar perpendicular concrete elements [2]. It is thus not justifiable to always apply the hydrostatic fresh concrete pressure to inclined formwork. A specially developed computation model based on the finite-element method makes it possible to simulate the concreting process for inclined or curved structural component geometries [3]. This method realistically captures the behavior of fresh concrete and its change over time for flowable, highly flowable and self-compacting consistencies. Numerical simulation results are highly consistent with measured experimental values.

Using this simulation model, comprehensive parametric studies were conducted to establish fresh concrete pressure levels for bilaterally inclined formwork, unilaterally inclined formwork (with increasing or decreasing cross-sectional thickness) and radially curved formwork. It was found that concreting pressure values depended not only on geometrical parameters but also on the setting time of fresh concrete  $t_E$  and on the casting

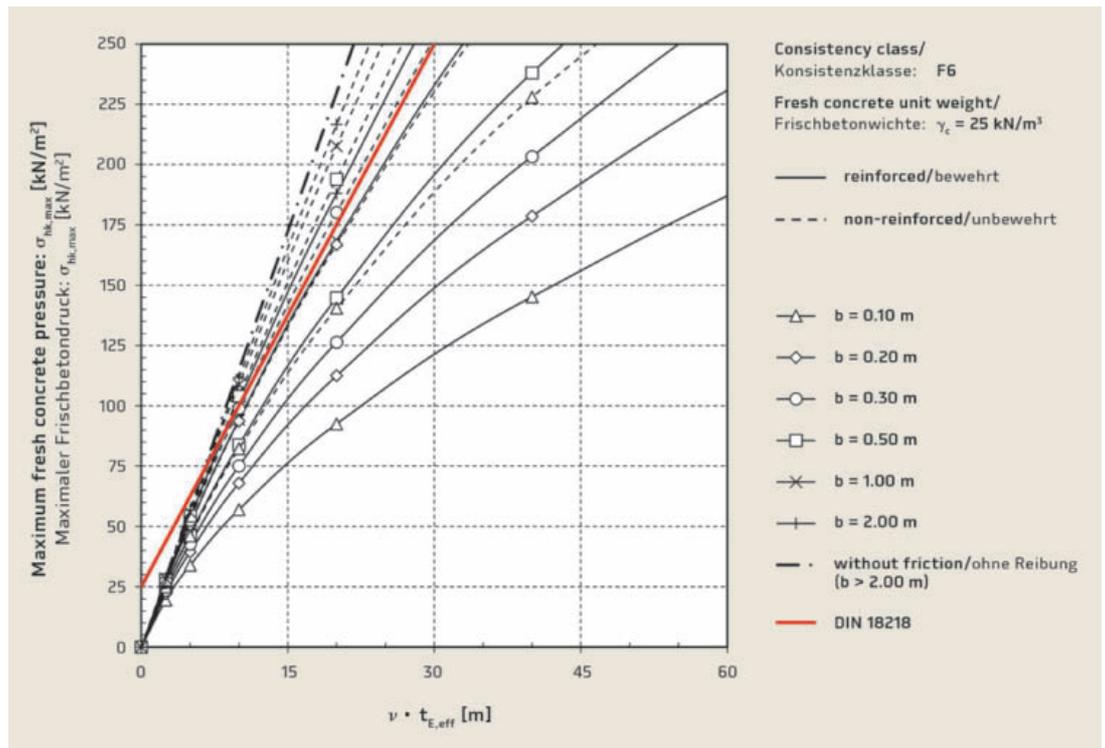
Shalung stets den hydrostatischen Frischbetondruck anzusetzen, ist also nicht gerechtfertigt. Ein eigens entwickeltes Berechnungsmodell auf Basis der Finiten Elemente ermöglicht die Simulation des Betonierprozesses bei im Aufriss geneigten oder gekrümmten Bauteilgeometrien [3]. Dabei kann das zeitlich veränderliche Materialverhalten des Frischbetons für Betone mit fließfähiger, hochfließfähiger und selbstverdichtender Konsistenz realistisch erfasst werden. Die Ergebnisse der numerischen Berechnung zeigen sehr gute Übereinstimmungen mit den experimentellen Messwerten.

Mithilfe des Simulationsmodells wurde in umfangreichen Parameterstudien der Frischbetondruck auf im Aufriss beidseitig gleichgeneigte, einseitig geneigte (mit zu- bzw. abnehmender Querschnittsdicke) und radial gekrümmte Schalungen untersucht. Ergebnis ist, dass der Betonierdruck nicht nur von den geometrischen Randbedingungen abhängt, sondern auch vom Erstarrungsende des Frischbetons  $t_E$  und der Betoniergeschwindigkeit  $v$  beeinflusst wird (Abb. 2). Mithilfe der Parameterstudien konnte ein Bemessungsmodell abgeleitet und auf ein definiertes Sicherheitsniveau kalibriert werden [4]. Dieses ermöglicht mithilfe von Diagrammen und Nachweisgleichungen die wirklichkeitsnahe Ermittlung des Bemessungswertes des Betonier-



→ 2 Stress ratio of fresh concrete pressure values determined for an inclined top form and a perpendicular form [4]  
Spannungsverhältnis der Frischbetondrucke einer geneigten oberen Schalung und einer lotrechten Schalung [4]

rate  $v$  (Fig. 2). These parametric studies were used to derive a design model that was subsequently calibrated to a defined safety level [4]. This model relies on diagrams and verification equations to enable realistic calculation of the concreting pressure design value for formwork of any shape or geometry, depending on the consistency of the concrete. Since this newly developed design concept also realistically covers the friction that occurs between the fresh concrete and the formwork, its application also leads to significantly lower fresh concrete pressure levels for perpendicular formwork compared to the state of the art (DIN 18218 [2010], Fig. 3). The calculated concreting pressure can then be used to design the formwork system in a cost-effective manner.



→ 3 Characteristic fresh concrete pressure perpendicular to the surface of a vertical form for various wall thicknesses  $b$  depending on the product of concreting speed  $v$  and fresh concrete setting time  $t_{E,eff}$  compared to fresh concrete pressure calculated according to DIN 18218 [4]

Charakteristischer Frischbetondruck senkrecht zur Oberfläche einer lotrechten Schalung für verschiedene Wanddicken  $b$  in Abhängigkeit vom Produkt aus

REFERENCES/LITERATUR

[1] Peri GmbH: Hohe, unterschiedlich geneigte Wandflächen in Sichtbetonqualität. Pressebericht, Peri GmbH – Schalung Gerüst Engineering, Weißenhorn, 2005

[2] Freund, B.; Proske, T.; Graubner, C.-A.: Experimentelle Untersuchungen und numerische Verifizierung zum Frischbetondruck bei geeigneten Schalungssystemen. Beton- und Stahlbetonbau, Heft 11, 803-811, Ernst & Sohn, Berlin, 2014

[3] Freund, B.; Proske, T.; Graubner, C.-A.: Frischbetondruck bei frei geformten Schalungssystemen. Tagungsband zum 4. Jahrestreffen des DFG-Schwerpunktprogramms 1542: Leicht bauen mit Beton, 29. September bis 1. Oktober 2014, Dresden, 2014

[4] Freund, B.: Dissertation in Vorbereitung. TU Darmstadt – Institut für Massivbau, Darmstadt, 2016

drucks bei beliebig geformter Schalungsgeometrie in Abhängigkeit von der Konsistenz des verwendeten Betons. Da mit dem neu entwickelten Bemessungskonzept auch die zwischen Frischbeton und Schalung wirkende Reibung realistisch erfasst wird, ergeben sich auch für lotrechte Schalungen signifikant kleinere Frischbetondrucke als nach dem Stand der Technik (DIN 18218 [2010], Abb. 3). Mit dem ermittelten Betonierdruck kann anschließend das Schalungssystem wirtschaftlich bemessen werden.



**REMEI** **BPB**  
Blomberg GmbH & Co. KG      Beton- und Prüftechnik Blomberg GmbH & Co. KG

**Wir lieben Beton.**



Besuchen Sie uns!  
Ulmer Betontage 2016  
Stand 103 und 104

**REMEI Blomberg**  
GmbH & Co. KG | Industriestraße 19 | D-32825 Blomberg  
Tel. +49 5235 963-0 | Fax +49 5235 963-230  
info@remei.de | www.remei.de

**BPB®**  
Beton- und Prüftechnik Blomberg GmbH & Co. KG  
Niederlandstraße 11 | D-32825 Blomberg  
Tel. +49 5235 99459-0 | Fax +49 5235 99459-20  
kontakt@bpb-info.de | www.bpb-info.de

**Dr.-Ing. Barbara Leydolph;** IAB – Institut für Angewandte Bauforschung Weimar gGmbH

[b.leydolph@iab-weimar.de](mailto:b.leydolph@iab-weimar.de)

Geboren 1967; 1987 bis 1992 Diplomstudium Silikattechnik an der Hochschule für Architektur und Bauwesen Weimar (heutige Bauhaus-Universität Weimar); 1992 bis 1994 technische Angestellte beim Kreiskirchenamt Weimar, Arbeitsbereich: Bauleitung, Bauüberwachung; 1995 bis 1999 Studium des Bauingenieurwesens an der Bauhaus-Universität Weimar; 2007 Promotion; 1996 bis 2006 wissenschaftliche Mitarbeiterin der IAB – Institut für Angewandte Bauforschung Weimar gemeinnützige GmbH (vordem Institut für Fertigteiletechnik und Fertigbau Weimar e. V. – IFF); seit 2006 Leiterin des Forschungsbereiches Baustoffe



## Improved freeze-thaw resistance, strength and durability of concrete products

### Diatomaceous earth as a functional additive

## Verbesserte Frost-Tausalz-Beständigkeit, Festigkeit und Dauerhaftigkeit von Betonwaren

### Kieselgur als Funktionsadditiv

Concrete needs to exhibit a high freeze-thaw resistance to ensure long service lives, particularly in the case of concrete products used in road construction. This characteristic is primarily achieved by adding a suitable air void system (using surfactants or hollow microspheres).

A research project was initiated to investigate the application potential of natural and calcined diatomaceous earth as a concrete additive. Diatomaceous earth is also referred to as diatomite, kieselgur, natural/amorphous silica, or moler earth. This porous lightweight mineral based on silicon dioxide ( $\text{SiO}_2$ ) is mainly composed of marine or freshwater deposits of fossilized remains of unicellular algae (**Fig. 1**). Tectonic movements in the Earth's crust and various

Für eine lange Nutzungsdauer, insbesondere von Straßenbauprodukten, müssen Betone einen hohen Frost-Tausalz-Widerstand aufweisen, was vor allem durch das Einbringen eines geeigneten Luftporensystems (Tenside, Mikrohohlkugeln) realisiert wird.

Im Rahmen eines Forschungsvorhabens wurde das Anwendungspotenzial von natürlicher und kalzinierter Kieselgur als Additiv in Betonen untersucht. Für Kieselgur gibt es verschiedene Synonyme: Diatomeenerde, natürliche/amorphe Kieselsäure, Bergmehl oder Molererde. Das poröse Leichtmineral auf der Basis von Siliciumdioxid ( $\text{SiO}_2$ ) besteht hauptsächlich aus Ablagerungen mariner oder limnischer einzelliger Kieselalgenskelette (**Abb. 1**). Durch tektonische Bewegungen der Erdkruste und diverse Eiszeiteinflüsse stehen heute zahlreiche Kieselgur-Lagerstätten zur Verfügung.

Eine klassische Anwendung des feinporösen, leichten Pulvers hat ihren Ursprung in der Dynamit-Entwicklung durch Alfred Nobel. Er hat die sehr guten absorptiven Kieselgureigenschaften genutzt, um Nitroglycerin zu binden und dessen hochexplosive Gefahr zu minimieren. In Dänemark werden bereits seit 1910 "Molerzemente", die sich bei Betonbauten mit Dauerkontakt zum Meerwasser bewährt haben, mit Kieselgur aus Jütland fabrikmäßig hergestellt.

Kieselgur besteht wie Mikrosilika und Steinkohlenflugasche größtenteils aus amorphem  $\text{SiO}_2$ . Sie enthält ca. 69% amorphe Kieselsäure und verschiedene Tonminerale, die ein Brennprozess puzzolanisch aktivieren kann. Bei der Kalzinierung (750 - 880 °C) erfolgt die Umwandlung der Tonminerale in röntgenamorphe Metaphasen (Puzzolan) mit hohem Reaktivitätspotenzial, die wiederum durch die Bildung von CSH-Phasen zur Festigkeitsentwicklung im Beton beitragen. Freies Calciumhydroxid ( $\text{Ca(OH)}_2$ ) wird somit gebunden und steht nicht für betonschädigende Reaktionen zur Verfügung.

Mit dem sogenannten Chapelle-Test wird die Puzzolanität von Zusatzstoffen über eine Mengenermittlung des umgesetzten  $\text{Ca(OH)}_2$  bestimmt. Wie durchgeführte Untersuchungen zeigten, erhöht ein Chapelle-Wert von 1120 die Betondruckfestigkeit um bis zu 20%.

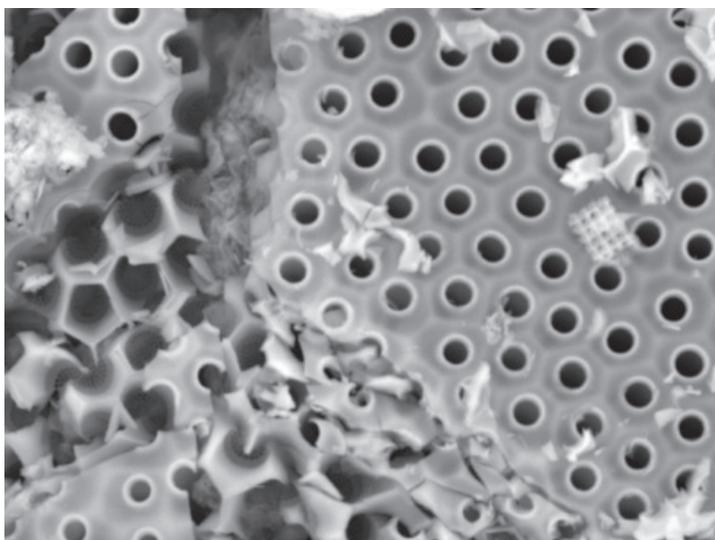


Figure: IAB Weimar gGmbH

→ 1 Fossilized diatoms

Kieselgur-Skelette der Kieselalge



**Dipl.-Ing. Attila Höchst;** IAB - Institut für Angewandte Bauforschung Weimar gGmbH

a.hoechst@iab-weimar.de

Geboren 1972; 1993 bis 1999 Diplomstudium Bauingenieurwesen mit der Vertiefung Konstruktiver Ingenieurbau an der Bauhaus-Universität Weimar; seit 2000 wissenschaftlicher Mitarbeiter im Forschungsbereich Baustoffe der IAB - Institut für Angewandte Bauforschung Weimar gemeinnützige GmbH (vordem Institut für Fertigteiletechnik und Fertigungsbau Weimar e. V. - IFF); stellvertretender Leiter der Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstelle der IAB Weimar gGmbH; Arbeitsschwerpunkte: Mineralschäume auf Basis anorganischer Baustoffe, grünstandfeste Betone und deren Produkte, Betonprüfungen

glacial influences have made them readily available for extraction at a large number of sites.

One of the most well-known uses of this fine, porous, light-weight powder originates from the development of dynamite by Alfred Nobel, who utilized the excellent absorption properties of diatomaceous earth to absorb nitroglycerine in order to mitigate the severe explosion hazard that would otherwise be present. In Denmark, “moler cements” have been manufactured industrially since 1910 using diatomaceous earth extracted in Jutland. These cements have become a tried-and-tested material for concrete structures in permanent contact with seawater.

Just like micro-silica and coal fly ash, diatomite largely consists of amorphous SiO<sub>2</sub>. It contains about 69 % of amorphous silica and various clay minerals whose pozzolanic effect can be activated in a firing process. During the calcining process at temperatures between 750 to 880 °C, clay minerals are converted to X-ray amorphous metaphases with a high reactivity potential, which, in turn, form CSH phases and thus contribute to developing concrete strength. Free calcium hydroxide (Ca(OH)<sub>2</sub>) is bound and no longer available for concrete-damaging reactions.

The so-called Chapelle test is used to determine the pozzolanic performance of additives by quantifying the amount of converted calcium hydroxide. Previous analyses showed that a Chapelle value of 1,120 increased concrete compressive strength by up to 20%. Natural diatomaceous earth has a Chapelle value of 690, which increases to 1,120 in its calcined state. It was found that the pozzolanic action of natural and calcined diatomite led to an increase in concrete strength. **Fig. 2** shows the increase in strength when substituting cement by calcined and natural diatomaceous earth. However, a decrease in strength was observed when replacing cement with coal fly ash (CFA).

The microporous diatomite structures that contain a large number of natural pores with small radii are also interesting from a physical point of view because it is precisely these voids that make it possible to create a high-quality pore system. Their main difference compared to microsilica is that they ensure additional, targeted entrainment of micron-sized air voids. It was shown that such air voids created by surfactants or added to the concrete as hollow microspheres increased its



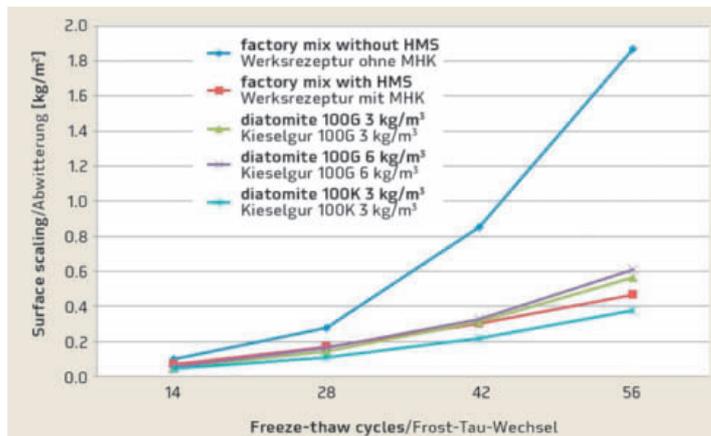
→ 2 Substitution of up to 10% of CEM I 42.5 R by CFA and diatomite  
Substitution von CEM I 42,5 R durch SFA und Kieselgur bis 10%

Natürliche Kieselgur hat einen Chapelle-Wert von 690 und kalzinierte einen Wert von 1120. Nachgewiesen werden konnte, dass die Pozzolanität von natürlicher und kalziniertes Kieselgur zu einer Erhöhung der Betonfestigkeit führt. **Abb. 2** zeigt die Festigkeitszunahme bei der Substitution von Zement durch kalzinierte und natürliche Kieselgur. Im Vergleich dazu erfolgt bei der Zementsubstitution durch Steinkohlenflugasche (SFA) eine Abnahme der Festigkeit.

Physikalisch interessant sind die mikroporösen Kieselgurstrukturen, da sie eine Vielzahl natürlicher Poren geringer Radien enthalten. Gerade diese ermöglichen es, ein qualitativ hochwertiges Porensystem zu schaffen. Der wesentliche Unterschied zu Mikrosilika: Sie gewährleisten einen zusätzlichen und zudem gezielten Mikroluftporeneintrag. Mikro-

luftporen, durch Tenside erzeugt oder als Mikrohohlkugeln dem Beton zugegeben, erhöhen nachweislich dessen Frost-Tausalz-Widerstand. Entsprechende Untersuchungen zur Frostbeständigkeit erfolgten per CDF-Prüfung mit 56 Frost-Tau-Wechseln (**Abb. 3**). Es konnten vergleichbare Abwitterungen wie bei der Rezeptur mit Mikrohohlkugeln (Sika-Aer® Solid) erzielt werden.

Die bisherigen Projektergebnisse zeigen deutlich, welche positiven Effekte Kieselgur als Additiv in der Betonrezeptur besitzt. Eine Erhöhung der Festigkeit



→ 3 Surface scaling after 56 freeze-thaw cycles  
Abwitterung nach 56 Frost-Tau-Wechseln

**Dr.-Ing. Ulrich Palzer;** IAB – Institut für Angewandte Bauforschung Weimar gGmbH

[kontakt@iab-weimar.de](mailto:kontakt@iab-weimar.de)

Geboren 1960; 1979 bis 1984 Diplomstudium Baustoffverfahrenstechnik an der Hochschule für Architektur und Bauwesen Weimar (heute Bauhaus-Universität Weimar); 1984 bis 1989 wissenschaftlicher Assistent; 1990 Promotion; 1990 bis 1995 Geschäftsführer der Ritter Verwaltung GmbH; seit 1995 Geschäftsführer der PBM Projekt- und Baumanagement GmbH in Weimar; seit Juli 2007 Institutsdirektor des IAB – Institut für Angewandte Bauforschung Weimar gemeinnützige GmbH (vordem Institut für Fertigteilmontage und Fertigbau Weimar e.V. – IFF); Arbeitsschwerpunkte: Baustoffforschung, Simulation von Verarbeitungsprozessen, Lärm- und Schwingungsabwehr in der Rohstoffindustrie



freeze-thaw resistance. To determine the freeze-thaw resistance of concrete, CDF tests with 56 freeze-thaw cycles were carried out (Fig. 3). Surface scaling was similar to the level achieved with hollow microspheres (Sika-Aer® Solid).

Project results obtained so far clearly point to the positive effects of adding diatomaceous earth to the concrete mix. Tests showed an increase in strength (by 20%), enhanced freeze-thaw resistance and good pozzolanic characteristics. Within the system of concrete constituents, diatomite is a pozzolanic component that acts as a “catcher” of free  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  and forms stable calcium silicate hydrate, which strongly improves the durability and resistance of concrete to aggressive fluids.

The durable concrete mixes developed in the project provide an optimized pore space within the concrete structure and exhibit improved durability characteristics, including enhanced freeze-thaw resistance and lower susceptibility to efflorescence.

(Zuwachs um 20%), die Verbesserung der Frostbeständigkeit und gute pozzolanische Eigenschaften wurden nachgewiesen. Kieselgur, als pozzolanische Komponente, wirkt im Stoffsystem als “Fänger” für freies  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  und bildet beständiges Calciumsilikathydrat. was die Dauerhaftigkeit/Beständigkeit des Betons gegen aggressive Medien stark verbessert.

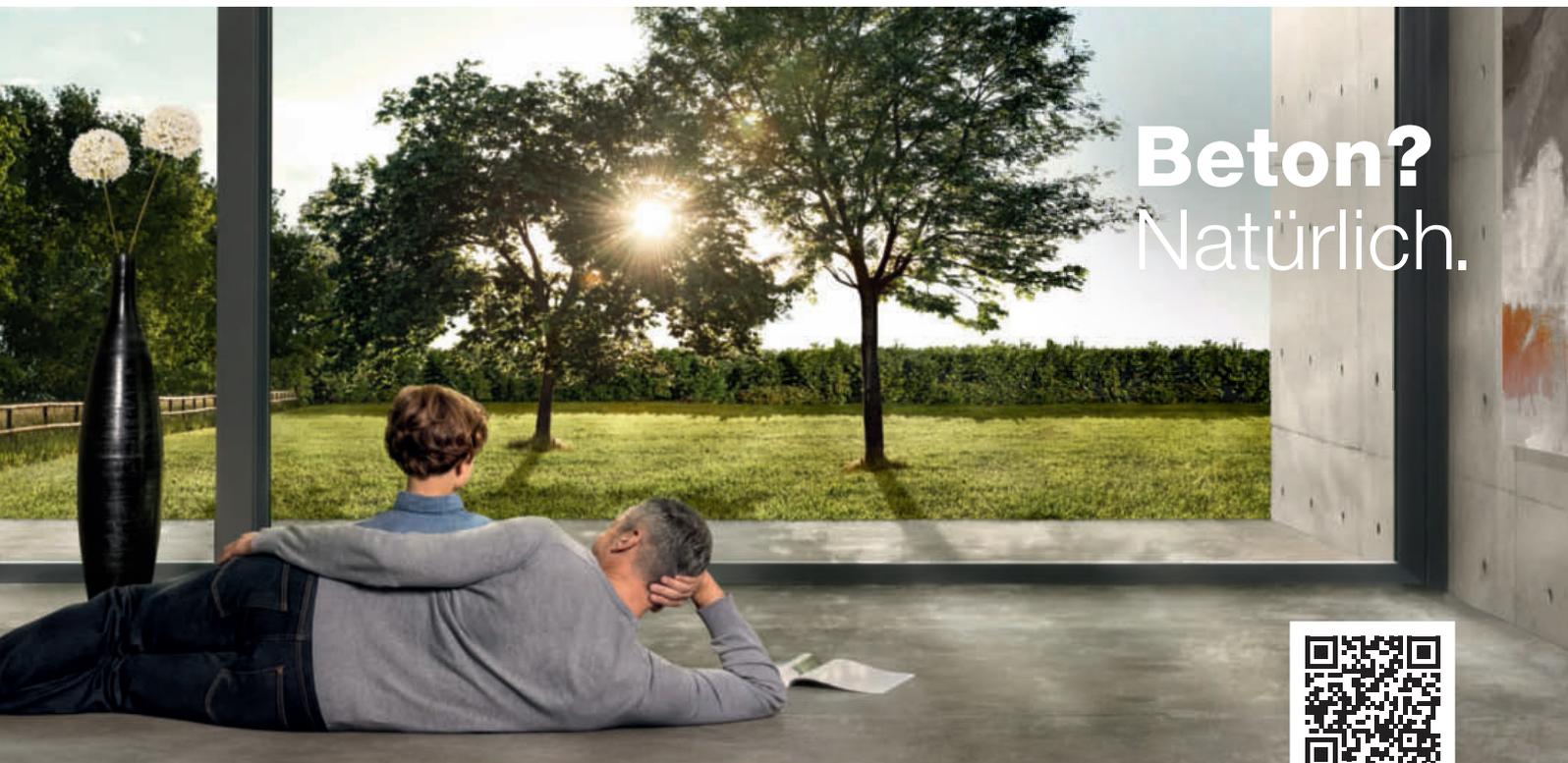
Die entwickelten dauerhaften Betone mit optimalem Porenraum im Betongefüge weisen verbesserte Dauerhaftigkeitseigenschaften wie einen erhöhten Frost-Tausalz-Widerstand, aber auch eine verminderte Ausblühneigung auf.

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



**Beton?**  
Natürlich.



## Natürlich temperierend.

Sein großes thermisches Speichervermögen macht Beton zu einem idealen Baustoff. Im Sommer bleibt Außenwärme weitestgehend draußen und im Winter wird Innenwärme im Raum gehalten. So entsteht ein angenehmes Raumklima. Diese klimaregulierende Wirkung kann man mit Hilfe der so genannten Betonkernaktivierung noch effizienter gestalten. Hier erfahren Sie mehr:

[www.beton.org/temperierend](http://www.beton.org/temperierend) oder QR-Code einscannen


**Prof. Dr. Johann Plank;** Technische Universität München

sekretariat@bauchemie.ch.tum.de

Geboren 1952; 1973 bis 1978 Chemiestudium in Regensburg; 1980 Promotion in metallorganischer Chemie; 1980 Forschungsschemiker bei SKW Trostberg AG, Bereich Bauchemie; 1986 Gruppenleiter im Bereich Bauchemie; 1995 bis 2000 Lehrauftrag „Chemie-Management“ an der TU München; 1997 Forschungsleiter und Geschäftsführer der SKW Polymers GmbH; 2001 Lehrstuhl für Bauchemie, Chemie-Fakultät der TU München und Sprecher des Lehrbereichs Anorganische Chemie; Arbeitsgebiete: Anorganische Bindemittel (Zement, Gips), organische Bindemittel (Latex-Dispersionen, Epoxyharze, Polyurethane), bauchemische Zusatzmittel (Fließmittel, Verzögerer, Wasserretentionsmittel), Nanomaterialien, Beton, Trockenmörtel, Oil well cementing

## Cement hydration in a zero-gravity environment

### What can we learn from this?

## Hydratation von Zement unter Schwerelosigkeit

### Was können wir daraus lernen?

The reaction of Portland cement with water (the hydration of cement) presents an extremely complex process involving dissolution, crystallization, recrystallization and precipitation steps as well as processes occurring on surfaces. Especially at the very early stage of cement hydration, the fast kinetics involved lead to imperfect crystals and numerous defects in the microstructure of hardened cement.

Parabolic flights provide the possibility to conduct experiments in a zero-gravity environment (Fig. 1). However, the related zero g period lasts only for about 22 seconds. This requires (a) selection of hydration reactions that proceed instantaneously, and (b) a device that permits safe and fast execution of experiments. On nine flight days sponsored by Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR, German Aerospace Center), different commercial Portland cements and pure C<sub>3</sub>A were hydrated. Furthermore, ettringite formation was studied by combining aqueous Ca(OH)<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> solutions, and C-S-H phases were crystallized from combined Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> and Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> solutions.

#### Experiments

The device developed for conducting the experiments onboard consisted of three syringes connected with a three-way valve. Syringe #1 was used as reaction container, whereas syringe #2 contained the mixing water or one of the salt solutions. Syringe #3 contained acetone to stop crystallization. To separate the pore solution and to hold back any particles, syringe #1 was equipped with a filter paper or a glass fiber membrane.

The acetone was removed immediately after the flights. The C-S-H precipitate was redispersed in acetone and then analyzed.

#### Results and discussion

##### Portland cement

In total, four samples of commercial Portland cement exhibiting different C<sub>3</sub>A contents (ranging from 1.7 to 9.9 wt.-%) from classes CEM I 32.5 R, CEM I 42.5 R, CEM I 52.5 R and an API Class G oil well cement were studied. It was found that all samples developed significant quantities of ettringite within the 10 seconds hydration period.

Die Reaktion von Portlandzement mit Wasser (Zementhydratation) ist ein extrem komplexer Prozess mit Lösungs-, Kristallisations-, Rekrystallisations- und Ausfällungsvorgängen sowie weiteren an Oberflächen ablaufenden Reaktionen. Insbesondere in der sehr frühen Phase der Zementhydratation führt die damit verbundene, rasch voranschreitende Kinetik zur Bildung imperfekter Kristalle und zahlreicher Defekte in der Mikrostruktur des erhärteten Zements.

Parabelflüge bieten die Möglichkeit der Durchführung der Experimente unter Schwerelosigkeit (Abb. 1). Der entsprechende 0-G-Zeitraum beträgt jedoch nur etwa 22 Sekunden. Dies erfordert (a) die Auswahl sehr schneller Hydratationsreaktionen und (b) eine Vorrichtung zur sicheren und schnellen Durchführung von Experimenten. An neun vom Deutschen Zentrum für Luft und Raumfahrt (DLR) finanzierten Flugtagen wurden verschiedene am Markt verfügbare Portlandzemente sowie reines C<sub>3</sub>A einer Hydratation unterzogen. Zudem wurde die Ettringitbildung durch Kombination wässriger Ca(OH)<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>-Lösungen untersucht, und C-S-H-Phasen wurden aus kombinierten Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>- und Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>-Lösungen kristallisiert.

#### Experimente

Die für die Durchführung der Experimente an Bord des Parabelflugzeugs entwickelte Vorrichtung bestand aus drei Spritzen, die über ein 3-Wege-Ventil miteinander verbunden waren. Spritze Nr. 1 diente als Reaktionsgefäß, Spritze 2 enthielt entweder das Anmachwasser oder eine der Salzlösungen. Die dritte Spritze enthielt Aceton zum Stoppen der Kristallisationsreaktion. Zur Abscheidung der Porenlösung und Zurückhaltung von Partikeln befand sich in der ersten Spritze ein Filterpapier bzw. eine Glasfasermembran.

Das Aceton wurde unmittelbar nach den Flügen entfernt. Das C-S-H-Ausfällungsprodukt wurde erneut in Aceton dispergiert und nachfolgend analysiert.

#### Ergebnisse und Diskussion

##### Portlandzement

Insgesamt wurden vier Proben marktüblicher Portlandzemente mit unterschiedlichen C<sub>3</sub>A-Gehalten (von 1,7 bis 9,9 Gew.-%) der Klassen CEM I 32,5 R, CEM I 42,5 R und CEM I 52,5 R sowie ein API



→ 1 Zero g aircraft of Novespace, Bordeaux, performing a parabolic flight over the Atlantic Ocean  
0-G-Flugzeug von Novespace, Bordeaux, bei einem Parabelflug über dem Atlantik

Generally, the size (length) of the ettringite crystals decreased under zero-gravity conditions when compared to terrestrial gravity [1]. Furthermore, under zero g a larger number of those smaller ettringite crystals was found, indicating that in the absence of gravity more initial nuclei are formed, presumably as a result of higher oversaturation.

### Ettringite from $\text{Ca(OH)}_2/\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ solutions

Similar results were obtained from combined  $\text{Ca(OH)}_2/\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  solutions where ettringite precipitated together with some gypsum [2]. It was noticed that the smaller crystals obtained in the zero g environment exhibited less surface defects such as etch pits, overgrowings etc., thus suggesting that in the absence of ion transport via convection a slower and more controlled crystal growth occurs.

A large number of experiments was designed to study the effect of different polycondensate- (BNS, MFS, AFS) and PCE-based

Class G Tiefbohrzement untersucht. Für alle Proben wurde während des Hydratationszeitraums von 10 Sekunden die Bildung erheblicher Ettringitmengen festgestellt.

Im Allgemeinen verringerte sich die Größe (Länge) der Ettringitkristalle unter Schwerelosigkeit im Vergleich zur Erdschwerkraft [1]. Darüber hinaus wurde unter 0-G- Bedingungen eine größere Zahl dieser kleineren Ettringitkristalle nachgewiesen, was darauf hindeutet, dass es bei fehlender Schwerkraft zur Bildung einer größeren Zahl von Keimen kommt, vermutlich aufgrund einer höheren Übersättigung.

### Ettringit aus $\text{Ca(OH)}_2/\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ -Lösungen

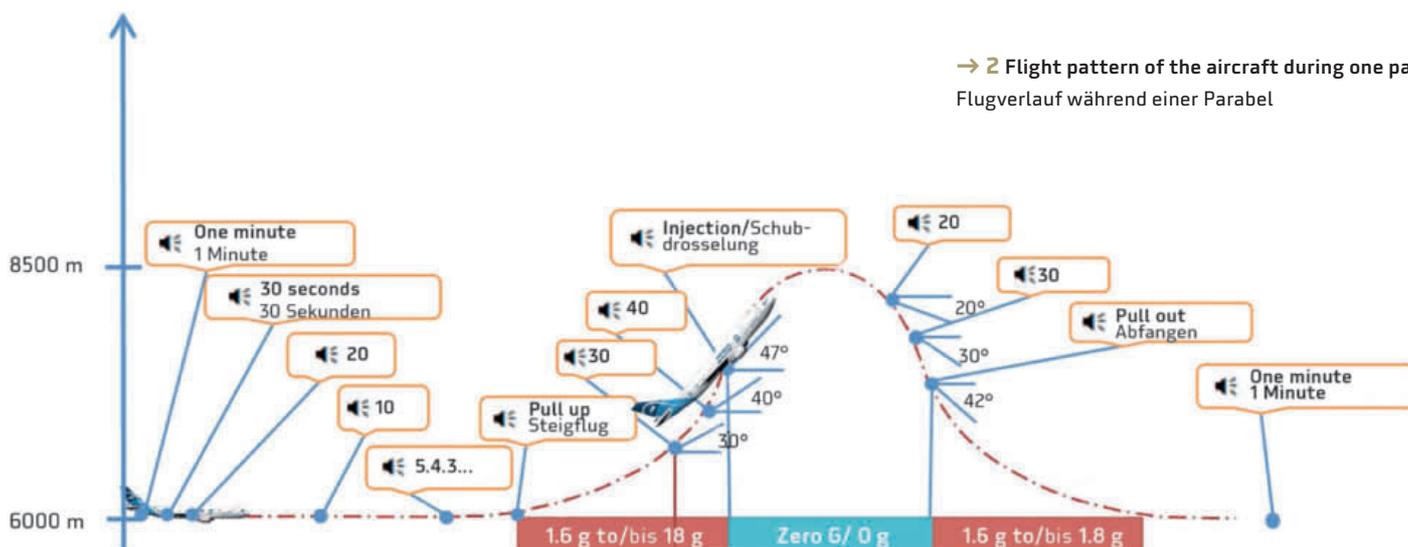
Ähnliche Ergebnisse wurden mit kombinierten  $\text{Ca(OH)}_2/\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ -Lösungen erzielt, in denen Ettringit zusammen mit einer gewissen Menge an Gips ausgefällt wurde [2]. Festgestellt wurde, dass die unter Schwerelosigkeit erhaltenen kleineren Kristalle geringer ausgeprägte Oberflächendefekte wie zum Beispiel Ätzgruben oder Überwachsungen, aufwiesen. Dieses Ergebnis weist darauf hin, dass es bei fehlendem Ionentransport mittels Konvektion zu einem langsameren, kontrollierteren Kristallwachstum kommt.

Eine große Zahl von Experimenten diente der Untersuchung der Wirkung unterschiedlicher Polycondensat- (BNS, MFS, AFS) und PCE-Fließmittel (MPEG, APEG und IPEG) auf die Kristallisation von Ettringit. Bei Fließmitteln desselben PCE-Typs zeigte sich, dass die gebildeten Ettringitkristalle bei Fließmitteln mit höherer anionischer Ladung kleiner waren. Dieser Effekt ist unter Schwerelosigkeit ausgeprägter als unter Einwirkung der Erdschwerkraft. Offenbar adsorbieren PCE mit höherer anionischer Ladung in größerer Menge auf den Oberflächen der Ettringitkeime und bewirken so eine Blockierung ihres weiteren Wachstums – was zu kleineren Kristallen führt.

### $\text{C}_3\text{A}$ -Hydratation bei Vorhandensein von $\text{Ca(OH)}_2$

Unter diesen Bedingungen (Verfügbarkeit zusätzlicher  $\text{Ca}^{2+}$ -Ionen aus dem Calciumhydroxid) wird  $\text{C}_3\text{A}$  in der Hydratation zu  $\text{C}_4\text{AH}_x$ -Phasen umgewandelt, die das Erscheinungsbild dünner Plättchen oder Folien aufweisen.

Unter Schwerelosigkeit bilden  $\text{C}_3\text{A}/\text{Ca(OH)}_2$  eine dichtere Schicht zahlreicher, regelmäßiger gewachsener Folien auf der  $\text{C}_3\text{A}$ -Oberfläche. Die unter Erdschwerkraft gebildeten Plättchen/Folien sind vergleichsweise größer. Auch dies deutet darauf hin, dass es unter Mikrogravitation zur Bildung einer größeren Zahl von Keimen kommt, die langsamer und kontrollierter wachsen.



→ 2 Flight pattern of the aircraft during one parabola  
Flugverlauf während einer Parabel

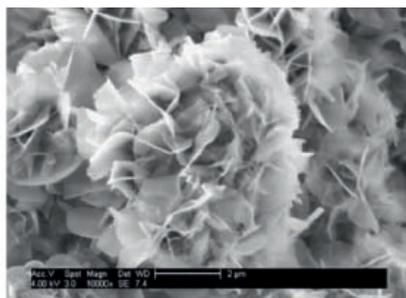
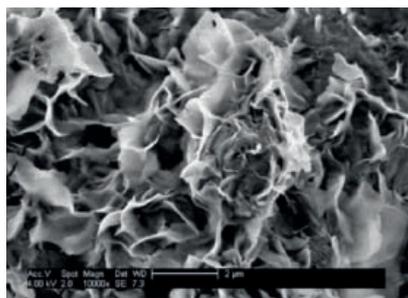


Figure: Lehrstuhl für Bauchemie, TUM

→ 3 Comparison of mono sulfoaluminate crystals formed from  $C_3A/\beta\text{-CaSO}_4 \cdot 0.5 H_2O$  under terrestrial (left) and zero-gravity conditions (right); SEM images

Vergleich von Monosulfoaluminat-Kristallen aus  $C_3A/\beta\text{-CaSO}_4 \cdot 0.5 H_2O$  unter Erdschwerkraft (links) und Schwerelosigkeit (rechts); REM-Aufnahmen

superplasticizers (MPEG, APEG, IPEG) on ettringite crystallization. It was found that within the same kind of PCE, those possessing a higher anionic charge produce smaller ettringite crystals. This effect is more pronounced at zero g than under terrestrial conditions. Apparently, the higher anionic PCEs adsorb in higher amount on the surfaces of the initial ettringite nuclei and thus block their further growth, which leads to smaller crystals.

### $C_3A$ hydrated in the presence of $Ca(OH)_2$

Under those conditions (additional amounts of  $Ca^{2+}$  available from  $Ca(OH)_2$ ),  $C_3A$  hydrates to  $C_4AH_x$  phases which exhibit the morphology of thin platelets or foils.

In a zero-gravity environment,  $C_3A/Ca(OH)_2$  develop a more dense layer of numerous and more regularly grown foils on the  $C_3A$  surface. In comparison, the platelets/foils developed at 1 g are considerably larger. This again suggests that under microgravity, more nuclei are formed which grow more slowly and in a more controlled manner.

### $C_3A$ hydrated in the presence of $\beta\text{-CaSO}_4 \cdot 0.5 H_2O$

In the presence of a large amount of hemihydrate (molar ratio  $C_3A : HH = 1 : 1$ ), the aluminate hydrates to mono sulfoaluminate,  $Ca_4Al_2(SO_4)(OH)_{12} \cdot 6 H_2O$ , which, similar to  $C_4AH_x$ , exhibits the characteristic morphology of LDH compounds, namely that of platelets and foils [3].

Under parabolic flight conditions, mono sulfoaluminate crystallizes in smaller foils forming flower-like aggregates, which are thus more densely grown together (Fig. 2).

### C-S-H formation

The crystallization of calcium silicate hydrate (C-S-H) from combined  $Ca(NO_3)_2$  and  $Na_2SiO_3$  solutions (molar ratio of  $Ca : Si = 1.5 : 1$ ) was studied as well. It was established that under such alkaline conditions ( $pH = 11-11.2$ ), C-S-H precipitates occurred immediately as very thin foils (length  $\sim 50-400$  nm, thickness  $\sim 5-20$  nm).

It was found that under zero gravity, foils comparable to those formed under terrestrial conditions develop. This result suggests that – in contrast to  $C_3A$  – the nucleation and crystal growth of C-S-H is not noticeably affected by the absence of convection, which presents the characteristic difference to terrestrial conditions.

### Conclusions

The experiments on short-term hydration ( $\sim 10$  seconds) of Portland cement and individual clinker phases using parabolic flights permit the conclusion that the absence of convection that decelerates the ion transport to the surfaces of the initial nuclei can impact the

### $C_3A$ -Hydratation bei Vorhandensein von $\beta\text{-CaSO}_4 \cdot 0.5 H_2O$

Bei Vorhandensein eines großen Anteils an Hemihydrat (molares Verhältnis  $C_3A : HH = 1 : 1$ ) wird das Aluminat in der Hydratation zu Monosulfoaluminat,  $Ca_4Al_2(SO_4)(OH)_{12} \cdot 6 H_2O$ , umgewandelt, das ähnlich wie  $C_4AH_x$  die charakteristische Morphologie von LDH-Verbindungen aufweist, d. h. das Erscheinungsbild von Plättchen und Folien [3].

Unter Parabelflugbedingungen kristallisiert das Monosulfoaluminat zu kleineren, blütenartige Agglomerate bildenden Folien, die folglich dichter miteinander verwachsen sind (Abb. 2).

### C-S-H-Bildung

Die Kristallisation von Calciumsilikathydrat (C-S-H) aus kombinierten  $Ca(NO_3)_2$ - und  $Na_2SiO_3$ -Lösungen (molares Verhältnis  $Ca : Si = 1,5 : 1$ ) wurde ebenfalls untersucht. Dabei wurde nachgewiesen, dass sich unter solchen basischen Verhältnissen ( $pH = 11-11,2$ ) die C-S-H-Ausfällungsprodukte unmittelbar als sehr dünne Folien bildeten (Länge  $\sim 50-400$  nm, Dicke  $\sim 5-20$  nm).

Es wurde festgestellt, dass die unter Schwerelosigkeit gebildeten Folien denen unter Erdschwerkraftbedingungen gebildeten ähnelten. Dieses Ergebnis deutet darauf hin, dass – im Gegensatz zu  $C_3A$  – die Keimbildung und das Kristallwachstum der C-S-H-Phasen nur unwesentlich von der fehlenden Konvektion (als charakteristisches Unterscheidungsmerkmal gegenüber Erdschwerkraftbedingungen) beeinflusst wurden.

### Fazit

Die Experimente zur Kurzzeit-Hydratation ( $\sim 10$  Sekunden) von Portlandzement und einzelnen Klinkerphasen unter Parabelflugbedingungen führen zu der Schlussfolgerung, dass durch die Abwesenheit von Konvektion unter Schwerelosigkeit, der Ionentransport an die Oberfläche der Kristallkeime verlangsamt wird und dadurch der Verlauf der Zementhydratation hinsichtlich der Anzahl und Größe der Kristalle beeinflussen kann.

Bei der Untersuchung von Ettringit wurden im Allgemeinen kleinere, jedoch reichlicher vorhandene Kristalle nachgewiesen. In ähnlicher Weise bildet reines  $C_3A$  im Vergleich zu Erdschwerkraftbedingungen eine größere Zahl dünnerer  $C_4AH_x$ - oder Monosulfoaluminat-Folien aus. Die C-S-H-Bildung aus kombinierten  $Ca(NO_3)_2$ - und  $Na_2SiO_3$ -Lösungen verläuft dagegen offenbar unbeeinflusst von unterschiedlichen Schwerkraftbedingungen.

Unter Schwerelosigkeit wurden bereits mehr als 250 Proteine kristallisiert [4], bisher jedoch nur einige wenige anorganische Salze untersucht [5-7]. Die von uns durchgeführten Experimente leisten einen Beitrag zu diesem Forschungsgebiet, indem sie weitere Informationen zur Kristallisation anorganischer Salze liefern, insbesondere bei extrem schnellem Kristallwachstum.

In Bezug auf Zement und seinen möglichen Einsatz als Baustoff für künftige extraterrestrische Siedlungen erbrachten die Experimente Hinweise darauf, dass sich – zumindest bei der Kurzzeit-Hydratation – die Hauptphase der Reaktion von Zement mit Wasser, C-S-H, auf identische Weise wie unter Erdschwerkraftbedingungen bildet, während die Frühstufen der  $C_3A$ -Hydrate deutlich kleiner erscheinen und reichlicher vorhanden sind, was vermutlich zu einer Verringerung der Verarbeitbarkeit des Frischbetons bei reduzierter Schwerkraft führen dürfte (aufgrund eines höheren Wasseranspruchs für die Benetzung dieser Oberflächen). Diese Wirkung könnte zudem zu einer Erhöhung der

course of cement hydration by altering the number and size of the crystals.

For ettringite, generally smaller but more abundant amounts of crystals were found. Similarly, pure  $C_3A$  develops a larger number of thinner  $C_4AH_x$  or mono sulfoaluminate foils, compared to terrestrial conditions, whereas C-S-H formation from combined  $Ca(NO_3)_2$  and  $Na_2SiO_3$  solutions appears to be unaffected by different gravity conditions.

Whereas more than 250 proteins have been crystallized under zero gravity [4], only a handful of inorganic salts has been studied so far [5-7]. Our experiments contribute to this field by providing more insight into the crystallization of inorganic salts, particularly when the crystal growth is extremely fast.

Relative to cement and its potential use as a building material in future extraterrestrial settlements, the experiments suggest that – at least under short-term hydration – the main phase from the reaction of cement with water, C-S-H, forms in the same way as we know from terrestrial conditions whereas the early hydrates of  $C_3A$  clearly are smaller and more abundant, which presumably reduces the workability of fresh concrete under reduced gravity (as a result of higher water demand to wet those surfaces). This effect may also increase the dosages of chemical admixtures such as superplasticizers or retarders which mainly anchor on ettringite to function. Our results might be helpful as NASA is currently soliciting and evaluating potential building materials for extraterrestrial construction.

Dosierung chemischer Zusatzmittel (z. B. Fließmittel oder Verzögerer) führen, die sich vorwiegend an Ettringit anlagern, um ihre Funktion zu erfüllen. Die von uns erzielten Ergebnisse könnten auch unter dem Gesichtspunkt hilfreich sein, dass die NASA derzeit mögliche Baustoffe für extraterrestrische Siedlungsprojekte prüft.

#### REFERENCES/LITERATUR

- [1] M. R. Meier, M. Sarigaphuti, P. Sainamthip, J. Plank, Early Hydration of Portland Cement Studied Under Microgravity Conditions, *Construction & Building Materials* 93 (2015), 877-883.
- [2] M. R. Meier, A. Rinkenburger, J. Plank, Einfluss von Mikro-Gravitation auf die ersten Sekunden der Ettringit-Bildung, in: 19. ibausil, Tagungsband 1, Bauhaus-Universität Weimar, 2015, 545-552.
- [3] T. Matschei, B. Lothenbach, F. P. Glasser, The AFm phase in Portland cement, *Cement and Concrete Research*, 37 (2007), 118-130.
- [4] L. J. DeLucas, K. M. Moore, M. M. Long, R. Rouleau, T. Bray, W. Crysel, L. Weise, Protein crystal growth in space, past and future, *Journal of Crystal Growth*, 237 (2002), 1646-1650.
- [5] R. A. Frates, D. J. Nelson, C. Friedrich, M. Rubowitz, C. Collins, Formation of Inorganic Precipitates in Microgravity on the STS-40, *Proceedings of the Oklahoma Academy of Science*, 76 (1996), 75-81.
- [6] H. E. Lundager Madsen, F. Christensson, L. E. Polyak, E. I. Suvorova, M. O. Kliya, A. A. Chernov, Calcium phosphate crystallization under terrestrial and microgravity conditions, *Journal of Crystal Growth*, 152 (1995), 191-202.
- [7] P. Fontana, J. Schefer, D. Pettit, Characterization of sodium chloride crystals grown in microgravity, *Journal of Crystal Growth*, 324 (2011), 207-211.

# ALL IN PRECAST PRECAST ALL IN

Björn Brandt



made in Germany

**Precast Success**

As internationally acknowledged expert we are providing customized machinery and plant engineering solutions for state-of-the-art precast concrete production. Everything you need for a profitable investment. Made in Germany. Since 1925.  
[www.vollert.de](http://www.vollert.de) | [precast@vollert.de](mailto:precast@vollert.de) | [www.YouTube.com/VollertPrecast](http://www.YouTube.com/VollertPrecast)

Visit us at the  
**bauma 2016**  
April 11-17, Munich  
Hall B1, booth 206

**Vollert**



**Prof. Dr.-Ing. Harald S. Müller;** Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

[hsm@mpa.kit.edu](mailto:hsm@mpa.kit.edu)

Geboren 1951; bis 1995 Direktor an der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, Berlin; seit 1995 Leiter des Instituts für Massivbau und Baustofftechnologie und Direktor der Amtlichen Materialprüfungsanstalt MPA Karlsruhe am Karlsruher Institut für Technologie (ehemals Universität Karlsruhe); ö.b.u.v. Sachverständiger für Beton- und Mauerwerksbau, Bauschäden und Bauphysik; Partner der SMP Ingenieure im Bauwesen GmbH, Karlsruhe und Dresden; seit 2015 Präsident der International Federation for Structural Concrete (fib)

## Service life forecast for concrete current knowledge, challenges and opportunities

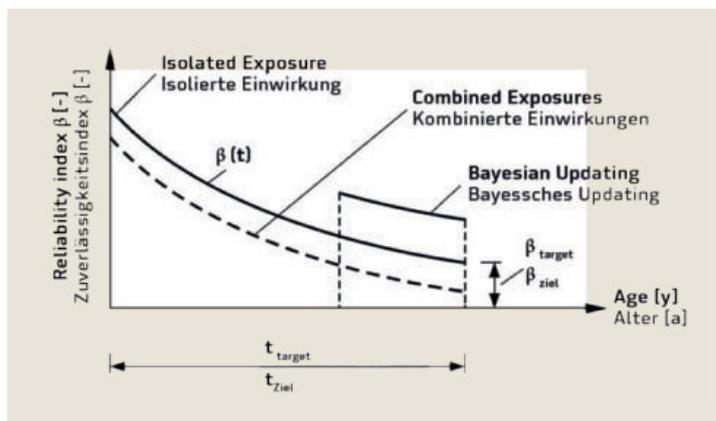
### Lebensdauerprognose Beton Kenntnisstand, Herausforderungen und Chancen

#### Overview

Concrete structures are exposed to complex actions with an influence on durability that may lead to substantial damage during their service life, which has been increasingly observed in transport infrastructure in the recent past. Service life forecasts provide the opportunity to estimate the expected progression of damage in concrete in order to initiate timely maintenance and repair measures. Service life forecasts essentially rely on damage models and probabilistic methods, such as specified in the fib Model Code for Service Life Design [1]. This paper outlines current practice with respect to service life forecasts and demonstrates more comprehensive methods to realistically assess the progression of damage in concrete. These methods also provide the opportunity to make building with concrete more cost-efficient and more sustainable.

#### Service life forecast for concrete structures – current situation

Preparing a service life forecast essentially requires mathematical models (material laws) with quantifiable action and resistance parameters, as well as definitions of unwanted structural or component-related conditions (limit states). By comparing ac-



→ 1 Principle of a service life forecast for isolated and combined exposures  
Prinzip einer Lebensdauerprognose für den Fall isolierter und kombinierter Einwirkungen

#### Überblick

Betonbauwerke sind komplexen dauerhaftigkeitsrelevanten Einwirkungen ausgesetzt, die innerhalb ihrer Nutzung zu erheblichen Schäden führen können, wie in jüngster Zeit bei der Verkehrsinfrastruktur verstärkt zu beobachten ist. Im Rahmen einer Lebensdauerprognose ist die Möglichkeit gegeben, den zu erwartenden Schadensverlauf im Beton abzuschätzen, so dass rechtzeitig Erhaltungsmaßnahmen eingeleitet werden können. Die zentralen Bausteine einer Lebensdauerprognose bilden Schädigungsmodelle sowie probabilistische Methoden, die zum Beispiel im fib Model Code for Service Life Design [1] aufgeführt sind. Der vorliegende Beitrag beleuchtet die derzeitige Praxis der Lebensdauerprognose und zeigt erweiterte Methoden zur wirklichkeitsnahen Abschätzung der Schädigungsentwicklung im Beton. Sie bilden auch die Chance für ein wirtschaftlicheres und nachhaltigeres Bauen mit Beton.

#### Lebensdauerprognose bei Betonbauwerken – Status quo

Die Anwendung einer Lebensdauerprognose erfordert im Wesentlichen mathematische Modelle (Stoffgesetze) mit quantifizierbaren Einwirkungs- und Widerstandsparametern sowie Festlegungen ungewollter Bauwerks- beziehungsweise Bauteilzustände (Grenzzustände). Hierdurch kann auf der Basis der Gegenüberstellung von Einwirkung und Widerstand die grenzzustandsbezogene Zuverlässigkeit für jeden beliebigen Zeitpunkt berechnet werden, die ihrerseits mit einer maximal zulässigen Zielzuverlässigkeit verglichen wird.

Eine solche Prognose führt im Ergebnis zum zeitlichen Verlauf des Zuverlässigkeitsindex  $\beta(t)$  bis zum Erreichen der Zielzuverlässigkeit  $\beta_{\text{ziel}}$  und der damit verbundenen Bemessungslebensdauer  $t_{\text{ziel}}$  (Abb. 1). Bei Infrastrukturbauwerken beträgt der Bemessungszeitraum in der Regel 100 Jahre. Im Zuge der Bauwerksnutzung kann kontinuierlich der Sicherheitsabstand zwischen Einwirkung und Widerstand messtechnisch ermittelt und bei Anwendung der probabilistischen Lebensdauerprognose die sich verändernde Zuverlässigkeit zum Zeitpunkt  $t_{\text{up}}$  über ein Bayessches Updating aktualisiert werden (Abb. 1). Entsprechende Regelwerke zur Umsetzung einer probabilistischen Lebensdauerprognose liegen bereits vor [1, 2, 3].

Derzeit erlaubt die Prognoseroutine lediglich die Bestimmung der karbonatisierungs- und chloridinduzierten Depassivierung der

Figure: Karlsruher Institut für Technologie



tion and resistance values this approach makes it possible to calculate the limit-state-related reliability at any point in time, which, in turn, is compared with a maximum permissible target reliability.

Such a forecast results in a graph that reflects the trend of the reliability index  $\beta(t)$  over time until the target reliability  $\beta_{\text{target}}$  is reached, as well as the associated design service life  $t_{\text{target}}$  (Fig. 1). The design service life of infrastructure usually amounts to 100 years. In the course of its use, the safety margin between exposure and resistance can be continuously measured, and the change in reliability at the time  $t_{\text{up}}$  can be captured through Bayesian updating when applying the probabilistic service life forecast method (Fig. 1). Corresponding codes and standards for probabilistic service life forecasts have already been published [1, 2, 3].

Currently, the forecast routine merely permits measurement of carbonation- and chloride-induced depassivation of the reinforcement in uncracked concrete. Influences of simultaneous mechanical actions are not considered. Furthermore, the models provided in current codes and standards only capture isolated exposures or damage mechanisms, which means that interactions are neglected. Moreover, no appropriate material models exist to reflect freeze-thaw impact.

In reality, however, environmental exposures are correlated with mechanical loads acting on the structure, which is associated with a change in the specific damage mechanisms. Furthermore, cracked concrete structures can always be assumed for a building or structure under typical conditions of use. Also, durability-relevant exposures do not occur in an isolated manner. Rather, they act on the structure simultaneously, such as in the case of combined exposures to carbonation, freeze-thaw cycles, solar

Bewehrung für ungerissenen Beton. Die Einflüsse zeitgleich wirkender mechanischer Beanspruchungen werden hierbei nicht berücksichtigt. Des Weiteren erfassen die in den aktuellen Regelwerken verfügbaren Modelle lediglich isoliert auftretende Einwirkungen beziehungsweise Schadensmechanismen, Wechselwirkungen werden also vernachlässigt. Ferner existieren zum Beispiel für den Frostangriff keine brauchbaren Stoffgesetze.

In der Realität korrelieren jedoch die umweltbedingten Einwirkungen mit den vorliegenden Lastbeanspruchungen, was mit einer Veränderung der jeweiligen Schädigungsmechanismen einhergeht. Ferner kann bei einem Bauwerk unter typischen Nutzungsbedingungen stets von gerissenen Betonstrukturen ausgegangen werden. Zudem treten dauerhaftkeitsrelevante Einwirkungen auch nicht einzeln, sondern gleichzeitig auf, wie dies zum Beispiel bei der kombinierten Beanspruchung durch Karbonatisierung, Frost-Tauwechsel, Sonneneinstrahlung, Chloride (aus Taumittel) der Fall ist. Dadurch beeinflussen sich diese Einwirkungen in chemisch-physikalischer Hinsicht. Das kombinierte Auftreten von last- und umweltbedingten Einwirkungen bei einem Infrastrukturbauwerk wird schematisch in Abb. 2 gezeigt.

Üblicherweise führen kombinierte Einwirkungen zu einer Verstärkung der Betonschädigung und damit zur Abnahme der Zuverlässigkeit (Abb. 1).

#### Lebensdauerprognose bei Betonbauwerken – Ausblick

Wie aus den obigen Ausführungen hervorgeht, sind Ingenieurbauwerke aus Beton infolge der komplexen Umwelteinwirkungen in ihrer Nutzungsfähigkeit stark beeinträchtigt. Unstrittig ist, dass diese Bauwerke derzeit und auch in Zukunft hohe Instandhaltungskosten verursachen werden. Daher ist eine

## Das TEKA-Prinzip:

maximale Anpassungsfähigkeit  
für Ihr Projekt



## TEKA Turbinenmischer THT

Das neuartige Mischsystem für hochwertige Sonderprodukte



- » Jeder Mischer entsprechend der Mischaufgabe individuell konfiguriert
- » Intensive Durchmischung in kürzester Zeit bei geringstem Verschleiß und ohne Zerstörung des Korns
- » Optimal geeignet für Mindermengen und absolute Kleinstmengen
- » Saubere Restlosentleerung in kürzester Zeit
- » Minimaler Verschmutzungsgrad
- » Geringer Energiebedarf

TEKA Maschinenbau GmbH  
In den Seewiesen 2 » D-67480 Edenkoben  
Tel. +49 6323 809-0 » Fax +49 6323 809-10  
info@teka-maschinenbau.de » [www.teka.de](http://www.teka.de)

Bei TEKA dreht sich alles um das Mischen.

**TeKa**



**Dr.-Ing. Michael Vogel;** Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

michael.vogel@kit.edu

Geboren 1968; 2001 bis 2011 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Massivbau und Baustofftechnologie des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT); seit 2011 an der Materialprüfungs- und Forschungsanstalt Karlsruhe (MPA Karlsruhe) tätig

irradiation, and chlorides (from de-icing salts). These exposures thus influence each other both chemically and physically. **Fig. 2** shows a schematic that reflects combined exposure of infrastructure to mechanical loads and environmental influences.

Combined exposures usually lead to an increase of concrete damage, and thus to reduced reliability (**Fig. 1**).

### Service life forecast for concrete structures – outlook

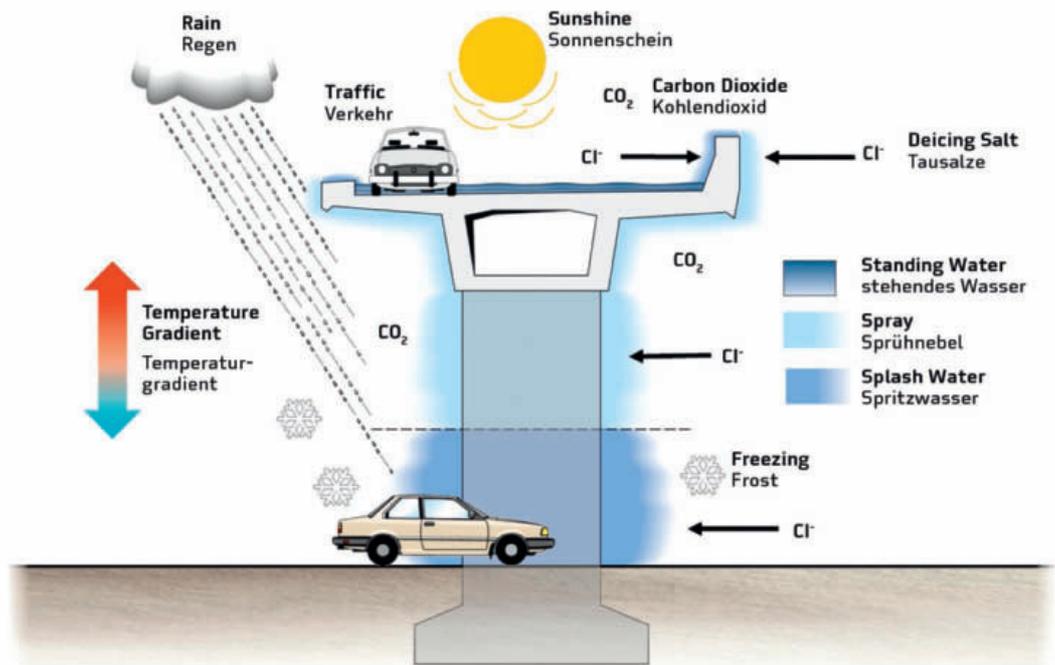
As outlined above, complex environmental actions strongly limit the usability of engineering structures built from concrete. It is generally undisputed that these structures currently incur high maintenance costs, which will also be the case in the future. For this reason, it is a huge challenge, both from an academic

and an economic point of view, to provide an accurate forecast of the service life of concrete structures with the aid of realistic damage modeling and probabilistic methods. Related opportunities lie in the development of appropriate “tools” to optimize maintenance scheduling for major concrete structures. As a result, building with concrete will become more cost-efficient and more sustainable.

In the future, currently available damage models of carbonation- and chloride-induced reinforcement corrosion must be improved to more accurately describe the damage pattern. More specifically, appropriate material models need to be provided to capture freeze-thaw damage in concrete in a realistic manner. Moreover, available damage models must be adjusted to include cracked concrete structures. Finally, it is indispensable to realistically model combined, interacting exposures of infrastructure applying the principles of system reliability theory. In addition, the use of other analytical methods such as Markov chains or artificial neural networks should be reconsidered. A related modification of current codes [1, 2] should be envisaged.

### REFERENCES/LITERATUR

- [1] fib Bulletin 34 (2006): Model Code for Service Life Design.
- [2] fib MC (2010): Model Code for Concrete Structures.
- [3] ISO 16204:2012: Durability – Service life design of concrete structures.



→ 2 Combined exposure of infrastructure  
Kombinierte Einwirkungen bei Infrastrukturbauwerken

zielsichere Prognose der Lebensdauer von Betonbauwerken unter Anwendung einer wirklichkeitsnahen Schädigungsmodellierung in Verbindung mit probabilistischen Methoden in wissenschaftlicher und wirtschaftlicher Hinsicht eine große Herausforderung. Die Chancen liegen hierbei in der Erarbeitung von geeigneten „Werkzeugen“ zur optimierten Instandhaltungsplanung bedeutender Betonbauwerke. Dies wird zu einer wirtschaftlicheren und nachhaltigeren Betonbauweise führen.

Zukünftig sind die derzeit verfügbaren Schädigungsmodelle der karbonatisierungs- und chloridinduzierten Bewehrungskorrosion hinsichtlich ihrer Schadensbeschreibung weiterzuentwickeln. Insbesondere zur wirklichkeitsnahen Abbildung der Frostschädigung von Beton müssen brauchbare Stoffgesetze bereitgestellt werden. Darüber hinaus muss auch eine Anpassung verfügbarer Schädigungsmodelle im Hinblick auf gerissene Betonstrukturen erfolgen. Schließlich ist eine wirklichkeitsnahe Modellierung der an Infrastrukturbauwerken kombiniert auftretenden und interagierenden Einwirkungen unter Anwendung der Systemzuverlässigkeitstheorie unabdingbar. Es ist auch zu überdenken, ob weitere Analysemethoden, wie zum Beispiel die Markov-Ketten-Methode oder künstliche neuronale Netze, hierbei ihre Anwendung finden. Eine diesbezügliche Modifikation aktueller Regelwerke [1, 2] ist schließlich anzustreben.

Figure: Karlsruher Institut für Technologie

**Dipl.-Ing. Thomas Kränkel;** Technische Universität München

[thomas.kraenkel@tum.de](mailto:thomas.kraenkel@tum.de)

Studium des Bauingenieurwesens an der Universität Leipzig; seit 2007 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Centrum Baustoffe und Materialprüfung (cbm) der Technischen Universität München; Forschungsschwerpunkte: Rheologie und Verarbeitbarkeit von Hochleistungsbetonen (UHPC, SVB, LVB) und Betonen für den Spezialtiefbau sowie der rheologischen Modellierung des Langzeittragverhaltens von Verbundankern



**Prof. Dr.-Ing. Christoph Gehlen;** Technische Universität München

[gehlen@tum.de](mailto:gehlen@tum.de)

Studium des „Bauingenieur- u. Vermessungswesens“ und im Jahr 2000 Promotion an der RWTH Aachen; seit 2008 Lehrstuhlinhaber für „Werkstoffkunde und Werkstoffprüfung im Bauwesen“ an der Technischen Universität München (TUM) und Leiter des cbm (Centrum Baustoffe und Materialprüfung); Gesellschafter eines international tätigen Ingenieurbüros; Forschungsschwerpunkte: Arbeiten zur Lebensdauer von mineralischen und metallischen Baustoffen



## Long-term structural behavior of bonded anchors Subsequent connection of structural concrete and reinforced-concrete components

### Langzeittragverhalten von Verbundankern Nachträglicher Anschluss von Beton- oder Stahlbetonbauteilen

Bonded anchors are used to connect additional concrete or reinforced-concrete components to existing structures. They are subject to permanent loading during their service life. Under this permanent action, their structural behavior significantly differs from their short-term behavior because they exhibit nonlinear viscoelastic properties that result in considerable creep. It is thus necessary to determine the long-term structural behavior of bonded anchors as accurately

Verbundanker werden zum nachträglichen Anschluss von Beton- oder Stahlbetonbauteilen an bereits bestehende Konstruktionen eingesetzt. Während ihrer Nutzungsphase sind sie einer dauerhaften Lasteinwirkung ausgesetzt. Ihr Tragverhalten unter dieser Dauerlast unterscheidet sich signifikant vom Kurzzeittragverhalten, da sie nichtlinear viskoelastische Eigenschaften und somit deutliche Kriechverformungen aufweisen. Um eine für die gesamte Nutzungsphase dauerhaft sichere Anschlusskonstruktion gewährleisten zu können, ist daher die exakte Kenntnis des Langzeittragverhaltens der Verbundanker notwendig.

Das Langzeittragverhalten der Verbundanker kann durch Dauerstandversuche bestimmt werden. Im Rahmen von Zulassungsversuchen auf europäischer Ebene beschränken sich diese jedoch i. d. R. auf eine Versuchsdauer von 90 Tagen (rd.  $2,2 \times 10^3$  h). Mit dem gemessenen zeitlichen Verlauf der Kriechverformungen wird anschließend mittels Extrapolation die zu erwartende Verschiebung des Verbundankers am Ende seiner Nutzungsphase nach 50 Jahren berechnet. Zum Nachweis der Beständigkeit gegenüber dauerhafter Lasteinwirkung muss die extrapolierte Verschiebung unter eine kritische Verschiebung, die in einem statischen Zugversuch bestimmt wird, fallen. Dieser Ansatz hat die maßgebliche Einschränkung, dass keine Versuche bis zum Dauerstandversagen der Verbundanker durchgeführt werden. Gerade die Kenntnis der Zeitdauer bis zum Versagen der Verbundanker in Abhängigkeit der gewählten Dauerlast ist jedoch von wesentlicher Bedeutung,

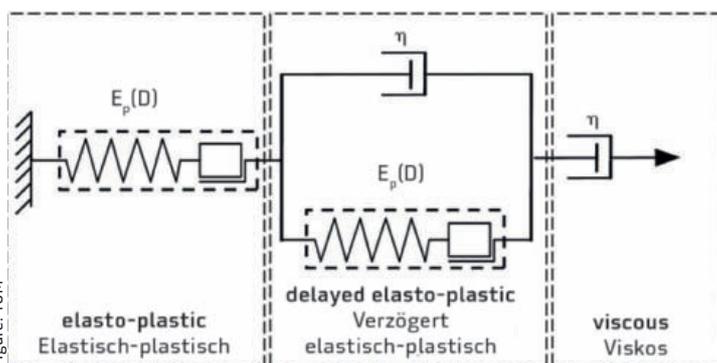


Figure: TUM

→ 1 Modified Burgers model for predicting the long-term structural behavior of bonded anchors

Modifiziertes Burgers-Modell zur Prognose des Langzeittragverhaltens von Verbundankern



**Dr.-Ing. Dirk Lowke;** Technische Universität München

lowke@tum.de

Studium des Bauingenieurwesens an der Brandenburgischen Technischen Universität in Cottbus; 2001 bis 2005 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Centrum Baustoffe und Materialprüfung (cbm) der Technischen Universität München; seit 2006 Leiter der Arbeitsgruppe Betontechnologie am cbm; Forschungsschwerpunkte: Hochleistungsbetone (UHPC, SVB, LVB, Sichtbeton), Straßenbetone (Lärminderungseigenschaften & Griffbarkeit), Rheologie zementbasierter Suspensionen und Festkörper, Nachhaltigkeit (ressourcenschonendes Bauen mit UHPC, nachhaltiger Fasereinsatz), Dauerhaftigkeit (Carbonatisierung & Frost- und Frost-Tausalz-Widerstand) und Langzeittragverhalten von Verbunddübeln

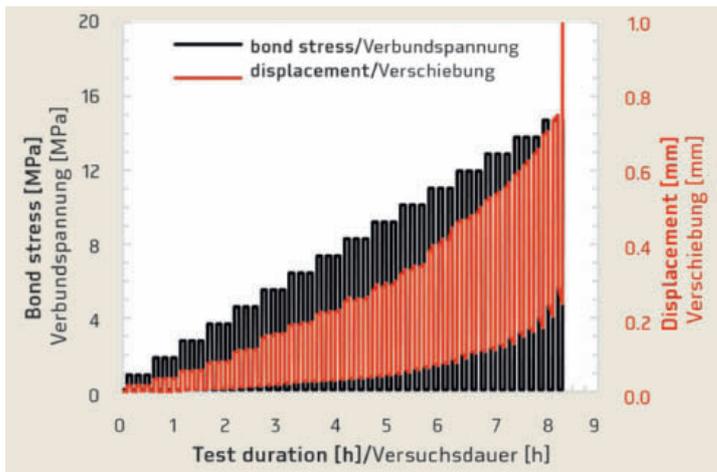


Figure: TUM

→ 2 Progress of the degradation test to quantify material degradation  
Ablauf des Degradationsversuchs zur Quantifizierung der Materialdegradation

as possible to ensure a connection design that is permanently safe throughout the entire use phase of the building or structure.

The long-term structural behavior of bonded anchors can be determined in fatigue tests. However, within the approval testing program at the European level, these tests are usually limited to a duration of 90 days (i.e. about  $2.2 \times 10^3$  h). The measured progress of creep over time is then extrapolated to calculate the displacement of the bonded anchor expected at the end of its use phase after 50 years. To verify the anchor's resistance to permanent loading, its extrapolated displacement must be lower than a critical displacement threshold determined in a static tensile test. This approach is associated with the major restriction that no tests are carried out until fatigue failure of the bonded anchors. However, it is precisely the time to anchor failure as a function of the applied permanent load.

This is why an alternative method is being devised at the cbm (Center for Building Materials) of TU Munich. A rheological model was developed that makes it possible to predict the long-term structural behavior of bonded anchors over their entire service life. Thus, this model is suitable for calculating the time to failure of the bonded anchor for any given action. Conversely, this model can be used to accurately determine the maximum permissible loading of inserted bonded anchors for the intended service life of a specific connection design. This rheological model relies on the Burgers model for the prediction of linear viscoelasticity, which was modified to consider loading as a nonlinear parameter with an influence on the deformation behavior of bonded anchors (Fig. 1). Input parameters for the modified Burgers model are thus not constant but nonlinear functions that depend on the specific actions (i.e. their magnitude and duration) or the resulting deformation of bonded anchors.

um die tatsächliche Lebensdauer der Verbundanker zu beurteilen. Am Centrum Baustoffe und Materialprüfung (cbm) der TU München wird daher ein alternativer Ansatz verfolgt. Es wurde ein rheologisches Modell entwickelt, welches es ermöglicht, das Langzeittragverhalten der Verbundanker für deren gesamte Lebensdauer vorauszusagen. Für eine gegebene Beanspruchung kann mit diesem Modell der Zeitpunkt des Versagens des Verbundankers bestimmt werden. Andersherum kann mit dem Modell für die geplante Lebensdauer einer Anschlusskonstruktion die maximal zulässige Beanspruchbarkeit der eingesetzten Verbunddübel exakt ermittelt werden. Das rheologische Modell basiert auf dem Burgers-Modell zur Prognose linearer Viskoelastizität. Dieses wurde modifiziert, um die Beanspruchung als nichtlineare Einflussgröße auf das Deformationsverhalten der Verbunddübel zu berücksichtigen (Abb. 1). Die Eingangsparameter für das modifizierte Burgers-Modell stellen demnach keine Konstanten, sondern nichtlineare Funktionen in Abhängigkeit der Beanspruchung (Höhe, Dauer) beziehungsweise der sich daraus ergebenden Deformation der Verbundanker dar.

Alle Eingangsparameter für das modifizierte Burgers-Modell werden direkt in Versuchen am Verbundanker ermittelt. So wird gewährleistet, dass das Modell nicht nur auf wissenschaftlicher Ebene sondern auch in der Praxis, z. B. für die Tragfähigkeitsbemessung oder im Bereich der Lebensdauerbemessung angewendet werden kann. Drei Versuchsserien sind zur Bestimmung der Eingangsparameter des Modell notwendig: 1) Statische Zugversuche zur Bestimmung der elastisch-plastischen Deformationsanteile (Abb. 1,  $E_p(D)$ ), 2) Dauerstandversuche mit einer Zeitdauer von wenigstens  $1 \times 10^3$  h zur Bestimmung der viskosen Deformationsanteile

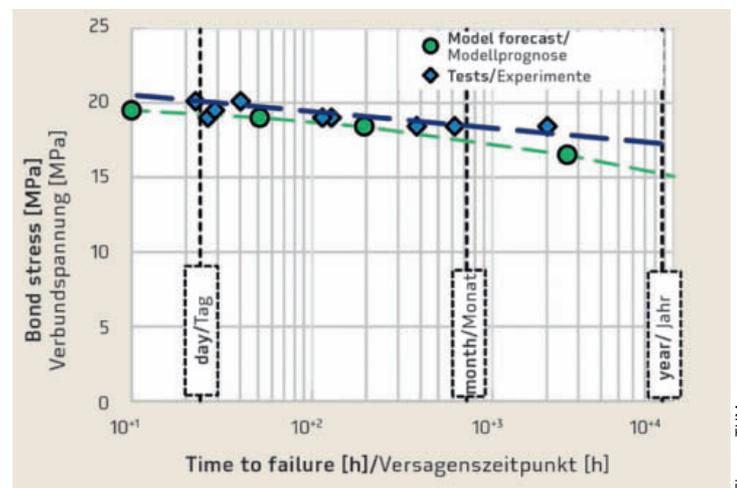


Figure: TUM

→ 3 Comparison of times to failure predicted in the model with times to failure determined in tests of one bonded anchor type under permanent loading

Vergleich zwischen mit dem Modell vorausgesagten und experimentell nachgewiesenen Versagenszeitpunkten eines Verbundankertyps unter dauerhafter Last



All input parameters to be used in the modified Burgers model are measured directly in bonded anchor tests. This approach ensures that the model can be applied not only at the academic level but also in actual practice, such as for structural capacity or life-cycle verifications. Three series of tests are necessary to determine the input parameters of the model: 1) static tensile tests to measure the elasto-plastic deformation components (Fig. 1,  $E_p(D)$ ), 2) fatigue tests with a duration of at least  $1 \times 10^3$  h to measure the viscous deformation components (Fig. 1,  $\eta$ ), and 3) degradation tests to quantify material degradation under load. Whereas 1) and 2) are standard tests performed for bonded anchors, degradation tests constitute a novel test method. These are specific tensile tests in which bonded anchors are subjected to multiple, repetitive load cycles (loading and unloading with constant-load phases) that involve gradually increasing loading levels until failure (Fig. 2).

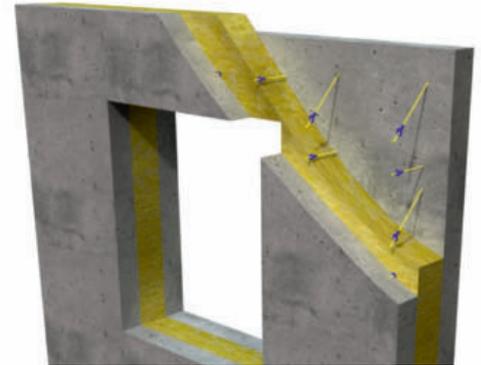
To evaluate the precision of the modified Burgers model, two types of bonded anchors characteristic of commonly used anchors were subjected to tests to determine model input parameters 1) to 3) as well as fatigue tests at various loading levels with a duration of up to 3.5 years. These tests revealed that the model precisely reflected the long-term structural behavior of bonded anchors (cf. [3]), which created the basis for predicting structural behavior over their entire use phase. Furthermore, fatigue tests were carried out at high to very high loading levels, which resulted in failure of bonded anchors during the test period. Fig. 3 includes an example of times to failure versus loads for one of the bonded anchors under study. The modified Burgers model is capable of predicting times to failure of bonded anchors as a function of their loading with sufficient accuracy (Fig. 3). Thus, this model enables a life-cycle forecast for bonded anchors under permanent loading.

teile (Abb. 1,  $\eta$ ) sowie 3) Degradationsversuche zur Quantifizierung der Materialdegradation unter Lasteinwirkung. Während 1) und 2) zu den Standardversuchen am Verbundanker zählen, stellen die Degradationsversuche eine für Verbundanker neuartige Versuchsart dar. Die Degradationsversuche sind spezielle Zugversuche, bei welchen die Verbundanker mehrfach wiederholte Lastwechsel (Be- und Entlastung mit Lasthaltephasen) auf stufenweise steigenden Lastniveaus bis zum Versagen durchlaufen müssen, Abb. 2. Mittels Deformationsenergiebetrachtungen kann anschließend die Materialdegradation und somit die Schädigung der Verbundanker unter Lasteinwirkung quantifiziert werden, vgl. [1-3]. Im modifizierten Burgers-Modell ermöglicht dies die Prognose des Versagenszeitpunktes der Verbundanker für eine gegebene Beanspruchung.

Zur Bewertung der Präzision des modifizierten Burgers-Modells wurden mit zwei für die derzeitige Praxis charakteristischen Verbundankertypen einerseits Versuche zur Bestimmung der Modelleingangsparameter 1) - 3) und andererseits Dauerstandversuche auf unterschiedlichen Beanspruchungsniveaus mit einer Dauer von bis zu etwa 3,5 Jahren durchgeführt. Es zeigte sich, dass das Langzeittragverhalten der Verbundanker präzise mit dem Modell abgebildet werden kann, vgl. [3]. Dies ist die Grundlage für die Prognose des Tragverhaltens für deren gesamte Nutzungsphase. Weiterhin wurden Dauerstandversuche auf hohen bis sehr hohen Beanspruchungsniveaus durchgeführt, welche während der Versuchsdauer zum Versagen der Verbundanker führten. Abbildung 3 stellt exemplarisch für einen Verbundankertyp die Versagenszeitpunkte den Beanspruchungen gegenüber. Das modifizierte Burgers-Modell ist in der Lage, den Zeitpunkt des Versagens der Verbundanker in Abhängigkeit der Beanspruchung ausreichend genau vorausszusagen (Abb. 3). Das Modell ermöglicht also eine Lebensdauerprognose für Verbundanker unter dauerhafter Lasteinwirkung.

#### REFERENCES/LITERATUR

- [1] Kränkel, T.; Lowke, D.; Gehlen, C.: Service life design for bonded anchors - a rheological approach. In: Life-Cycle and Sustainability of Civil Infrastructure Systems - Strauss, Frangopol & Bergmeister (Eds), 2013 Taylor & Francis Group, 2012, 154, ISBN 978-0-415-62126-7
- [2] Kränkel, T.; Lowke, D.; Gehlen, C.: Prediction of the creep behavior of bonded anchors until failure. In: Bond in Concrete 2012: Bond, Anchorage, Detailing - Fourth International Symposium - Cairns, Metelli & Pizzari (Eds), Vol. 1, 2012, 545-552, ISBN: 978-88-907078-1-0
- [3] Kränkel, T.; Lowke, D.; Gehlen, C.: Prediction of the creep behaviour of bonded anchors until failure - A rheological approach. In: Construction and Building Materials, Vol. 75, 2015, 458-464, ISSN: 0950-0618



### ThermoPin® Der GFK-Verbundanker

- Geeignet für Sandwich und kerngedämmte Doppelwände
- Kostengünstig und einfach zu installieren
- Bauaufsichtlich zugelassen
- Vielfach erprobt

### Energieeffizientes Bauen mit dem wirksamen Verbundankersystem



Referenzobjekt: Unternehmenssitz B.T. innovation

Wir freuen uns auf Ihre Fragen!  
Gern erstellen wir Ihnen ein  
individuelles Angebot.



Treffen Sie uns am Stand 35!



Treffen Sie uns am  
Stand 42!

B.T. innovation GmbH  
Sudenburger Wuhne 60  
D-39116 Magdeburg  
T +49 391 7352-0  
F +49 391 7352-52  
info@bt-innovation.de  
www.bt-innovation.de




**MODERATION**

**Dr.-Ing. Johannes Furche;** Fachvereinigung Betonbauteile mit Gitterträgern, Burgwedel

[j.furche@filigran.de](mailto:j.furche@filigran.de)

Geboren 1959; Studium des konstruktiven Ingenieurbaus an der Universität Dortmund; wissenschaftliche Tätigkeit an den Universitäten Karlsruhe (Prof. Eibl) und Stuttgart (Prof. Elgehausen); seit 1992 Filigran Trägersysteme GmbH & Co KG; Leiter des technischen Ausschusses der Fachvereinigung Betonbauteile mit Gitterträgern e.V. (BmG); Mitarbeit in Normenausschüssen für Betonstahl, Betonfertigteile und Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton

Day 2: Wednesday, 24<sup>th</sup> February 2016

Tag 2: Mittwoch, 24. Februar 2016

## Structural precast construction 2 – Innovative technical solutions – From design to implementation

### Konstruktiver Fertigteilebau 2 – Innovative technische Lösungen – Vom Entwurf zur Umsetzung

Page  
Seite

Title  
Titel

- |     |   |
|-----|---|
| 98  | <p><b>For the design of the slab-column joint of flat slabs made as precast slabs</b><br/>         Zur Ausbildung des Decke-Stütze-Knotens in Flachdecken aus Elementplatten<br/>         Dominik Kueres, M.Sc., Prof. Dr.-Ing. Josef Hegger, Dr.-Ing. Carsten Siburg</p>   |
| 102 | <p><b>High-performance concrete façade with energy-efficient anchorage</b><br/>         Hochleistungsbetonfassade mit energieeffizienter Verankerung<br/>         Prof. Dr.-Ing. Matthias Pahn, Milan Schultz-Cornelius, M.Sc.</p>  |
| 104 | <p><b>Loadbearing behavior of slender sandwich walls subjected to vertical loading – structurally effective facing shell and core layer</b><br/>         Tragverhalten schlanker Sandwichwände unter Vertikallast – statische Mitwirkung der Vorsatzschale und Kernschicht<br/>         Dipl.-Ing. Arnaud Pavis d'Escurac, M.Eng., Prof. Dr.-Ing. Matthias Pahn</p> |
| 107 | <p><b>Flexible sandwich cross sections Concrete floors for multifunctional use</b><br/>         Flexible Sandwichquerschnitte für Decken mit multifunktionaler Nutzung<br/>         Dipl.-Ing. Thomas Friedrich</p>   |
| 109 | <p><b>Shear force resistance reinforced concrete floors with integrated cavities under longitudinal tension</b><br/>         Querkrafttragfähigkeit von Stahlbetondecken mit integrierten Hohlräumen unter Längszug<br/>         Prof. Dr.-Ing. Andrej Albert, Dipl.-Ing. (FH) Stephan Eilers, M. Sc., Prof. Dr.-Ing. Jürgen Schnell</p>                            |
| 112 | <p><b>Waterproof concrete basements reliably built with wall elements – Information requirements, connections, waterproofing systems, design monitoring</b><br/>         Weiße Wannen sicher mit Elementwänden erstellen – Informationspflichten, Anschlüsse, Abdichtungen, Ausführungskontrolle<br/>         Dr.-Ing. Jürgen Krell</p>                             |

# The perfect circulation system

All about state-of-the-art structural precast element production in  
**BFT INTERNATIONAL**



**ORDER NOW!**

Test three issues at a reduced price of only € 45.00\*

\* Regular price € 78.00

[VAT and postage included]

BFT INTERNATIONAL – The magazine of the international concrete and precast industry – for more than 80 years.

- Showcases trends in structural precast, pipes and manholes, and concrete products worldwide
- Selected articles on latest advancements in research and academia (concrete technology, structural precast construction etc.)
- Exclusive coverage of construction projects and visits to precast plants
- News on innovative products and latest market and competition trends



**ORDER YOUR TRIAL SUBSCRIPTION NOW!**

[www.bft-international.com/order](http://www.bft-international.com/order) • Phone +49 5241 8090884



**Univ.-Prof. Dr.-Ing. Josef Hegger;** RWTH Aachen University

[jhegger@imb.rwth-aachen.de](mailto:jhegger@imb.rwth-aachen.de)

Geboren 1954 ; 1973 bis 1979 Studium des Bauingenieurwesens an der RWTH Aachen; 1984 Promotion an der TU Braunschweig; 1985 bis 1993 Philipp Holzmann AG, Frankfurt; seit 1993 Leiter des Lehrstuhls und Instituts für Massivbau der RWTH Aachen; seit 1994 Prüfenieur für Baustatik Fachrichtung Massivbau; seit 1997 Sachverständiger des Eisenbahn Bundesamtes; seit 1998 Mitglied der Sachverständigenausschüsse für Bewehrungstechnik, Spannverfahren, Verpresspfähle und Spannbetonhohldielen und Verbundbau beim DIBt; seit 1999 Sprecher des Sonderforschungsbereichs 532 Textilbewehrter Beton; seit 2009 Obmann des Normenausschusses DIN 1045-1; seit 2012 Obmann des CEN/TC 250/SC 2/WG 1 Task Group 4 – Shear punching and torsion

## “Construction of slab-column-connections in semi-precast slabs”

### Experimental investigations, applications and recommendations

## Ausbildung des Decke-Stütze-Knotens in Flachdecken aus Elementplatten

### Experimentelle Untersuchungen, Anwendung und Empfehlung

Semi-precast slabs become more and more important as flat slabs due to the high degree of prefabrication. Their structural design is important in terms of safety owing to the high shear stress and moment action in the area of the slab-column-connection. The distance between precast slabs and column varies in practice. Based on the minimum joint width of 4 cm between the precast slabs, as required by individual technical approvals, the distance chosen between precast slab and column edge partially is of this width. The advantage of such a construction is the fact that dimensional and positional tolerances can be compensated. It is, however, a disadvantage that additional formwork of the joint from beneath is needed. Therefore, a direct approach of the precast slabs up to the column is preferred in practice.

#### Experimental investigations

For investigating the influence of precast slab directly connected to the column edge in combination with column penetration of 2 cm, two punching shear tests on isolated specimens were carried out at the Institute of Structural Concrete (IMB) of the RWTH Aachen University. For this purpose, two different punching shear reinforcement systems were tested using double-headed studs (DKA-E [1]) and special lattice girders as punching shear reinforcement (FDB-E [2]). The tests were set up in the same way as two tests carried out already, using double-headed studs (DKA-O [3]) and special lattice girders as punching shear reinforcement (FDB-O [4]), which kept a space of 4 cm and 2 cm between precast slab and column, with the column top edge being at the level of the slab bottom edge. The different layouts of the precast slab and the column is illustrated in **Figure 1**.

#### Evaluation of the experimental investigations

**Table 1** provides a comparison of the relevant influencing factors and the ultimate load of punching shear tests carried out. The

Aufgrund des hohen Vorfertigungsgrades gewinnen Elementplatten auch in Flachdecken zunehmend an Bedeutung. Wegen der hohen Querkraft- und Momentenbeanspruchung im Bereich des Decke-Stütze-Knotens ist dessen konstruktive Durchbildung von sicherheitsrelevanter Bedeutung. In der Praxis wird der Abstand der Elementplatten zur Stütze unterschiedlich ausgeführt. In Anlehnung an die in einzelnen Zulassungen geforderte Mindestbreite der Fuge zwischen den Elementplatten von 4 cm wird auch der Abstand zwischen Elementplatte und Stützenanschnitt teilweise so groß gewählt. Eine solche Bauausführung hat den Vorteil, dass Abmessungs- und Lagetoleranzen ausgeglichen werden können. Nachteilig ist jedoch die zusätzlich erforderliche Abschalung der Fuge nach unten. Daher wird in der Praxis ein Heranführen der Elementplatte bis direkt an die Stütze bevorzugt.

#### Experimentelle Untersuchungen

Zur Überprüfung des Einflusses einer unmittelbar am Stützenanschnitt anliegenden Elementplatte in Kombination mit einer Stützeineindringung von 2 cm wurden am Institut für Massivbau (IMB) der RWTH Aachen zwei Durchstanzversuche an Plattenausschnitten im Bereich einer Innenstütze durchgeführt. Dabei wurden mit Doppelkopfkankern (DKA-E [1]) und speziellen Gitterträgern als Durchstanzbewehrung (FDB-E [2]) zwei unterschiedliche Durchstanzbewehrungssysteme getestet. Die Versuche wurden ansonsten baugleich zu zwei bereits durchgeführten Versuchen mit Doppelkopfkankern (DKA-O [3]) beziehungsweise mit speziellen Gitterträgern als Durchstanzbewehrung (FDB-O [4]) hergestellt, bei denen ein Abstand zwischen den Elementplatten und der Stütze von 4 cm beziehungsweise 2 cm eingehalten war und die Stützenoberkante auf Höhe der Plattenunterseite lag. Die unterschiedliche Anordnung der Elementplatten und der Stütze sind in **Abbildung 1** dargestellt.

#### Auswertung der experimentellen Untersuchungen

In **Tabelle 1** sind die maßgebenden Einflussparameter und die Bruchlasten der durchgeführten Durchstanzversuche gegenübergestellt. Für

**Dominik Kueres, M.Sc.;** RWTH Aachen University  
dkueres@imb.rwth-aachen.de

Geboren 1987; 2007 bis 2012 Studium des Bauingenieurwesens an der RWTH Aachen; seit 2012 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Massivbau der RWTH Aachen; seit 2013 freiberufliche Tätigkeit bei H+P Ingenieure GmbH, Aachen



load increase factors  $\alpha_{\max,j} = V_u/V_{Rk,c}$  were calculated according to DIN EN 1992-1-1+NA(D) [5,6] for all test.

The test conducted with lattice girders as punching shear reinforcement confirms the test results of [7], according to which direct approach of precast slabs up to the column is possible without an negative affect on the punching shear resistance. This applies to the performed test FDB-E even in case of low penetration depth of the column into the slab. The load increase factor of  $\alpha_{\max,j} = 2.20$  exceeds the permitted value [8] of 2.09 and is in the scattering range of the results obtained by tests without column penetration [7].

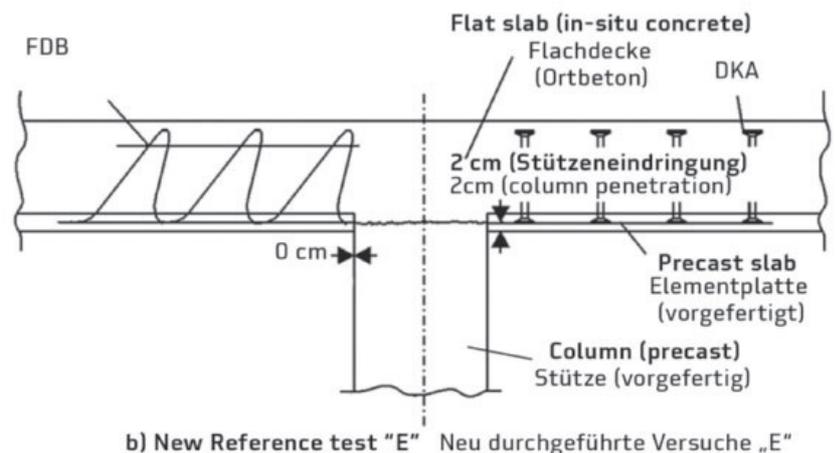
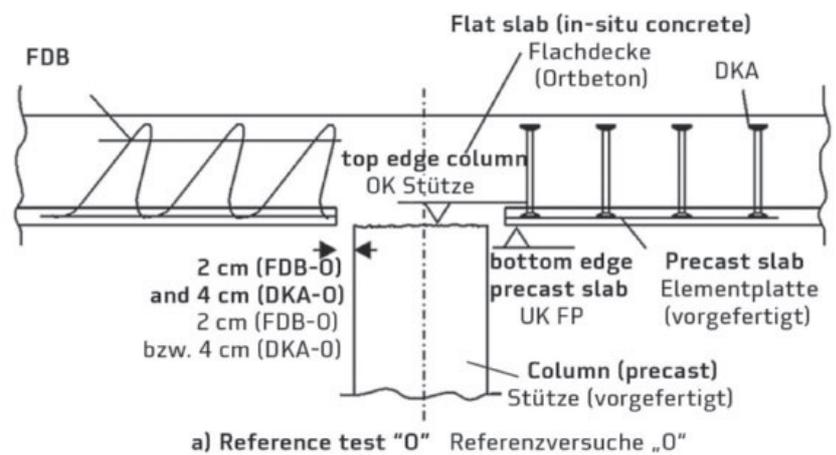
The test performed with double-headed studs as punching shear reinforcement determined in test DKA-E with column penetration a 7% lower punching shear resistance as against the reference test DKA-O. According to the design provisions of Model Code 2010 [9] the effective depth is reduced from 25 cm to 23 cm owing to the column penetration of 2 cm used in the test performed. For the verification according to the European Technical Approvals [10-13] this results in a reduced punching shear resistance by about 7%. The reduction determined by the tests can therefore be attributed to the column penetration. The respective test evaluation assuming an effective depth ( $d_m - 2$  cm) reveals a ratio of  $V_u/V_{Rk,c} = 2.14$  for test DKA-E. This value exceeds the permitted value for double-headed studs of 1.96, deriving from tests conducted with monolithic slabs without column penetration as a characteristic value. For the tests carried out with double-headed studs the approach according to [9] therefore seems to be confirmed.

The recalculation of test FDB-E assuming a reduced effective depth as a consequence of the tested column penetration results in a ratio of  $V_u/V_{Rk,c} = 2.53$ . This ratio is significantly higher than the mean value of the tests according to [7]. According to this, the approach of a lower effective depth as a consequence of column penetration in case of the newly performed test FDB-E leads to an underestimation of the resistance. A reason for the significantly higher punching shear resistance seems to be the smaller distances of the punching shear reinforcement of the column. In particular, in the area of internal columns a pressure ring is formed on the bottom side of the slab in front of the column; this is effectuating the significant increase as against the shear force resistance of a line supported slab. If this pressure ring is hanged upwards by vertical reinforcement bars situated close to the columns, there seems to be a more favorable load transfer even in case of columns con-

alle Versuche wurden die Lasterhöhungsfaktoren  $\alpha_{\max,j} = V_u/V_{Rk,c}$  nach DIN EN 1992-1-1+NA(D) [5,6] berechnet.

Der Versuch mit speziellen Gitterträgern als Durchstanzbewehrung bestätigt die Versuchsergebnisse aus [7], wonach Elementplatten bis direkt an die Stütze herangeführt werden können, ohne den Durchstanzwiderstand ungünstig zu beeinflussen. Dies gilt für den durchgeführten Versuch FDB-E auch bei gleichzeitig geringfügigem Eindringen der Stütze in die Platte. Der ermittelte Lasterhöhungsfaktor von  $\alpha_{\max,j} = 2,20$  liegt über dem zugelassenen Wert [8] von 2,09 und im Streubereich der Ergebnisse von Versuchen ohne Stützeindringung [7].

Im Versuch mit Doppelkopfkankern als Durchstanzbewehrung wurde im Versuch DKA-E mit Stützeindringung ein um 7% geringerer Durchstanzwiderstand als im Referenzversuch DKA-O ermittelt. Nach



→ 1 Layout of precast slabs and column height tolerances in the tests  
Anordnung der Elementplatten und der Stütze in den Versuchen



**Dr.-Ing. Carsten Siburg;** H+P Ingenieure, Aachen

[csiburg@huping.de](mailto:csiburg@huping.de)

Geboren 1976; Diplom 2005 an der RWTH Aachen; danach Tätigkeit als Tragwerksplaner in einem Kölner Ingenieurbüro; 2008 bis 2014 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Massivbau der RWTH Aachen, parallel dazu freiberufliche Tätigkeit bei H+P Ingenieure GmbH & Co. KG; 2014 Promotion „Zur einheitlichen Bemessung gegen Durchstanzen in Flachdecken und Fundamenten“; seit 2014 Projektleiter bei H+P Ingenieure GmbH

creted too high in comparison with double-headed studs. However, further experimental investigation is required in order to confirm this correlation.

**Recommendations for the construction of slab-column-connections in semi-precast slabs**

The punching shear tests conducted have confirmed the regulations of the European Technical Approvals [8, 10-13] on the construction of joints between precast slabs. Hence, joints between precast slabs have to be at least 4 cm wide and have to be filled thoroughly together with the in-situ concrete topping in order to ensure a reliable transfer of the compressive force in the punching shear area.

The space between the precast slabs may range from -1 cm to 4 cm from the edge of the column, which means that the precast slabs can approach up to the column. This recommendation applies regardless of the type of punching shear reinforcement used. The area above the column and the joint between precast slabs have to be concreted together with the in-situ concrete topping and thoroughly compacted. If the precast slabs are situated on the column, the joint between slab and column has to be fully grouted. The punching shear resistance of the slab has to be verified with the lower compressive strength of

dem Bemessungsansatz nach Model Code 2010 [9] wird durch die Stützeindringung von 2 cm im durchgeführten Versuch die statische Höhe von 25 cm auf 23 cm reduziert. Bei einer Nachweisführung nach Europäisch Technischer Zulassung [10-13] errechnet sich daraus ein um rund 7 % reduzierter Durchstanzwiderstand. Die im Versuch ermittelte Reduktion lässt sich somit auf die Stützeindringung zurückführen. Eine entsprechende Versuchsauswertung unter Ansatz der wirksamen statischen Nutzhöhe ( $d_m - 2$  cm) ergibt für den Versuch DKA-E ein Verhältnis  $V_u/V_{Rk,c} = 2,14$ . Dieser Wert liegt über dem zugelassenen Wert für Doppelkopfanke von 1,96, der als charakteristischer Wert aus Versuchen mit monolithischen Platten ohne Stützeindringung abgeleitet wurde. Der Ansatz nach [9] scheint daher für die durchgeführten Versuche mit Doppelkopfanke bestätigt zu werden.

Die Nachrechnung des Versuches FDB-E mit dem Ansatz einer reduzierten statischen Höhe infolge der geprüften Stützeindringung führt zu einem Verhältniswert  $V_u/V_{Rk,c} = 2,53$ . Dieser Verhältniswert liegt deutlich über dem Mittelwert für die Versuche nach [7]. Danach führt der Ansatz einer verringerten statischen Höhe infolge einer Stützeindringung für den neu durchgeführten Versuch FDB-E zu einer Unterschätzung des Widerstandes. Ein Grund für diese deutlich größere

Test specimens Versuchskörper	Double-headed studs Doppelkopfanke		Lattice girders Gitterträger [8]	
	DKA-O [3]	DKA-E [1]	FDB-O [4]	FDB-O [2]
Effective depth $d_m$ [m] Statische Nutzhöhe $d_m$ [m]	0.250	0.250	0.209	0.215
Column dimensions $c$ [m] Stützenabmessung $c$ [m]	0.263 (○)	0.263 (○)	0.300 (□)	0.300 (□)
Cylinder strength of the concrete topping $f_{cm,cyl}^A$ [MPa] Zylinderdruckfestigkeit Aufbeton $f_{cm,cyl}^A$ [MPa]	29.9	31.2	21.9	21.6
Cylinder strength of the precast slab $f_{cm,cyl}^E$ [MPa] Zylinderdruckfestigkeit Elementplatte $f_{cm,cyl}^E$ [MPa]	40.7	42.3	22.7	22.9
Longitudinal reinforcement ratio $\rho_l$ [%] Vorhandener Längsbewehrungsgrad $\rho_l$ [%]	1.25	1.25	0.70	0.69
Punching shear resistance without punching shear reinforcement Durchstanztragfähigkeit ohne Durchstanzbewehrung $V_{Rk,c}^{(1)}$ [kN]	1003	1020	661	682
Own weight of the slab $G$ [kN] Eigengewicht der Platte $G$ [kN]	56	56	51	51
Ultimate load $Q$ [kN] Bruchlast $Q$ [kN]	2029	1919	1377	1449
Overall load $V_u = G + Q$ [kN] Gesamtlast $V_u = G + Q$ [kN]	2085	1975	1428	1500
Load increase $\alpha_{max,j} = V_u/V_{Rk,c}$ [-] Laststeigerung $\alpha_{max,j} = V_u/V_{Rk,c}$ [-]	2.08	1.94	2.16	2.20

<sup>(1)</sup>  $V_{Rk,c} = C_{Rk,c} \cdot k \cdot (100 \rho_l \cdot f_{ck,cyl}^A)^{1/3} \cdot d \cdot u_1$  mit  $f_{ck,cyl}^A = f_{cm,cyl}^A - 4$  [MPa]

→ Table 1 Test results and evaluation of the punching shear resistance according to DIN EN 1992-1-1+NA(D) [5,6]  
Versuchsergebnisse und Auswertung des Durchstanzwiderstandes nach DIN EN 1992-1-1+NA(D) [5,6]

the concrete topping and the precast slab. The spaces of the punching shear reinforcement elements to each other and to the column have to comply with the regulations of the respective European Technical Approval [8, 10-13] depending on the type used.

Until further tests providing reliable information regarding the influence of a too high casted columns are available, it is recommended that the top edge of the construction joint in the column always is below the bottom edge of the precast slab - irrespective of the space between the precast slab and the column. In the event that the column is casted too high, it is recommended verifying the punching shear resistance with a reduced effective depth on the basis of [9].

#### REFERENCES/LITERATUR

- [1] Hegger, J.; Kures, D.; Siburg, C.: Versuchsbericht zu einem Durchstanzversuch (VBBF01) zur Untersuchung des Abstandes der Elementplatte von der Stütze. RWTH Aachen, Institut für Massivbau, Versuchsbericht 319/2013, nicht veröffentlicht.
- [2] Hegger, J.; Kures, D.; Siburg, C.: Versuchsbericht zu einem Durchstanzversuch (BMG01) zur Untersuchung des Abstandes der Elementplatte von der Stütze. RWTH Aachen, Institut für Massivbau, Versuchsbericht 318/2013, nicht veröffentlicht.
- [3] Hegger, J.; Beutel, R.; Häusler, F.: Versuchsbericht zum Durchstanzversuch mit Doppelkopfkankern auf Kunststoffleiste. RWTH Aachen, Institut für Massivbau, Versuchsbericht 178/2007, nicht veröffentlicht.
- [4] Hegger, J.; Siburg, C.: Versuchsbericht zu einem Durchstanzversuch (FV 5) zur Maximaltragfähigkeit von Gitterträgern Typ FDB II. RWTH Aachen, Institut für Massivbau, Versuchsbericht 301/2012, nicht veröffentlicht.
- [5] DIN EN 1992-1-1:2011-01: Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 1-1: Grundlagen und Anwendungsregeln für den Hochbau. Deutsche Fassung EN 1992-1-1:2004 + AC:2010. Berlin: Beuth 2011.
- [6] DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04: Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 1-1: Grundlagen und Anwendungsregeln für den Hochbau. Berlin: Beuth 2013.
- [7] Siburg, C.; Hegger, J.; Furche, J.; Bauermeister, U.: Durchstanzbewehrung für Elementdecken nach Eurocode 2. Beton- und Stahlbetonbau 109 (2014), Heft 3, S. 170-181.
- [8] Europäische Technische Zulassung ETA-13/0521: FILIGRAN-Durchstanzbewehrung FDB II - FILIGRAN Gitterträger als Durchstanzbewehrung. Berlin: DIBT 13.06.2013.
- [9] Fédération Internationale Du Béton (fib): fib Model Code for Concrete Structures 2010. Berlin: Ernst & Sohn 2013.
- [10] Europäische Technische Zulassung ETA-12/0454: Halben HDB Dübelleiste - Doppelkopfkanker als Durchstanzbewehrung. Berlin: DIBT 18.12.2012.
- [11] Europäische Technische Zulassung ETA-13/0076: Durchstanzbewehrung Schöck Bole - Durchstanzbewehrung mit Doppelkopfbolzen für punktförmig belastete Platten und Fundamente. Berlin: DIBT 12.03.2013.
- [12] Europäische Technische Zulassung ETA-13/0136: Jordahl Durchstanzbewehrung JDA - Doppelkopfkanker als Durchstanzbewehrung für punktförmig belastete Platten und Fundamente. Berlin: DIBT 27.03.2013.
- [13] Europäische Technische Zulassung ETA-13/0151: Peikko PSB Durchstanzbewehrung - Doppelkopfkanker als Durchstanzbewehrung. Berlin: DIBT 30.05.2013.

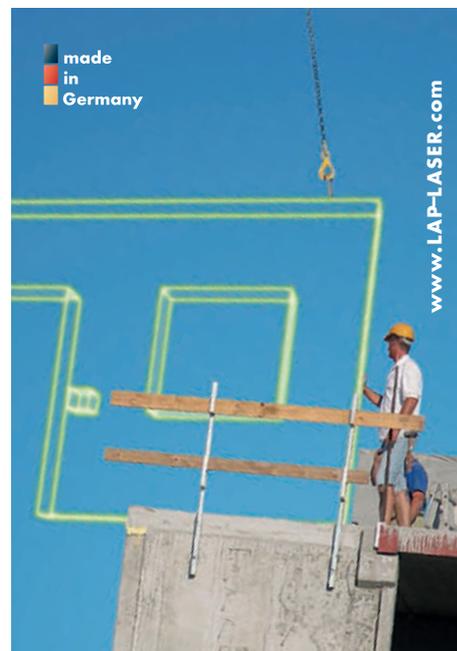
Durchstanztragfähigkeit scheint in den kleinen Abständen der Durchstanzbewehrung von der Stütze zu liegen. Besonders an Innenstützen bildet sich an der Plattenunterseite vor der Stütze ein Druckring aus, der die deutliche Steigerung gegenüber dem Querkraftwiderstand einer liniengelagerten Platte bewirkt. Wird dieser Druckring durch sehr stützennahe Vertikalstäbe „hochgehängt“, scheint sich auch bei zu hoch betonierten Stützen ein günstigerer Lastabtrag im Vergleich zu Doppelkopfkankern einzustellen. Um diesen Zusammenhang zu bestätigen, sind jedoch weitere experimentelle Untersuchungen erforderlich.

#### Empfehlungen zur Ausbildung des Decke-StützeKnotens in Flachdecken aus Elementplatten

Die durchgeführten Durchstanzversuche haben die Regelungen der Europäischen Technischen Zulassungen [8, 10-13] zur Fuge zwischen den Elementplatten bestätigt. Danach sind mögliche Stoßfugen zwischen Elementplatten mindestens 4 cm breit auszuführen und sorgfältig zusammen mit dem Aufbeton zu verfüllen, um eine zuverlässige Übertragung der Druckkräfte im Durchstanzbereich zu gewährleisten.

Der Abstand der vorgefertigten Elementplatten vom Rand der Stütze darf zwischen -1 cm bis +4 cm betragen, das heißt die Elementplatten können bis zu einem Zentimeter auf die Stütze aufgelegt werden. Diese Empfehlung gilt unabhängig vom verwendeten Durchstanzbewehrungssystem. Der Bereich oberhalb der Stütze und die Fugen zwischen Elementplatten sollen zusammen mit dem Aufbeton betoniert und sorgfältig verdichtet werden. Werden Elementplatten auf die Stütze aufgelegt, ist die Fuge zwischen Platte und Stütze vollflächig zu vermörteln. Der Durchstanznachweis der Platte ist mit der geringeren Betondruckfestigkeit von Aufbeton und Elementplatte zu führen. Die Abstände der Durchstanzbewehrungselemente untereinander und zur Stützenkante hin müssen systemabhängig den Regelungen der jeweiligen Europäischen Technischen Zulassung [8, 10-13] entsprechen.

Bis durch weitere Versuche gesicherte Informationen zum Einfluss einer zu hoch betonierten Stütze vorliegen, wird empfohlen, dass unabhängig vom Abstand der Elementplatte zur Stütze stets die Oberkante der Arbeitsfuge in der Stütze unter der Unterkante der Elementplatte liegt. Für den Fall einer geringfügig zu hoch betonierten Stütze wird in Anlehnung an [9] empfohlen, den Durchstanznachweis mit entsprechend verminderter statischer Nutzhöhe zu führen und die Abstände der Durchstanzbewehrung zu reduzieren.



made  
in  
Germany

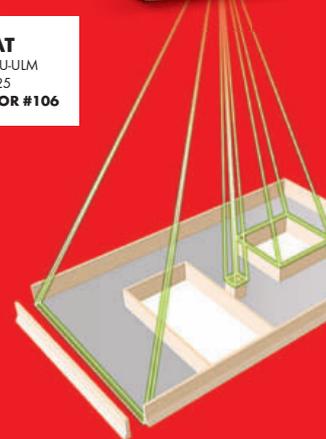
www.LAP-LASER.com

## PRECAST CONCRETE ELEMENT PRODUCTION

LAP laser projectors simplify work sequences when formwork elements and internal components are set in place manually in pallet circulation systems. They project "optical templates" onto a working surface, making it possible to position components rapidly and precisely whilst ensuring the dimensional accuracy of the precast elements.



MEET US AT  
BETONTAGE NEU-ULM  
FEB. 2016, 23-25  
GROUND FLOOR #106



**LAP**  
LASER



**Prof. Dr.-Ing. Matthias Pahn;** Technische Universität Kaiserslautern

[matthias.pahn@bauing.uni-kl.de](mailto:matthias.pahn@bauing.uni-kl.de)

Geboren 1977; 1997 bis 2003 Studium des Bauingenieurwesens an der Bauhaus-Universität Weimar; 2003 bis 2004 Angestellter bei der SSF Ingenieure AG in Berlin; 2005 bei Pahn Ingenieure GmbH in Cottbus; 2011 Promotion an der TU Kaiserslautern; 2010 bis 2015 Juniorprofessor für „Energieeffiziente Gebäude“, TU Kaiserslautern; seit 2015 Leiter der Arbeitsgruppe Baukonstruktion und Fertigteiltbau am Fachgebiet Massivbau und Baukonstruktion, TU Kaiserslautern; seit 2012 Mitglied im Ad-hoc Sachverständigenausschuss für nichtmetallische Bewehrung und der PG Sandwichanker beim DIBt; seit 2013 Mitglied der Core-group der COST-Action TUD1207 "Next Generation Design Guidelines for Composites in Construction"

## High-performance concrete façade with energy-efficient anchorage

### Innovative developments in the area of building materials

## Hochleistungsbetonfassade mit energieeffizienter Verankerung

### Innovative Entwicklungen im Bereich der Werkstoffe

#### Introduction

Innovative developments in the area of building materials enable construction of energy-efficient architectural concrete façades. Light and airy façades made of (ultra-)high performance concretes can be manufactured as facing shells or curtain façades for sandwich walls. Linear connections of glassfiber-reinforced plastic are used as anchorage elements and enable fastening to the loadbearing structure without thermal bridging. Tensile and compressive stress due to wind and temperature can be permanently transmitted, causing low deformation, due to the material properties of the connections. Temperature-induced restraint in the plane of the slab, on the other hand, counters only low resistance.

#### Application

Concrete façades are used as reinforced curtain wall panels, partly over an area of  $>30 \text{ m}^2$  or as facing for sandwich walls. Cast-stone façades, primarily used in areas covering only a few square meters, are another area of application. These are as a rule without reinforcement and can be executed with low thickness. For anchoring these façades mostly of small format, only metallic connections in accordance with DIN 18516-5 are used.

#### Material and system

The façade considered here consists of unreinforced (U)HPC. The high-performance concrete used is made with the premixed binder Nanodur Compound 5941 from Dyckerhoff. Basalt of a maximum size of 5 mm is used as aggregate. Compressive strength can be higher than  $150 \text{ N/mm}^2$ , and the flexural stress higher than  $20 \text{ N/mm}^2$ . The façade is point-supported and connected to the load-bearing structure with fiber-reinforced plastic connectors 12 mm in diameter. The spacing of the connections results from the structural design. The façade has a thickness of 30 mm.

→ 1 Façade panel  
Fassadenplatte

#### Einleitung

Innovative Entwicklungen im Bereich der Werkstoffe im Bauwesen ermöglichen den Bau energieeffizienter Architekturfassaden. Mit der Verwendung von (Ultra-)Hochleistungsbetonen können filigrane Fassaden als Vorsatzschalen von Sandwichwänden oder als Vorhangfassaden hergestellt werden. Als Verankerungselemente kommen stabförmige, über die Fassadenfläche verteilte Verbindungsmittel aus glasfaserverstärktem Kunststoff zum Einsatz, welche eine wärmebrückenfreie Befestigung an der Tragstruktur ermöglichen. Aufgrund der richtungsabhängigen Materialeigenschaften der Verbindungsmittel können Zug- und Druckbeanspruchungen aus Wind und Temperatur dauerhaft und mit geringer Verformung abgetragen werden. Hingegen wird temperaturbedingtem Zwang in Plattenbene ein geringer Widerstand entgegengesetzt.

#### Anwendung

Betonfassaden werden als vorgehängte bewehrte Fassadentafeln mit zum Teil  $>30 \text{ m}^2$  Fläche angewendet oder als Vorsatzschale von Sandwichwänden eingesetzt. Ein weiteres Anwendungsfeld sind Betonwerksteinfassaden bei denen meist Flächen im Bereich einiger Quadratmeter ausgeführt werden. Sie sind in der Regel unbewehrt und können mit geringer Bauteildicke ausgeführt werden. Zur Verankerung dieser meist kleinformatigen Fassaden kommen nach DIN 18516-5 ausschließlich metallische Verbindungsmittel zum Einsatz.



**M.Sc. Milan Schultz-Cornelius;** Technische Universität Kaiserslautern

milan.schultz-cornelius@bauing.uni-kl.de

Geboren 1988; 2007 bis 2010 Studium des Bauingenieurwesens an der Hochschule Lausitz, Abschluss Bachelor of Engineering; 2011 bis 2012 Studium an der Wrocław University of Technology, Polen; 2013 Abschluss als Master of Science an der Technischen Universität Cottbus im Studiengang Structural Engineering; seit 2013 wissenschaftlicher Mitarbeiter im Fachgebiet Massivbau und Baukonstruktion an der TU Kaiserslautern



### Façade test bench

Façades are frequently designed based on the results of tests performed on individual components. In such individual tests, the actual loadbearing behavior of façades cannot be realistically determined. Effects such as the dimensions of structural members, multi-axial loadbearing behavior, and the stiffness of the supporting construction are not considered. In order to determine realistic loadbearing behavior of reinforced and unreinforced façade panels, the panels were tested on a façade test bench that simulates the actions of wind and temperature. The deformations are measured by 3D non-contact deformation analyses. Failure of tests by façade panels is recorded by a high-speed camera.

### Results and conclusion

The diagram in **Figure 2** shows field deformation  $u_z$  as a function of loading area  $p$  during a negative-pressure test conducted on a plain façade panel of 30 mm thickness. The rise of the force-deformation curve is initially nearly linear. A bending crack in the concrete panel occurs at approx.  $70 \text{ kN/m}^2$ , which initializes failure. Afterward, the curve shows an increase in deformation during constant loading. This plateau results from cohesion and crack-keying until failure of the façade occurs. The results (**Fig. 2**) show that the breaking load is 47 times higher than the design wind load. The development of dimensioning concepts utilizing loadbearing reserves available is the object of current research. This work at TU Kaiserslautern is supported by the Central Innovation Program of Small- and Medium-sized Enterprises (ZIM) of the German Federal Ministry of Economics and Energy, as well by companies of the construction industry, which is gratefully acknowledged.

### Material und System

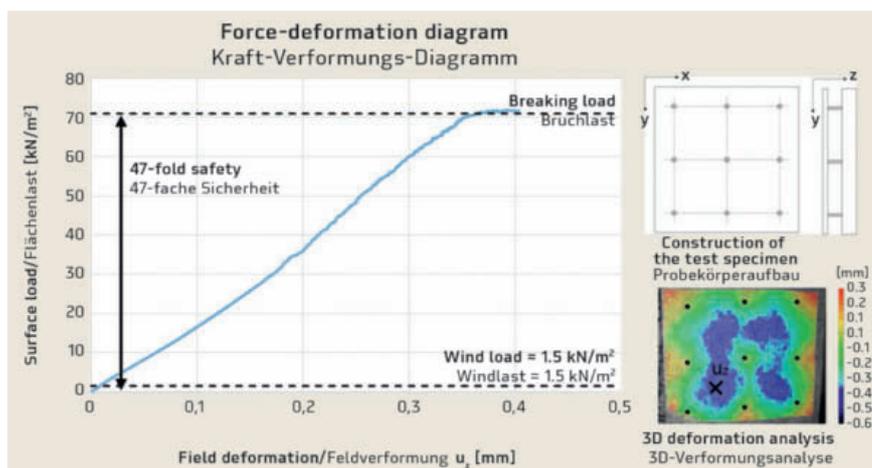
Das betrachtete Fassadensystem besteht aus einem unbewehrtem (U)HPC. Der verwendete Hochleistungsbeton wird mit der Bindemittelvormischung Dyckerhoff Nanodur Compound 5941 hergestellt. Als Zuschlag wird Basalt mit einem Größtkorn von 5 mm verwendet. Die Druckfestigkeit kann über  $150 \text{ N/mm}^2$  betragen und die Biegezugfestigkeit mehr als  $20 \text{ N/mm}^2$ . Die Fassade ist punktgestützt gelagert und durch Verbindungsmittel aus faserverstärktem Kunststoff mit einem Durchmesser von 12 mm mit der Tragstruktur verbunden. Der Abstand der Verbindungsmittel ergibt sich aus der statischen Bemessung. Die Fassade hat eine Stärke von 30 mm.

### Fassadenprüfstand

Der Bemessung von Fassaden liegen häufig die Ergebnisse von bautechnischen Prüfungen an einzelnen Komponenten zu Grunde. Durch diese Einzelprüfungen kann das wirkliche Tragverhalten von Fassaden nicht realitätsnah erfasst werden. Einflüsse wie die reale Bauteilabmessung, ein mehraxiales Tragverhalten oder die Steifigkeit der Unterkonstruktion bleiben unberücksichtigt. Um das wirklichkeitsnahe Tragverhalten von bewehrten und unbewehrten Fassadenplatten zu untersuchen, wurden Bauteilversuche in einem Fassadenprüfstand durchgeführt. Dieser Prüfstand ermöglicht die Simulation von Wind- und Temperaturbelastungen. Die Verformungen werden mittels einer 3D-Verformungsanalyse berührungslos gemessen. Mit einer High-speedkamera wird das Versagen der Fassadenplatte aufgenommen.

### Ergebnisse und Fazit

Das in **Abbildung 2** dargestellte Diagramm zeigt die Feldverformung  $u_z$  in Abhängigkeit von der einwirkenden Flächenlast  $p$  während eines



→ **2** Force-deformation diagram of a negative-pressure test conducted on a façade test bench  
Kraft-Verformungsdiagramm eines Unterdruckversuchs im Fassadenprüfstand

Unterdruckversuchs mit einer unbewehrten Fassadenplatte mit 30 mm Stärke. Der Anstieg der Kraft-Verformungs-Kurve ist im Anfangsbereich nahezu linear. Bei circa  $70 \text{ kN/m}^2$  kommt es zu einem Biegeriss in der Betonplatte, welcher initial das Versagen einleitet. Danach zeigt der Verlauf eine Verformungszunahme bei gleichbleibender Belastung. Dieses Plateau resultiert aus Kohäsion und Rissverzahnung, bis es zum Versagen der Fassade kommt. Die Ergebnisse (**Abb. 2**) zeigen, dass die Bruchlast im Versuch 47-fach höher als die Bemessungswindlast ist. Die Erarbeitung von Bemessungskonzepten unter Ausnutzung bestehender Tragreserven ist Gegenstand der aktuellen Forschung. Die Arbeiten an der TU Kaiserslautern werden dankenswerterweise vom Zentralen Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM) des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie sowie verschiedener Unternehmen der Bauwirtschaft unterstützt.


**Prof. Dr.-Ing. Matthias Pahn;** Technische Universität Kaiserslautern

matthias.pahn@bauing.uni-kl.de

Geboren 1977; 1997 bis 2003 Studium des Bauingenieurwesens an der Bauhaus-Universität Weimar; 2003 bis 2004 Angestellter bei der SSF Ingenieure AG in Berlin; 2005 Angestellter bei Pahn Ingenieure GmbH in Cottbus; 2005 bis 2010 Wissenschaftlicher Mitarbeiter an der TU Kaiserslautern; 2011 Promotion an der TU Kaiserslautern; 2010 bis 2015 Juniorprofessor für "Energieeffiziente Gebäude", TU Kaiserslautern; seit 2015 Leiter der Arbeitsgruppe Baukonstruktion und Fertigteilbau am Fachgebiet Massivbau und Baukonstruktion, TU Kaiserslautern; seit 2012 Mitglied im Ad-hoc Sachverständigenausschuss für nichtmetallische Bewehrung und der PG Sandwichanker beim DIBt; seit 2013 Mitglied der Core-group der Cost-Action TUD1207 "Next Generation Design Guidelines for Composites in Construction"

## Loadbearing behavior of slender sandwich walls subjected to vertical loading – Structurally effective facing shell and core layer

### Tragverhalten schlanker Sandwichwände unter Vertikallast – Statische Mitwirkung der Vorsatzschale und Kernschicht

Sandwich walls and core-insulated double walls with increasingly thick thermal insulation layer are widely used in building practice. They enable cost-effective and convincing energy-saving solutions for use in building shells.

In designing such walls, the inner shell is assumed to be a loadbearing member and the facing shell to provide weather protection. For lack of effective design models, the stabilizing effect of the facing shell, including the connections and the core layer, on the loadbearing behavior under horizontal loading is regularly not considered in structural design. But taking actual flexural stiffness into consideration can prove highly beneficial, especially for slender walls and walls susceptible to buckling. In this context, however, it is necessary to obtain sufficient understanding of the interaction of the individual layers subjected to various loading levels, and to take consideration of time-dependent effects.

For these reasons, the influence of facing shell and core layer on the stability of sandwich walls was investigated at Kaiserslautern Technical University within the scope of two research projects. Both connecting bars and glassfiber-reinforced plastic (GFRP), as well as corrugated stainless steel connections were used. Both connecting bars of glassfiber-reinforced plastic (GRP) and corrugated stainless steel connections were used to connect facing shell and loadbearing shell.

To determine the effect of the various construction parameters on the loadbearing behavior of the walls, a comprehensive experiment with sandwich walls was conducted. The great number of influencing parameters required limitation of the parameters to be varied. Variation took place in the thickness of the core layer (60, 140, and 200 mm), the type of insulation – no insulation, expanded polystyrene (EPS), extruded polystyrene (XPS) – and the manner of connection: horizontal and diagonal GFRP bars, undulated connections of stainless steel, and lattice girders.

The test specimens, 4.2 m long and 0.8 m wide, consisted of a loadbearing shell of 10 cm thickness (slenderness  $\lambda = 145$ ), a core

Sandwichwände und kerngedämmte Doppelwände mit zunehmend dickerer Wärmedämmschicht sind in der Baupraxis weit verbreitet. Sie ermöglichen wirtschaftlich und energetisch überzeugende Lösungen für die Hülle von Bauwerken.

Bei ihrer Bemessung wird die Innenschale als tragend angesehen und die Vorsatzschale übernimmt die Aufgabe des Wetterschutzes. Der stabilisierende Einfluss der Vorsatzschale einschließlich der Verbindungsmittel und der Kernschicht auf das Tragverhalten der Tragschale unter vertikaler Last wird bei statischen Berechnungen regelmäßig nicht berücksichtigt, weil entsprechende Bemessungsmodelle nicht vorliegen. Tatsächlich wäre eine Berücksichtigung der vorhandenen Biegesteifigkeit gerade bei schlanken und damit knickgefährdeten Wänden äußerst sinnvoll. Hierfür wird es allerdings erforderlich, ein besseres Verständnis für das Zusammenwirken der einzelnen Schichten auf unterschiedlichen Beanspruchungsniveaus und unter Berücksichtigung zeitabhängiger Einflüsse zu gewinnen.

An der Technischen Universität Kaiserslautern wurde deshalb im Rahmen zweier Forschungsprojekte der Einfluss von Vorsatzschale und Kernschicht auf die Stabilität von Sandwichwänden untersucht. Als Verbindungsmittel zwischen der Vorsatzschale und der Tragschale wurden sowohl Verbindungsstäbe aus glasfaserverstärktem Kunststoff (GFK) als auch wellenförmige Verbindungsmittel aus Edelstahl verwendet.

Es wurde ein umfangreiches Versuchsprogramm mit Sandwichwänden durchgeführt, um den Einfluss der verschiedenen Konstruktionsparameter auf das Tragverhalten der Wände herauszuarbeiten. Die hohe Anzahl an Einflussgrößen erforderte eine Begrenzung der zu variierenden Parameter. Es erfolgten Variationen für die Kernschichtdicke (60, 140 und 200 mm), den Dämmstofftyp (keine Dämmung, expandiertes Polystyrol (EPS), extrudiertes Polystyrol (XPS)) und die Art des Verbindungsmittels (horizontale und diagonale GFK-Stäbe, wellenförmiges Verbindungsmittel aus Edelstahl, Gitterträger).

Die Probekörper waren 4,2 m lang und 0,8 m breit und bestanden aus einer 10 cm dicken Tragschale (Schlankheit  $\lambda = 145$ ), einer 6 bis 20 cm dicken Kernschicht und einer 7 cm dicken Vorsatzschale.

**Dipl.-Ing. Arnaud Pavis d'Escurac, M.Eng.;** Technische Universität Kaiserslautern

[arnaud.descurac@bauing.uni-kl.de](mailto:arnaud.descurac@bauing.uni-kl.de)

Geboren 1986; 2005 bis 2009 Studium des Bauingenieurwesens in Paris; 2009 bis 2012 Studium des Bauingenieurwesens an der TU Dresden; seit 2013 wissenschaftlicher Mitarbeiter im Fachgebiet Massivbau und Baukonstruktion der TU Kaiserslautern



layer of 6 to 20 cm thickness, and a 7-cm facing shell. The shells consisted of the same normal-strength concrete; the reinforcement percentage was not varied. A compressive force was applied to the structural shell up to failure of the test specimen. Whereas the structural shells without facing shells, which served as reference specimens, exhibited stability failure without branching of the load path, the sandwich walls reached a bearing capacity that coincided with failure of the core layer.

The experimental results showed, as expected, that the facing shell and the core layer result in each case in an increase of load-bearing capacity of the structural member compared to an isolated structural shell. The variant with the highest core layer stiffness exhibited as a rule the greatest increase in loadbearing capacity.

The influence of the type of insulation material on the increase in loadbearing capacity, however, could not be conclusively es-

Die Schalen bestanden jeweils aus dem gleichen normalfesten Beton; ihr Bewehrungsgrad wurde nicht variiert. Eine Druckkraft wurde auf die Tragschale bis zum Versagen des Probekörpers ausgeübt. Während die Tragschalen ohne Vorsatzschalen, die als Referenzprobekörper dienten, ein Stabilitätsversagen ohne Verzweigung des Lastpfades aufwiesen, ging bei den Sandwichwänden das Erreichen der Traglast mit dem Versagen der Kernschicht einher.

Die Versuchsserien zeigten erwartungsgemäß, dass die Vorsatzschale und die Kernschicht stets eine Erhöhung der Traglast des Bauteils im Vergleich zu einer alleinstehenden Tragschale bewirken. Die Varianten mit den größten Kernschichtsteifigkeiten erreichten in der Regel die größten Traglastzuwächse.

Der Einfluss des Dämmstofftyps auf die Traglaststeigerung konnte bisher allerdings aufgrund unterschiedlicher Versagensarten noch nicht eindeutig identifiziert werden. Die im Vergleich zu expandiertem

**Die Welt ist in Bewegung.  
Wir geben ihr Halt.**

**PHILIPPGRUPPE**

**SOLUTIONS**

Wir sind auf den 60. BetonTagen.  
**23. - 25.02.2016**  
[www.betontage.de/ausstellung](http://www.betontage.de/ausstellung)  
Stand 130

 **Besuchen Sie uns!**   
Haile A2, Stand 206 [www.bauma.de](http://www.bauma.de)





**Prof. Dr.-Ing. Jürgen Schnell;** Technische Universität Kaiserslautern

[jschnell@rhrk.uni-kl.de](mailto:jschnell@rhrk.uni-kl.de)

Geboren 1953; 1972 bis 1979 Studium des Bauingenieurwesens, Technische Hochschule Darmstadt; 1979 Abschluss als Diplom-Ingenieur; 1979 bis 2002 Technischer und Leitender Angestellter der Philipp Holzmann AG, Frankfurt am Main und Düsseldorf; 1986 Promotion am Institut für Massivbau der TH Darmstadt; seit 2002 Leiter des Fachgebiets Massivbau und Baukonstruktion an der TU Kaiserslautern; seit 2004 Prüfenieur für Baustatik, Fachrichtung Massivbau; seit 2008 geschäftsführender Gesellschafter der borapa Ingenieurgesellschaft mbH, Kaiserslautern; seit 2012 Vorsitzender des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton DAfStb und Fachkollegiat der Deutschen Forschungsgemeinschaft DFG

tablished, owing to the various modes of failure. The higher shear strength – compared to expanded polystyrene (EPS) – could not be fully exploited: the crucial reason for this in the experiments with extruded polystyrene (XPS) being that the bond between the insulation material and the concrete failed, and not the thermal insulation itself.

It was confirmed that the loadbearing capacity obviously increases with increasing thickness of the core layer. The lever arm between the stabilizing facing shell and the structural shell increases with increasing thickness of the core layer, resulting in a more pronounced stiffening effect of the facing shell.

In summary, it can be stated that slender sandwich and core-insulated double walls possess very high reserves in loadbearing capacity, with consideration alone of the inner shell as load-bearing. The thickness of the core layer could in many cases be increased with the same overall wall thickness, and the thickness of the loadbearing shell reduced. An engineering model to serve as basis for a design concept will shortly be available.

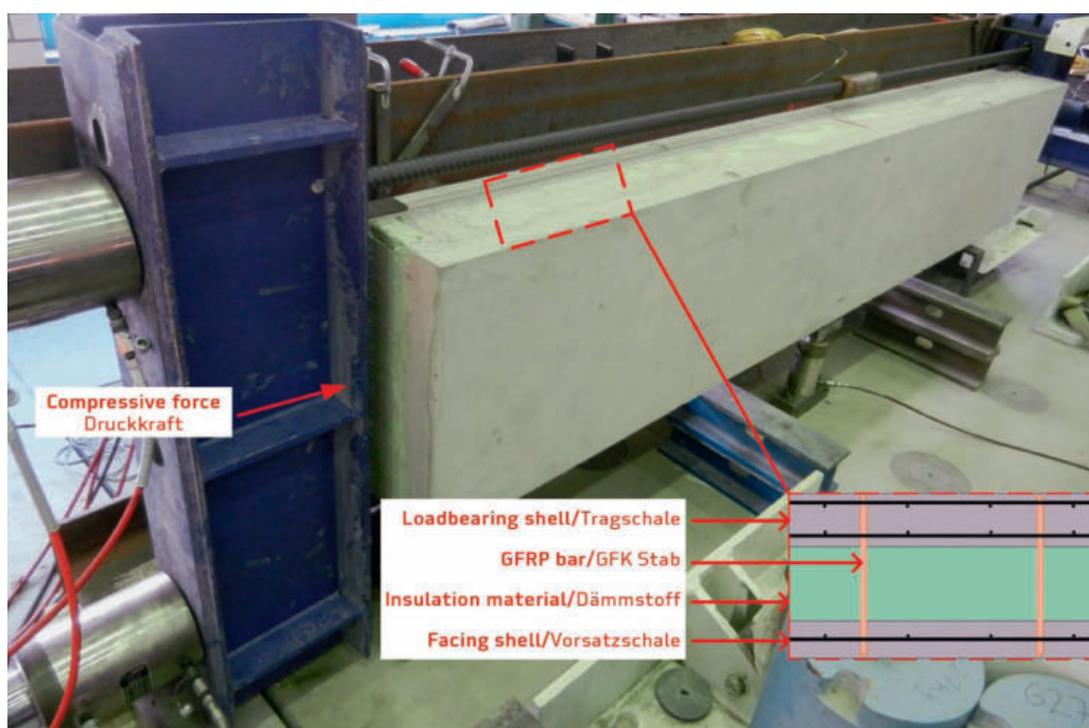
Work at TU Kaiserslautern is financially and motivationally supported by the research initiative Future Building of the German Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety, by the Central Innovation Program of Small- and Medium-sized Business (ZIM) of the German Federal Ministry for Economics and Energy, as well as by various companies from the construction industry: which we gratefully acknowledge here.

Polystyrol (EPS) höhere Scherfestigkeit des extrudierten Polystyrols (XPS) konnte nicht vollständig ausgenutzt werden. Maßgebend hierfür war, dass bei den Versuchen mit extrudiertem Polystyrol (XPS) der Verbund zwischen dem Dämmstoff und dem Beton versagte und nicht der Dämmstoff selbst.

Bestätigt hat sich, dass die Traglast mit größeren Kernschichtdicken offensichtlich steigt. Der Hebelarm zwischen der stabilisierenden Vorsatzschale und der Tragschale wird mit zunehmender Kernschichtdicke größer, wodurch die versteifende Wirkung der Vorsatzschale eine stärkere Ausprägung erfährt.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass schlanke Sandwich- und kerngedämmte Doppelwände sehr hohe Tragreserven besitzen, wenn allein die Innenschale als tragend betrachtet wird. Bei unveränderter Gesamtwandstärke könnte in vielen Fällen die Kernschichtdicke erhöht und die Tragschalendicke reduziert werden. Ein Ingenieurmodell als Basis für ein Bemessungskonzept wird in Kürze vorgelegt werden.

Die Arbeiten an der TU Kaiserslautern werden dankenswerterweise von der Forschungsinitiative Zukunft Bau des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit sowie durch das Zentrale Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM) des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie sowie verschiedene Unternehmen der Bauwirtschaft finanziell und ideell unterstützt.



→ Experimental set-up  
Versuchsstand



**Dipl.-Ing. (TH) Thomas Friedrich;** Innogration, Bernkastel-Kues

[Th.Friedrich@innogration.de](mailto:Th.Friedrich@innogration.de)

Studium als Bauingenieur an der RWTH Aachen und an der ETH Zürich; Geschäftsführer und Gesellschafter der Firmen Domostatik GmbH und Innogration GmbH; Tätigkeit im konstruktiven Ingenieurbau und in der Entwicklung von innovativen Fertigteilprodukten; Lehrbeauftragter für Sonderkapitel des Massivbaus an der TU Kaiserslautern



## Concrete floors for multifunctional use Flexible sandwich cross sections

### Decken mit multifunktionaler Nutzung Flexible Sandwichquerschnitte

Precast concrete elements need to be much more flexible today than in the past in order to meet the multi-faceted requirements of building users. New component designs are required in terms of dimensions as well as cross section. Even better use should be made of the full potential offered by precast concrete construction. In addition, there is an increasing demand for the components to be equipped with additional properties, thus turning them into multifunctional construction elements.

Where the double wall, in its time, was an important novel element, there was no such impulse in the area of floor construction. Sustainability, energy efficiency and comfort require new developments for those supporting concrete elements that need to perform complementary tasks.

#### **New composition for sandwich cross sections**

These requirements can be met by means of a novel floor slab based on a sandwich cross section. The cross section comprises two supporting skins plus an intermediate hollow core including separate, discrete ribs. Each of these three layers can now be used individually for the arrangement of different tasks, thus creating an order for the different line arrangements and their respective functions.

The composition or layout of the sandwich cross section and its subsequent assembly on site are decisive factors for its flexible use. Part of these functions can be factory-installed at the precast plant. This requires the line connectors to be arranged in the specified level as early as during production at the precast plant. Other components can only be integrated during or after assembly of the slab elements. It seems obvious, therefore, to transport the individual layers to the construction site separately and assemble them once all additional functional elements have been installed. This also dispenses with the need for large assembly cranes as the individual slab elements are less heavy than the entire unit.

#### **Flexibility ensured by mounting the upper skin in a subsequent step**

The lower skin and the ribs including their regular standard openings are produced at the plant and then delivered to the site as a

Um den vielfältigen Bedürfnissen der Nutzer von Gebäuden gerecht zu werden, müssen Betonfertigteile heutzutage deutlich mehr Flexibilität aufweisen. Neue Formen der Bauteile sowohl in den Abmessungen als auch für die Querschnitte sind gefragt. Die vollständigen Möglichkeiten einer Montagebauweise sollten noch mehr ausgenutzt werden. Zudem wird immer häufiger gefordert, die Bauteile mit mehr Eigenschaften auszustatten und damit zu multifunktionalen Bauelementen zu gelangen.

Stellte die Doppelwand seinerzeit ein wichtiges neuartiges Element dar, so fehlt dieser Impuls bei den Deckenkonstruktionen. Nachhaltigkeit, Energieeffizienz und Behaglichkeit fordern neue Entwicklungen bei den tragenden Betonelementen, die ergänzende Aufgaben mit übernehmen müssen.

#### **Neue Zusammensetzung für den Sandwichquerschnitt**

Die Erfüllung dieser Anforderungen lässt sich mit einem neuartigen Deckenelement auf der Basis eines Sandwichquerschnitts bewerkstelligen. Der Querschnitt besteht aus zwei tragenden Schalen und einem dazwischen liegenden Hohlraum inklusive einzelner diskreter Rippen. Jede dieser drei Schichten kann nun individuell für die Anordnung von unterschiedlichen Aufgaben genutzt werden, wodurch Ordnung für die verschiedenen Leitungsanordnungen und deren Funktionen entsteht.

Entscheidend für die flexible Nutzung des Sandwichquerschnitts ist dessen Zusammensetzung beziehungsweise der Aufbau sowie die zeitlich versetzte Montage vor Ort auf der Baustelle. Ein Teil dieser Funktionen kann bereits im Fertigteilwerk mit eingebaut werden. Dazu ist es erforderlich, die Anschlüsse der Leitungen schon im Fertigteilwerk in der jeweiligen Ebene anzuordnen. Andere Elemente wiederum lassen sich erst mit, beziehungsweise nach der Montage der Plattenelemente einbringen. Es liegt somit nahe, die einzelnen Schichten getrennt auf die Baustelle zu bringen und diese erst nach dem Einbau aller zusätzlichen Funktionselemente miteinander zu verbinden. Das spart auch den Einsatz großer Kräne für die Montage, da die einzelnen Plattenelemente leichter sind als die Gesamtheit.

#### **Flexibilität durch die nachträgliche Montage der oberen Schale**

Die untere Schale und die Rippen inklusive deren regelmäßige Standardöffnungen werden werksseitig als eine Einheit hergestellt und

single entity. Following their assembly, all lines can then be installed in what will later be the hollow core. Only then will the upper slabs be placed and, if required, their factory-integrated lines connected and fixed in place inside the hollow core. For the entire sandwich cross section to be activated statically, the upper slab is connected to the bottom slab or its ribs, respectively, in a shear-resistant manner by means of special connecting elements.

The connecting studs in the upper slab provided for this purpose adhere to a regular grid that aligns itself to the ribs of the bottom slabs. This in turn results in the upper slab not having to match the geometry of the bottom slab. The upper slab can thus be arranged across several bottom slabs and their joints in order to cover, from a static viewpoint, specific stress-related areas (tension only, or compression only).

The connecting reinforcement and accompanying composite studs are designed so as to absorb the different tensile, shear and compressive forces.

The rib reinforcement and connection of the ribs to the slab fitted in position on site in a subsequent step play the decisive role. The rib's stirrup reinforcement needs to ensure the shear capacity both during assembly and in the final state, absorb any disturbances caused by the openings and guarantee the bond between the two plates. Despite the reinforcement having been arranged in accordance with the requirements specified in the current rules and regulations, additional tests were performed at TU Kaiserslautern to verify the different stress conditions. The reinforcement layout selected adequately meets the requirements for the connection across the joint. In addition, sufficient shear capacity of the rib is also achieved in the area of the openings.

### Real-life applications

The experience gained in implementing this floor system impressively testifies to the advantages a multifunctional concrete floor system has to offer with regard to the current requirements. In addition to the static requirements, those placed on complex building utilities are also fully met.



→ Tests performed on the assembled slabs with sandwich cross section  
Versuche an den zusammengesetzten Platten mit Sandwichquerschnitt



Figure: Imagination

→ Assembly of the two matching precast floor slabs  
Montage der beiden zusammengehörigen Deckenplatten

angeliefert. Nach deren Montage lassen sich alle Leitungen in dem späteren Hohlraum einbauen. Erst dann werden die oberen Platten aufgelegt, allenfalls noch deren werkseitig integrierte Leitungen angeschlossen und in dem Hohlraum fixiert. Um den gesamten Sandwichquerschnitt statisch aktivieren zu können, wird die obere Platte über spezielle Verbindungselemente mit der unteren Platte bzw. deren Rippen schubfest verbunden.

Die zu diesem Zweck vorgesehenen Verbindungsnocken in der oberen Platte folgen einem regelmäßigen Raster, welches sich an den Rippen der unteren Platten ausrichtet. Das wiederum hat zur Folge, dass die obere Platte nicht mit der Geometrie der unteren Platte übereinstimmen muss. So kann die obere Platte über mehrere untere Platten und deren Fugen hinweg angeordnet werden, um aus statischer Sicht einzelne in der Beanspruchung zusammenhängende Bereiche (nur Zug bzw. nur Druck) abzudecken.

Die Verbindungsbewehrung und die zugehörigen Verbundnocken sind so ausgebildet, dass die unterschiedlichen Kräfte wie Zug, Schub und Druck übernommen werden.

Der Bewehrung der Rippen und deren Anschluss an die nachträglich aufgesetzte Platte kommt die entscheidende Bedeutung zu. Die Bügelbewehrung der Rippe muss die Schubtragfähigkeit im Montage- und Endzustand sicherstellen, die Störungen durch die Öffnungen aufnehmen und die Verbindung der beiden Platten gewährleisten. Obwohl die Bewehrung gemäß den Vorgaben des aktuellen Regelwerks angeordnet ist, wurden zur Absicherung der verschiedenen Beanspruchungszustände ergänzend Versuche an der TU Kaiserslautern durchgeführt. Mit der gewählten Bewehrungsführung wird die Verbindung über die Fuge hinweg hinreichend erfüllt. Zudem wird eine ausreichende Schubtragfähigkeit der Rippe auch im Bereich der Durchbrüche erzielt.

### Anwendungen in der Praxis

Die bisherigen Erfahrungen mit der Umsetzung dieses Deckensystems zeigen sehr eindrucksvoll die Vorzüge, die ein multifunktionales Betondeckensystem im Hinblick auf die derzeitigen Forderungen bietet. Neben den statischen werden auch die Anforderungen an eine komplexe Haustechnik integral erfüllt.

Figure: Imagination

**Dipl.-Ing. (FH) Stephan Eilers, M. Sc.;** Hochschule Bochum

[stephan.eilers@hs-bochum.de](mailto:stephan.eilers@hs-bochum.de)

Geboren 1979; 2002 bis 2006 Studium des Bauingenieurwesens an der Hochschule Bochum; 2006 Abschluss als Diplom-Ingenieur (FH); 2006 bis 2008 Studium des Bauingenieurwesens an der Hochschule Bochum; 2008 Abschluss als Master of Science; 2008 bis 2012 Projektleiter Tragwerksplanung und Abteilungsleiter Bauphysik bei der Ingenieurgesellschaft R&P Ruffert, Düsseldorf; 2010 bis 2013 wissenschaftlicher Mitarbeiter am FG Massivbau der HS Bochum; 2013 bis 2014 wissenschaftlicher Mitarbeiter am FG Massivbau und Baukonstruktion der TU Kaiserslautern; 2014 bis 2015 wissenschaftlicher Mitarbeiter am FG Massivbau der HS Bochum



## Reinforced concrete floors with integrated cavities Shear force resistance under longitudinal tension

### Stahlbetondecken mit integrierten Hohlräumen Querkrafttragfähigkeit unter Längszug

In building construction, reinforced concrete floors are frequently used as installation space for building services. Horizontal line distribution is one of the major causes for cross-sectional weakening, thus leading to a significant reduction in the shear force resistance of reinforced concrete floors without shear reinforcement. In recent years, an in-depth study has been conducted at TU Kaiserslautern on the shear force resistance of reinforced concrete floors with integrated line installations. The design concepts developed are available to the building industry as part of the national explanatory notes on DIN EN 1992 in DAFStb Heft 600 (DAFStb = Deutscher Ausschuss für Stahlbeton = German Committee for Structural Concrete). The influence of longitudinal tensile stresses on the shear force resistance of reinforced concrete floors with integrated cavities, however, has remained largely unexplored. A collaborative project of TU Kaiserslautern and HS Bochum is therefore researching the shear behavior of these components by means of experimental and numerical investigations.

The experimental testing scheme comprises ten test series with a total of 60 large-scale tests. Sections of reinforced concrete slabs without shear reinforcement measuring  $l/w/h = 270/40/30$  cm are used as test specimens and loaded to failure in three-point bending tests applying a shear span-depth ratio of  $a/d = 4.0$ . Each test series comprises three test specimens with integrated cavities and three solid test speci-

Im Hochbau werden Stahlbetondecken häufig als Installationsraum für die Gebäudetechnik verwendet. Insbesondere die horizontale Verteilung von Leitungen führt zu einer Schwächung des Querschnittes und damit zu einer nennenswerten Minderung der Querkrafttragfähigkeit von nicht querkraftbewehrten Stahlbetondecken. An der TU Kaiserslautern wurde in den vergangenen Jahren die Querkrafttragfähigkeit von Stahlbetondecken mit integrierten Leitungen eingehend erforscht. Die entwickelten Bemessungskonzepte stehen der Baupraxis als Teil der nationalen Erläuterungen zu DIN EN 1992 in DAFStb Heft 600 zur Verfügung. Der Einfluss von Längszugspannungen auf die Querkrafttragfähigkeit von Stahlbetondecken mit integrierten Hohlräumen ist jedoch weitgehend unerforscht. Aus diesem Grund wird in einem Kooperationsprojekt zwischen der TU Kaiserslautern und der HS Bochum mithilfe von experimentellen und numerischen Versuchen das Querkrafttragverhalten dieser Bauteile erforscht.

Das experimentelle Versuchsprogramm besteht aus zehn Versuchsserien mit insgesamt 60 Großversuchen. Als Probekörper werden Stahlbetonplattenstreifen ohne Querkraftbewehrung mit den Abmessungen  $l/b/h = 270/40/30$  cm eingesetzt, die in 3-Punkt-Biegeversuchen mit einer Schubschlankheit von  $a/d = 4,0$  bis zum Bruch belastet werden. Jede Versuchsserie besteht aus drei Probekörpern mit integrierten Hohlräumen und drei massiven Probekör-



→ 1 Example of the regular longitudinal tensile forces in the test bench for a test series

Exemplarische Darstellung der planmäßigen Längszugkräfte im Prüfstand für eine Versuchsserie



**Prof. Dr.-Ing. Andrej Albert;** Hochschule Bochum

[andrej.albert@hs-bochum.de](mailto:andrej.albert@hs-bochum.de)

Geboren 1969; 1989 bis 1994 Studium des Bauingenieurwesens an der Universität Kaiserslautern; 1994 bis 1996 technischer Angestellter in der technischen Abteilung der Zentrale der Philipp Holzmann AG, Frankfurt am Main; 1996 bis 2001 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Massivbau der TU Darmstadt; 2002 Promotion am Institut für Massivbau der TU Darmstadt; 2001 bis 2004 Projektleiter im Ingenieurbüro Krebs und Kiefer, Darmstadt; 2004 bis 2006 Niederlassungsleiter im Ingenieurbüro Krebs und Kiefer, Bochum; seit 2004 Leiter des Fachgebiets Massivbau an der HS Bochum; seit 2007 geschäftsführender Gesellschafter der Ingenieurgesellschaft R&P Ruffert, Düsseldorf; seit 2009 geschäftsführender Gesellschafter des IfBF - Institut für Beton- und Fertigteiltbau, einem An-Institut der Hochschule Bochum

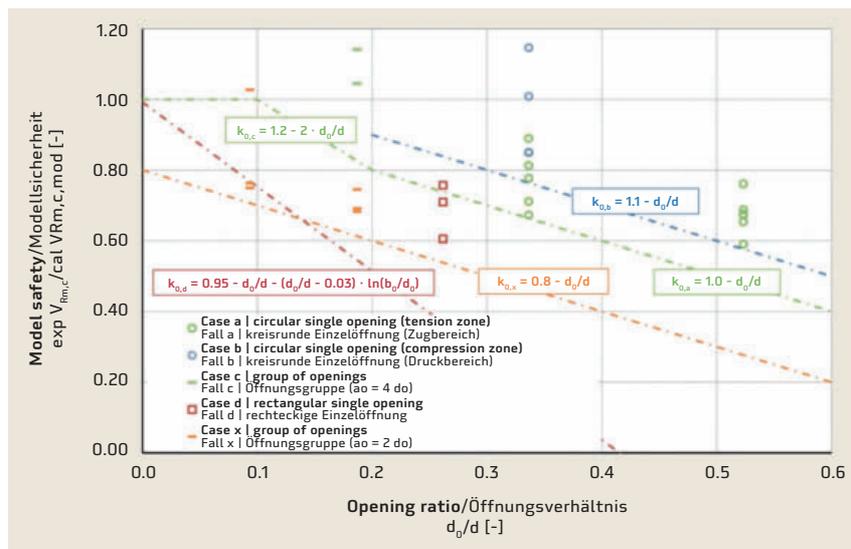
mens without integrated cavities for reference testing. In the test bench, the longitudinal tensile force is applied evenly over all of the longitudinal reinforcing bars at the ends of the test specimens and thus introduced into the test specimens centrally by means of hydraulic presses. In each test series, the shear force resistance of components with and without integrated cavities is determined for longitudinal tensile forces of  $N = 0$  kN/m,  $N = 200$  kN/m and  $N = 400$  kN/m (Fig. 1).

**The testing sequence basically comprises three major steps:**

- » incremental increase of the tensile force until achieving a full separation crack pattern (quasi-indirect action)
- » unloading to the regular normal force level (quasi-direct action)
- » incremental increase of the shear load to component failure

The test results showed the expected unfavorable and standard-compliant influence of tensile stresses on the shear force resistance of reinforced concrete floors without integrated cavities. In addition, the normal-force states tested show a good mechanical conformity of the linear ultimate load reduction as a result of longitudinal tensile stresses with  $DV_{Rd,c} = 0.12 \cdot \sigma_{cp}$  according to DIN EN 1992-1-1, eq. 6.2a. The experimental results can be verified, with a high degree of congruence, by means of physically non-linear calculations on a finite element model. In comparison, experiments and numerical simulations conducted on sections of reinforced concrete slabs with integrated cavities find that the unfavorable influence of longitudinal tensile stresses on the shear force resistance disappears with increasing cross-sectional weakening. For some cavity constellations, longitudinal tensile stresses may even have a favorable influence on the shear force resistance. From the viewpoint of fracture mechanics, this structural behavior can be explained by a - in some cases clearly identifiable - change of the structural system from girder to truss structure (Fig. 2).

Based on the test results obtained, it can be proposed to adapt the existing design concept according to DIN EN 1992-1-1, 6.2



→ 2 Correlation of model safety  $\exp V_{Rm,c} / \text{cal } V_{Rm,c,mod}$  and opening ratio  $d_o / d$  for reinforced concrete floors with integrated cavities under longitudinal tension

Zusammenhang zwischen Modellsicherheit  $\exp V_{Rm,c} / \text{cal } V_{Rm,c,mod}$  und Öffnungsverhältnis  $d_o / d$  für Stahlbetondecken mit integrierten Hohlräumen unter Längszug

pern ohne integrierte Hohlräume als Referenzversuche. Die Längszugkraft wird im Prüfstand mit hydraulischen Pressen gleichmäßig über alle Längsbewehrungsstäbe an den Probekörperenden zentrisch in die Probekörper eingeleitet. In jeder Serie wird die Querkrafttragfähigkeit von Bauteilen mit und ohne integrierte Hohlräume für Längszugkräfte von  $N = 0$  kN/m,  $N = 200$  kN/m und  $N = 400$  kN/m bestimmt (Abb. 1).

**Der Versuchsablauf gliedert sich in drei wesentliche Schritte:**

- » inkrementelle Steigerung der Zugkraft bis zum Erreichen eines abgeschlossenen Trennrissbildes (quasi-indirekte Einwirkung)
- » Entlastung auf das planmäßige Normkraftniveau (quasi-direkte Einwirkung)
- » inkrementelle Steigerung der Querbewehrung bis zum Bauteilver sagen

Die Versuchsergebnisse zeigen den erwartungsgemäß ungünstigen und normkonformen Einfluss von Zugspannungen auf die Querkrafttragfähigkeit von Stahlbetondecken ohne integrierte Hohlräume. Für die untersuchten Normkraftzustände zeigt sich zudem eine gute mechanische Übereinstimmung der linearen Traglastminderung infolge Längszugspannungen mit  $DV_{Rd,c} = 0.12 \cdot \sigma_{cp}$  nach DIN EN 1992-1-1, Gl. 6.2a. Die experimentellen Ergebnisse können mit physikalisch nichtlinearen Berechnungen an einem Finite-Elemente-Modell mit guter Übereinstimmung nachvollzogen werden. Im Vergleich dazu kann bei Stahlbetonplattenstreifen mit integrierten Hohlräumen experimentell und in den numerischen Simulationen festgestellt werden, dass sich der ungünstige Einfluss von Längszugsspannungen auf die Querkrafttragfähigkeit mit zunehmender Querschnittsschwächung verliert. Für einige Hohlraumkonstellationen kann sogar ein günstiger Einfluss von Längszugspannungen auf die Querkrafttragfähigkeit festgestellt werden. Bruchmechanisch kann dieses Tragverhalten mit einer zum Teil deutlich erkennbaren Änderung des Tragsystems vom Balkentragwerk zum Sprengwerk erklärt werden (Abb. 2).

**Prof. Dr.-Ing. Jürgen Schnell;** Technische Universität Kaiserslautern

[jschnell@rhrk.uni-kl.de](mailto:jschnell@rhrk.uni-kl.de)

Geboren 1953; Studium des Bauingenieurwesens an der Technischen Hochschule Darmstadt; 1979 bis 2002 Technischer und Leitender Angestellter der Philipp Holzmann AG, Frankfurt am Main und Düsseldorf; 1986 Promotion an der TH Darmstadt; seit 2002 Leiter der Arbeitsgruppe Massivbau an der Technischen Universität Kaiserslautern; seit 2004 Prüfenieur für Baustatik; seit 2012 Vorsitzender des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton DAfStb und Fachkollegiat der Deutschen Forschungsgemeinschaft



together with the national explanatory notes according to DAfStb Heft 600. The existing safety level is not reduced if the linear ultimate load reduction  $DV_{Rd,c} = 0,12 \cdot \sigma_{cp}$  resulting from longitudinal tensile stresses is reduced, proportional to the ultimate load reduction resulting from cross-sectional weakening, by the reduction factor  $k_o$ .

$$V_{Rd,c,mod} = k_o \cdot (C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{(1/3)} + 0,12 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

The research project is supported by the Federal Institute for Research on Building, Urban Affairs and Spatial Development (Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung = BBSR) with funds from the Future Building Research Initiative (Forschungsinitiative Zukunft Bau).

Auf Basis der ermittelten Versuchsdaten kann eine Anpassung des bestehenden Bemessungskonzeptes nach DIN EN 1992-1-1, 6.2 in Verbindung mit den nationalen Erläuterungen nach DAfStb Heft 600 vorgeschlagen werden. Das bestehende Sicherheitsniveau wird nicht reduziert, wenn die lineare Traglastminderung  $DV_{Rd,c} = 0,12 \cdot \sigma_{cp}$  infolge Längszugspannungen proportional zur Traglastminderung infolge der Querschnittsschwächung mit dem Abminderungsfaktor  $k_o$  reduziert wird.

$$V_{Rd,c,mod} = k_o \cdot (C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{(1/3)} + 0,12 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

Das Forschungsprojekt wird durch das Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) mit Mitteln der Forschungsinitiative Zukunft Bau gefördert.

## Turnkey concrete production lines

Product refinement stations- washing , aging, splitting

Block making machines

Concrete mixing plants

Planetary mixers

Moulds



# TECHMATIK®

Exemplary plants:

Germany



Russia



Hong Kong



Libya



Poland



[www.techmatik.com](http://www.techmatik.com)



**Dr.-Ing. Jürgen Krell;** krell-consult, Hilden

[info@krell-consult.de](mailto:info@krell-consult.de)

Nach jeweils elf Jahren in der Zementindustrie (VDZ, Düsseldorf) und der Betonindustrie (Readymix AG, heute Cemex Deutschland AG, zuletzt als Generalbevollmächtigter) seit mehr als 14 Jahren Inhaber eines Ingenieurbüros, gleichzeitig in nationalen und internationalen Beton-Gremien tätig; öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Betontechnologie und Mörtel, bestellt von der Ingenieurkammer NRW; Einbringen der 37-jährigen Praxis-Erfahrung in Projektbegleitung, Schadensverhütung, Sanierung, Erstellung von Gutachten, Mediation sowie praxisnahe Beratung und Schulung; Schwerpunkt: Schnittstelle zwischen Recht und Technik

## Waterproof concrete basements reliably built with wall elements

Information requirements, connections, waterproofing etc.

## Weißer Wannen sicher mit Elementwänden erstellen

Informationspflichten, Anschlüsse, Abdichtungen etc.

Waterproof concrete basements are considered to be reliable and solid, among others, due to the advantage that grouting is possible from inside in case of a subsequent leakage – this, however, has to be implemented in the design already.

Service class A (no moisture penetration) is the normal case for a usual basement. The DBV Code of Practice on „High Quality Use of Basements“ published in 2009 differentiates between A\* (simple), A\*\* (normal) and A\*\*\* (demanding). The first consultancy task of the planner in this regard is to explain the differences of the versions regarding the use (and the costs) to the client in an easy, understandable and provable way. Unless otherwise agreed, the commonly used version, i.e. normal = A\*\*, should be assumed.

The architect has to plan the ground slab with low constraint, specifying a base course, which reliably ensures the coefficient of friction  $\mu$  given in the design. Reentrant angles, moreover, are to be avoided, as they lead to separating cracks. The same applies to construction joints in the ground slab due to daily works as planned. If they are unavoidable an appropriate system for sealing construction joints has to be considered in planning.

Only a) crack-free or c) planned cracks with planned grouting are possible design principles. The design principle b) requires self-healing and is therefore not permissible for the (usual) service class A. If the design principle c) is chosen, the client should be informed on the fact that planned cracks will occur which have to be grouted as planned, so as to certainly exclude a notice of defects concerning the formation of cracks.

The planner, moreover, is always obliged to provide a waterproofing concept according to paragraph 12.3 of the Code of Practice for Waterproof Concrete Structures for „unexpected“ cracks (occurring later). The cracks caused by later force are typical here; they are often only occurring in the phase of use. Ease of access is therefore needed. The architect should agree upon such waterproofing concept with the client. Furthermore, it is reasonable to refer to unavoidable construction moisture and diffusion, where appropriate.

Weißer Wannen gelten als sicher und robust, weil sie unter anderem den Vorteil aufweisen, dass sie im Falle einer späteren Undichtigkeit von innen verpresst werden können, dies muss dann planerisch auch so umgesetzt werden.

Für einen üblichen Keller ist die Nutzungsklasse A (kein Feuchte-durchtritt) der Regelfall. Im DBV-Merkblatt „Hochwertige Nutzung von Untergeschossen“ aus 2009 wird unterschieden in A\* (einfach), A\*\* (normal) und A\*\*\* (anspruchsvoll). Hier besteht die erste Beratungsaufgabe des Planers dem Bauherrn die Unterschiede der Varianten für die Nutzung (und die Kosten) einfach, verstehbar und beweisbar zu erläutern. Ist nichts weiter vereinbart, dürfte man von dem „Üblichen“, also normal = A\*\* ausgehen.

Die Bodenplatte ist zwingungsarm zu planen und ein Unterbau vorzugeben, der den in der Bemessung angenommenen Reibungsbeiwert  $\mu$  auch sicher erreicht. Zudem sollen einspringende Ecken vermieden werden, weil diese zu Trenn-Kerbrissen führen. Gleiches gilt für planmäßige Tagesfeldfugen in der Bodenplatte, sind diese unvermeidbar, so sind entsprechende Arbeitsfugenabdichtungen zu planen.

Als Entwurfsgrundsatz kommen nur a) trennrissfrei oder c) planmäßige Risse mit planmäßigem Verpressen in Frage. Der Entwurfsgrundsatz b) bedarf der Selbstheilung und ist daher für die (übliche) Nutzungsklasse A unzulässig. Wählt man den Entwurfsgrundsatz c) sollte der Bauherr informiert sein, dass planmäßig Risse auftreten, die planmäßig zu verpressen sind, um eine Mangelrüge wegen der auftretenden Risse sicher auszuschließen.

Ferner schuldet der Planer immer ein Abdichtungskonzept nach Abs. 12.3 der WU-Richtlinie für „unvorhergesehene“ (später auftretende) Risse. Typisch sind die Risse aus spätem Zwang, die oft erst in der Nutzungsphase auftreten. Hierfür muss die Zugänglichkeit gegeben sein. Daher sollte dieses Abdichtungskonzept mit dem Bauherren vereinbart werden. Auch sind Hinweise zu unvermeidbarer Baufeuchte und gegebenenfalls Diffusion sinnvoll.

Die Anschlüsse zur Bodenplatte sollten – wo immer möglich – nur mit einer Reihe Anschlusseisen geplant werden, um sicherzu-

The connections to the ground slab, wherever possible, should be planned with only one line of projecting reinforcement to make sure that the reinforcement securely fits into the gap of the double wall with adequate space (without any need of bending on site) (Fig. 1). The space between joint sealing strip/water stop and reinforcement as well as the inner leaf of the double wall shall be at least 2 cm so as to allow for complete embedding in concrete.

The connection of vertical controlled crack joint elements to the horizontal joint elements has to be provided in the design and as a sketch. If the design provides crack inducer tubes, it should also provide for security against displacement due to concrete pressure caused by unavoidable one-sided concrete cover.

The design monitoring should particularly focus on the following aspects:

- » No separating cracks occurring in the external leaf (wrapping is otherwise required)
- » Checking precast elements on adequate inside roughness (for monolithic building structures)
- » Splicing for 3-cm gap width
- » Checking vertical and horizontal joint connections
- » Lightly prewetting of inner surfaces (must not be highly absorbent)
- » Concrete mixture for the connection with a maximum grain size of 8 mm and  $w/c \leq 0.55$  snugly running into the 3-cm gap beneath the precast element
- » Slowly pouring of the backfill concrete with maximum grain size of 16 mm and  $w/c \leq 0.55$
- » Revibration of the upper part and application of concrete curing compound.

stellen, dass die Bewehrung auch in den Spalt der Doppelwände sicher mit ausreichendem Abstand (ohne bauseitig krumm geklopft zu werden) hineinpasst (Abb. 1). Dabei soll der Abstand von Fugenband/Blech zur Bewehrung und zur Innenschale der Doppelwände für die vollständige Umhüllung mit Beton stets mindestens 2 cm betragen.

Der Anschluss der vertikalen Sollrissfugenelemente an die horizontalen Fugenelemente ist zu planen und als Skizze beizustellen. Werden Schwindrohre geplant, so ist die Sicherung gegen Verschieben durch Betondruck bei unvermeidbarer einseitiger Betonbeaufschlagung zu planen.

Bei der Ausführungskontrolle ist insbesondere auf folgende Punkte zu achten:

- » Keine Trennrisse in der Außenschale (sonst Bandage erforderlich)
- » Fertigteile auf ausreichende Innenrauigkeit kontrollieren (für monolithischen Baukörper)
- » Aufständern für 3 cm Spaltbereiche
- » Vertikale und horizontale Fugenanschlüsse kontrollieren
- » Innenseiten leicht vornässen (dürfen nicht stark saugen)
- » Anschlussmischung mit 8 mm Größtkorn und  $w/z \leq 0,55$  muss satt in den 3 cm Spalt unter den Fertigteilen laufen
- » Füllbeton mit max. 16 mm Größtkorn und  $w/z \leq 0,55$  langsam einfüllen
- » Oben nachverdichten und Verdunstungsschutz aufbringen.



→ The space between joint sealing strip and reinforcement as well as the inner leaf of the double wall shall be at least 2 cm  
Der Abstand zwischen Fugenband und Bewehrung und Innenschalung von Doppelwänden soll stets mindestens 2 cm betragen



**MODERATION**

**Dipl.-Ing. Dieter Heller;** Bundesverband Leichtbeton e.V., Neuwied  
[heller@leichtbeton.de](mailto:heller@leichtbeton.de)

Geboren 1960; Studium des Konstruktiven Ingenieurbaus; Geschäftsführer folgender Organisationen: Bundesverband Leichtbeton e.V., Kompetenzzentrum Leichtbeton GmbH, Güteschutz und Landesverband Beton- und Bimsindustrie Rheinland-Pfalz e.V., Fachvereinigung Bims e.V., Kulturelles Erbe der Bimsindustrie e.V.

Day 2: Wednesday, 24<sup>th</sup> February 2016

Tag 2: Mittwoch, 24. Februar 2016

## Lightweight concrete

### Leichtbeton

Page Seite	Title Titel
---------------	----------------

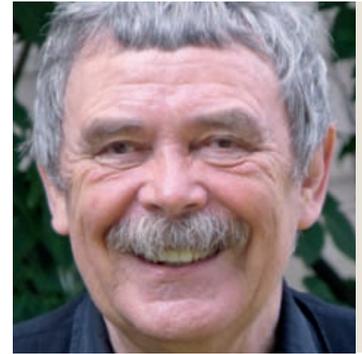
- |     |   |
|-----|---|
| 115 | <p><b>Revised version of DIN 4109: Sound insulation in buildings – overview and design possibilities for lightweight concrete</b><br/>                     Neufassung der DIN 4109: Schallschutz im Hochbau – Überblick und Gestaltungsmöglichkeiten für Leichtbeton<br/>                     Prof. Dipl.-Ing. Rainer Pohlenz</p> |
| 117 | <p><b>Simplified rules for masonry structures in German earthquake regions – results of recent research</b><br/>                     Vereinfachte Nachweise von Mauerwerksbauten in deutschen Erdbebengebieten – aktuelle Forschungsergebnisse<br/>                     Dr.-Ing. Jochen Schwarz</p>                               |
| 119 | <p><b>Sustainability benefits of lightweight concrete – current findings from research and building practice</b><br/>                     Nachhaltigkeitsvorteile von Leichtbeton – aktuelle Ergebnisse aus Forschung und Praxis<br/>                     Prof. Dr.-Ing. Carl-Alexander Graubner</p>                              |
| 122 | <p><b>Sustainability benefits of lightweight concrete – heat storage capacity</b><br/>                     Nachhaltigkeitsvorteile von Leichtbeton – Wärmespeicherfähigkeit<br/>                     Prof. Dr.-Ing. Harald Garrecht, Prof. Günter Pfeifer</p>   |
| 127 | <p><b>Sustainability benefits of lightweight concrete – recycling</b><br/>                     Nachhaltigkeitsvorteile von Leichtbeton – Recycling<br/>                     Dr.- Ing. Barbara Leydolph</p>  |



**Prof. Dipl.-Ing. Rainer Pohlenz; ifas - Ingenieurbüro für akustische Signalanalyse; Aachen**

[rainer.pohlenz@ifas-aachen.de](mailto:rainer.pohlenz@ifas-aachen.de)

Geboren 1945; 1967 bis 1972 Architekturstudium an der RWTH Aachen; 1972 bis 1975 wissenschaftlicher Mitarbeiter von Prof. Dr.-Ing. Erich Schild; 1975 bis 1994 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl Baukonstruktion III, RWTH Aachen; 1978 bis 1981 Lehrbeauftragter für Bauphysik an der Fachhochschule Dortmund; 1994 bis 2011 Professor für Baukonstruktion und Bauphysik, Fachbereich Architektur, FH Bochum; seit 1972 Tätigkeit als beratender Ingenieur für Bauphysik; Tätigkeit als Gutachter; seit 1983 Partner einer Ingenieurgesellschaft, Beratungsschwerpunkte: Bauphysik, Bau- und Raumakustik, Immissionschutz; Mitinhaber einer VMPA-anerkannten Messstelle für Schall- und Schwingungsmessungen; seit 1994 öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Schallschutz im Hochbau



## Revised version of DIN 4109: Sound insulation in buildings – Overview and design possibilities for lightweight concrete

## Neufassung der DIN 4109: Schallschutz im Hochbau – Überblick und Gestaltungsmöglichkeiten für Leichtbeton

### Revised version of DIN 4109: Sound insulation in buildings

A draft of the new version of DIN 4109 has been available since 2013:

- » E DIN 4109-1 Sound insulation in buildings – Requirements made on sound insulation; 2013-06
- » E DIN 4109-2 Sound insulation in buildings – Mathematical verification; 2013-06
- » E DIN 4109-3 Sound insulation in buildings – Input data for mathematical verification
- » E DIN 4109-31 – Framework document and fundamentals; 2013-11
- » E DIN 4109-32 – Reinforced-concrete construction; 2013-11
- » E DIN 4109-33 – Timber, lightweight-concrete and dry construction, flanking elements; 2013-12
- » E DIN 4109-34 – Curtain constructions for reinforced-concrete elements; 2013-06
- » E DIN 4109-35 – Elements, windows, doors, curtain walls; 2013-06
- » E DIN 4109-36 – Building service systems; 201-06
- » E DIN 4109-4: Sound insulation in buildings – Guidance for testing acoustics in buildings; 2013-06

The requirements stipulated in DIN 4109-1 remained unchanged from those specified in DIN 4109:1989, except for the requirements placed on footstep insulation of floors ( $L'_{n,w} = 50$  dB) and on stairs between floors ( $L'_{n,w} = 53$  dB) as well as the requirements made on airborne sound and footstep insulation between single-family row and double houses ( $R'_{w} = 59/62$  dB and  $L'_{n,w} = 46/41$  dB). The requirement level is unbalanced: It partly corresponds to the minimum requirements placed on sound protection and partly to usual sound protection.

### Verification of sound insulation

DIN 4109-2 to DIN 4109-4 contain data for verifying sound insulation (in the following restricted to verification of airborne-sound insulation in multi-story reinforced-concrete residential buildings).

### Neufassung der DIN 4109 Schallschutz im Hochbau

Ein Entwurf zur Neufassung der DIN 4109 liegt seit 2013 vor:

- » E DIN 4109-1 Schallschutz im Hochbau – Anforderungen an die Schalldämmung; 2013-06
- » E DIN 4109-2 Schallschutz im Hochbau – Rechnerische Nachweise; 2013-06
- » E DIN 4109-3 Schallschutz im Hochbau – Eingangsdaten für den rechnerischen Nachweis
- » E DIN 4109-31 – Rahmendokument und Grundlagen; 2013-11
- » E DIN 4109-32 – Massivbau; 2013-11
- » E DIN 4109-33 – Holz-, Leicht- und Trockenbau, flankierende Bauteile; 2013-12
- » E DIN 4109-34 – Vorsatzkonstruktionen vor massiven Bauteilen; 2013-06
- » E DIN 4109-35 – Elemente, Fenster, Türen, Vorhangfassaden; 2013-06
- » E DIN 4109-36 – Gebäudetechnische Anlagen; 2013-06
- » E DIN 4109-4 Schallschutz im Hochbau – Handhabung bauakustischer Prüfungen; 2013-06

Die in DIN 4109-1 festgelegten Anforderungen sind gegenüber denen aus DIN 4109:1989 mit Ausnahme der Anforderungen an die Trittschalldämmung von Decken ( $L'_{n,w} = 50$  dB) und von Geschosstreppen ( $L'_{n,w} = 53$  dB) sowie der Anforderungen an die Luft- und Trittschalldämmung zwischen Einfamilienreihen- und -doppelhäusern ( $R'_{w} = 59/62$  dB und  $L'_{n,w} = 46/41$  dB) unverändert geblieben. Das Anforderungsniveau ist unausgewogen: Es entspricht teils dem im Wohnungsbau erforderlichen Mindestschallschutz, teils dem üblichen Schallschutz.

### Nachweis des Schallschutzes

DIN 4109-2 bis DIN 4109-4 enthalten Angaben zum Nachweis des Schallschutzes (im folgenden wird auszugsweise der Nachweis des Luftschallschutzes im Geschosswohnungs(massiv)bau behandelt).

### 13-Wege-Modell

Der Nachweis berücksichtigt die Schallübertragung über das Trennbauteil und die (in der Regel vier) flankierenden Bauteile:

$$R'_{w} = 10 \cdot \lg (10^{-0,1RDd,w} + S10^{-0,1RFF,w} + S10^{-0,1RFD,w} + S10^{-0,1RDF,w}) [dB]$$

### 13-way model

The verification takes into consideration sound transmission across separating elements (as a rule four) flanking elements:

$$R'_{w} = 10 \cdot \lg (10^{-0,1RDd,w} + S10^{-0,1RFf,w} + S10^{-0,1RFd,w} + S10^{-0,1RDf,w}) \quad [\text{dB}]$$

### Sound insulation of separating elements

Sound insulation factor  $R_{Dd,w}$  of a single-shell separating element is calculated based on sound insulation factor  $R_{S,w}$  according to DIN 4109-32. If the separating elements are not rigidly connected on all sides to the surrounding flanking elements, this is taken into consideration by correction factor  $K_E$  ( $n=2-3$ : 2-3 dB;  $n=4$ : 4-6 dB). Additions to the sound insulation factor  $\Delta R_w$  due to facing shells on the transmission and/or receiving side of the room of the separating element are taken into account in accordance with to DIN 4109-34. For facing shells attached to both sides, one half of the smaller  $\Delta R_w$  is applied:

$$R_{Dd,w} = R_{S,w} - K_E + \Delta R_{D,w} + \Delta R_{d,w} \quad [\text{dB}]$$

With  $R_{S,w}$  as per DIN 4109-32 (with  $m'_o = 1 \text{ kg/m}^2$ ):

$$R_{S,w} = 30,9 \cdot \lg (m'_{ges}/m'_o) - 22,2 \quad \text{for concrete, KS, MZ}$$

with  $65 \leq m'_{ges} < 720 \text{ kg/m}^2$

$$R_{S,w} = 30,9 \cdot \lg (m'_{ges}/m'_o) - 20,2 \quad \text{for lightweight concrete}$$

with  $140 \leq m'_{ges} < 480 \text{ kg/m}^2$

### Sound insulation of the flanking elements

The sound insulation factors of flanking paths  $i-j$  are determined from sound insulation factors  $R_{i,w}$  and  $R_{j,w}$  of the elements contributing to the transmission and, possibly, additions for sound insulation factors  $\Delta R_{i,w}$  around  $\Delta R_{j,w}$  (one half of the smaller  $\Delta R_w$ ) in the presence of facing shells inside the rooms as well as the element impact sound insulation factor  $K_{ij}$ , taking account of separating element area  $S_s$  and the coupling length  $l_1$  (= common edge length between separating and flanking elements):

$$R_{ij,w} = R_{i,w}/2 + \Delta R_{i,w} + R_{j,w}/2 + \Delta R_{j,w} + K_{ij} + 10 \cdot \lg [S_s/(l_1 \cdot l_o)] \quad \text{with } l_o = 1 \text{ m}$$

### Design possibilities for lightweight concrete

For partition walls in housing structures, lightweight concrete block RDK 2.0 or, better, 2.2, should be used. Rendered on both sides, this results in a wall of 24 cm thickness in  $R_w \geq 50 \text{ dB}$  ( $\geq 36,5 \text{ cm}$  thick rendered lightweight concrete structure RDK 0.5), for the partition walls between rooms in  $R_w \geq 40 \text{ dB}$  ( $\geq 11,5 \text{ cm}$  thick rendered lightweight concrete masonry RDK 0.8). In butt-joint technology this results in  $R'_w = 53-54 \text{ dB}$  [02]. In this way, the sound insulation typical for partition walls in apartments is achieved.

Instead of partition walls in housing structures abutting to the external walls, the external walls should be incorporated to the amount of two-thirds. This increases the flanking sound insulation compared to the butt jointing by up to 3 dB, depending on the construction material used for the external wall.

Non-loadbearing walls of lightweight concrete or pumice in partition walls between rooms should be separated from the surrounding reinforced-concrete elements by elastic decoupling strips. This increases the impact sound factor by more than 15 dB, thereby almost completely eliminating their flanking sound transmission.

Both measures together (incorporation of the partition walls in rooms in the external walls and elastic separation of the internal reinforced-concrete walls in rooms) can achieve an increase in sound insulation of  $R'_w = 56 \text{ dB}$ , also in suitably heavy partition walls without flexible facing shell.

### Schalldämmung des Trennbauteils

Das Schalldämm-Maß  $R_{Dd,w}$  eines einschaligen Trennbauteils errechnet sich aus dessen Schalldämm-Maß  $R_{S,w}$  gemäß DIN 4109-32. Ist das Trennbau teil nicht allseits starr an die umgebenden Flankenbauteile angeschlossen, wird dies durch die Korrektur  $K_E$  berücksichtigt ( $n=2-3$ : 2-3 dB;  $n=4$ : 4-6 dB). Zuschläge zum Schalldämm-Maß  $\Delta R_w$  aufgrund von Vorsatzschalen auf der Sende- und/oder der Empfangsraumseite des Trennbau teils werden gemäß DIN 4109-34 berücksichtigt. Bei beidseitig angebrachten Vorsatzschalen wird das kleinere  $\Delta R_w$  zur Hälfte angerechnet:

$$R_{Dd,w} = R_{S,w} - K_E + \Delta R_{D,w} + \Delta R_{d,w} \quad [\text{dB}]$$

mit  $R_{S,w}$  nach DIN 4109-32 (mit  $m'_o = 1 \text{ kg/m}^2$ ):

$$R_{S,w} = 30,9 \cdot \lg (m'_{ges}/m'_o) - 22,2 \quad \text{für Beton, KS, MZ}$$

mit  $65 \leq m'_{ges} < 720 \text{ kg/m}^2$

$$R_{S,w} = 30,9 \cdot \lg (m'_{ges}/m'_o) - 20,2 \quad \text{für Leichtbeton}$$

mit  $140 \leq m'_{ges} < 480 \text{ kg/m}^2$

### Schalldämmung der flankierenden Bauteile

Die Schalldämm-Maße auf den Flankenwegen  $i-j$  bestimmen sich aus den Schalldämm-Maßen  $R_{i,w}$  und  $R_{j,w}$  der an der Übertragung beteiligten Bauteile und gegebenenfalls Zuschlägen zu den Schalldämm-Maßen  $\Delta R_{i,w}$  und  $\Delta R_{j,w}$  (das kleinere  $\Delta R_w$  zur Hälfte) bei Vorhandensein von raumseitigen Vorsatzschalen sowie dem Stoßstellendämm-Maß  $K_{ij}$  der Bauteile unter Berücksichtigung der Trennbau teilfläche  $S_s$  und der Kopplungslänge  $l_1$  (= gemeinsame Kantenlänge zwischen Trenn- und Flankenbauteil):

$$R_{ij,w} = R_{i,w}/2 + \Delta R_{i,w} + R_{j,w}/2 + \Delta R_{j,w} + K_{ij} + 10 \cdot \lg [S_s/(l_1 \cdot l_o)] \quad \text{mit } l_o = 1 \text{ m}$$

### Gestaltungsmöglichkeiten für Leichtbeton

Für Wohnungstrennwände sollten Leichtbetonsteine RDK 2.0, besser 2.2 eingesetzt werden. Beidseitig verputzt, ergibt sich für die 24 cm dicke Wand ein  $R_{Dd,w} > 60 \text{ dB}$ . Die Außenwände sollten ein  $R_w \geq 50 \text{ dB}$  ( $\geq 36,5 \text{ cm}$  dickes verputztes Leichtbetonmauerwerk RDK 0.5), die Zimmertrennwände ein  $R_w \geq 40 \text{ dB}$  ( $\geq 11,5 \text{ cm}$  dickes verputztes Leichtbetonmauerwerk RDK 0.8) aufweisen. Dies führt in Stumpfstoßtechnik zu  $R'_w = 53-54 \text{ dB}$  [02]. Damit wird also der für Wohnungstrennwände  $R'$  übliche Schallschutz erreicht.

Statt die Wohnungstrennwände stumpf an die Außenwände anzuschließen, sollten sie in die Außenwände zu  $2/3$  einbinden. Die Flankenschalldämmung wird dadurch gegenüber dem Stumpfstoß je nach Außenwandmaterial um bis zu 3 dB erhöht.

Nichttragende Zimmertrennwände aus Leichtbeton oder Bims sollten ringsum durch elastische Entkopplungsstreifen von den umgebenden Massivbauteilen getrennt werden. Dies erhöht das Stoßstellendämm-Maß um mehr als 15 dB. Dadurch wird deren Flankenschallübertragung nahezu unterbunden.

Durch beide Maßnahmen zusammen (Einbindung der Wohnungstrennwände in die Außenwände und elastische Trennung der massiven Zimmerinnenwände) kann ein erhöhter Schallschutz von  $R'_w = 56 \text{ dB}$  bei entsprechend schweren Trennwänden auch ohne biege weiche Vorsatzschale erreicht werden.

### REFERENCES/LITERATUR

- [1] Deutsche Gesellschaft für Akustik e.V. (DEGA): „Die allgemein anerkannten Regeln der Technik in der Bauakustik“; DEGA BR 0101, 2011-03; www.dega-akustik.de
- [2] Fischer/Späh/Schneider: Umsetzung der europäischen Normen des baulichen Schallschutzes für die Leichtbetonindustrie; FHT Stuttgart, Bericht 1372, 28.02.2002
- [3] Pohlenz: Schallschutz mit Mauerwerk; DBZ 47 (1999) Heft 7, S. 89
- [4] Pohlenz: DIN-gerecht= mangelhaft - Zur werkvertraglichen Bedeutung nationaler und europäischer Regelwerke im Schallschutz; in: Aachener Bausachverständigentage 2009, IRB-Verlag, Stuttgart, S. 35-50
- [5] Pohlenz: Anerkannte Regeln der Technik und Gebäudeschallschutz; Baurecht 44 (2013) Heft 2a, Werner-Verlag, Köln 2013; S. 352-362

**Dr.-Ing. Jochen Schwarz;** Bauhaus-Universität Weimar  
schwarz@uni-weimar.de

Geboren 1955; 1976 bis 1980 Studium Bauingenieurwesen an der Hochschule für Architektur und Bauwesen Weimar; 1984 Promotion; 1980 bis 1994 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Wissenschaftsbereich Stahlbeton-, Spannbeton- und Plastbauwerke, ab 1985 am Institut für Industrie und Spezialbauwerke, dann Prof. Planung von Ingenieurbauten; seit 1995 Gründung und Leitung des Zentrums für die Ingenieuranalyse von Erdbebenschäden an der Bauhaus-Universität Weimar; Koordination, Durchführung und Auswertung der weltweiten Ingenieureinsätze der Deutschen Task Force Erdbeben; seit 2009 Etablierung und Leitung des Master-Studiengangs "Natural Hazards and Risks in Structural Engineering (NHRE)" an der Bauhaus-Universität Weimar; seit 2000 stellvertretender Obmann des DIN-Normenausschuss Bauwesen "Erdbeben; Sonderfragen", Leitung von mehr als 70 Forschungsvorhaben (weltweit)

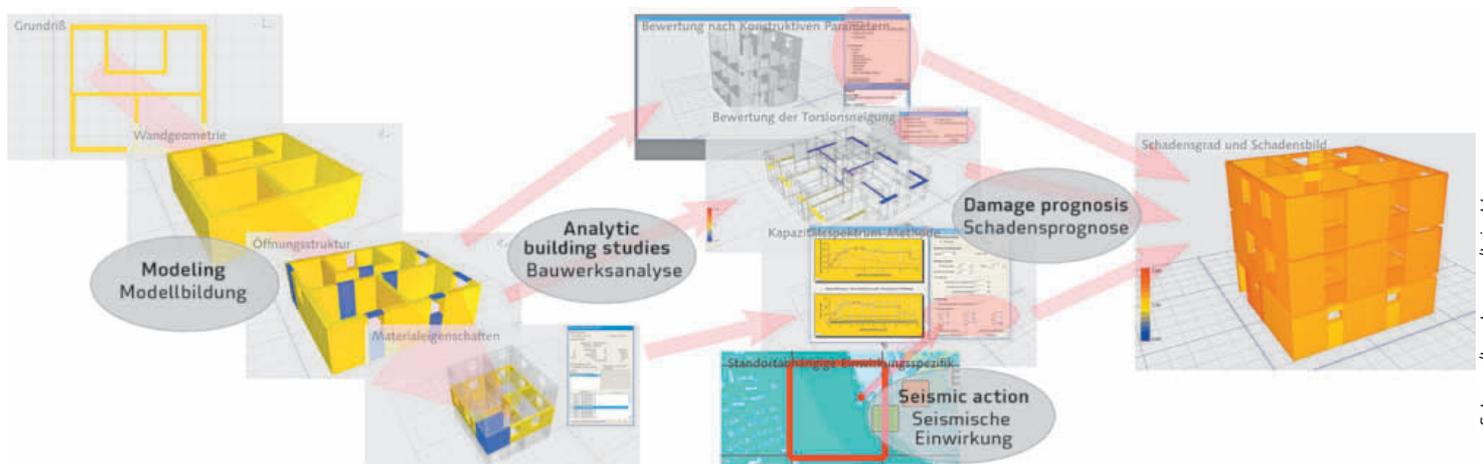


## Simplified rules for masonry structures in German earthquake regions – Results of recent research

### Vereinfachte Nachweise von Mauerwerksbauten in deutschen Erdbebengebieten – Aktuelle Forschungsergebnisse

The presentation is related to recent tendencies and strategies in the European and German code development. In addition to the remarkable modifications in the fields of seismic hazard and description of seismic action, options and chances for the implementation of simplified design concepts are displayed. The focus is given to experience- and performance-based approaches and the required database for deriving minimum requirements for construction rules which could avoid demanding analytical design procedures. Observations and damage cases from masonry structures in German earthquake zones provide the data for the study. Results of recent research projects enable answers to the questions if and how performance-based principles might contribute to design simplifications and under which preconditions they might be valid for an introduction into modern structural codes [1, 2, 3].

Der Beitrag widmet sich den aktuellen Entwicklungstendenzen der europäischen und nationalen Erdbebenbaunormung. Neben den erkennbaren Veränderungen im Bereich der Gefährdungseinschätzung und Einwirkungsbeschreibung werden Möglichkeiten zur Umsetzung vereinfachter Nachweiskonzepte gespiegelt. Schwerpunkt liegt dabei auf den verhaltens- und erfahrungsbasierten Ansätzen und der verfügbaren Datengrundlage zur Ableitung konstruktiver Mindestanforderungen, bei deren Einhaltung rechnerische Nachweise entfallen können. Grundlage bilden die Erfahrungswerte (Beobachtungen) in deutschen Erdbebengebieten. Die im Rahmen aktueller Forschungsvorhaben gewonnenen Ergebnisse sind Anlass zu hinterfragen, in welcher Form verhaltensbasierte Berechnungsmethoden zu einer Nachweiserleichterung beitragen und inwieweit die Voraussetzungen zu ihrer Einführung in die Baunormung gegeben sind [1, 2, 3].



→ 1 Schematic illustration of the basic steps of analytical damage prognosis of a building stock and its representatives  
Schematische Darstellung der wesentlichen Bearbeitungsschritte zur analytischen Schadensprognose von Bestandsbauten

Figure: Schwarz/Langhammer/Leipold


**Dipl.-Ing. Tobias Langhammer;** Bauhaus-Universität Weimar

[tobias.langhammer@uni-weimar.de](mailto:tobias.langhammer@uni-weimar.de)

Geboren 1976; 1996 bis 2002 Studium des Bauingenieurwesens an der Bauhaus-Universität Weimar, Vertiefungsrichtung Konstruktiver Ingenieurbau; seit 2003 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Zentrum für die Ingenieuranalyse von Erdbebenschäden (Erdbebenzentrum) an der Bauhaus-Universität Weimar; Mitarbeit an diversen Forschungsprojekten, unter anderem mit dem Ziel der Quantifizierung von Schadensmodellen infolge Erdbeben für verschiedene Modellregionen, (Baden-Württemberg, Niederrheinische Bucht, Schweiz, Österreich, Türkei) sowie Mitwirkung an der Entwicklung von vereinfachten Nachweisen für Mauerwerksbauten in deutschen Erdbebengebieten insbesondere von Mauerwerksbauten geringerer Festigkeitsklassen


**Dipl.-Ing. Mathias Leipold;** Bauhaus-Universität Weimar

[mathias.leipold@uni-weimar.de](mailto:mathias.leipold@uni-weimar.de)

Geboren 1976; 1997 bis 2005 Studium des Bauingenieurwesens an der Bauhaus-Universität Weimar mit Vertiefung in der Fachrichtung "Konstruktiver Ingenieurbau", Diplomarbeit: Verletzbarkeit von Stahlbetonrahmen-tragwerken am Beispiel der für türkische Erdbebengebiete typischen Bauweisen; seit 2006 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Zentrum für die Ingenieuranalyse von Erdbebenschäden (Erdbebenzentrum) an der Bauhaus-Universität Weimar; Mitarbeit in Forschungsprojekten (u. a.: seismische Risikobewertung türkischer Großstädte, Modellbewertung im Konstruktiven Ingenieurbau sowie vereinfachte Nachweise für Mauerwerksbauten in deutschen Erdbebengebieten)

Analytical studies of about 60 masonry type buildings which sustained damage of different extent during the Albstadt earthquake 1978 are presented (**Fig. 1**). For further classification damage grades according to European Macroseismic Scale EMS-98 are introduced enabling the direct comparison of observation and numerical damage prognosis. It will be discussed how the empirical, systematically elaborated data can be used to test displacement-based nonlinear methods and existing software tools (making use of them) as well as and their reliability concerning the performance prognosis.

Research strategies and the required model validation studies are derived to comply at least with the basic scope of seismic codes and the corresponding compliance criteria for conventional (unreinforced) masonry structures.

Targets are related to:

- » the determination of performance relevant (risk targeted) seismic design action;
- » the elaboration of experience (data from buildings surveying earthquakes reaching the severity of design events);
- » the identification of model objects (as representatives of the building stock) for further analytical studies;
- » the assessment of performance-related safety margins;
- » the elaboration of effective margins with respects to the scope of design and the corresponding performance (or damage limit) states;
- » the development of code-compatible tools (software solutions), and not at least
- » the validation of design criteria currently applied in modern structural codes.

Vorgestellt werden Analysen von rund 60 Bestandsbauten, die das Albstadt-Beben 1978 in unterschiedlichem Schadensgrad beziehungsweise schadensfrei überstanden haben (**Abb. 1**). Die nach dem Vorbild der European Macroseismic Scale EMS-98 eingeführten Schadensgrade gewährleisten den Vergleich zwischen Analyse und Beobachtung. Es wird gezeigt, welche Schlussfolgerungen sich aus den systematisch aufbereiteten Erfahrungswerten im Hinblick auf die Leistungsfähigkeit verfügbarer Rechenhilfsmittel und den zuverlässigen Nachweis unterschiedlicher Verhaltenszustände ableiten lassen.

Auf dieser Grundlage können am Maßstab der Auslegungsziele und Nachweiskriterien für Mauerwerksbauten in Erdbebengebieten forschungsstrategische Zielstellungen entwickelt und erforderliche Modellstudien eingeordnet werden.

Sie betreffen:

- » die Abgrenzung der nachweisrelevanten seismischen Einwirkungen,
- » die Aufbereitung von Bestandsdaten und Ableitung von Modellobjekten,
- » die Ermittlung verhaltensorientierter Tragreserven,
- » die Herausarbeitung der vorhandenen Tragreserven gegenüber dem durch das Schutzziel der Normung einzuhaltenden Nachweiszustand,
- » die Entwicklung eines normenkompatiblen Nachweis-Tools (Software) und letztlich
- » die Validierung der implementierten Nachweise.

**Prof. Dr.-Ing. Carl-Alexander Graubner;** Technische Universität Darmstadt

[graubner@massivbau.tu-darmstadt.de](mailto:graubner@massivbau.tu-darmstadt.de)

Geboren 1957; 1977 bis 1982 Studium des Bauingenieurwesens an der TU München; 1988 Promotion; 1997 Ernennung zum Universitätsprofessor für Massivbau an der TU Darmstadt und Anerkennung als Prüflingenieur für Baustatik; 2001 Partner im Ingenieurbüro KHP, Frankfurt; seit 2003 in mehreren Sachverständigenausschüssen des DIBt als Gutachter tätig; Mitglied verschiedener nationaler und internationaler Normungsgremien auf dem Gebiet des Beton- und Mauerwerksbaus



## Sustainability benefits of lightweight concrete

### Current findings from research and building practice

## Nachhaltigkeitsvorteile von Leichtbeton

### Aktuelle Ergebnisse aus Forschung und Praxis

Sustainability continues to be a major trend in socioeconomic development and especially in the development of the construction industry, not least also for and in the building materials and building supplies sector. The background of this development is, at its core, a change in the definition of quality: the classical characteristics of (technical) quality and price are expanded by an additional dimension of sustainability performance [1]. Being an economic sector of great importance also for the national economy, the building materials and building supplies industry has naturally evolved into a central playground for sustainability lobbying and a corresponding, goal-driven representation of interests through associations. The sustainability of the construction materials and design methods used in particular in housing construction is the battleground of dogmatic debates in which timber construction – including, for example, the segment of multi-family housing – is promoted by appropriate marketing strategies [2], and presently even by state actors [3]. It is interesting to note that, in terms of sustainability, the required distinction from the design and construction methods dominating the market, masonry

Nachhaltigkeit ist ein ungebrochen prägender Trend der sozioökonomischen und dabei insbesondere der bauwirtschaftlichen Entwicklung, nicht zuletzt auch für die und in der Baustoff- und Bauzulieferindustrie. Hintergrund dessen ist im Kern eine veränderte Qualitätsdefinition: Zu den klassischen Merkmalen (technische) Qualität und Preis tritt ergänzend eine weitere Dimension der Nachhaltigkeitsqualität hinzu [1]. Als gleichzeitig auch volkswirtschaftlich bedeutsamer Wirtschaftszweig ist die Baustoff- und Bauzulieferindustrie naturgemäß zu einem zentralen Aktionsfeld des Nachhaltigkeitslobbyismus und einer entsprechenden zielgerichteten Interessenvertretung durch Verbände avanciert. Gerade im Bereich des Wohnungsbaus werden hinsichtlich der Nachhaltigkeit der eingesetzten Baustoffe und Konstruktionsweisen dogmatisch aufgeladene Diskussionen geführt, bei denen die Holzbauweise – zum Beispiel auch für das Mehrfamilienhaus-Segment – durch entsprechende Marketingaktivitäten propagiert wird [2], aktuell nicht zuletzt auch durch staatliche Akteure [3]. Dabei ist festzustellen, dass die erforderliche Abgrenzung von den marktdominanten Bau- und Konstruktionsweisen Mauerwerk und Stahlbeton in punkto Nachhaltigkeit zumeist über eine ökologisch fokussierte, mithin nicht holistische Betrachtung aller Nachhaltigkeitsgesichtspunkte erfolgt.

#### Nachhaltige Materialien = Nachhaltige Gebäude?

Ob und wie sich einzelne Bauprodukte und damit korrelierte Konstruktionsweisen zu einem gesamthaft nachhaltigen (Wohn-)Gebäude als Agglomerat aus einer Unzahl von Material- und Konstruktionskomponenten zusammenfügen, lässt sich beispielsweise mit den Bewertungs- und Zertifizierungssystemen des Deutschen Gütesiegels Nachhaltiges Bauen nachweisen. Auf Basis deren ganzheitlicher – insbesondere auch für die Typologie Wohnen spezifizierter – Bewertungsansätze lässt sich die faktische lebenszyklusbezogene Nachhaltigkeitsperformance gängiger Wohngebäudetypen objektiviert und ganzheitlich bewerten. Das Institut für Massivbau der TU Darmstadt hat gemeinsam mit seinem Spin-off LCEE Life Cycle Engineering Experts in den letzten Jahren diverse derartige Untersuchungen durchgeführt [4, 5] und jüngst eine konsolidierende Studie zur Nachhaltigkeitsqualität aller (auch potenziell) marktrelevanter Bau- und Konstruktionsweisen für den Geschosswohnungsbau (Mauerwerk, Stahlbeton, Holz) realisiert [6]. Darin wurden zum einen qualitative und quantitative Aspekte der drei klassischen



→ 1 Views of a multi-family show house  
Ansichten Muster-MFH


**Dr.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. Sebastian Pohl;** LCEE Life Cycle Engineering Experts, Darmstadt

s.pohl@LCEE.de

Geboren 1983; Studium des Wirtschaftsingenieurwesens mit der technischen Fachrichtung Bauingenieurwesen an der Technischen Universität Darmstadt; bis 2010 Tätigkeit für eine namhafte Unternehmensberatung; 2010 bis 2014 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Massivbau der TU Darmstadt; 2014 Promotion; seit 2015 Prokurist der LCEE Life Cycle Engineering Experts GmbH, Tätigkeitsbereiche: Nachhaltigkeit in der Bau- und Immobilienwirtschaft/Baustoffindustrie, Nachhaltigkeitszertifizierungsprojekte von Bauvorhaben nach nationalen und internationalen Systemen, Kundenberatung aus der Bau- und Immobilienwirtschaft

and reinforced concrete, is mostly made via an ecologically focused and therefore non-holistic consideration of all sustainability aspects.

### Sustainable materials = sustainable buildings?

If and in which way individual building materials and their correlating design methods mate to produce an entirely sustainable (residential) building as an agglomerate from a myriad of material and design components can be established, for example, by means of the evaluation and certification systems of the German quality label “Nachhaltiges Bauen” (Sustainable Construction). Based on their holistic evaluation approaches – specified in particular also for the typology of housing architecture –, the factual life-cycle related sustainability performance of standard types of residential buildings can be evaluated in an objective and holistic manner. In collaboration with its spin-off, the LCEE Life Cycle Engineering Experts, the Institute for Solid Construction (Institut für Massivbau) at TU Darmstadt has conducted several such investigations in recent years [4, 5], and has only recently completed a consolidating study on the sustainability performance of all (including potentially) market-relevant design and construction methods for multi-story housing construction (masonry, reinforced concrete, timber) [6]. The study considered qualitative and quantitative aspects of the three classical dimensions of sustainability (ecology, economy, socioculture), as well as construction-related overall qualities (functionality, technology) and classified them, in terms of evaluation, into one of the leading German certification systems for multi-story apartment buildings (Sustainability in Housing Construction = System NaWoh [Nachhaltigkeit im Wohnungsbau]). The main findings of the study will be illustrated below.

### Sustainability performance of residential buildings in lightweight-concrete masonry design

Different sustainability-related benefits could be defined when analyzing the lightweight-concrete masonry design method over the life cycle of multi-story apartment buildings. These range from the upstream chains and processes of construction material manufacture (such as the use of natural raw materials, local supply, substitution of industrial primary products, closed cycles) via the construction and useful life of the structure (such as material savings in mortar, a composite component, non-toxicity of the materials, thermal and sound insulation comfort, high level of safety) all the way to the end of the life cycle (such as high recycling rates).

Unfortunately, the whole-building methodology of the pertinent “NaWoh” (Nachhaltigkeit im Wohnungsbau = Sustainability in Housing Construction) certification system does mostly not provide for a final evaluation of individual structural elements as there are, for example, no separate comparative values for wall elements. To be able to assess the sustainability performance of multi-story apartment buildings,

Nachhaltigkeitsdimensionen (Ökologie, Ökonomie, Soziokultur) sowie bau-spezifische Querschnittsqualitäten (Funktionalität, Technik) berücksichtigt und diese zum anderen bewertungstechnisch in eines der maßgeblichen deutschen Zertifizierungssysteme für Geschosswohnungsbauten (System NaWoh) eingeordnet. Beispielhaft werden hier die zentralen Erkenntnisse der Studie vorgestellt.

### Nachhaltigkeitsqualität von Wohngebäuden aus Leichtbetonmauerwerk

Bei der entsprechenden Analyse der Konstruktionsweise in Leichtbetonmauerwerk entlang des Lebenszyklus von Geschosswohnungsbauten konnten unterschiedliche nachhaltigkeitsrelevante Vorzüge herausgearbeitet werden. Diese erstrecken sich von den Vorketten und Prozessen der Bauproduktenherstellung (u. a. Einsatz natürlicher Rohstoffe, ortsnahe Versorgung, Substitution industrieller Vorprodukte, geschlossene Kreisläufe), über die Bauwerkserrichtung und Nutzungsphase (u. a. Materialeinsparung der Verbundkomponente Mörtel, Schadstofffreiheit der Materialien, thermischer und schallschutztechnischer Komfort, hohes Sicherheitsniveau) bis hin zum Ende des Lebenszyklus (u. a. hohe Recyclingquoten).

Die gesamtgebäudebezogene Methodik des einschlägigen Zertifizierungssystems NaWoh gestattet für abgegrenzte Bauteile allerdings oftmals keine abschließende Bewertung, weil zum Beispiel keine eigenständigen Vergleichswerte für Wandbauteile vorliegen. Um dennoch eine Nachhaltigkeitsbilanz für Geschosswohnungsbauten generieren zu können, wurden exemplarische Zertifizierungen einer Musterhaus-Variante (**Abb. 1**) aus Leichtbetonmauerwerk sowie zweier Vergleichsvarianten in Stahlbeton- und Holzständerbauweise durchgeführt – unter jeweils identischen Randbedingungen hinsichtlich energetischer Qualität, Gestaltung und Konstruktion (funktionales Äquivalent).

Zentral sind dabei vor allen die ökobilanziellen Ergebnisse. Bei deren Betrachtung auf Gesamtergebnisebene – das heißt einer Bilanzierung aller Bauteile der Vergleichsgebäude über den gesamten Lebenszyklus sowie ihres Wärme-/Stromverbrauchs während der Nutzungsphase – zeigt sich einerseits, dass die Ergebnisse aller Varianten auf einem ähnlichen Niveau liegen (**Abb. 2**). Maßgeblicher Hintergrund dessen ist, dass die ökobilanziellen Gesamtergebnisse von den entsprechenden Umweltwirkungen geprägt werden, die aus dem Energieverbrauch der Nutzungsphase resultieren. Andererseits kann die Vergleichsvariante aus Stahlbeton zum einen fast durchgängig durch höhere Umweltwirkungen gegenüber den Mauerwerksvarianten charakterisiert werden. Zum anderen weist die Holz-Variante für die Mehrzahl der Wirkungsindikatoren – speziell für den des Primärenergiebedarfs PE – die höchsten Ergebnisse insgesamt auf, während sie im Bereich des Treibhauspotenzials GWP die niedrigsten Werte aller Vergleichsvarianten für sich beanspruchen kann.

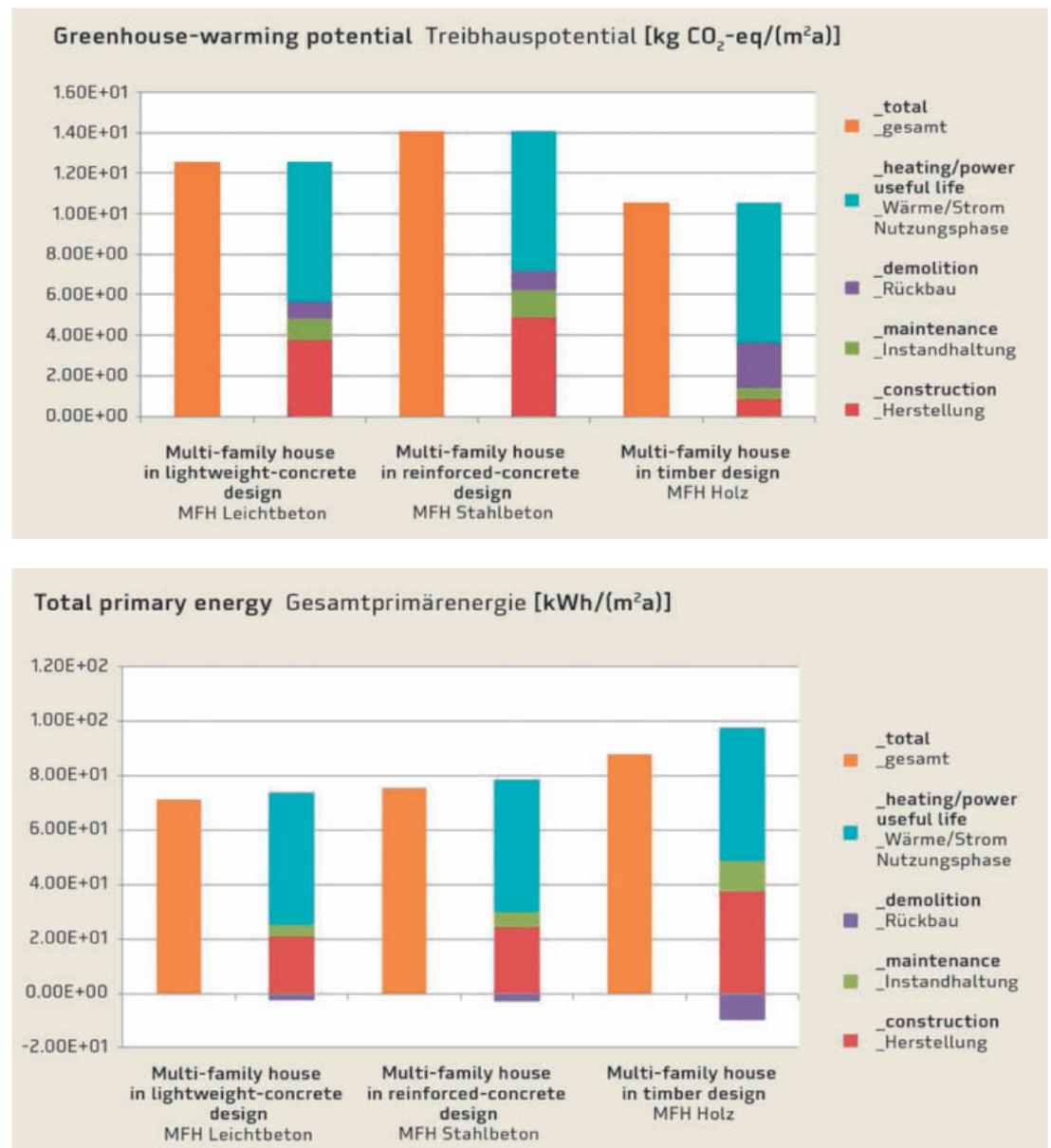
Insgesamt belegen die hier beschriebenen konsolidierenden Untersuchungen des Instituts für Massivbau der TU Darmstadt und seines

example certifications have therefore been carried out for a show house model (Fig. 1) in lightweight-concrete masonry design and two reference models in reinforced-concrete and wooden post-and-beam design, respectively – under identical framework conditions with regard to energy performance, design and construction (functional equivalent).

The life cycle assessment results, above all else, are of vital importance in this context. When taking into account the overall results – that is, when assessing all of the structural elements of the reference buildings over their entire life cycle, as well as their heating and power consumption during their useful life – it becomes clear, on the one hand, that the results of all models are on a similar level (Fig. 2). The main reason for this is that the overall life cycle assessment results are strongly influenced by the relevant environmental impacts resulting from the energy consumption over the useful life. On the other hand, the reinforced-concrete reference model can be characterized almost entirely by higher environmental impacts when compared to the masonry models. In addition, the timber-design model shows the highest overall results for the majority of impact indicators and in particular for the primary energy demand (PE), whereas it can claim the lowest values of all of the reference models in terms of the greenhouse-warming potential (GWP).

Altogether, and in keeping with the previous parts [4, 5] of the series of studies mentioned above, the consolidating investigations performed by the Institute for Solid Construction (Institut für Massivbau) at TU Darmstadt and its spin-off, the LCEE Life Cycle Engineering Experts, provide evidence that – beyond the sustainability performance relevant for the life cycle assessment – wall structures in lightweight-concrete masonry design either directly lead to high evaluation results or indirectly create the necessary preconditions. Consequently, multi-story apartment buildings in lightweight-concrete design have an excellent sustainability performance also in direct comparison with other construction methods that are particularly sustainable in the public eye.

Spin-off LCEE Life Cycle Engineering Experts in Einklang mit den vorangegangenen Teilen [4, 5] der oben genannten Studienreihe, dass Wandkonstruktionen aus Leichtbetonmauerwerk – über die ökobilanzielle Nachhaltigkeitsqualität hinaus – entweder unmittelbar zu hohen Bewertungsergebnissen führen oder mittelbar die nötigen Voraussetzungen schaffen. Mithin verfügen Geschosswohnungsbauten aus Leichtbeton auch im direkten Vergleich mit anderen – in der öffentlichen Wahrnehmung besonders nachhaltigen – Konstruktionsweisen über eine hohe Nachhaltigkeitsqualität.



→ 2 Selected life cycle assessment results for the show house models

Ausgewählte Ökobilanzergebnisse der Musterhaus-Varianten

REFERENCES/LITERATUR

[1] Graubner, C.-A.; Pohl, S.: Nachhaltigkeitsqualität von Leichtbetonmauerwerk – Aktuelle Ergebnisse. In: BFT International, Vol. 80 02/2014, Kongressbandbeitrag 58. BetonTage 2014

[2] Holzforschung München [Hrsg.]: Bauen mit Holz = aktiver Klimaschutz. Online unter <http://www.cluster-forstholzbayern.de>

[3] Bayerisches Staatsministerium des Inneren, für Bau und Verkehr [Hrsg.]: Holz zeitlos schön. Online unter <http://www.holz-zeitlos-schoen.bayern.de>

[4] Graubner, C.-A., Pohl, S.: Deutschland baut darauf - Nachhaltigkeit von Ein- und Zweifamilienhäusern aus Mauerwerk. In: Mauerwerk 17 (2013), Heft 6, Berlin: Ernst & Sohn Verlag

[5] Graubner, C.-A., Pohl, S.: Nachhaltigkeit von Mauerwerksbauten. In: Mauerwerksbau aktuell 2015, Berlin: Bauwerk Verlag 2015

[6] Graubner, C.-A., Pohl, S.: Nachhaltigkeit von Mauerwerk im Geschosswohnungsbau. In: Mauerwerksbau aktuell 2016, Berlin: Bauwerk Verlag 2016



Figure: private

**Prof. Dr.-Ing. Harald Garrecht;** Universität Stuttgart

[harald.garrecht@iwb.uni-stuttgart.de](mailto:harald.garrecht@iwb.uni-stuttgart.de)

Geb. 1957; 1985 Diplomabschluss Bauingenieurwesen an der Universität Karlsruhe; 1985 bis 1992 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Massivbau und Baustofftechnologie der Universität Karlsruhe; 1992 Promotion; 1992 bis 1998 Oberingenieur in der Abteilung Baustofftechnologie des genannten Instituts; 1998 bis 2006 Professur für Baustoffe, Bauphysik und Baukonstruktion an der Hochschule Karlsruhe – Technik und Wirtschaft; 2006 bis 2012 Professur an der Technischen Universität Darmstadt und Leitung des Fachgebiets Werkstoffe im Bauwesen am Institut für Massivbau; seit 2012 Leitung des Instituts für Werkstoffe im Bauwesen (IWB) der Universität Stuttgart sowie Geschäftsführender Direktor der Materialprüfungsanstalt der Universität Stuttgart (MPA)

## Energy-efficient façades from no-fines lightweight concrete

### Coupling with façade solar air collectors compared to monolithic structures and structures insulated using a composite thermal insulation system

## Energieeffiziente Fassaden aus Leichtbeton mit haufwerksporigem Gefüge

### Kopplung von Fassadenluftkollektoren im Vergleich zu monolithischen und mit WDVS gedämmten Konstruktionen

In addition to determining the exterior look of a building, façades have important protective functions which include the protection against wind and rain, noise and thermal insulation, as well as moisture and fire protection. The user's focus is on a pleasant atmosphere inside the building. Energy transition assigns a prominent role to the energy efficiency of building façades. As a consequence, wall structures are required which not only provide thermal insulation in summer and winter but also play an active role in generating and using environmental energies. The authors have therefore focused their research on unlocking the energy efficiency of façades. Joint considerations aim at developing and testing sustainable systems approaches which, in addition to providing the required thermal insulation, are capable of actively and passively using the solar energy available in accordance with weather conditions. The research work is focusing on solid heat-insulating wall structures from no-fines lightweight concrete which, as an alternative to the known monolithic construction method or the use of a composite thermal insulation system, are complemented on the outside by a façade solar air collector.

In several architectural concepts, Pfeifer [1] showed that solar-active façades can be realized using transparent or translucent façade linings (Fig. 1). In comparison to the standard opaque wall structures, this design enables the solar radiation to penetrate the exterior transparent or translucent façade lining and impinge on the surface of the solid wall structure adjoining the air layer. The radiation energy supplied to the solid wall is absorbed on the surface by means of converting the high-energy radiation into heat.

Neben dem äußeren Erscheinungsbild übernehmen Fassaden wichtige Schutzaufgaben, so den Schutz vor Wind und Regen wie auch den Schall-, Wärme-, Feuchte- und Brandschutz. Für den Nutzer steht der behagliche Aufenthalt im Innern im Vordergrund. Mit der Energiewende kommt heute der Energieeffizienz von Fassaden eine zentrale Rolle zu. Gesucht werden folglich Wandaufbauten, die weit über den winterlichen und sommerlichen Wärmeschutz hinaus auch eine aktive Rolle bei der Gewinnung und Nutzung von Umweltenergien übernehmen. So steht die energetische Aktivierung von Fassaden im Fokus der Forschungsinteressen der Autoren. Ziel gemeinsamer Überlegungen ist es daher, zukunftsfähige Systemansätze zu entwickeln und zu erproben, die erlauben, neben dem ehemals erforderlichen Wärmeschutz auch die abhängig der Witterungsverhältnisse verfügbare Solarenergie aktiv und passiv zu nutzen. Im Forschungsfokus stehen massive wärmedämmende Wandkonstruktionen aus Leichtbeton mit haufwerksporigem Gefüge, die alternativ bekannter monolithischer Bauweisen oder der Verbundvariante durch Dämmung mit WDVS außenseitig mit einem Fassadenluftkollektor ergänzt werden.

Pfeifer [1] zeigte in verschiedenen seiner Architekturkonzepte, dass mit transparenten oder transluzenten Fassadenschalen solaraktive Fassaden realisierbar sind (Abb. 1). Hier kann, im Vergleich zu den üblichen opaken Wandaufbauten, die Solarstrahlung durch die äußere transparente beziehungsweise transluzente Fassadenschale hindurchtreten und trifft auf die an die Luftschicht angrenzende Oberfläche der massiven Wandkonstruktion. Die der Massivwand zugeführte Strahlungsenergie wird an der Oberfläche absorbiert, in dem die energiereiche Strahlung in Wärme gewandelt wird. Die wärmedämmende

**Prof. Dr. Günter Pfeifer;** Technische Universität Darmstadt

[pfeifer@fondation.tu-darmstadt.de](mailto:pfeifer@fondation.tu-darmstadt.de)

1967 Abschluss Architekturstudium an der Staatlichen Werkkunstschule in Kassel; 1975 Gründung eines Architekturbüros in Freiburg im Breisgau und Lörrach, Tätigkeit bis 2000, dabei diverse Büropartnerschaften; 1987 bis 1993 Zusammenarbeit Frank O. Gehry, Zaha M. Hadid, Tadao Ando und Alvaro Siza; 1992 bis 2012 ordentlicher Professor an der TU Darmstadt, zunächst für Entwerfen und Hochbaukonstruktion, ab 2001 für Entwerfen und Wohnungsbau; seit 2011 Fondation Kybernetik mit Prof. Dr. Annette Rudolph-Cleff, Pool für Nachhaltigkeitsforschung – Praxislabor, Technische Universität Darmstadt; 2001 bis 2005 Partner im Büro Pfeifer Roser Kuhn mit Sitz in Freiburg; 2005 bis 2012 Büro pfeifer. kuhn. Architekten; seit 2013 Leitung des Büros "Pfeifer Architekten" in Freiburg im Breisgau und seit 2014 das Büro "BaruccoPfeifer Architektur" in Partnerschaft mit Lisa Barucco in Darmstadt



Figure: private

The heat-insulating effect of the collector's air layer, as well as the heat-insulating quality of the exterior transparent or translucent façade lining, such as insulated glazing or polycarbonate twin-wall sheets, prevent the energy that has entered the collector from escaping into the environment unused [2]. The heat absorbed by the wall is conducted deeper into the wall, thus heating the component areas reached by the heat penetrating the wall. In this context, the time-dependent heat penetration behavior is determined not only by the thermal conductivity – of the materials used in the component but also by their apparent density  $p$  and specific thermal capacity  $c$ . During the cold periods, the dissipation of heat from the warm inside to the cold outside is counteracted by the solar heat supplied via the collector on days of high radiation.

Wirkung der Luftschicht des Kollektors wie auch die Wärmedämmqualität der äußeren transparenten beziehungsweise transluzenten Fassade, zum Beispiel Isolierverglasungen oder Doppelstegplatten aus Polycarbonat, verhindern, dass die in den Kollektor eingetretene Energie ungenutzt nach außen entweichen kann [2]. Zum einen wird die von der Wand aufgenommene Wärme in tiefere Wandbereiche weitergeleitet und führt zu einer Erwärmung der von der eindringenden Wärme erfassten Bauteilbereiche. Das zeitveränderliche Wärmeeintrittsverhalten wird dabei nicht von der Wärmeleitfähigkeit – der im Bauteil verbauten Materialien alleine, sondern auch von deren Rohdichte  $p$  und deren spezifischer Wärmekapazität  $c$  bestimmt. Während der kalten Witterungsperioden wirkt an strahlungsreichen Tagen die über den Kollektor zugeführte solare Wärme dem Wärmeabfluss von



Figure: Claudius Pfeifer, Berlin

→1 Building extension of a single-family home in Freiburg; polycarbonate solar air collector on lightweight concrete masonry  
Erweiterungsbau eines Einfamilienhauses in Freiburg: Luftkollektor aus Polycarbonatplatten auf Mauerwerk aus Leichtbeton

Wall component Wandbauteil	Layer Schicht	Layer thickness [m] Schichtdicke [m]	Apparent density [kg/m <sup>3</sup> ] Rohdichte [kg/m <sup>3</sup> ]	Specific thermal capacity [J/(kg K)] spez. Wärme- kapazität [J/(kg K)]	Coefficient of thermal conduc- tivity [W/(mK)] Wärmeleitzahl [W/(mK)]	Thermal resist- ance [W/(mK)] Wärmedurch- lasswiderstand [(m <sup>2</sup> K)/W]	Thermal conduc- tivity value [W/(m <sup>2</sup> K)] U-Wert [W/(m <sup>2</sup> K)]
<b>Monolithic monolithisch</b>	Exterior außen					<b>0.04</b>	
	Plaste Putz	0.015	1570	1000	0.87	0.017	
	Lightweight concrete masonry LB-MW	0.365	450	850	0.11	3.318	
	Plaste Putz	0.015	1570	1000	0.87	0.0172	
	Interior innen					0.125	
<b>Total Gesamt</b>						<b>3.518</b>	<b>0.28</b>
<b>With composite thermal insula- tion system mit WDVS</b>	Exterior außen					<b>0.04</b>	
	Plaster Putz	0.15	1570	1000	0.87	0.017	
	Composite thermal insulation system WDVS	0.12	120	850	0.045	2.667	
	Lightweight concrete masonry LB-MW	0.3	550	950	0.46	0.652	
	Plaster Putz	0.015	1570	1000	0.87	0.017	
Interior innen					0.125		
<b>Total Gesamt</b>						<b>3.518</b>	<b>0.28</b>
<b>With solar air collector mit Luftkollektor</b>	Exterior außen					<b>0.04</b>	
	Twin-wall sheet Doppelstegplatte					0.835	
	Air Luft	0.1			0.292	0.342	
	Plaster Putz	0.015	1570	1000	0.87	0.017	
	concrete wall LB-Wand	0.3	450	850	0.14	2.143	
	Plaster Putz	0.015	1570	1000	0.87	0.017	
	Interior innen					0.125	
<b>Total Gesamt</b>						<b>3.52</b>	<b>0.28</b>

Figure: Harald Garrecht

→**Tab. 1** Succession of layers and material design parameters of the compared wall structures from no-fines lightweight concrete  
Schichtenfolge und Materialkennwerte der vergleichend betrachteten Wandaufbauten aus Leichtbeton mit haufwerksporigem Gefüge

In addition to the question as to which amounts of heat are absorbed by the structure via the collector and used to advantage compensating for the heat losses, the heat supplied to the air of the façade collector is of interest as well, since it can be integrated in a variety of ways for technical use in connection with air conduction and heat generation [3].

If the effects of solar-active multi-layer façade systems can be modeled successfully in both theoretical and mathematical terms, façade concepts can be developed which, beyond thermal insulation, allow optimal use to be made of the environmental energy present at the structure as it is possible to reliably assess the overall energy efficiency of the system. This course of action provides the foundation for climate-conscious, solar-active architectural concepts.

Combining façade solar air collectors and solid wall structures from no-fines lightweight concrete is of particular interest as the material pairs high thermal resistance with sufficient heat storage capacity. The authors therefore believe this façade concept to offer a wide range of possibilities in terms of achieving the goals of efficient energy use and the increased integration of renew-

der warmen Raum- zur kalten Außenseite entgegen.

Neben der Frage, welche Wärmemengen von der Konstruktion über den Kollektor aufgenommen und zur Kompensation der Wärmeverluste gewinnbringend genutzt werden können, interessiert aber auch die der Luft des Fassadenkollektors zugeführte Wärme, die sich in vielfältiger Weise für eine technische Nutzung in Verbindung mit der Luftführung und Wärmeaufbereitung einbinden lässt [3].

Gelingt es, die Effekte solaraktiver mehrschichtiger Fassadensysteme theoretisch wie auch rechnerisch abzubilden, lassen sich Fassadenkonzepte entwickeln, die über den Wärmeschutz hinaus die am Gebäude anstehende Umweltenergie bestmöglich nutzbar machen, da sich die energetische Gesamtwirkung des Systems zuverlässig einschätzen lässt. Diese Vorgehensweise bildet somit die Grundlage für klimagerechte, solaraktive Architekturkonzepte.

Die Kombination von Fassadenluftkollektor und massiver Wandkonstruktion aus Leichtbeton mit haufwerksporigem Gefüge erscheint besonders interessant, da der massive Werkstoff eine hohe Wärmewiderstandswirkung mit einer hinreichenden Wärmespeicherfähigkeit paart. Aus Sicht der Verfasser bietet dieses Fas-

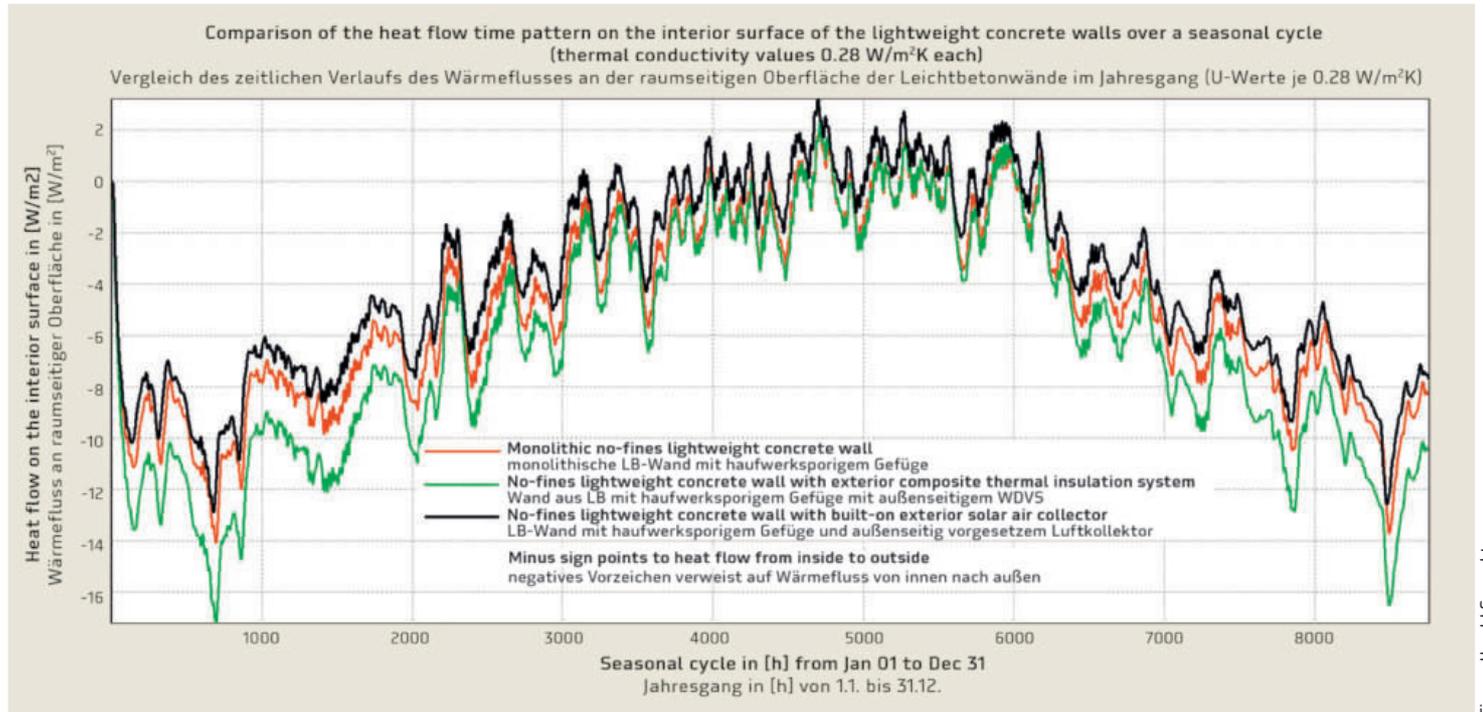


Figure: Harald Garrecht

→2 Comparison of the integral heat flow on the interior wall surface of a west-oriented exterior lightweight concrete wall of three different wall structures, taking into consideration southern German weather conditions. Calculation performed by Delphin release 5.8.3.

Vergleich des berechneten jahreszeitlichen Verlaufs des Wärmeflusses an der Innenwandoberfläche einer westorientierten Außenwand aus Leichtbeton dreier unterschiedlicher Wandaufbauten unter Berücksichtigung süddeutscher Witterungsverhältnisse. Berechnung mit Delphin Version 5.8.3.

able energies. The assessment of the time-of-day-dependent and time-of-season-dependent thermal behavior of these multi-layer façades requires not only measurement analyses of demonstrators but also and in particular theoretical and numerical analyses of the behavior of the hybrid structure under real-life boundary conditions. By way of example, **Figures 2 and 3** compare the thermal behavior of three different west-oriented wall structures from no-fines lightweight concrete, taking into consideration southern German weather conditions. Current findings suggest that the façades with coupled solar air collector and solid lightweight concrete type of construction exhibit a more favorable behavior at identical thermal conductivity values than the monolithic construction methods or those using a composite thermal insulation system. The current research work aims at defining system-specific requirements for both the façade solar air collector and solid structure from no-fines lightweight concrete in order to ensure a maximum degree of efficiency and use of the environmental energies present, taking into consideration weather conditions and boundary conditions of use. The project is expected to provide suggestions on the optimal geometry of the system (thickness of the solid wall slab, thickness of the air layer), on the selection of suitable transparent or translucent façade linings, on the required properties of the no-fines lightweight concrete in terms of apparent density, thermal conductivity behavior and specific heat storage capacity, all of which enable sustainable architectural concepts to be realized.

→3 Comparison of the integral heat flow on the interior wall surface of a west-oriented exterior lightweight concrete wall of three different wall structures, taking into consideration southern German weather conditions. Calculation performed by Delphin release 5.8.3.

Gegenüberstellung des integralen Wärmeflusses an der Innenwandoberfläche einer westorientierten Außenwand aus Leichtbeton dreier unterschiedlicher Wandaufbauten unter Berücksichtigung süddeutscher Witterungsverhältnisse. Berechnung mit Delphin Version 5.8.3.

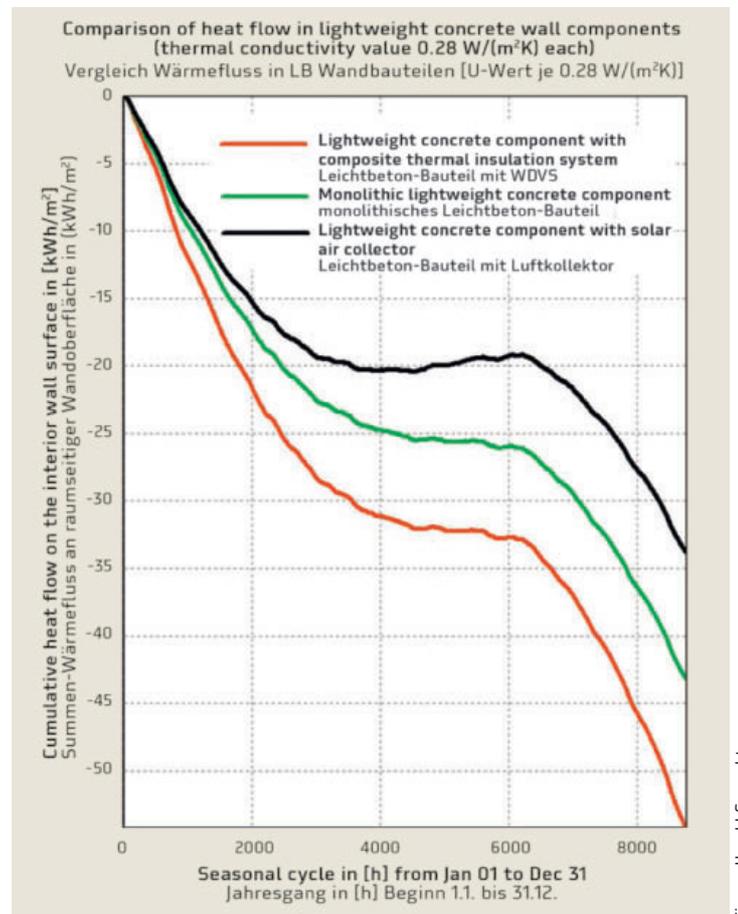
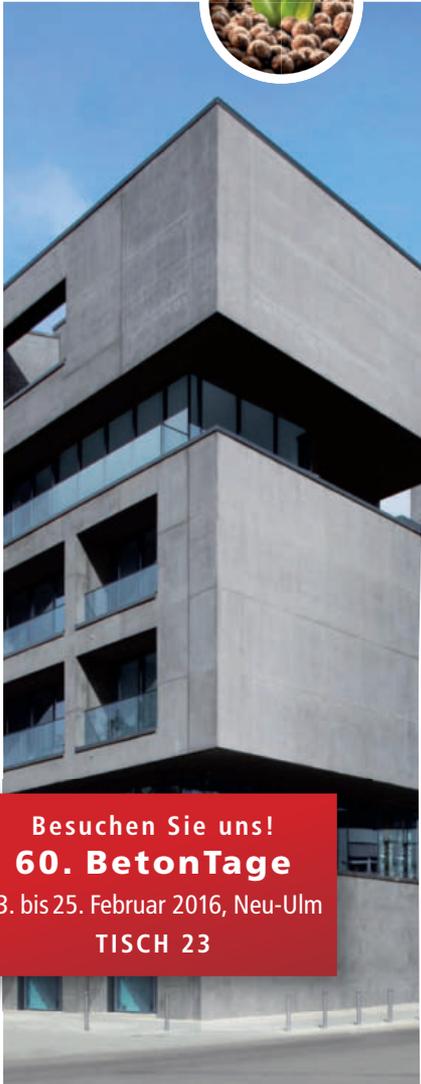


Figure: Harald Garrecht

Gute Ideen  
für Leichtbeton



Besuchen Sie uns!  
**60. BetonTage**

23. bis 25. Februar 2016, Neu-Ulm  
TISCH 23

Betont leicht.  
Ideal als Ausgangsstoff  
im Leichtbeton.

Informationen  
direkt anfordern:  
Telefon 09545-448-0  
oder unter  
[www.liapor.com](http://www.liapor.com)

Vorstoß in eine neue  
bauliche Dimension

Liapor macht Leichtbeton fester,  
leichter, dichter, dauerhafter  
und dämmstärker. Auf Ihrer  
Suche nach neuen konstruk-  
tiven Möglichkeiten halten wir  
verblüffende Antworten bereit.

**Liapor**  
für gute Ideen



sadenkonzept folglich vielfältige Möglichkeiten, den Zielen einer effizienten Energieverwendung und der verstärkten Einbindung von Erneuerbaren Energien nachzukommen. Damit das tages- und jahreszeitlich veränderliche Wärmeverhalten dieser mehrschichtigen Fassaden bewertbar ist, bedarf es nicht nur messtechnischer Untersuchungen von Demonstratoren, sondern vor allem auch theoretischer und numerischer Analysen zum Verhalten der hybriden Konstruktion unter realen Randbedingungen. Als Beispiel zeigen die **Abbildungen 2 und 3** den Vergleich des Wärmeverhaltens dreier unterschiedlicher westorientierter Wandaufbauten aus Leichtbeton mit haufwerksporigem Gefüge unter Berücksichtigung süddeutscher Witterungsverhältnisse.

Die bisherigen Ergebnisse geben Hinweise, dass die Fassaden mit gekoppeltem Luftkollektor und massiver Leichtbetonkonstruktion bei gleichem U-Wert ein günstigeres Verhalten als die monolithischen oder mit WDVS gedämmten Bauweisen aufweisen. Ziel der laufenden Forschungen ist es, systemspezifische Anforderungen für den Fassadenluftkollektor wie auch für die massive Konstruktion aus Leichtbeton mit haufwerksporigem Gefüge herauszuarbeiten, um unter Berücksichtigung der Witterungs- und Nutzungsrandbedingungen eine Höchstmaß an Effizienz und an Nutzung anstehender Umweltenergien sicherzustellen. So sollen als Projektergebnis Hinweise zur optimalen Systemgeometrie (Dicke der massiven Wandscheibe, Dicke der Luftschicht), zur Auswahl geeigneter transparenter bzw. transluzenter Fassadenschalen, zu den Eigenschaftsanforderungen an den Leichtbeton mit haufwerksporigem Gefüge im Hinblick auf Rohdichte, Wärmeleitverhalten und spezifischer Wärmespeicherkapazität gegeben werden können, mit denen sich zukunftsfähige Architekturkonzepte realisieren lassen.

#### REFERENCES/LITERATUR

- [1] Pfeifer, G.; Tersluisen, A.; Nasrollahi, K.: Untersuchungen zum energetischen Verhalten natürlich klimatisierter Gebäude, untersucht an den Beispielen Energieraum/Speichermasse und Luftkollektor/Speichermasse. Final report of development project funded by the German Federal Environmental Foundation (Deutsche Bundesstiftung Umwelt) under ref No. 26947-25 to be published in 2016.
- [2] Tersluisen, A.; Nasrollahi, K.: Die Bauphysik des Luftkollektors: Solare Luftheizsysteme und -konstruktionen. Fachartikel in DBZ Deutsche Bau Zeitschrift – Energie Spezial: Technik, Heft 11, S. 68-71, (2014).
- [3] Eicker, U.; Löffler, A.; Dalibard, A.; Thumm, F.; Bossert, M.; Kristic, D.: Stegplatten aus Polycarbonat. Potenziale und neue Anwendungen. Fraunhofer IRB Verlag, ISBN: 978-3-8167-8828-7, (2012).

**Dr.-Ing. Barbara Leydolph;** IAB – Institut für Angewandte Bauforschung Weimar gGmbH

[b.leydolph@iab-weimar.de](mailto:b.leydolph@iab-weimar.de)

Geboren 1967; 1987 bis 1992 Diplomstudium Silikattechnik an der Hochschule für Architektur und Bauwesen Weimar (heutige Bauhaus-Universität Weimar); 1992 bis 1994 technische Angestellte beim Kreiskirchenamt Weimar, Arbeitsbereich: Bauleitung, Bauüberwachung; 1995 bis 1999 Studium des Bauingenieurwesens an der Bauhaus-Universität Weimar; 2007 Promotion; 1996 bis 2006 wissenschaftliche Mitarbeiterin der IAB – Institut für Angewandte Bauforschung Weimar gemeinnützige GmbH (vordem Institut für Fertigteiletechnik und Fertigtbau Weimar e. V. – IFF); seit 2006 Leiterin des Forschungsbereiches Baustoffe



## Sustainability benefits of lightweight concrete Recycling of lightweight concrete

### Nachhaltigkeitsvorteile von Leichtbeton Leichtbeton-Recycling

The ongoing discussion on closed-loop recycling is increasingly focusing on the construction industry which uses significant amounts of mineral resources and counts among the large waste producers. In excess of 50 mio. tons of demolition waste are generated each year, frequently including a mixture of different components. New concepts and technologies are needed for their recovery. The increasing diversity of materials poses a problem.

Homogeneous material fractions free from foreign and undesirable substances are required, for example, for concrete construction. By 2020, the manufacturers of construction products must submit concepts on how to recirculate recycled mineral aggregates for use in the production process [1].

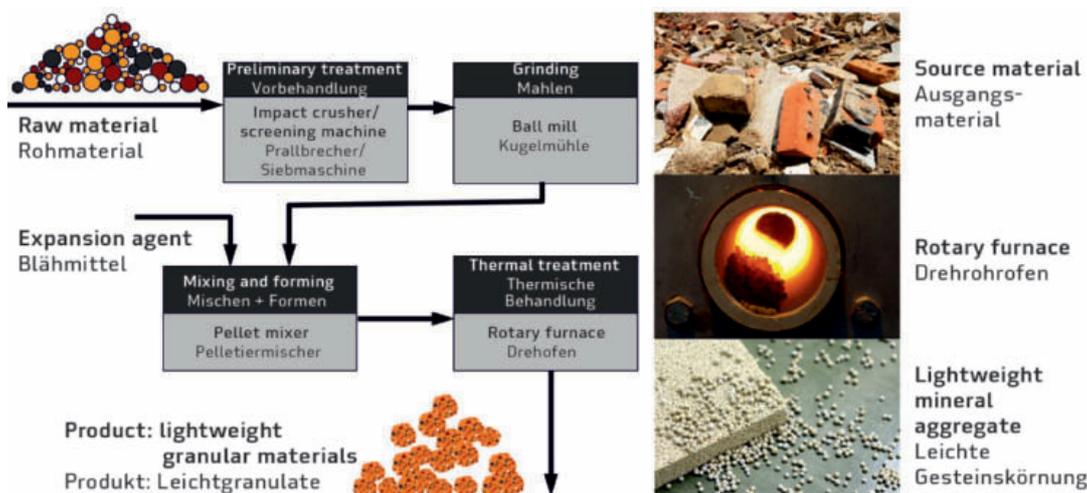
Demolished lightweight concrete waste is generated in two different qualities: unmixed production waste or mixed materials after demolition or deconstruction. The required percentage of unmixed fractions can be added to the lightweight concrete production process, which is currently done for products intended for use in garden and landscape architecture. Contrary to ordinary concrete recycling, this results in an increased bulk density and improved mechanical properties [2].

Im Zuge der Diskussion über eine geschlossene Kreislaufführung richtet sich der Fokus zunehmend auf die Bauindustrie, die erhebliche mineralische Ressourcen verbraucht und zu den großen Abfallerzeugern gehört. Über 50 Mio. t Bauschutt/Jahr, oft als Komponentengemisch, fallen an. Deren Verwertung erfordert neue Konzepte und Technologien. Problematisch gestaltet sich die zunehmende Materialvielfalt.

Beispielsweise sind für die Betonherstellung nur stofflich homogene, fremd- und störstofffreie Fraktionen verwendbar. Bis 2020 müssen Hersteller von Bauprodukten Konzepte vorlegen, wie die Rückführung rezyklierter Gesteinskörnungen in die Produktion erfolgen kann [1].

Leichtbetonbruch fällt in zwei Qualitäten – sortenreiner Produktionsabfall oder Materialgemisch nach Abbruch beziehungsweise Rückbau – an. Sortenreine Fraktionen können der Leichtbetonproduktion anteilig zugegeben werden, was derzeit für Produkte des Garten- und Landschaftsbau genutzt wird. Im Unterschied zum Normalbeton-Recycling treten ein Rohdichteanstieg und verbesserte mechanischen Eigenschaften auf [2].

Um sortenreine Leichtbetonfraktionen zu erhalten, ist eine mehrstufige Sortierung erforderlich. Nach der Vorabsiebung (Separierung feiner Bestandteile) wird das Grobgut manuell sortiert, um Wertstoffe (aufgeschlossener Leichtbeton) abzutrennen und zu zerkleinern. Bei integrierter Wärmedämmung erfolgt gleichzeitig deren Aufschluss und Abtrennung per Windsichtung. Durch die mehrfache Teilung des Inputstromes – Vorsiebmaterial, nicht aufgeschlossener Leichtbeton, Fraktionen < 8 mm – ist der Anteil an Körnungen > 8 mm eher



→ 1 Process steps in the production of lightweight granular materials from demolished masonry  
Verfahrensschritte zur Herstellung von Leichtgranulaten aus Mauerwerkbruch



**Prof. Dr.-Ing. habil. Anette Müller;** IAB – Institut für Angewandte Bauforschung Weimar gGmbH

[a.mueller@iab-weimar.de](mailto:a.mueller@iab-weimar.de)

Geboren 1946; 1964 bis 1968 Diplomstudium Baustoffingenieurwesen an der Hochschule für Architektur und Bauwesen Weimar (heute Bauhaus-Universität Weimar); 1974 Promotion; 1988 Habilitation auf dem Gebiet der Zementchemie; 1995 bis 2011 Universitätsprofessorin für Aufbereitung von Baustoffen und Wiederverwertung an der Bauhaus-Universität Weimar; seit 2011 Mitarbeiterin der IAB – Institut für Angewandte Bauforschung Weimar gemeinnützige GmbH, Forschungsbereich Baustoffe; Arbeitsschwerpunkt: Baustoffrecycling



**Dr.-Ing. Ulrich Palzer;** IAB – Institut für Angewandte Bauforschung Weimar gGmbH

[kontakt@iab-weimar.de](mailto:kontakt@iab-weimar.de)

Geboren 1960; 1979 bis 1984 Diplomstudium Baustoffverfahrenstechnik an der Hochschule für Architektur und Bauwesen Weimar (heute Bauhaus-Universität Weimar); 1984 bis 1989 wissenschaftlicher Assistent; 1990 Promotion; 1990 bis 1995 Geschäftsführer der Ritter Verwaltung GmbH; seit 1995 Geschäftsführer der PBM Projekt- und Baumanagement GmbH in Weimar; seit Juli 2007 Institutsdirektor der IAB – Institut für Angewandte Bauforschung Weimar gemeinnützige GmbH (vordem Institut für Fertigteiletechnik und Fertigungsbau Weimar e. V. – IFF); Arbeitsschwerpunkte: Baustoffforschung, Simulation von Verarbeitungsprozessen, Lärm- und Schwingungsabwehr in der Rohstoffindustrie

Multi-stage sorting is required to obtain unmixed lightweight concrete fractions. Following preliminary screening (separation of fines), the coarse material is sorted manually in order to separate and crush recyclable materials (liberated lightweight concrete). Integrated thermal insulation is liberated at the same time and separated by means of airstream sorting. Multiple separation of the inputs – prescreened material, non-liberated lightweight concrete, fractions < 8 mm – results in a rather low percentage of particle sizes > 8 mm. Strict separation of the materials enables this percentage – in analogy to lightweight concrete grades from production waste – to be reused for concrete production, whereas the fine fractions are not as yet suitable for recycling.

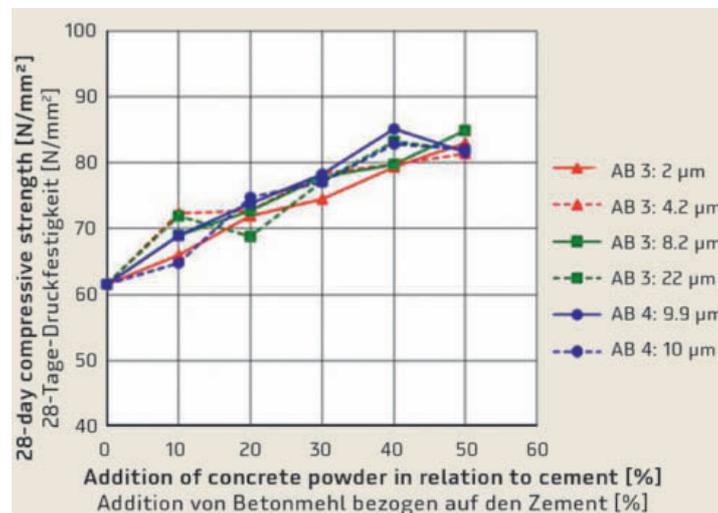
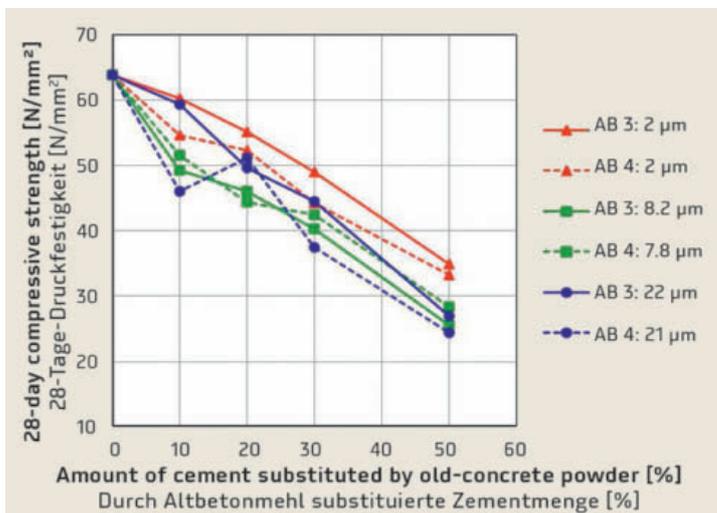
Approaches based on chemical-mineralogical properties have been tested to enable these to be recycled. One option consists in the production of lightweight granular material (Fig. 1). Suitable raw materials include unmixed demolished lightweight concrete and

gering. Bei konsequenter Stofftrennung kann dieser Anteil, analog zu Leichtbetonkörnungen aus Produktionsabfällen, wieder für die Betonherstellung eingesetzt werden. Im Gegensatz dazu sind die Feinfraktionen bisher nicht verwertbar.

Für deren Verwertung wurden Lösungsansätze, die auf chemisch-mineralogischen Eigenschaften aufbauen, erprobt. Eine Möglichkeit ist die Herstellung von Leichtgranulaten (Abb. 1). Als Rohstoffe eignen sich sortenreiner Leichtbeton- und Mauerwerkbruch. Die Granulate halten alle umwelttechnischen Parameter ein und verfügen über

- » Rohdichten deutlich unter 1.000 kg/m<sup>3</sup>,
- » Einzelkornfestigkeiten bis zu 10 N/mm<sup>2</sup> und
- » eine Wärmeleitfähigkeit von 0,135 W/mK.

Betone auf der Basis leichter Gesteinskörnungen erzielen vergleichbare Eigenschaften wie mit Blähton hergestellte Betone. Das Verfahren kommt nahezu ohne natürliche Rohstoffe aus und ist im Hinblick auf Schwan-



→ 2 Change in the compressive strength of reference mortars when substituting cement or adding old-concrete powder to the cement  
Änderung der Druckfestigkeit von Referenzmörteln bei der Substitution von Zement beziehungsweise der Addition von Altbetonmehl zum Zement

masonry. The granular materials comply with all environmental parameters and have the following properties:

- » bulk densities significantly lower than 1.000 kg/m<sup>3</sup>;
- » single-grain strength of up to 10 N/mm<sup>2</sup>; and
- » thermal conductivity of 0.135 W/mK.

Concretes based on lightweight mineral aggregates achieve properties comparable to concretes produced with expanded clay. The process requires next to no natural resources and is robust in terms of fluctuations in material composition. It offers energy benefits when compared to expanded-clay production. Gypsum contained in the demolition waste is thermally decomposed and almost completely removed.

Another recycling option – at least for the fractions produced in accordance with **Fig. 1** – could be the production of fine-particle mineral additives for the production of lightweight concrete. Powders produced from ordinary concrete show that the direct substitution of cement causes a reduction in the 28-day strength (in approx. linear relation). When adding old-concrete powder without reducing the cement content, the 28-day strength increases according to an exponential approach with an upper limit value. Combining substitution and addition (**Fig. 2**) enables a strength gain to be achieved at a lower amount of added cement (approx. 10%) provided that the substituted amount is lower than the added amount. If powders produced from lightweight concretes exhibit pozzolanic activity, the substitutable amount of cement may be higher than in the case of concrete powders. This issue is currently being investigated.

kungen der stofflichen Zusammensetzung robust. Im Vergleich zur Blähtonherstellung weist es energetische Vorteile auf. Im Bauschutt enthaltener Gips wird thermisch zersetzt und nahezu vollständig entfernt.

Eine weitere Verwertungsmöglichkeit – zumindest für die nach **Abbildung 1** hergestellten Fraktionen – könnte die Produktion feinstpartikulärer, mineralischer Additive für die Leichtbetonherstellung sein. Aus Normalbetonen hergestellte Mehle zeigen, dass die direkte Zement-Substitution eine Abnahme der 28d-Festigkeit (nach etwa linearer Abhängigkeit) verursacht. Bei der Addition von Altbetonmehl ohne Zementreduktion steigt die 28d-Festigkeit nach einem exponentiellen Ansatz mit einem oberen Grenzwert an. Durch die Kombination von Substitution und Addition (**Abb. 2**) kann ein Festigkeitsgewinn bei geringerer Zementzugabe (ca. 10%) erreicht werden, solange die substituierte unter der zugegebenen Menge liegt. Sollten aus Leichtbetonen hergestellte Mehle eine puzzolanische Aktivität aufweisen, kann die substituierbare Zementmenge höher als im Fall der Betonmehle sein. Untersuchungen zu dieser Fragestellung werden derzeit durchgeführt.

#### REFERENCES/LITERATUR

- [1] EU-Richtlinie 2008/98/EG, Abfallrahmenrichtlinie
- [2] Alexandre Bogas, J.; de Brito, J.; Cabaço, J.: Long-term behaviour of concrete produced with recycled lightweight expanded clay aggregate concrete. *Construction and Building Materials* 65 (2014) 470 bis 479.
- [3] Mueller, A.: Die Herstellung von Aufbaukörperungen aus Mauerwerkbruch. *Müll und Abfall* 2014, H. 11, S. 625 bis 633.
- [4] Müller, A.; Liebezeit, S.; Badstübner, A.: Verwertung von Überschusssanden als Zusatz im Beton. *Steinbruch und Sandgrube* 2012, H. 5, S. 46 bis 49.

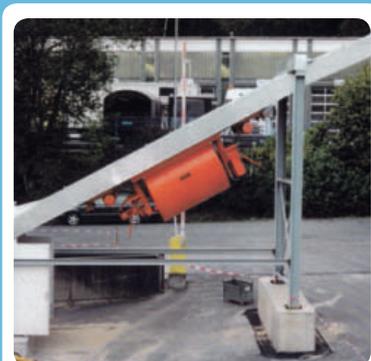


## More than 850 facilities worldwide

- Rollover bucket up to 6.000 l
- Concrete distributor systems
- Flap bucket up to 8.000 l
- Weighing bucket
- Double chamber bucket
- Special constructions



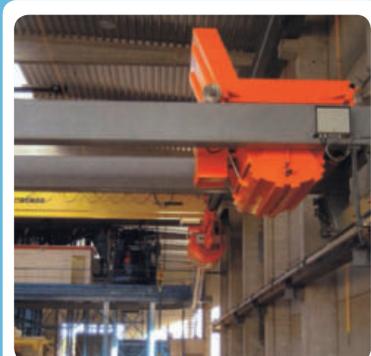
Rollover bucket 4.500 l



Rollover bucket in a 32° inclination = 60%



Double chamber bucket 3.000 / 1.500 l



Rollover bucket and concrete distributor

Extreme conveyor systems are our standard

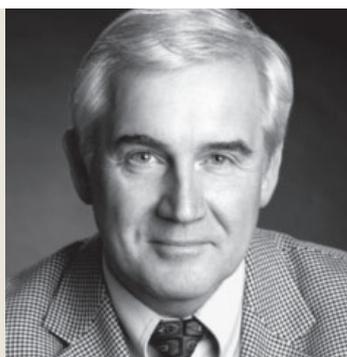
**WE OFFER SOLUTIONS**

innovative | individual | competent | **WORLDWIDE**

**DUDIK International** Kübelbahnen und Transportanlagen GmbH

Mackstraße 21 Tel.: +49 (0) 7581 - 8877 E-Mail: dudik@t-online.de  
88348 Bad Saulgau / Fax: +49 (0) 7581 - 4692  
Germany

[www.dudik.de](http://www.dudik.de)



**MODERATION**

**Dipl.-Bau-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. Martin Möllmann;** info-b Informationsgemeinschaft Betonwerkstein, Wiesbaden

[info@dyckerhoff.com](mailto:info@dyckerhoff.com)

Geboren 1960; nach Abitur und Bundeswehr zunächst Studium Bauingenieurwesen, Schwerpunkt Betontechnologie inklusive Sondergebiete mit Erwerb des E-Scheins; anschließend Studium des Wirtschaftsingenieurwesens, Ausrichtung Marketing und Vertrieb; 1986 bis 1987 Berufspraktikum auf verschiedenen Hoch- und Tiefbaustellen der Walter-Bau-Gruppe, Borken; 1987 bis 1991 Chemische Werke Brockhues AG, Walluf (heute: Huntsman), seit 1991 Dyckerhoff GmbH, Wiesbaden, heute Leiter Weißzementvertrieb und Marketing Deutschland/Westeuropa

Day 2: Wednesday, 24<sup>th</sup> February 2016

Tag 2: Mittwoch, 24. Februar 2016

## Cast stone Betonwerkstein

Page Seite	Title Titel
---------------	----------------

- |     |   |
|-----|---|
| 131 | <p><b>40 years of advertising for cast stone – design perspectives</b><br/>40 Jahre Werbung für Betonwerkstein – Gestaltungsperspektiven<br/>Dipl.-Bau-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. Martin Möllmann</p>   |
| 133 | <p><b>Cast stone in design and interior architecture</b><br/>Betonwerkstein in Design und Innenarchitektur<br/>Dipl.-Ing. Marion von der Heyde</p>  |
| 134 | <p><b>The new Wehrhahn underground rapid transit line in Düsseldorf</b><br/>– Design and construction document phase of the cast stone façade<br/>– Application of the cast stone façade<br/>Die neue Wehrhahn-Linie Düsseldorf – Entwurf und Ausführungsplanung der Betonwerksteinfassade<br/>– Entwurf und Ausführungsplanung der Fassaden<br/>– Ausführung der Betonwerksteinarbeiten<br/>Dipl.-Ing. Architekt Thilo Höhne, Harry Schwab</p> |
| 136 | <p><b>Munich Documentation Center for the history of National Socialism</b><br/>– Architecture and construction document phase<br/>– Application of the cast stone façade<br/>NS-Dokumentationszentrum München<br/>– Architektur und Ausführungsplanung<br/>– Ausführung der Betonwerksteinarbeiten<br/>Dipl.-Ing. Tobias Scheel, Richard Bayer</p>   |
| 140 | <p><b>Architectural concrete for Cologne’s Rhine Boulevard</b><br/>Architekturbeton für den Rheinboulevard Köln<br/>Dipl.- Ing. Marco Beeck</p>   |

**Dipl.-Bau-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. Martin Möllmann;** Dyckerhoff GmbH, Wiesbaden

➔ [info@dyckerhoff.com](mailto:info@dyckerhoff.com)

Geboren 1960; nach Abitur und Bundeswehr zunächst Studium Bauingenieurwesen, Schwerpunkt Betontechnologie inklusive Sondergebiete mit Erwerb des E-Scheins; anschließend Studium des Wirtschaftsingenieurwesens, Ausrichtung Marketing und Vertrieb; 1986 bis 1987 Berufspraktikum auf verschiedenen Hoch- und Tiefbaustellen der Walter-Bau-Gruppe, Borken; 1987 bis 1991 Chemische Werke Brockhues AG, Walluf (heute: Huntsman), seit 1991 Dyckerhoff GmbH, Wiesbaden, heute Leiter Weißzementvertrieb und Marketing Deutschland/Westeuropa.

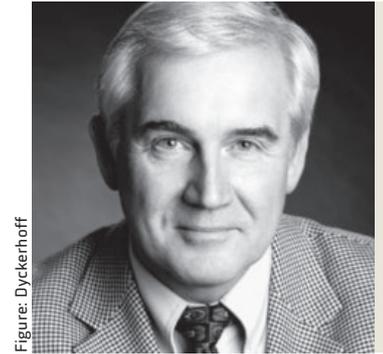


Figure: Dyckerhoff

## Design perspectives 40 years of advertising for cast stone

## Gestaltungsperspektiven 40 Jahre Werbung für Betonwerkstein

In 2016 the Information Society for German Cast Stone – info-b for short – will celebrate its 40<sup>th</sup> anniversary. The society was founded in 1976 on the occasion of a Dyckerhoff Weiss Convention in Wiesbaden, Germany. On 6 February 1976, the first joint advertising campaign for concrete products was launched – at a time when marketing for most construction materials was still unheard of. Over the past four decades, the objectives of info-b have fundamentally remained the same. Now as then, the aim has been to highlight and communicate the many different advantages of cast stone with respect to such alternatives as natural stone and ceramics. The task then and now is to respond to the challenges of the market and to provide it with new impetus. Initially, attention was focused on target-oriented communication with planners and architects. The goal here was to comprehensively inform them of the performance capability and reliability of quality-tested concrete products. In parallel, increasing emphasis was placed on arousing the interest of end-users and making them the object of desire.

The instruments used then and today for these purposes range from public relations work and advertising in technical publications to participation in regional and transregional exhibitions and trade shows. An important medium has been the Cast Stone Manual and, later, the Cast Stone Catalogue. These publications offered a planning aid, unique at that time, that not only contained technical information on all possible applications of cast stone – from paving blocks to façade elements – but moreover documented attractive application examples from actual projects. In this spirit, the title of a 20-minute advertising film released in the 1990s was “Beauty in a new dimension.” And, not least in this context, was the Cast Stone Calendar that provides valuable hands-on advice on how to cope with current problems, specifically for processing cast stone.

### **Especially designed and innovative**

Despite the continuity described, a number of aspects have changed during the past 40 years. Initially, it was concrete slabs in the interior of buildings that were primarily associated with

Im Jahr 2016 feiert die „Informationsgemeinschaft deutscher Betonwerkstein“ – kurz info-b – ihr 40-jähriges Bestehen. Gegründet wurde sie 1976 im Rahmen einer Dyckerhoff Weiss-Tagung in Wiesbaden. Hier entstand am 6. Februar 1976 die erste Gemeinschaftswerbung für Betonzeugnisse – zu einer Zeit, in der für die meisten Baustoffe Marketing noch ein Fremdwort war. In den zurückliegenden vier Jahrzehnten hat sich an den grundsätzlichen Zielen der info-b nichts oder nur wenig geändert. Damals wie heute ging und geht es darum, die vielfältigen Vorteile des Betonwerksteins gegenüber Substituten wie etwa Naturstein oder Keramik deutlich zu machen und zu kommunizieren. Damals wie heute gilt es, sich den Herausforderungen des Marktes zu stellen und ihm neue Impulse zu verleihen. Im Fokus stand zunächst die zielgerichtete Kommunikation mit Planern und Architekten. Sie galt es umfassend zu informieren und von der Leistungsfähigkeit und Sicherheit qualitätsgeprüfter Betonprodukte zu überzeugen. Parallel dazu wurden vermehrt aber auch beim Endverbraucher Interesse und Begehrlichkeiten geweckt.

Die Instrumente, derer man sich dazu bediente und immer noch bedient, reichen von Öffentlichkeitsarbeit und Werbung über Fachpublikationen bis hin zur Teilnahme an regionalen und überregionalen Ausstellungen und Fachmessen. Ein wichtiges Medium waren das Betonwerkstein-Handbuch und später der Betonwerkstein-Katalog. Diese in ihrer Form bis dahin einmalige Planungshilfe enthielt nicht nur die technischen Informationen zu allen Einsatzgebieten von Betonwerkstein – vom Pflasterstein bis zum Fassadenelement – sondern dokumentierte zugleich auch attraktive Anwendungsbeispiele aus der Praxis. Passend dazu lautete der Titel eines Anfang der 1990er Jahre entstandenen, 20-minütigen Werbefilms „Schönheit in neuen Dimensionen“. Und last but not least ist in dieser Reihe auch der Betonwerkstein-Kalender zu nennen, der seit dem Jahr 2007 speziell den Verarbeitern von Betonwerkstein bei der Bewältigung aktueller Probleme wertvolle Hilfestellung leistet.

### **Besonders gestaltet und innovativ**

Bei all der beschriebenen Kontinuität hat sich in den zurückliegenden 40 Jahren dennoch auch einiges verändert. War es zu Beginn in erster Linie die Betonplatte im Innenbereich, die mit dem Begriff

# RECKLI DESIGN YOUR CONCRETE



1+2 RECKLI ARTICO®  
3+4 RECKLI PHOTO-ENGRAVING  
5+6 RECKLI 3D

**RECKLI**®  
DESIGN YOUR CONCRETE

RECKLI GMBH  
GEWERKENSTR. 9A  
44628 HERNE  
GERMANY  
TEL. +49 (0) 2323 | 1706-0  
FAX +49 (0) 2323 | 1706-50  
INFO@RECKLI.COM

[WWW.RECKLI.COM](http://WWW.RECKLI.COM)

**BETONTAGE**®  
CONCRETE SOLUTIONS

Cast Stone. Today, Cast Stone has become a synonym for especially designed and innovative concrete products for applications inside and outside buildings, on façades, or as design elements and design products for contemporary building and living. Particularly in recent years, many products have been created whose design appeals specifically to architects and interior architects. Today, Cast Stone can be used nearly everywhere: on façades, extravagant interior surfacings, surface-processed paving blocks, fascinating stairs, and thin-format wall tiles. Or, to put it in a nutshell: Cast Stone is now as before “the most beautiful thing you can make of cement.” There is, however, still a great deal of untapped innovative potential for Cast Stone in terms of design and function.

The fact that 10 of the initial 65 member companies are still on board and that current membership, at 125, has nearly doubled, demonstrates impressively that the network of suppliers – unique in this segment of basic industrial materials – and of manufacturers and processors of Cast Stone indeed represents a success story. This phenomenon has achieved a degree of recognition of more than 50% among architects and planners. The concept of info-b as neutral contact point for all questions involving concrete and Cast Stone, and the achievements continuously reached over the past decades, have thus been worthwhile and in the final analysis profitable. “If info-b did not exist – it would have to be invented,” as aptly formulated a keynote speaker on the 25<sup>th</sup> anniversary of the Information Society Cast Stone. Nothing needs to be added to this statement 15 years later.

Betonwerkstein in Verbindung gebracht wurde, so ist Betonwerkstein heute das Synonym für besonders gestaltete und innovative Betonzeugnisse, sei es im Innen- oder Außenbereich, an der Fassade oder als Gestaltungselement und Design-Artikel für zeitgemäßes Bauen und Wohnen. Gerade in den letzten Jahren wurde eine Vielzahl von Produkten kreiert, die speziell Architekten und Innenarchitekten von der gestalterischen Seite her ganz besonders ansprechen. Betonwerkstein kann heute nahezu überall eingesetzt werden, zum Beispiel bei Fassaden, extravagantem Innenbelägen, oberflächenbearbeiteten Pflastersteinen, überzeugenden Treppenanlagen oder dünnformatigen Wandfliesen. Oder, um es auf einen kurzen Nenner zu bringen: Betonwerkstein ist nach wie vor „das Schönste, was man aus Zement machen kann“; im Betonwerkstein steckt aber auch noch jede Menge innovatives Potenzial in Bezug auf Gestaltung und Funktion.

Die Tatsache, dass von den 65 Mitgliedern der ersten Stunde noch 10 Unternehmen mit an Bord sind und dass sich die Mitgliederzahl bis heute mit aktuell 125 nahezu verdoppelt hat, zeigt eindrucksvoll, dass das in der Branche einmalige Netzwerk aus Grundstofflieferanten, Herstellern und Verarbeitern von Betonwerkstein eine Erfolgsstory ist – mit einem Bekanntheitsgrad, der bei Architekten und Planern bei über 50% liegt. Das von allen Beteiligten getragene Konzept der info-b als neutrale Anlaufstelle für alle Fragen rund um Beton und Betonwerkstein und die über Jahrzehnte kontinuierlich betriebene Arbeit haben sich also bewährt und letztendlich auch ausgezahlt. „Wenn es die info-b nicht gäbe – man müsste sie erfinden“, so formulierte es ein Festredner anlässlich des 25-jährigen Jubiläums der Informationsgemeinschaft Betonwerkstein. Dem ist auch 15 Jahre danach nichts hinzuzufügen.

**Dipl.-Ing. Marion von der Heyde-Platenius;** Kerapid, Hildesheim

[vdh@kerapid.de](mailto:vdh@kerapid.de)

Geboren 1953; Ausbildung zur Fotografin; Studium der Innenarchitektur in Hannover; Realisierung von architektonischen Lösungen für Innenräume in einem Planungsbüro; seit 1998 Vertrieb für die Produktgruppe Betonwerkstein und anschließend Produktmanagement für den Geschäftsbereich Trennwände aus Architekturbeton bei der Kerapid GmbH & Co. KG; Tätigkeiten als Referentin und Autorin; Mitglied der Vertreterversammlung der Architektenkammer Niedersachsen sowie Vorstandsmitglied der info-b Informationsgemeinschaft Betonwerkstein e.V.; Mitarbeit in unterschiedlichen Gremien zu den Themen Beton, Architektur und Baukultur



## Design and interior architecture

### Cast stone

## Design und Innenarchitektur

### Betonwerkstein

Concrete is a construction material that – in the context of positive social perception and of the enormous development of its material properties in recent years – is also increasingly used as an influential material in design and interior architecture.

In the presentation, cast stone, a specific type of concrete, is presented in all its facets. Graphics and photographs illustrate a range of examples from interior finishing and project design. Floor surfacing, separating walls, stairs, wall design, furniture, and lamps made of cast stone document the many-sided design possibilities of its unique effect on interior space.

→ Self-supporting cast-stone wall in a hotel pool  
Selbsttragende Betonwerksteinwand in einem Hotelbad



→ Large-size cast stone slabs as surfacing in an exhibition room  
Großformatige Betonwerksteinplatten als Bodenbelag in einem Ausstellungsraum

Beton ist ein Baustoff, der in den letzten Jahren im Kontext einer positiven gesellschaftlichen Wahrnehmung und einer enormen baustofflichen Entwicklung zunehmend auch als gestaltgebendes und -prägendes Material in Design und Innenarchitektur eingesetzt wird.

Im Vortrag wird der Betonwerkstein, eine spezifische Art des Betons, in all seinen Facetten vorgestellt. Anhand von Grafiken und Fotografien werden diverse Beispiele aus dem Innenausbau und der Objektgestaltung gezeigt. Fußböden, Trennwände, Wandgestaltungen, Treppen, Möbel, Waschbecken und Leuchten aus Betonwerkstein dokumentieren seine vielfältigen Gestaltungsmöglichkeiten und seine einzigartige Wirkung auf den Innenraum.



**Dipl.-Ing. Architekt Thilo Höhne;** netzwerkarchitekten, Darmstadt

[hoehne@netzwerkarchitekten.de](mailto:hoehne@netzwerkarchitekten.de)

Geboren 1965; Architekturstudium an der TU Darmstadt, 1995 Diplom; 1993 bis 1996 freie Mitarbeit im Büro Lengfeld u. Wilisch, Darmstadt, Wettbewerbe, unter anderem Parkhaus der Städtischen Kliniken in Darmstadt, (Preis des Deutschen Stahlbaus 1998); 1995 bis 1997 Wettbewerbsbüro mit Frank Menzel, Barbara Boczek, Darmstadt; 2002 Wehrhahnlinie in Düsseldorf, Wettbewerb erster Preis, Neubau von neun U-Bahn-Stationen; 2003 bis 2006 U4 HafenCity Hamburg, Haltestelle Überseequartier; 2005 bis 2016 Bearbeitungsschwerpunkt, Neubau von sechs U-Bahn-Stationen; Geschäftsführender Gesellschafter der netzwerkarchitekten GmbH; TÜV-Süd - Vor-Ort-Energieberater für Wohngebäude und Nichtwohngebäude, gelistet bei BAFA und DENA

## Design and construction document phase of the cast stone façade, from the idea to a certified construction method

### The new Wehrhahn underground rapid transit line in Düsseldorf

## Entwurf und Ausführungsplanung der Betonwerksteinfassade, von der Idee zur zertifizierten Bauart

### Die neue Wehrhahn-Linie, Düsseldorf

The Wehrhahn underground rapid transit line in Düsseldorf runs north-to-south between two ramp structures and includes six subway stations over a total length of 3.4 km.

The approach for the design of the Wehrhahn line was based on a conception model of a continuous underground line that winds through the city, with a particular design theme for each station and with heightening of the achieved effect by specific design techniques. The underground railroad stations are widened on this line to create a tunnel that appears as special locations within the transportation network, without giving the impression of their being detached from it.

#### Sectional spaces

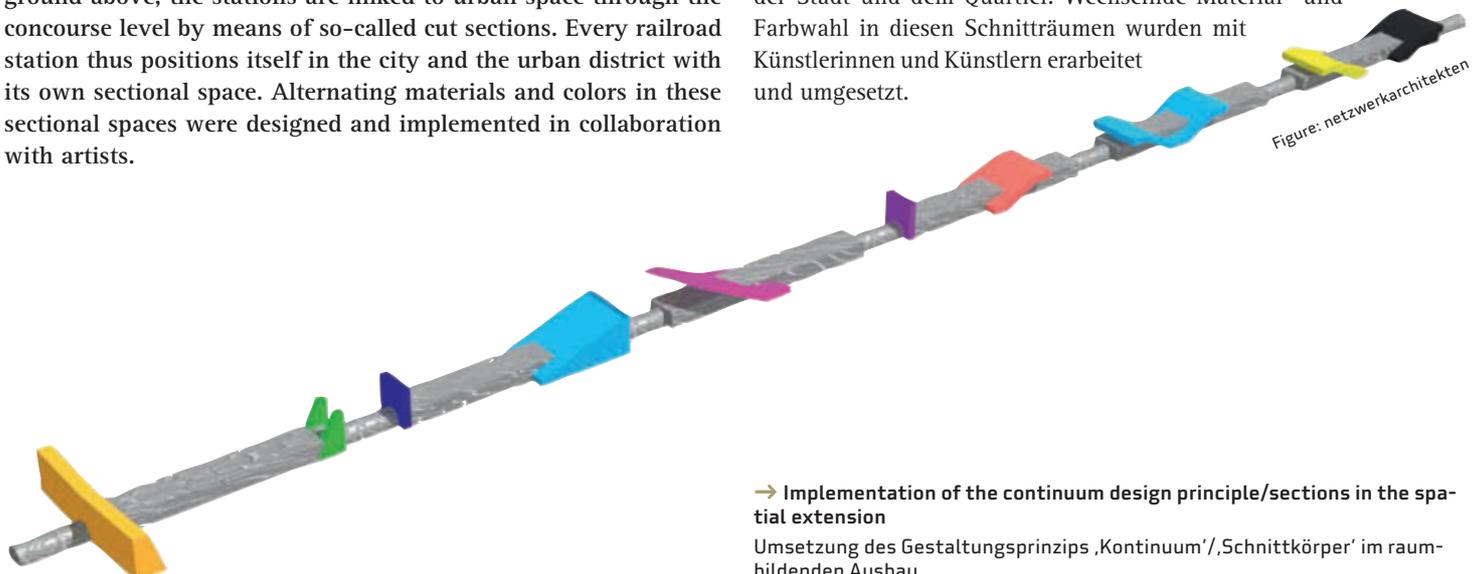
In the manner of a clamp connector, and as connection to the ground above, the stations are linked to urban space through the concourse level by means of so-called cut sections. Every railroad station thus positions itself in the city and the urban district with its own sectional space. Alternating materials and colors in these sectional spaces were designed and implemented in collaboration with artists.

Die Wehrhahn-Linie verläuft von Süden nach Norden über sechs unterirdische Stationen, zwischen zwei Rampenbauwerken auf insgesamt 3,4 km Länge.

Der Ansatz für die Gestaltung der Wehrhahn-Linie sieht vor, die Bahnhöfe im Denkmodell eines unterirdischen Kontinuums, das sich durch die Stadt schlängelt, zu thematisieren und gestalterisch zu überhöhen. Die Bahnhöfe werden dabei als Aufweitung des U-Bahntunnels ausgearbeitet, die als besondere Stellen im Verkehrs-System erscheinen, aber nicht aus ihm herausgelöst wirken.

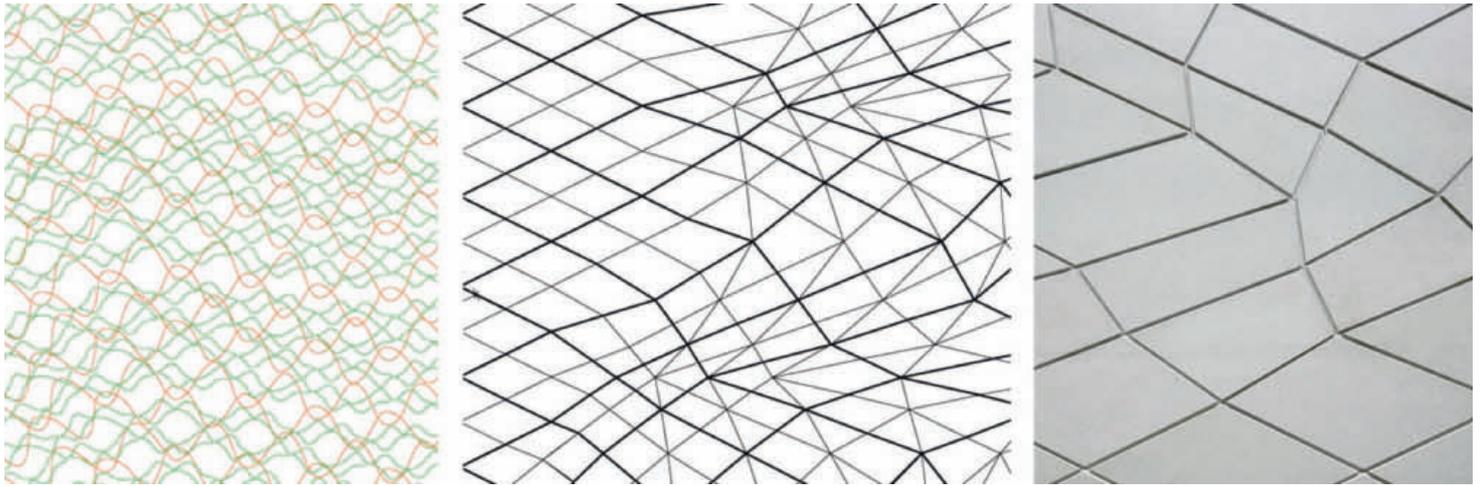
#### Schnitträume

Als Klammer und Verbindung nach oben werden die Stationen über 'Einschnitte' mit dem Stadtraum über die Verteilerebenen verbunden. Jeder Bahnhof verortet sich somit mit einem eigenen Schnittraum in der Stadt und dem Quartier. Wechselnde Material- und Farbwahl in diesen Schnitträumen wurden mit Künstlerinnen und Künstlern erarbeitet und umgesetzt.



→ Implementation of the continuum design principle/sections in the spatial extension

Umsetzung des Gestaltungsprinzips ‚Kontinuum‘/ ‚Schnittkörper‘ im raumbildenden Ausbau



→ From the artistic idea to a certified construction method: a = security pattern (left), b = dot network (center) and c = high-performance concrete (right)  
 Von der künstlerischen Idee zur zertifizierten Bauart: a- Sicherheitsmuster (links), b- Punktnetz (Mitte), c- Hochleistungsbeton (rechts)

**Continuum**

The surfaces of this underground continuum – i.e., the wall cladding on the rail-traffic levels in all six railroad stations – were created in collaboration with the artist Heike Klussmann and superimposed with a modern ornament reminiscent of a mathematically defined “snake skin.”

This surface design of the wall cladding is implemented as a superordinate artwork.

**The security pattern as contemporary ornament**

The leitmotif for the surface design of the continuum was taken from the security pattern on German passports. The security patterns on documents (such as ID cards and financial instruments) typically consist of ultrafine, multiply interwoven lines that generate widening and contracting wave structures. On the basis of these concepts, the designers derived a principle for generating pattern repetition based on a network of dots. The connecting lines between the dots create a network-like polygonal structure. A façade system was directly derived on this basis. The wall cladding on the rail-traffic level is executed as ventilated curtain walls made of concrete.

The material and color nature of the tunnel section, with its segmental lining, was applied to the design of the halls of the railroad stations. The ornamental pattern is defined by the joints in the façade panels. The perspective view further densifies the lines. In this way, the pattern creates an optical three-dimensional effect. As a result, calm two-dimensional-effect areas and dynamic, three-dimensional-effect areas can be created within the space of a station.

In the course of planning, a number of issues were subjected to a review including the following technical, legal and design aspects:

- » Drafting the building approval process for the entire construction method
- » Low finishing depth of the entire construction, with consequently thin panels of high strength and concrete areas of dense structure.
- » The possibility of inspecting every single panel
- » Observance of the tolerances of levelness as specified in DIN
- » Uniform appearance of all panels in six railroad stations

Once these issues were clarified, a façade of high quality and aesthetic design was created, as an additional identifying characteristic of the new underground line.

**Kontinuum**

In Zusammenarbeit mit der Künstlerin Heike Klussmann wurden die Materialoberflächen des Kontinuums, also die Wandverkleidungen der Fahrebenen, in allen sechs Bahnhöfen mit einem zeitgenössischen Ornament überlagert, das an eine mathematisch definierte ‚Schlangenhaut‘ erinnert.

Diese Oberflächengestaltung der Wandverkleidung wird als übergeordnetes Kunstwerk im Fahrbahnbereich jeder U-Bahnstation umgesetzt.

**Das Sicherheitsmuster als zeitgenössisches Ornament**

Leitidee für die Oberflächengestaltung des Kontinuums war das Sicherheitsmuster des deutschen Reisepasses. Die ‚Sicherheitsmuster‘ von Dokumenten (z. B. Ausweise, Wertpapiere) bestehen typischerweise aus vielfach verwobenen, feinsten Linien, welche weitende und zusammenziehende Wellenstrukturen erzeugen. Abgeleitet aus diesen Überlegungen wurde ein Prinzip zur Erzeugung eines Muster-Rapports entwickelt, das auf einem Punktnetz basiert. Durch Verbindungslinien zwischen den Punkten entsteht eine netzartige polygonale Struktur. Hieraus wurde direkt ein Fassadensystem abgeleitet.

Die Wandverkleidung der Fahrebene wird als vorgehängte, hinterlüftete Fassade aus Beton ausgeführt. Die Materialität und Farbigkeit des Streckentunnels mit seinen Tübbingungen wurde auf die Gestaltung der Bahnsteighallen übertragen.

Das Musterornament wird durch die Fugen der Fassadenplatten gezeichnet. Durch perspektivische Ansicht verdichten sich die Linien zusätzlich. Das Muster entfaltet hierdurch eine optische dreidimensionale Wirkung. Auf diese Weise können innerhalb eines Stationsraums ruhige, zweidimensional wirkende Bereiche und dynamische, dreidimensional wirkende Bereiche geschaffen werden.

Im weiteren Verlauf der Planung wurden unter anderem folgende Punkte technisch, rechtlich und gestalterisch geprüft:

- » Baurechtliche Genehmigung der gesamten Bauart herstellen
- » Geringe Ausbautiefe der Gesamtkonstruktion und somit geringe Plattenstärke bei hoher Festigkeit und dichtem Betongefüge
- » Revisionsbarkeit jeder einzelnen Platte
- » Unterschreitung von Ebenheitstoleranzen nach DIN
- » Einheitliches Erscheinungsbild aller Platten in sechs Bahnhöfen

Mit der Klärung dieser Punkte wurde eine Fassade mit hohem gestalterischen und ästhetischen Anspruch geschaffen, die ein weiteres identitätsstiftendes Merkmal der neuen U-Bahnlinie darstellt.

Figure: netzwerkarchitekten



**Dipl.-Ing. Tobias Scheel;**

[buero@gsw-architekten.de](mailto:buero@gsw-architekten.de)

Geboren 1963; 1983 bis 1991 Architekturstudium an der TU Braunschweig und der ETH Zürich (DAAD-Stipendium); 1992 Prof. E. Gerber, Berlin; 1993 bis 1999 Prof. O. M. Ungers, Berlin; 2000 Bürogründung Georg · Scheel · Wetzel Architekten; 2000 bis 2003 Lehrtätigkeit an der TU Braunschweig

## Munich Documentation Center for the history of National Socialism

New construction of the Documentation Center for the History of National Socialism at Königsplatz in Munich. Permanent exhibition, temporary exhibition, seminar rooms, conference room, library, administration

### NS-Dokumentationszentrum München

Neubau NS-Dokumentationszentrum am Königsplatz in München. Dauerausstellung, Wechselausstellung, Seminarräume, Vortragsaal, Bibliothek, Verwaltung



→ View of Briener Straße  
 Ansicht Briener Straße

Figure: Stefan Müller, Berlin

**Procedure: design competition including preceding application procedure, 2009**

Rank: 1<sup>st</sup> prize

Completion: 2014

Gross floor space: 5,000 m<sup>2</sup>

Gross cubic content: 21,000 m<sup>3</sup>

Client: City of Munich

Built on the premises of the former NSDAP headquarters, the Documentation Center for the History of National Socialism is a fragmentary reminder of the earlier urban-architectural situation between Königsplatz and Karolinenplatz without reviving, however, the once symmetrical arrangement of buildings on both sides of Brienner Straße. On the contrary: rebuilding on the premises of the “Brown House” adds an asymmetrical accent to the square’s axial layout and will thus succeed in detaching itself from the existing topography which is characterized, even today, by the marks left

**Verfahren: Realisierungswettbewerb mit vorgeschaltetem Bewerbungsverfahren, 2009**

Rang: 1. Preis

Fertigstellung: 2014

Bruttogeschossfläche: 5.000 m<sup>2</sup>

Bruttorauminhalt: 21.000 m<sup>3</sup>

Bauherr: Landeshauptstadt München

Mit dem NS-Dokumentationszentrum auf dem Grundstück der ehemaligen Parteizentrale der NSDAP wird fragmenthaft an die frühere städtebauliche Situation zwischen Königsplatz und Karolinenplatz angeknüpft, ohne jedoch die einst symmetrische Gewichtung von Baukörpern beiderseits der Brienner Straße wieder aufleben zu lassen. Im Gegenteil: die Wiederbebauung des Grundstücks des „braunen Hauses“ setzt einen asymmetrischen Akzent innerhalb der axialen Platzkonfiguration und wird somit ihr Ziel erreichen, sich von der bestehenden Topographie abzulösen, die immer noch vom Stempel



Figure: Stefan Müller, Berlin

→ Atrium of exhibition area  
Luftraum Ausstellungsbereich

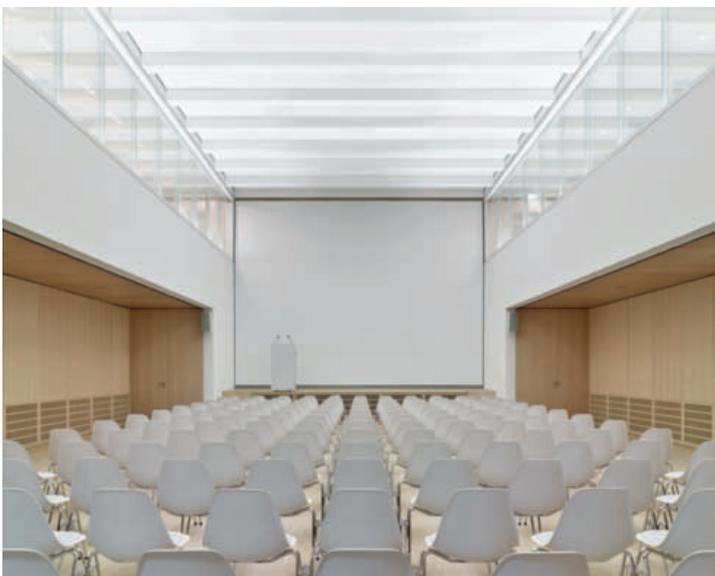


Figure: Stefan Müller, Berlin

→ Hall  
Saal



Figure: gsw architekten

→ First floor: exhibition  
1. Obergeschoss: Ausstellung



Figure: gsw architekten

→ Second floor: exhibition  
2. Obergeschoss: Ausstellung

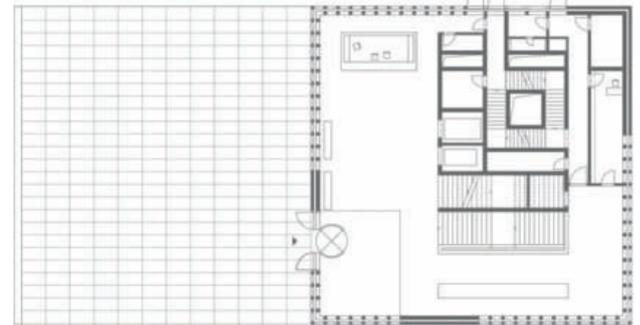


Figure: gsw architekten

→ Foyer on the ground floor  
Erdgeschoss Foyer

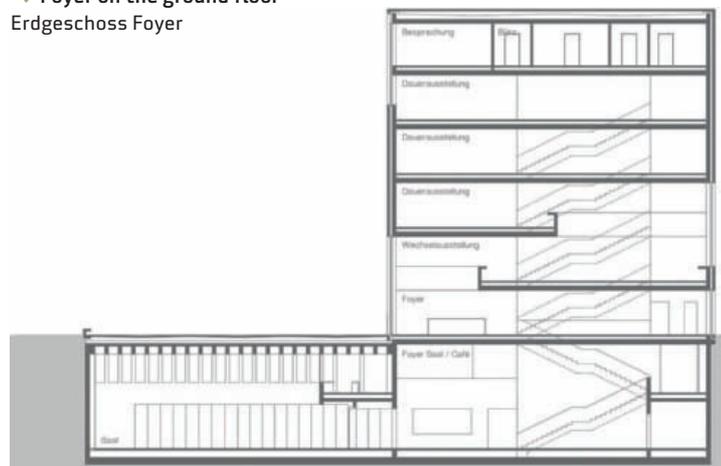


Figure: gsw architekten

→ Longitudinal section  
Längsschnitt



Figure: Stefan Müller, Berlin

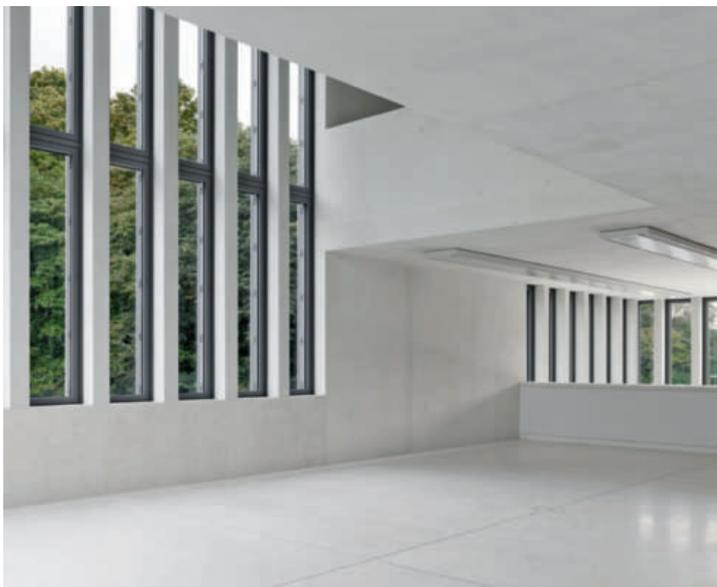
→ View from Königsplatz  
Blick vom Königsplatz

by the Nazis and their reconstruction measures. The Documentation Center for the History of National Socialism will thus become, as it were, a new public location permitting a detached view of the historically burdened environment that consciously presents the square's composition, originally designed for an axial perspective, from a different viewing angle.

While the compact, non-oriented cube occupies the place of construction, thus marking the historically ill-fated perpetrator site, it is simultaneously experienced, on account of its autonomy, as an independent object set into the surrounding space. The new structure does not revive typological elements of the historic mansion buildings, such as longitudinal street façade, roadside entrance, or frontality. It stands on its own in the green space that developed in post-war years, and is also entered from here. The green space

geprägt ist, den die Nationalsozialisten diesem Ort durch ihre Umbauten aufdrückten. Das NS-Dokumentationszentrum wird somit gleichsam zu einem neuen öffentlichen Standort für eine distanzierte Betrachtung des belasteten Umfeldes, der die auf eine axiale Perspektive angelegte Platzkomposition bewusst aus einem anderen Blickwinkel vorführt.

Der komprimierte, ungerichtete Kubus besetzt zwar den Bauort und markiert somit den geschichtlich unheilvollen Ort der Täter, er wird jedoch durch seine Autonomie gleichzeitig als frei in den Umland gesetztes Objekt erlebt. Typologische Elemente der historischen Villenbebauung wie etwa die längs gerichtete Straßenfassade, der Eingang zur Straße, der etwa die Frontalität, werden mit dem Neubau nicht wieder belebt. Er steht frei in dem sich hier über die Nachkriegsjahre etablierten Grünraum, von dem aus er auch betre-



→ Exhibition area  
Ausstellungsbereich

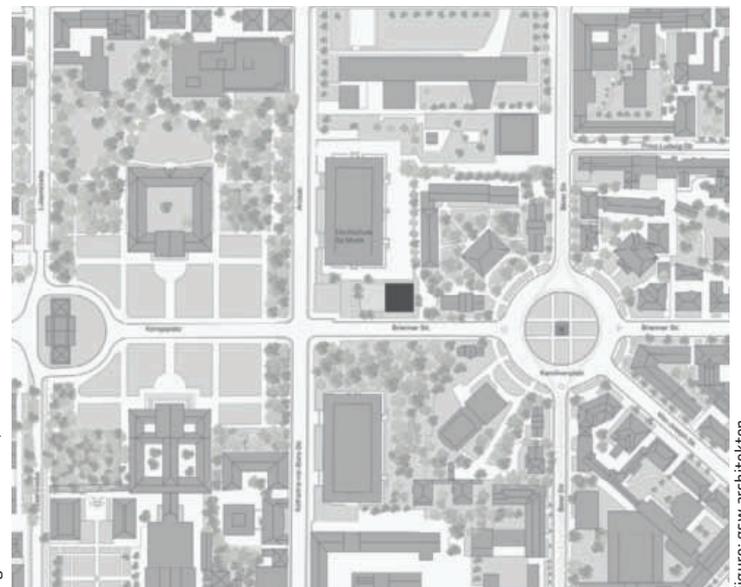


Figure: Stefan Müller, Berlin

Figure: gsw architekten

→ Site plan  
Lageplan



establishes the relationship between the Documentation Center and the broader environmental context.

The structure has been designed as an exact cube, built from white concrete, with a building mass of 22.50 m x 22.50 m x 22.50 m. Its relationship to the surroundings is established by the square terrace on its western side, designed as a publicly available open space and built from the same material as the actual structure.

Large façade openings cut into the cube are patterned by vertical concrete louvers which give the structure a three-dimensional layout without compromising on its clear architectural geometry. The windows, which extend around the corners of the building, allow focused views on the surrounding topography. At the same time, they are exterior reflections of the interior layout featuring two-story atriums. The interior and exterior of the building are characterized by the predominant material: white concrete, a ready-mixed concrete produced from white pigment and white sand, in which the building has been entirely designed from the supporting cores and façades all the way to the floor and ceiling slabs. The structure, which has been left in the "raw" state, determines the exterior look while at the same time becoming the passe-partout for the intended interior uses, and in particular for the exhibition architecture.

The project report will focus on the design development of the Documentation Center for the History of National Socialism, which was completed in 2015. Designing all of the architectural elements done in white concrete, strongly determining both, the exterior and interior layout. It explains the a conceptual viewpoint, focusing on questions related to style and transition.

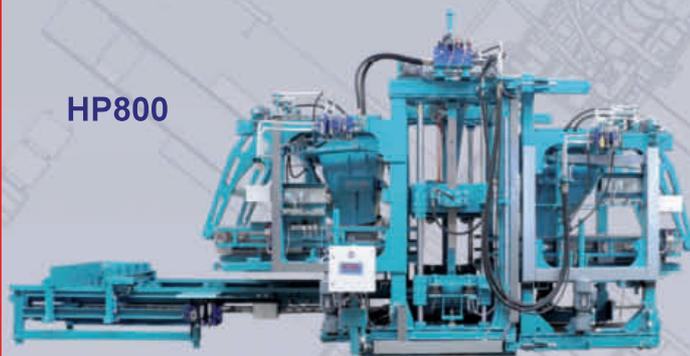
ten wird. Über den Grünraum setzt sich das Dokumentationszentrum mit dem weiteren Kontext der Umgebung in Beziehung.

Der Baukörper ist als ein exakter Kubus aus Weißbeton mit den Abmessungen 22,50 x 22,50 x 22,50 m geplant. An seiner Westseite ist eine quadratische Terrasse, ebenfalls ausgebildet in der Materialität des Baukörpers, vorgelagert, welche als öffentlich zugängliche Freifläche den Bezug zum Umfeld herstellt.

Großformatige, in den Kubus eingeschnittene Fassadenöffnungen werden durch vertikal eingestellte Betonlamellen strukturiert, die den Baukörper plastisch gliedern, ohne dessen klare Geometrie zu beeinträchtigen. Die Fenster ermöglichen jeweils über die Gebäudeecken fokussierte Ausblicke auf die umgebende Topographie. Gleichzeitig bilden sie die innere Struktur zweigeschossiger Lufträume nach außen hin ab. Innen wie außen ist der Bau geprägt durch das dominierende Material Weißbeton, einem mit Weißpigment und weißem Sand hergestellten Transportbeton, in dem das Gebäude vollständig über die tragenden Kerne und Fassaden und die Deckenplatten und Fußböden konstruiert ist. Die roh belassene Konstruktion prägt das äußere Erscheinungsbild und wird gleichermaßen zum Passepartout für die inneren Nutzungen, insbesondere für die Ausstellungsarchitektur.

Die entwurfliche Herleitung des 2015 fertig gestellten NS-Dokumentationszentrums in München wird im Zentrum des Werkberichtes stehen. Die Konstruktion aller Raumelemente erfolgte in Weißbeton, der den Entwurf außen und innen maßgeblich prägt, Sie wird damit konzeptionell erklärt, wobei Fragen der Gestaltung und der Fügung im Vordergrund stehen werden.

HP800



3D HMI systems

stone treatment system



**Specialist in:**

- concrete block plants
- mixing and batching technologie
- robot-controlled customized plants
- paving stone treatment systems



Fon: +49 4921 584 0 • Fax: +49 4921 584 128  
www.frima-emen.de • post@frima-emen.de



**Dipl.-Ing. Marco Beeck;** Lothar Beeck Betonfertigteile, Mönchengladbach

[beeck@lothar-beeck.de](mailto:beeck@lothar-beeck.de)

Geboren 1971; 1991 bis 1996 Bauingenieurstudium an der FH Aachen; seit 1996 Eintritt in die Lothar Beeck Gruppe, seit 2003 als alleiniger Geschäftsführer

## Architectural concrete for Cologne's Rhine Boulevard Refurbishment of the Rhine embankment with concrete step cascade

### Architekturbeton für den Rheinboulevard Köln Neuanlage des Rheinuferes mit Beton-Stufenkaskade

In Köln-Deutz, an inner-district of Cologne, the Rhine Boulevard, as it is popularly known, is currently under reconstruction. The project involves a section of the Rhine embankment about 300 m long, between Deutzer Bridge and Hohenzollern Bridge.

In 2011, the Berlin architectural firm Planorama won the competition for refurbishment of the Rhine embankment. The Planorama design is based on the concept of stepping the site in a manner similar to a Roman theater. The difference in height between top ground level and the Boulevard, with its width of approx. 3.50 m, is bridged by a cascade of nine step levels, each 50 cm in height. This step cascade, parallel to the embankment, is broken down into several stair flights and so-called bastions.

The substructure of the stair construction was completed in the first construction section (BA) by the project team ARGE Rheinboulevard as full-surface and loadbearing concrete structure. In the second construction section, as described here, the step elements are assembled by means of a vacuum lifting device on elastomer supports.

Project planners had precise ideas for the surface quality of the step elements, already at the time the tenders for the project were invited. The color shade of the precast steps, for example, had been formulated as a creamy light gray, based on the NCS color chart. The slip resistance as well as a range of other quality characteristics had been likewise specified.

The project group ARGE Rhineboulevard, consisting of Hochtief AG and Bunte GmbH, awarded the contract for delivery of approx. 1,800 precast steps to the company Lothar Beeck. A key prerequisite for the manufacture of high-quality structural components and surfaces in large numbers and with great precision is many years of research into suitable concrete grades and materials for formwork building – as well as continuous training of the employees. The success of the project especially depends, however, on an unbroken process- and quality-assurance chain. For execution of the current project, the manufacturer had laid down a special quality plan comprising all steps from production to assembly, supplementary to its own ISO9000 quality management system.

In Köln-Deutz wird derzeit der sogenannte Rheinboulevard errichtet. Es handelt sich um einen etwa 300 m langen Abschnitt am Rheinufer zwischen der Deutzer Brücke und der Hohenzollernbrücke.

Im Jahr 2011 gewann das Berliner Architekturbüro "Planorama" den Wettbewerb zur Neuanlage des Rheinuferes. Diese beruht auf dem Konzept, das Gelände ähnlich einem römischen Theater abzustufen. Der Höhenunterschied zwischen dem oberen Geländeniveau und der circa 3,50 m breiten Boulevardebene wird über neun Stufenebenen mit 50 cm Höhe überbrückt. Die parallel zum Ufer verlaufende Stufenkaskade wird über mehrere Treppenläufe und sogenannte Bastionen unterteilt.

Der Unterbau der Treppenanlage wurde bereits im ersten Bauabschnitt (BA) durch die "ARGE Rheinboulevard" als vollflächige und tragfähige Betonkonstruktion errichtet. Im hier beschriebenen zweiten BA erfolgte dann die Montage der Stufenelemente mittels eines Vakuum-Hebeegerätes auf Elastomerlager.

Schon bei der Ausschreibung der Bauleistung hatten die Planer präzise Vorstellungen von der Oberflächenqualität der Stufenelemente. So war die Farbe der Betonfertigteile als hellgrau-cremiger Farbton mit NCS-Farbangabe formuliert. Ebenso waren die Rutschfestigkeit sowie diverse andere Qualitätsmerkmale festgelegt.

Die Firma Lothar Beeck wurde durch die "ARGE Rheinboulevard", bestehend aus der Hochtief AG und der Bunte GmbH, mit der Lieferung der rund 1.800 Betonfertigteilstufen beauftragt. Voraussetzung für die Herstellung derart hochwertiger Bauteile und Oberflächen in hoher Stückzahl und Präzision, ist ein langjähriger Prozess der Erforschung geeigneter Betonsorten und Materialien für den Formenbau sowie die ständige Schulung der Mitarbeiter. Der Projekterfolg hängt jedoch insbesondere von einer vollständig geschlossenen Prozess- und Qualitätssicherungskette ab. Ergänzend zum eigenen ISO9000-QM-System wurden im aktuellen Projekt alle Schritte, von der Produktion bis zur Montage, in einem Qualitätsplan festgeschrieben.

Der Produktion der Stufenbauteile ging eine mehrstufige Bemusterungsphase voraus. Angefangen von kleineren, farblich unterschiedlichen Mustern zur Annäherung an den gewünschten Farbton, wurden im weiteren Verlauf 1:1 Muster der späteren Stufenanlage geliefert, welche als Referenz der Produktion dienten. Der Architekt, Maik Böhmer, entschied sich letztlich für eine Betonrezeptur, welche durch



→ Rhine Boulevard – view of the Deutzer Brücke

Rheinboulevard – Ansicht von der Deutzer Brücke

eine Kombination aus Grau- und Weißzement sowie hellen Quarzedelkiesen und Rheinsanden, ohne Einfärbung den gewünschten Farbton erreichte.

Der Schlüssel einer hohen Farbtongleichheit liegt in der Dosiergenauigkeit aller Komponenten, aber speziell auch im Wassergehalt der Mischung. Um dies zu erreichen, wurde die Betonmischanlage der Fa. Lothar Beeck bereits vor einigen Jahren auf eine digitale Steuerungs- und Wägetechnik sowie eine Feuchtemessung im Mischer aufgerüstet.

Die erzielte Festigkeit mit der ge-

Production of the steps was preceded by a multiple-stage sampling phase. This phase began with the selection of various small-size samples of different color shades for realization of the desired color shade, and proceeded in the following steps with delivery of 1:1 samples of the later stair flights. These samples serve as reference for production. The architect Maik Böhmer finally decided on a concrete formulation of a combination of gray and white cement as well as light-colored choice quartz gravels and Rhine sands with which the desired color shade was achieved without discoloration.

The key to high uniformity of colors is precise dosing of all components, especially the water content of the mix. To achieve this, the concrete mixing plant of Lothar Beeck had already years ago been upgraded to digital control and weighing technology, as well as to moisture-content measurement in the mixer. The strength achieved with the chosen mix, 60–70 N/mm<sup>2</sup>, was substantially above the specification of C35/45. This greatly benefited both the edge strength of step elements, silicone-beveled all around, as well as the general durability of the stairs.

As formwork, Lothar Beeck used a combination of high-quality, plastic-laminated wooden boards and CNC-milled plastic elements for the corrugated step heads.

The precast steps were manufactured “head down” on vibrating tables, due to the consistency in the upper F6 range, which requires only minimal vibration energy. A special filling technique ensured uniform appearance. Following removal from the formwork, the step elements, for which visible fastening points were not allowed, were reversed with a load-turning device and placed in intermediate storage. Afterward, the surfaces were acid-treated several times.

The Rhine Boulevard in Cologne provides a perfect stage with a view of Cologne Cathedral, and has already enjoyed good acceptance. The successful implementation achieved in this project is an impressive example of the many possible ways of using concrete as construction material.

wählten Mischung lag mit 60–70 N/mm<sup>2</sup> deutlich über der geforderten Festigkeit des geforderten C35/45. Dies kommt sowohl der Kantenfestigkeit der allseits nur mit Silikonfasen gebrochenen Bauteile sowie auch der allgemeinen Dauerhaftigkeit stark zugute.

Als Formen setzte die Firma Lothar Beeck auf eine Kombination aus hochwertigen, kunststoffbeschichteten Holz-Schalplatten und CNC-gefrästen Kunststoffelementen für die gewellten Stufenköpfe.

Produziert wurden die Bauteile “über Kopf” auf Rütteltischen, wobei die erforderliche Rüttelenergie durch eine Konsistenz im oberen F6-Bereich minimal war. Eine spezielle Einfülltechnik sorgte für ein gleichmäßiges Erscheinungsbild. Nach dem Ausschalen wurden die Bauteile, welche keine sichtbaren Anschlagpunkte enthalten durften, mittels eines Lastwendegerätes gedreht und zwischengelagert. Anschließend erfolgte das mehrfache Absäuern der Oberflächen.

Der Kölner Rheinboulevard ist eine perfekte Bühne mit Blick auf den Dom und wird bereits sehr gut angenommen. Die gelungene Umsetzung zeigt eindrucksvoll die Möglichkeiten und die Vielseitigkeit des Werkstoffs Beton auf.

Figure: Robert Mehl



→ Rhine Boulevard – erection of a step  
Rheinboulevard – Montage einer Stufe

Figure: Robert Mehl


**MODERATION**
**Univ.-Prof. Dr.-Ing. Viktor Mechtcherine;** Technische Universität Dresden

mechtcherine@tu-dresden.de

Geboren 1964; Studium an der Universität für Bauwesen und Architektur St. Petersburg, Fachrichtung Bauingenieurwesen, Abschluss 1986; anschließend Tätigkeit in Ingenieurbüros; ab 1992 wissenschaftlicher Angestellter und ab 1998 Oberingenieur und stellvertretender Institutsleiter am Institut für Massivbau und Baustofftechnologie an der Universität Karlsruhe (TH); ab 2003 Professor und Leiter des Fachgebiets „Baustofftechnologie und Bauschadenanalyse“ an der TU Kaiserslautern; seit 2006 Direktor des Instituts für Baustoffe an der TU Dresden. RILEM Bureau, RILEM Technical Activities Committee, Vorsitzender des RILEM TC 260-RSC, Steering Committee of the fib commission 8 “Concrete”, Advisory Board of IA- FraMCoS, International Academy of Engineering, Sachverständiger des DIBt

**Day 3: Thursday, 25<sup>th</sup> February 2016**
**Tag 3: Donnerstag, 25. Februar 2016**
**Potential of concrete components of tomorrow**
**Potenziale der Betonbauteile von morgen**
**Page**  
**Seite**
**Title**  
**Titel**

- |            |  |
|------------|--|
| <b>143</b> | <b>The sustainable concrete of tomorrow – challenges and potentials</b><br>Der nachhaltige Beton der Zukunft – Herausforderungen und Potenziale<br>Prof. Dr.-Ing. Harald S. Müller   |
| <b>147</b> | <b>DAfStb future project: New material developments in construction – from ideas to standardized application</b><br>Zukunftsprojekt des DAfStb: Neue Werkstoffentwicklungen im Bauwesen – vom Einzelfall zum Regelfall<br>Dr.-Ing. Udo Wiens, Dr.-Ing. Kenji Reichling   |
| <b>150</b> | <b>Buildings from the 3D printer – formwork-free construction</b><br>Gebäude aus dem 3D-Drucker – schalungsfreie Bauverfahren<br>Univ.-Prof. Dr.-Ing. Viktor Mechtcherine  |
| <b>153</b> | <b>Limits of the material newly defined – extremely slender stairs, roof shells, energy façades etc.</b><br>Grenzen des Materials neu definiert – extreme schlanke Treppen, Dachschalen, Energiefassaden u. a.<br>Dr.-Ing. Stephan Hauser  |
| <b>156</b> | <b>Opportunities for precast elements – UHPC precast slabs for developing noise-reducing concrete road pavements</b><br>Chancen für Fertigteile – Entwicklung geräuschmindernder Fahrbahnbeläge aus Beton durch Fertigteile aus UHPC<br>Dipl.-Wirtsch.-Ing. Siemon Piotrowski, Prof. Dr. rer. nat. Bernhard Middendorf, Prof. Dr.-Ing. Michael Schmidt |
| <b>159</b> | <b>Towers for wind turbines comprised of double-wall elements – preliminary tests and prototype</b><br>Türme für Windkraftanlagen aus Doppelwandelementen – Vorversuche und Prototyp<br>Prof. Dr.-Ing. Johann Kollegger, Dipl.-Ing. Ilja Fischer   |
| <b>161</b> | <b>Hybrid concrete tanks for future-proof energy storage</b><br>Hybride Betonbehälter als zukunftsfähige Energiespeicher<br>Prof. Dr.-Ing. Harald Garrecht   |
| <b>165</b> | <b>The “cage wall” – a new system for precast concrete walls without lattice girders</b><br>Die „Korbwand“ – ein neues System für Fertigteilmwände ohne Gitterträger<br>Ing. Hubert Rapperstorfer  |

**Dr.-Ing. Michael Haist;** Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

michael.haist@kit.edu

Oberingenieur am Institut für Massivbau und Baustofftechnologie; Tätigkeitsschwerpunkte: Betontechnologie, insbesondere Leichtbeton und Selbstverdichtender Beton, Rheologie von Frischbeton, Geotechnische Betone



photo: private

## The sustainable concrete of tomorrow Challenges and potentials

### Der nachhaltige Beton der Zukunft Herausforderungen und Potenziale

#### Present sustainability of construction materials

The sustainability debate has played an important role for many years also in the construction industry and in particular in concrete construction. Efforts to improve the sustainability of concrete are accompanied by fundamental changes in concrete technology: Portland cement clinker has, to a large extent, been replaced by secondary cementitious raw materials such as granulated blast-furnace slag, fly ash or limestone powder, which results in problems with controlling the properties of fresh concrete and in an altered development of strength. An additional trend goes towards combining several types of binders (3 or more) into one binder or replacing Portland cement clinker by new types of binders such as calcined clays or Celitement [1]. Finally, various authors – including those of the present contribution – presented

#### Baustoffnachhaltigkeit heute

Seit vielen Jahren nimmt die Nachhaltigkeitsdebatte auch im Bereich des Bauwesens und speziell im Betonbau einen breiten Raum ein. Die Bemühungen, die Nachhaltigkeit des Werkstoffs Beton zu steigern, sind dabei mit fundamentalen betontechnologischen Änderungen verbunden: Portlandzementklinker wird heute in großem Umfang durch sekundäre Zementrohstoffe wie beispielsweise Hüttensand, Flugasche oder auch Kalksteinmehl ausgetauscht, was schwierig beherrschbare Frischbetoneigenschaften und eine veränderte Festigkeitsentwicklung zur Folge hat. Ein weiterer Entwicklungstrend besteht in der Kombination mehrerer Bindemittelarten (3 und mehr) zu einem Bindemittel oder dem Austausch von Portlandzementklinker durch neuartige Bindemittel wie beispielsweise calcinierten Tonen oder Celitement [1]. Schließlich wurden von verschiedenen Autoren – unter anderen auch

Raw material/characteristic Ausgangsstoff/Kennwert	Dim.	Concrete Beton			
Cement type/Zementart	[-]	CEM I 52,5 R	CEM I 52,5 R	CEM I 52,5 R	CEM I 42,5 R
Cement content/Zementgehalt	[kg/m <sup>3</sup> ]	113	138	162	320
Rock powder 0/0.1 (mm)/Gesteinsmehle 0/0,1 (mm)	[kg/m <sup>3</sup> ]	216	212	161	siehe [5]
Aggregate 0.1/16 (mm)/Gesteinskörnung 0,1/16 (mm)	[kg/m <sup>3</sup> ]	1941	1880	1857	
Water/Wasser	[kg/m <sup>3</sup> ]	86,5	106,4	125,6	192
Plasticiser (PCE based)/Fließmittel (PCE basiert)	[kg/m <sup>3</sup> ]	6,5	6,0	5,7	-
w/c-value/w/z-Wert	[-]	0,64	0,67	0,69	0,60
Compaction index c/spread flow a EN 12350-4/-5 Verdichtungsmaß c/Ausbreitmaß a EN 12350-4/-5	[-] bzw. [mm]	c = 1,25	a = 390	a = 450	k. A.
Compressive strength f <sub>cm</sub> EN 12390-3 Betondruckfestigkeit f <sub>cm</sub> EN 12390-3	[MPa]	76,8	69,8	58,2	38,4
Inverse carbonation resistance [6] Inverser Carbonatisierungswiderstand [6]	[(10-11 m <sup>2</sup> /s)/ (kg/m <sup>3</sup> )]	18,9	29,6	42,9	13,4
Global warming potential as CO <sub>2</sub> -equivalent per cubic meter <sup>1)</sup> Treibhauspotenzial als CO <sub>2</sub> -Äquivalent pro Kubikmeter <sup>1)</sup>	[kg CO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> ]	76	104	122	240
Potential life cycle duration under carbonation attack (Fig. 1) Potenzielle Lebensdauer bei Carbonatisierungsangriff (Abb. 1)	[a]	72	45	30	99
Sustainability potential (acc. to Eq. 1) Nachhaltigkeitspotenzial (gemäß Gl. 1)	[MPa·a/ kg CO <sub>2</sub> ]	72,8	30,2	14,3	15,8

<sup>1)</sup> Calculated on the basis of accompanying EPDs/Berechnet auf Basis zugehöriger EPDs



photo: private

**Prof. Dr.-Ing. Harald S. Müller;** Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

[hsm@mpa.kit.edu](mailto:hsm@mpa.kit.edu)

Geboren 1951; bis 1995 Direktor an der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, Berlin; seit 1995 Leiter des Instituts für Massivbau und Baustofftechnologie und Direktor der Amtlichen Materialprüfungsanstalt MPA Karlsruhe am Karlsruher Institut für Technologie (ehemals Universität Karlsruhe); ö.b.u.v. Sachverständiger für Beton- und Mauerwerksbau, Bauschäden und Bauphysik; Partner der SMP Ingenieure im Bauwesen GmbH, Karlsruhe und Dresden; seit 2015 Präsident der International Federation for Structural Concrete (fib)

concretes with a significantly reduced cement or cement clinker content [2, 3, 4]. The latter will in the following be referred to as green concretes.

In a first step, the approaches and exercises mentioned above aim at minimizing the environmental effects associated with cement and concrete production. Depending on the approach chosen and the parameter examined, the environmental effects of concrete production can be reduced significantly in comparison with standard concretes not optimized from an ecological point of view. The question must currently be asked, however, as to whether such a reduction in environmental effects will ultimately not be made at the expense of the sustainability of the construction material or structure, since not only low environmental effects but also high performance and durability are required in particular for the construction of civil engineering structures (equation 1).

The above exercises will result in sustainable structures only if the potential for sustainability of the construction material is utilized by the designer and is not compromised by mistakes in design or construction. Standardized procedures can be used to identify the environmental effects shown in equation 1 by means of a life-cycle assessment according to DIN EN ISO 14040 or DIN EN ISO 14044, respectively. As a rule, the performance of the concrete can be expressed, in simplified form, via its characteristic compressive strength. Calculating the potential service life of the structure and thus of the concrete, however, poses a challenge. To do so, the service life of the concrete must be calculated as a function of one or several environmental effects occurring in combination. The approach used to calculate the potential for sustainability of concrete is explained below, using a green concrete with a low cement content as an example.

### Sustainability benefits of green concretes

**Table 1** shows the composition and additional selected properties of different green concretes developed at the Karlsruhe Institute of Technology (Karlsruher Institut für Technologie), as well as those of a reference concrete according to [5]. As the global availability of, for example, fly ash, granulated blast-furnace slag or other pozzolanic materials is limited, the use of these substances was completely eliminated from concrete development. Pure Portland cements were used instead, their application rates being reduced in increments. To ensure adequate performance and workability, the granulometric composition of all granular source materials was optimized for each mixture by means of packing models. The course of action pursued in concrete development and the source materials used are described in greater detail in [4].

The test results show that concretes with very high compressive strength values of up to approx.  $70 \text{ N/mm}^2$  and correspondingly

durch die des vorliegenden Beitrags – Betone mit stark reduziertem Zement- beziehungsweise Zementklinkergehalt vorgestellt [2, 3, 4]. Letztere werden im Folgenden als Ökobetone bezeichnet.

Das Ziel der genannten Ansätze und Maßnahmen ist es zunächst, die Umwelteinwirkungen bei der Zement- und Betonherstellung zu minimieren. Je nach gewähltem Ansatz und betrachteter Kenngröße kann der Umwelteinfluss bei der Betonherstellung im Vergleich zu üblichen, nicht ökologisch optimierten Betonen signifikant reduziert werden. Kritisch hinterfragt werden muss jedoch gegenwärtig, ob eine derartige Reduktion der Umwelteinwirkungen in ihrer Konsequenz nicht zu Lasten der Nachhaltigkeit des Baustoffs oder des Bauwerks geht, da insbesondere bei der Errichtung von Ingenieurbauwerken neben geringen Umwelteinwirkungen auch eine hohe Leistungsfähigkeit und Dauerhaftigkeit gefordert werden (Gleichung 1).

Die oben genannten Maßnahmen führen nur dann zu nachhaltigen Bauwerken, wenn das Nachhaltigkeitspotenzial des Baustoffs durch den Planer genutzt und nicht durch Fehler in der Planung oder Bauausführung beeinträchtigt wird. Die Umwelteinwirkungen in Gl. 1 können in Form einer Ökobilanz gemäß DIN EN ISO 14040 beziehungsweise DIN EN ISO 14044 über standardisierte Verfahren erfasst werden. Die Leistungsfähigkeit des Betons kann im Regelfall vereinfachend über die charakteristische Betondruckfestigkeit ausgedrückt werden. Eine Herausforderung stellt jedoch die Berechnung der potenziellen Nutzungsdauer des Bauwerks und damit des Betons dar. Hierzu muss die Lebensdauer des Betons unter einer oder mehreren kombinierten auftretenden Umwelteinwirkungen berechnet werden. Nachfolgend wird die Vorgehensweise bei der Berechnung des Nachhaltigkeitspotenzials von Beton exemplarisch am Beispiel eines zementreduzierten Ökobetons erläutert.

### Nachhaltigkeit von Ökobetonen

**Tabelle 1** zeigt die Zusammensetzung und weitere ausgewählte Eigenschaften verschiedener am Karlsruher Institut für Technologie entwickelter Ökobetone sowie eines Referenzbetons gemäß [5]. Da die weltweite Verfügbarkeit beispielsweise von Flugasche, Hüttensand oder anderer Puzzolane begrenzt ist, wurde bei der Betonentwicklung vollständig auf diese Stoffe verzichtet. Stattdessen wurden reine Portlandzemente eingesetzt und deren Zugabemenge schrittweise reduziert. Um eine ausreichende Leistungsfähigkeit und Verarbeitbarkeit sicherzustellen, wurde für jede Mischung die Kornzusammensetzung aller granularen Ausgangsstoffe durch Anwendung von Packungsmodellen optimiert. Die Vorgehensweise bei der Betonentwicklung sowie die verwendeten Ausgangsstoffe werden eingehend in [4] beschrieben.

Die Untersuchungsergebnisse zeigen, dass auch mit einem Zementgehalt von nur etwa  $110 \text{ kg/m}^3$  Betone mit sehr hohen Druckfestigkeiten von bis zu rund  $70 \text{ N/mm}^2$  und damit einer diesbezüglich hohen Leistungsfähigkeit hergestellt werden können. Als kritisch muss trotz Einsatzes moderner Betonverflüssiger derzeit noch die Verarbeitbarkeit

**Dipl.-Ing. Jack S. Moffatt;** Karlsruher Institut für Technologie

[jack.moffatt@kit.edu](mailto:jack.moffatt@kit.edu)

Geboren 1986; 2003 bis 2006 Erwerb des Ontario College Advanced Diploma in Civil Engineering Technology am St. Lawrence College in Kingston, Ontario; 2006 bis 2007 Grundwehrdienst bei den Fallschirmjägern der Bundeswehr, Calw; 2008 bis 2013 Studium des Bauingenieurwesens am Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Karlsruhe; seit 2014 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Massivbau und Baustofftechnologie, KIT



photo: private

high performance can be produced even with cement contents as low as approx.  $110 \text{ kg/m}^3$ . Workability of the concretes currently remains a critical factor despite the use of state-of-the-art concrete plasticizers. Concrete durability was evaluated by testing the carbonation resistance and chloride migration resistance as well as freeze-thaw resistance [6]. These show that the green concretes developed are of reduced durability. To verify the resulting consequences for the potential service life of a structure, a service-life design was performed for an incident of carbonation-induced reinforcement corrosion. Full details of the exact procedure can be found in [6]. The carbonation resistance of the concrete determined in experiments (**Table 1**) and the concrete cover of the reinforcing steel  $c$ , which in this case was selected at 40 mm (standard deviation 8 mm), were used as input values for the design. The service life of the structure, or the limit state considered to be decisive for

der Betone betrachtet werden. Zur Bewertung der Dauerhaftigkeit der Betone wurden der Carbonatisierungs- und der Chloridmigrationswiderstand sowie die Frost-Tausalzbeständigkeit geprüft [6]. Hierbei zeigt sich, dass die entwickelten Ökobetone eine reduzierte Dauerhaftigkeit aufweisen. Zur Überprüfung der daraus resultierenden Konsequenzen für die potenzielle Lebensdauer eines Bauwerks wurde für den Fall der carbonatisierungsinduzierten Bewehrungskorrosion eine Lebensdauerbemessung vorgenommen. Die genaue Vorgehensweise hierbei wird detailliert in [6] beschrieben. Als Eingangswerte für die Bemessung dienten neben dem experimentell ermittelten Carbonatisierungswiderstand des Betons (**Tab. 1**) die gewählte Betondeckung des Bewehrungsstahls  $c$ , die hier zu 40 mm (Standardabweichung 8 mm) gewählt wurde. Die Lebensdauer des Bauwerks, beziehungsweise der als dafür maßgebend angesehene Grenzzustand, ist dann erreicht, wenn die Carbonatisierungsfront mit einer bestimmten Wahrchein-



**Energieeffiziente, kerngedämmte Betonfassaden.  
Mit Schöck Thermoanker.**

Mit der einbaufertigen Glasfaserbewehrung Schöck Thermoanker werden Sandwich- und Elementwände zu Wärmedämmelementen.  
[www.schoeck.de/ta](http://www.schoeck.de/ta)



the same, has been reached when the carbonation front reaches the reinforcement with a given probability (expressed by the so-called reliability index  $\beta$ ) (Fig. 1). Using the service life thus calculated, the potential for sustainability of the concrete can then be quantified by means of equation 1.

$$\text{Construction material-sustainability potential} \sim \frac{\text{Service life} \cdot \text{Performance}}{\text{Environmental Impact}} \quad (1)$$

The results show that, due to its significantly reduced environmental effects and increased strength-specific performance, and despite slightly reduced durability, the concrete with a cement content of 113 kg/m<sup>3</sup> exhibits a significantly higher potential for sustainability than the reference concrete with a cement content of 320 kg/m<sup>3</sup>. Even though this calculation is doubtlessly based on various simplifying assumptions, the result unquestionably shows the way forward in increasing concrete sustainability. The green concretes presented will, however, be more sustainable in comparison with conventional formulations only if their performance and potential service life are exploited by the designer on the basis of adapted rules and regulations.

### Future challenges

In the years to come, the challenge in developing concretes offering the highest potential for sustainability will, on the one hand, lie in improving the fresh concrete properties and workability of cement-reduced concretes. This is of particular importance as poor workability properties are frequently accompanied by incorrect workmanship reducing the service life. On the other hand, the methods for calculating the potential service life of the structure need to be improved further and extended in particular by the complex influence of combined environmental effects. In addition, a vital but certainly not easy step will be to update the rules and regulations of concrete construction taking into consideration the properties of these new types of concrete.

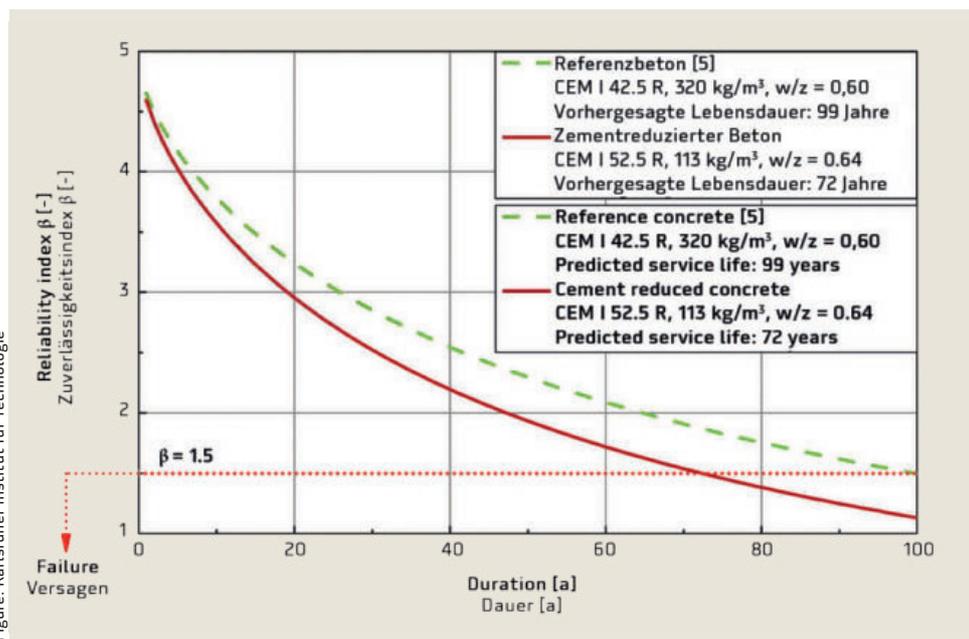
lichkeit (ausgedrückt durch den sog. Zuverlässigkeitsindex  $\beta$ ) die Bewehrung erreicht (Abb. 1). Unter Verwendung der so berechneten Lebensdauer kann dann das Nachhaltigkeitspotenzial des Betons mit Hilfe von Gleichung 1 quantifiziert werden.

$$\text{Baustoff-Nachhaltigkeitspotenzial} \sim \frac{\text{Nutzungsdauer} \cdot \text{Leistungsfähigkeit}}{\text{Summe der Umwelteinwirkungen}} \quad (1)$$

Hierbei zeigt sich, dass der Beton mit einem Zementgehalt von 113 kg/m<sup>3</sup> aufgrund seiner erheblich reduzierten Umwelteinwirkungen und seiner erhöhten festigkeitsspezifischen Leistungsfähigkeit trotz leicht reduzierter Dauerhaftigkeit ein deutlich höheres Nachhaltigkeitspotenzial aufweist als der Referenzbeton mit einem Zementgehalt von 320 kg/m<sup>3</sup>. Dieser Berechnung liegen sicherlich verschiedene vereinfachende Annahmen zugrunde. Dennoch zeigt das Ergebnis unstrittig die einzuschlagende Strategie zur Nachhaltigkeitssteigerung von Betonen auf. Die hier dargestellten Ökobetone werden jedoch nur dann nachhaltiger im Vergleich zu herkömmlichen Rezepturen sein, wenn ihre Leistungsfähigkeit und ihre potenzielle Lebensdauer auf der Grundlage angepasster Regelwerke durch den Planer ausgeschöpft werden.

### Zukünftige Herausforderungen

Die Herausforderung bei der Entwicklung möglichst nachhaltiger Betone wird in den kommenden Jahren zum einen in der Verbesserung der Frischbetoneigenschaften und der Verarbeitbarkeit zementreduzierter Betone bestehen. Dies ist besonders wichtig, da schlechte Verarbeitungseigenschaften häufig mit Ausführungsfehlern einhergehen, die die Lebensdauer reduzieren. Zum anderen müssen die Methoden zur Berechnung der potenziellen Lebensdauer des Bauwerks weiter verbessert und insbesondere um den komplexen Einfluss kombinierter Einwirkungen erweitert werden. Ein entscheidender, nicht gerade einfacher Schritt wird darüber hinaus darin bestehen, das Regelwerk des Betonbaus unter Berücksichtigung der Eigenschaften dieser neuartigen Betone fortzuschreiben.



→ 1 Probabilistic service life prediction for a normal concrete with a cement content of 320 kg/m<sup>3</sup> (reference) and a cement-reduced, green concrete with 113 kg/m<sup>3</sup> cement

Probabilistische Lebensdauer vorhersage für einen Normalbeton mit einem Zementgehalt von 320 kg/m<sup>3</sup> (Referenz) und einen zementreduzierten Ökobeton mit 113 kg/m<sup>3</sup> Zement

### REFERENCES/LITERATUR

- [1] Stemmermann, P.; Schweike, U.; Garbev, K.; Beuchle, G.; Möller, H.: Celitement – a sustainable prospect for the cement industry. In: Cement International 8 (2010) Nr. 5, S. 52-66
- [2] Proske, T.; Hainer, St.; Jakob, M.; Garrecht, H.; Graubner, C.-A.: Stahlbetonbauteile aus klima- und ressourcenschonendem Ökobeton. In: Beton- und Stahlbetonbau 107 (2012) Nr. 6, S. 401-413
- [3] Fennis, S. A. A. M.: Design of ecological concrete by particle packing optimization. Dissertation, Technische Universität Delft, Niederlande, Gildeprint Verlag, Niederlande, 2010
- [4] Haist, M.; Moffatt, J. S.; Breiner, R.; Müller, H. S.: Entwicklungsprinzipien und technische Grenzen der Herstellung zementarmer Betone. In: Beton- und Stahlbetonbau 109 (2014), S. 202-215
- [5] Gehlen, Ch.: Probabilistische Lebensdauerbemessung von Stahlbetonbauwerken. Deutscher Ausschuss für Stahlbeton, Heft 510, Beuth Verlag, Berlin, 2000
- [6] Müller, H. S.; Moffatt, J.; Haist, M.; Vogel, M.: Sustainable concrete structures through service life design and eco-efficient concretes. In: Proceedings of the 4<sup>th</sup> Asian Conference on Ecstasy in Concrete (ICE-ACECON 2015) Volume - 2, Indian Concrete Institute (Ed.), Kolkata, India, 2015, S. 79-88

**Dr.-Ing. Kenji Reichling;** Deutscher Ausschuss für Stahlbeton, Berlin

[kenji.reichling@dafstb.de](mailto:kenji.reichling@dafstb.de)

Studium des Bauingenieurwesens an der RWTH Aachen University mit der Vertiefungsrichtung „Konstruktiver Ingenieurbau“; 2007 bis 2014 wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Arbeitsgruppe „Stahl und Korrosion“ am Institut für Bauforschung der RWTH Aachen University (ibac), Aachen; 2014 Promotion; seit 2014 Mitarbeiter der Geschäftsstelle des Deutschen Ausschuss für Stahlbeton e. V. (DAfStb), Berlin



## New material developments in construction – From ideas to standardized application

### Neue Werkstoffentwicklungen im Bauwesen – Vom Einfall zum Regelfall

#### Introduction

Seven partners from research, industry and standardization (see **Fig. 1**) have joined forces to accelerate the transfer of innovative materials from the laboratory scale to practice. The “WiTraBau – Wissenstransfer im Bauwesen” (Knowledge Transfer in the Construction Industry) project funded by the German Federal Ministry of Education and Research (BMBF) forms part of the new BMBF materials research program entitled “From Material to Innovation”. This project focuses on disseminating research outcomes and supporting exploitation of results achieved in projects covered by the “NanoTecture” (completed) and “HighTechMatBau” (ongoing) government grant programs.

#### Support in developing and implementing utilization strategies

In a supporting project, the partners of the WiTraBau consortium assist research organizations with developing and implementing

#### Einführung

Sieben Verbundpartner aus den Bereichen Forschung, Industrie und Regelwerksetzung (**Abb. 1**) haben sich zusammengeschlossen, um den Transfer innovativer Werkstoffe vom Labor in die Praxis zu beschleunigen. Das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderte Projekt „WiTraBau – Wissenstransfer im Bauwesen“ ist Bestandteil des neuen BMBF-Materialforschungsprogramms „Vom Material zur Innovation“. Im Fokus stehen die Verbreitung der Forschungsergebnisse und die Unterstützung bei der Verwertung der Ergebnisse aus den Projekten der Förderbekanntmachungen „NanoTecture“ (abgeschlossen) und „HighTechMatBau“ (laufend).

#### Unterstützung bei der Erstellung und Umsetzung von Verwertungsstrategien

Die WiTraBau-Verbundpartner unterstützen im Rahmen des Begleitprojektes die forschenden Stellen unter anderem bei der Entwicklung von Verwertungsstrategien sowie bei deren Umsetzung. Da die Ergebnisse aus dem abgeschlossenen Förderprogramm „NanoTecture“ bereits vorliegen, fanden und finden dort erste Verwertungsschritte im Hinblick auf eine industrielle Umsetzung statt. Die Forschungsprojekte aus „HighTechMatBau“ laufen zeitlich parallel zum vorliegenden Begleitprojekt, so dass in dieser Hinsicht eine unterstützende Rolle des Konsortiums während der Projektlaufzeiten angestrebt wird.

Eine wesentliche Aufgabe besteht in der adressatengerechten Aufbereitung und Verbreitung der Forschungsergebnisse für die unterschiedlichen Zielgruppen



→ 1 WiTraBau project consortium  
WiTraBau project consortium



**Dr.-Ing. Udo Wiens;** Deutscher Ausschuss für Stahlbeton, Berlin

[udo.wiens@dafstb.de](mailto:udo.wiens@dafstb.de)

Studium des Bauingenieurwesens an der RWTH Aachen University mit der Vertiefungsrichtung „Konstruktiver Ingenieurbau“; 1991 bis 2000 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Bauforschung der RWTH Aachen University (ibac), Aachen; ab 1996 Leitung der Arbeitsgruppe „Bindemittel und Beton“ im ibac; 1998 bis 2000 stellvertretender Betriebsleiter im ibac; 2001 bis 2009 Leiter der Geschäftsstelle des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton im DIN e.V. (DAfStb), Berlin; seit 2009 Geschäftsführer des Deutschen Ausschuss für Stahlbeton e. V., Berlin

strategies to utilize research outcomes. Since the results of the completed “NanoTecture” grant program have been published already, initial steps towards utilization and industrial-scale implementation of these results have been taken. The “HighTechMatBau” research projects are progressing simultaneously with the accompanying project so as to enable the consortium to act in a supporting capacity during these projects.

One of the key tasks is to process and disseminate research outcomes to various target audiences within the construction industry value chain, including building material producers, construction contractors, architects and engineers. This process relies on the comprehensive networks built by the partners of the consortium. Activities to support technology transfer include:

- » Assistance with the utilization process
- » Consultancy with respect to project-related utilization options in technical committees/bodies
- » Incorporation of suitable results in codes and standards
- » Targeted publication of results to those being addressed
- » Organization and hosting of informational events

der Wertschöpfungskette des Bauwesens, wie etwa Baustoffhersteller, Bauunternehmen, Ingenieurbüros und Architekten. Dabei werden die weitreichenden Netzwerke der Verbundpartner genutzt. Im Einzelnen sind unter anderem folgende Wege bei der Unterstützung des Technologietransfers geplant:

- » Begleitung im Verwertungsprozess,
- » Beratung projektbezogener Verwertungsmöglichkeiten in Fachgremien,
- » Einbringen geeigneter Ergebnisse in Regelwerke,
- » adressatengerechte Veröffentlichung der Ergebnisse,
- » Ausrichten von Informationsveranstaltungen.

Den Forschungsprojekten werden die WiTraBau-Verbundpartner entsprechend ihrer fachlichen Kompetenzen zugeordnet. Es ist ebenfalls geplant, Ergebnisse, die für die Aus- und Weiterbildung sowie für die Hochschullehre geeignet sind, entsprechend aufzubereiten und zu kommunizieren.

Um den Marktzugang der bereits abgeschlossenen Projekte aus NanoTecture zu beschleunigen, wurde zunächst ein Evaluierungskonzept erarbeitet. Das Konzept sieht vor, dass die verwertbaren Projektergebnisse

auf Basis der öffentlich zugänglichen Abschlussberichte identifiziert und mit einer Kurzbeschreibung dokumentiert werden. Ein zentraler Punkt besteht in der anschließenden Zuordnung von geeigneten Verwertungsoptionen (**Abb. 2**).

Um eine möglichst objektive und allumfassende Verwertung zu ermöglichen, hat sich das WiTraBau-Projektconsortium für eine Evaluierung in Anlehnung an die Delphi-Methodik entschieden. Hierzu wurden die Abschlussberichte jedes Projektes durch zwei WiTraBau-Verbundpartner unabhängig voneinander gesichtet, in Einzelergebnisse aufgegliedert, Kurzfassungen erstellt sowie Verwertungsopti-

<b>0</b>	<b>Further research</b> Eingang in nachfolgende Forschungsprojekte
<b>1</b>	<b>Specialized publications, papers and journals</b> Fachspezifische Veröffentlichungen, Vorträge & Fachzeitschriften
<b>2</b>	<b>Lectures at universities, colleges, etc.</b> Vorlesungen an Hochschulen, Fachhochschulen etc.
<b>3</b>	<b>Guidlines and handbooks for industry and commerce</b> Leitfäden und Lehrmaterialien für Industrie und Gewerbe
<b>4</b>	<b>State-of-the-art reports and specialist issues as precursors to standardization</b> Sachstandberichte und Wissensdokumente als Vorstufe zur Regelwerkssetzung
<b>5</b>	<b>Industry-related codes of practice</b> Merkblätter mit Branchenbezug
<b>6</b>	<b>Rules and specifications similar to codes and standards</b> Regelwerke mit „Normencharakter“
<b>6.1</b>	<b>Rules and specifications of consortium partners; Incorporation in new or existing rules and specifications</b> Regelwerke der Verbundpartner; Aufnahme in bestehende oder neue Regelwerke
<b>6.2</b>	<b>National Technical Approvals</b> Allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen
<b>6.3</b>	<b>Feed into DIN standardization committees (NA Bau)</b> Einbringen in Normenausschüsse des DIN (NA Bau)
<b>7</b>	<b>Application-oriented development</b> Anwendungsbezogene Entwicklung
<b>8</b>	<b>Exploitation proposals by grant beneficiaries</b> Verwertungsvorschläge der Zuwendungsempfänger

→ **2 Identified options for utilization**  
Identifizierte Verwertungsoptionen

Partners of the WiTraBau consortium are allocated to research projects based on their technical expertise. Furthermore, it is envisaged to process and communicate results suitable for vocational and continuing training as well as higher education.

In the first step, an evaluation concept was developed to accelerate market access of the completed NanoTecture projects. This concept aims to identify and document, by way of brief descriptions, utilizable project outcomes on the basis of publicly accessible final project reports. One of its key aims is the subsequent allocation of appropriate options for utilization (Fig. 2).

The WiTraBau project consortium decided to base the evaluation on the Delphi methodology to ensure that the utilization process is as objective and comprehensive as possible. For this purpose, the final reports of each project were inspected by two WiTraBau partners, who identified the main results. Abstracts were drafted, readiness levels were assigned and exploitation options were associated. Thereafter, both proposals were consolidated into a single utilization strategy to be discussed with the relevant project consortium. The WiTraBau consortium then actively supports the exploitation process.

A conference is scheduled for 2018 to present research outcomes and demonstrators from the "HighTechMatBau" program. More detailed information will be published beforehand at [www.hightechmatbau.de](http://www.hightechmatbau.de).

### Acknowledgements

The BMBF is pursuing the right path by providing holistic support to the development of innovative technologies. Its grant programs focus not only on research activities with respect to materials and technologies but also on actively supporting technology transfer into practice.

The Federal Ministry of Education and Research funded the project presented in this paper under grants 13N13540 to 13N13546. The sole responsibility for the content of this publication lies with the authors.

onen zugeordnet. Anschließend sind beide Vorschläge zu einer Verwertungsstrategie konsolidiert worden, die man jetzt gemeinsam mit dem jeweiligen Projektkonsortium berät. In der Folge wird die Umsetzung der Verwertung vom WiTraBau-Konsortium aktiv begleitet.

Für 2018 ist eine Fachtagung geplant, bei der die Forschungsergebnisse und Demonstratoren aus „HighTechMatBau“ vorgestellt werden sollen. Nähere Informationen werden zuvor unter anderem über die Internetseite [www.hightechmatbau.de](http://www.hightechmatbau.de) veröffentlicht.

### Danksagung

Das BMBF geht den wichtigen Weg, die Entwicklung innovativer Technologien ganzheitlich zu unterstützen. Hierbei stehen nicht nur die Forschungsaktivitäten an Werkstoffen und Technologien im Fokus der Förderer, sondern auch die aktive Unterstützung des Technologietransfers in die Praxis.

Das diesem Beitrag zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter den Förderkennzeichen 13N13540 bis 13N13546 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

**WECKMANN**

Road Transport

General view of the construction site

Buildings with precast concrete elements

**MBM - THE MOBILE BATTERY MOULD FOR THE PRODUCTION OF PRECAST CONCRETE ELEMENTS ON THE CONSTRUCTION SITE.**

**JUST IN TIME.  
IN IMMEDIATE VICINITY  
OF THE CONSTRUCTION SITE.**

NOMINATED FOR:  
**Gauma**  
Innovation Award 2016

Weckmann develops and builds for every production site world-wide the right installation and machines – from the fully automatic high-performance plant to the customized single formwork.

Our Mobile Battery Mould offers you an innovative concept for the production of precast concrete elements in immediate vicinity of the construction site and scores points in many different respects: by high mobility, low space requirements, low investment costs and Just in time production.

Contact us:  
[www.weckmann.com](http://www.weckmann.com)

Mobile Battery Mould (MBM)

**CONSTRUCTING THE FUTURE**  
Weckmann Anlagentechnik GmbH & Co. KG | Germany | Telephone +49 7427 9493 0 | [www.weckmann.com](http://www.weckmann.com)



**Univ.-Prof. Dr.-Ing. Viktor Mechtcherine;** Technische Universität Dresden

[mechtcherine@tu-dresden.de](mailto:mechtcherine@tu-dresden.de)

Geboren 1964; Studium an der Universität für Bauwesen und Architektur St. Petersburg, Fachrichtung Bauingenieurwesen, Abschluss 1986; anschließend Tätigkeit in Ingenieurbüros; ab 1992 wissenschaftlicher Angestellter und ab 1998 Oberingenieur und stellvertretender Institutsleiter am Institut für Massivbau und Baustofftechnologie an der Universität Karlsruhe (TH); ab 2003 Professor und Leiter des Fachgebiets „Baustofftechnologie und Bauschadenanalyse“ an der Technischen Universität Kaiserslautern; seit 2006 Direktor des Instituts für Baustoffe an der Technischen Universität Dresden. RILEM Bureau, RILEM Technical Activities Committee, Vorsitzender des RILEM TC 260-RSC, Steering Committee of the fib commission 8 “Concrete”, Advisory Board of IA- FraMCoS, International Academy of Engineering, Sachverständiger des DIBT

## Formwork-free, continuous, monolithic construction using Concrete 3D Printing

### Feasibility study

## Kontinuierliches, schalungsfreies Bauverfahren durch 3D-Druck mit Beton

### Machbarkeitsuntersuchung

Concrete is the world’s most widely used construction material; currently more than half of it is ready-mix concrete (46 mio. m<sup>3</sup> in Germany). Formwork is needed for placing most types of concrete, especially ready-mix concrete. The use of formwork often leads to high material, labor and machinery costs in addition to considerable time delays and negative environmental impact. Thus, formwork-free construction methods have great economic and technical potential in concrete construction. Another significant advantage of formwork-free construction is its great geometrical flexibility. This article gives a brief overview of current developments in the field and provides some information on an ongoing project at TU Dresden.

#### Additive manufacturing of structural elements

Although modern automation and computer-aided manufacturing (CAM) have revolutionized many industrial processes, they still have had very limited influence on the construction industry. A variety of methods have been recently suggested to bridge this gap [1-3]. These approaches can be generally subdivided into two categories: a) methods based on extrusion and b) methods based on selective binding. In both approaches, a 3D CAD model is converted into an STL (Stereo Lithography) format and then divided into multiple 2D layers in a so-called ‘slicing’ process. Cartesian coordinates from the 2D layers along with printing parameters such as “velocity of printhead”, “rate of extrusion”, and “rate of binder deposition” are then delivered to a 3D printer in machine-readable language such as G-Code. The desired structure is then built layer-by-layer using the coordinates defined above and the given printing rates.

In the case of extrusion-based additive construction, premixed material is extruded at the specified coordinates through a nozzle at the specified printing rates. Examples of such an approach are Contour Crafting (**Fig. 1a**), developed at the University of Southern

Beton wird weltweit am häufigsten als Baustoff eingesetzt; mehr als die Hälfte des Gesamtvolumens macht derzeit Transportbeton aus (in Deutschland 46 Mio. m<sup>3</sup>). Für die Einbringung der meisten Arten von Beton, insbesondere Transportbeton, sind Schalungen erforderlich. Der Einsatz von Schalungen führt häufig zu hohen Material-, Personal- und Ausrüstungskosten – ganz zu schweigen von erheblichen zeitlichen Verzögerungen und ungünstigen Umweltauswirkungen. Daher bieten schalungsfreie Verfahren für die Betonbauweise hohes wirtschaftliches und technisches Potenzial. Ein weiterer deutlicher Vorteil des schalungsfreien Bauens besteht in seiner großen geometrischen Flexibilität. Der vorliegende Artikel enthält eine kurze Überblicksdarstellung aktueller Entwicklungen auf diesem Gebiet und einige Informationen zu einem laufenden Forschungsprojekt an der TU Dresden.

#### Additive Fertigung konstruktiver Bauteile

Zwar wurden bereits zahlreiche industrielle Verfahren durch moderne Automatisierungstechnik und computergestützte Fertigung (CAM) revolutioniert, jedoch hatten diese Entwicklungen bisher nur sehr begrenzten Einfluss auf die Baubranche. Zur Schließung dieser Lücke wurden in jüngster Zeit unterschiedliche Verfahren entwickelt [1-3]. Diese können in der Regel in zwei Kategorien unterschieden werden: a) Extrusionsverfahren und b) pulverbasierte Verfahren. In beiden Fällen wird ein 3D-CAD-Modell in ein STL-Format (Stereo Lithography) konvertiert und nachfolgend in einem sogenannten „Slicing“-Prozess in mehrere 2D-Schichten aufgeteilt. Die von den 2D-Schichten abgeleiteten kartesischen Koordinaten werden mit Druckkenngrößen wie der Druckkopfgeschwindigkeit, Extrusionsrate und Rate der Bindemittelaufbringung in maschinenlesbarer Sprache (z. B. G-Code) an einen 3D-Drucker übertragen. Die gewünschte Struktur wird dann Schicht für Schicht mit Hilfe der zuvor definierten Koordinaten und Druckgeschwindigkeiten aufgebaut.

Bei dem auf Extrusion beruhenden additiven Bauverfahren wird ein zuvor angemischtes Material an den definierten Koordinaten

**Venkatesh Naidu Nerella;** Technische Universität Dresden

[Venkatesh\\_Naidu.Nerella1@mailbox.tu-dresden.de](mailto:Venkatesh_Naidu.Nerella1@mailbox.tu-dresden.de)

Abschluss als M.Sc. (Bauingenieurwesen) an der TU Dresden; seit 2012 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Baustoffe der TU Dresden; Forschungsschwerpunkte sind die numerische Simulation von Frischbeton mittels DEM und CFD und die rheologischen Eigenschaften zementbasierter Verbundwerkstoffe



California [1], and Concrete Printing, developed by Loughborough University [2]. In the case of selective binding, one material or a mixture of several different materials is first placed on a platform (bed), and a binder or activator is then delivered to specified coordinates. Thus, only material at the required coordinates will be bonded together to form the desired structure. Once a layer is hardened, binder deposition will continue on to the next layer. One example of the selective binding approach is the D-Shape technology (Fig. 1b) by Enrico Dini [3].

While demonstrating many technological advantages such as independence of formwork and high design flexibility, present additive construction methods are subject to several inherent limitations, such as the necessity of using new advanced machinery, small aggregate sizes (fine mortar instead of concrete), and limited size of the structural elements (the size of the 3D printer must be larger than the size of the element to be printed).

#### Formwork-free monolithic construction using 3D Printing

The methodology in applying 3D Printing in the field of on-site concrete construction is being investigated at the TU Dresden within the framework of the Zukunft Bau (Future Construction) research initiative of the German Federal Institute for Research on Building, Urban Affairs and Spatial Development (BBSR). The

mit den festgelegten Druckgeschwindigkeiten über eine Düse extrudiert. Beispiele für diese Vorgehensweise sind das an der University of Southern California entwickelte Contour Crafting (Abb. 1a) [1] und das an der Loughborough University konzipierte Concrete Printing [2]. Bei der selektiven Pulveranlagerung wird ein Werkstoff oder ein Gemenge unterschiedlicher Werkstoffe zunächst auf einer Plattform (Bett) platziert, gefolgt von der Aufbringung eines Bindemittels oder Aktivierers an zuvor definierten Koordinaten. Daher wird das Material ausschließlich an den erforderlichen Koordinaten gebunden und bildet nachfolgend die gewünschte Struktur. Nach Erhärtung der jeweiligen Schicht wird die Bindemittelaufbringung für die nächste Schicht fortgesetzt. Ein Beispiel eines pulverbasierten Verfahrens ist die von Enrico Dini entwickelte D-Shape-Technologie (Abb. 1b) [3].

Trotz der Tatsache, dass derzeit verfügbare Verfahren des additiven Bauens zahlreiche technologische Vorteile bieten, beispielsweise die Schalungsunabhängigkeit und hohe Entwurfsflexibilität, unterliegen diese Verfahren derzeit noch mehreren „eingebauten“ Beschränkungen, darunter der erforderliche Einsatz neuer, komplexer Ausrüstungen, kleine Korngrößen der Gesteinskörnung (Feinmörtel statt Beton) und die begrenzte mögliche Größe des konstruktiven Bauteils (die Abmessungen des 3D-Druckers müssen größer sein als das zu druckende Element).

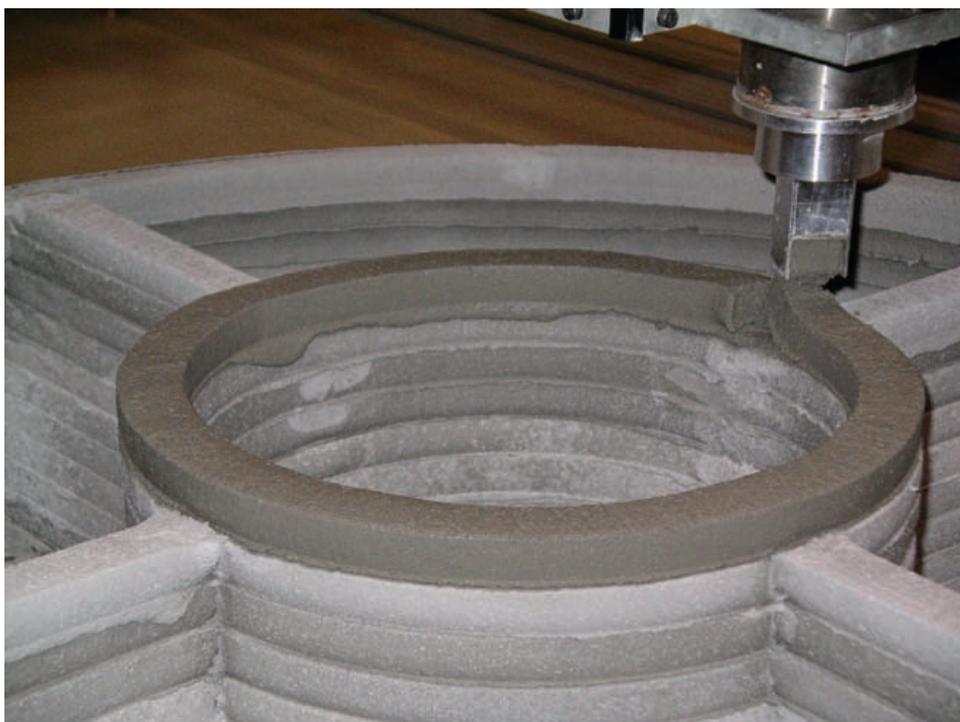


Figure: Contour Crafting

→ 1 3D-printed structural elements by (left) Contour Crafting [1] and (right) D-Shape technology [3]

3D-gedruckte konstruktive Bauteile, gefertigt mittels (links) Contour Crafting [1] und (rechts) D-Shape-Technologie [3]



Figure: D-Shape

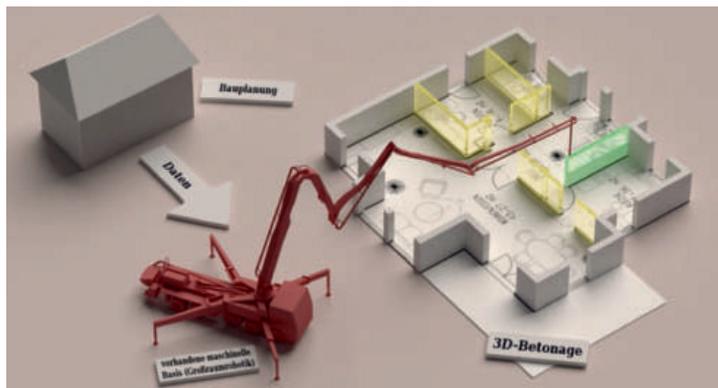


Figure: TU Dresden

→ 2 Illustration of the Concrete 3D Printing approach (courtesy of TU Dresden, Professur für Baumaschinen- und Fördertechnik)

Darstellung des Verfahrens des 3D-Drucks mit Beton (Quelle: TU Dresden, Professur für Baumaschinen- und Fördertechnik)

primary objective of this project is to develop a formwork-free, monolithic construction process using 3D Printing (hereafter Concrete 3D Printing) whilst using existing construction and production techniques to the greatest possible extent in order to create an economically viable new construction process adapted to construction site constraints. One vital aspect of the project strategy is to adapt a concrete boom pump to deliver material (see Fig. 2) to specific positions autonomously and accurately with the help of a custom-developed printhead attached to the boom. Other aspects are developing process-customized concrete compositions and production techniques and the study of economic potential as well as that of legal and normative specifications. To develop comprehensive, multi-disciplinary solutions, three institutes at the TU Dresden – the Chair of Construction Machines and Conveying Technology (BFT), the Institute of Construction Materials (IfB), and the Institute of Construction Management (IBBW) – are working synergistically on the project.

3D Printing of cementitious materials is a process of many dualities. For example, there is a duality of pumpability and buildability. To be pumped properly, concrete needs to be flowable and have a relatively low plastic viscosity and yield stress. At the same time, to enable the layer-by-layer printing of concrete, it must be much less flowable and exhibit a much higher yield stress and plastic viscosity. Another duality results from defining the “rate of printing”, which should be slow enough so that printed layers achieve sufficient green strength on the one hand, but on the other hand are fast enough to ensure both sufficient bond strength between individual layers and to keep the construction rate economically viable.

To master these dualities, concrete compositions with optimum properties in their fresh and hardened states must be developed. The holistic approach suggested and already tested on a laboratory scale starts with the selection of appropriate raw materials based on the specific requirements of the prospective application. Next, various compositions including ordinary mortar, ordinary concrete and fiber-reinforced composites have been developed. These compositions are characterized by good pumpability, long (up to 90 minutes) retention of consistency, high thixotropy and controlled, rapid setting (less than 3 minutes) on addition of an accelerator inside the printhead. Furthermore, new experimental methods to study green concrete strength, extrudability and buildability have been developed along with a dedicated Concrete 3D Printing laboratory device.

### Schalungsfreie monolithische Bauweise mittels 3D-Druck

An der TU Dresden wird im Rahmen der Forschungsinitiative „Zukunft Bau“ des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) die Methodik der Anwendung des 3D-Drucks bei der Errichtung von Betonbauwerken auf der Baustelle untersucht. Hauptziel dieses Projekts ist die Entwicklung eines schalungsfreien, monolithischen Bauverfahrens mittels 3D-Druck mit Beton unter weitestgehender Anwendung verfügbarer Bauweisen und Fertigungsverfahren zur Entwicklung eines innovativen, wirtschaftlichen, an die auf der Baustelle vorhandenen Beschränkungen angepassten Bauverfahrens. Ein wesentlicher Aspekt der Projektstrategie besteht in der Modifikation einer Ausleger-Betonpumpe zur präzisen, selbsttätigen Einbringung des Baustoffs (siehe Abb. 2) in bestimmten Positionen mit Hilfe eines eigens entwickelten, am Ausleger befestigten Druckkopfs. Weitere Projektinhalte umfassen die Entwicklung prozessangepasster Betonzusammensetzungen und Fertigungsverfahren und die Untersuchung des wirtschaftlichen Potenzials sowie der sich aus den rechtlichen und normativen Rahmenbedingungen ergebenden Möglichkeiten. Zur Entwicklung umfassender, multidisziplinärer Lösungen arbeiten drei Institute der TU Dresden – die Professur für Baumaschinen und Fördertechnik (BFT), das Institut für Baustoffe (IfB) und das Institut für Baubetriebswesen (IBBW) – gemeinsam am dem Projekt.

Der Prozess des 3D-Drucks zementgebundener Werkstoffe ist mit vielen Dualitäten verbunden (z. B. Pumpbarkeit vs. Einbaufähigkeit). Zur fachgerechten Einbringung des Betons über eine Pumpe muss dieser fließfähig sein und eine relativ niedrige plastische Viskosität und Fließgrenze aufweisen. Gleichzeitig sind für die Realisierung des schichtweisen 3D-Drucks mit Beton eine deutlich niedrigere Fließfähigkeit und höhere Fließgrenze und plastische Viskosität erforderlich. Eine weitere Dualität ergibt sich aus der Definition der „Druckgeschwindigkeit“, die so niedrig sein sollte, dass die gedruckten Schichten einerseits eine ausreichende Frühfestigkeit erreichen, andererseits jedoch so hoch, dass sowohl eine ausreichende Verbundfestigkeit zwischen den einzelnen Schichten als auch die Wirtschaftlichkeit des Baufortschritts gewährleistet sind.

Für die Beherrschung dieser Dualitäten sind Betonzusammensetzungen zu entwickeln, die sowohl in frischem als auch in erhärtetem Zustand über optimale Eigenschaften verfügen. Das vorgeschlagene und bereits im Labormaßstab getestete ganzheitliche Vorgehen beginnt mit der Auswahl geeigneter Ausgangsstoffe, wobei die spezifischen Anforderungen der vorgesehenen Anwendung als Grundlage dienen. Im nächsten Schritt wurden unterschiedliche Zusammensetzungen für Normalmörtel und -beton sowie faserbewehrten Verbundwerkstoffen entwickelt. Diese zeichnen sich durch gute Pumpfähigkeit, lange (bis zu 90 Minuten) Aufrechterhaltung der Verarbeitbarkeit, hochthixotrope Eigenschaften und rasches, kontrolliertes Erstarren (innerhalb von weniger als 3 Minuten) bei Einleitung eines Beschleunigers in den Druckkopf aus. Zudem wurden neue experimentelle Verfahren zur Untersuchung der Betonfrühfestigkeit, Extrudierbarkeit und Einbaufähigkeit sowie ein spezielles Laborgerät für den 3D-Druck mit Beton entwickelt.

### REFERENCES/LITERATUR

- [1] B. Khoshnevis, D. Hwang, K.-T. Yao, and Z. Yeh, “Mega-scale fabrication by contour crafting,” *Int. J. Ind. Syst. Eng.*, vol. 1, no. 3, 301-320, 2006.
- [2] R. A. Buswell, R. C. Soar, A. G. F. Gibb, and A. Thorpe, “Freeform Construction: Mega-scale Rapid Manufacturing for Construction,” *Autom. Constr.*, vol. 16, no. 2, 224-231, 2007.
- [3] E. Dini and Monolite UK Ltd, “D-Shape - stereolithography 3-D printing technology,” 2015. [Online]. Available: <http://www.d-shape.com/cose.htm>. [Accessed: 23 Aug 2015]. <http://www.d-shape.com/>

**Dr.-Ing. Stephan Hauser;** Ducon, Mörfelden-Walldorf

[s.hauser@ducon.de](mailto:s.hauser@ducon.de)

1985 bis 1992 Studium des Bauingenieurwesens an der TU Darmstadt; 1992 bis 1995 Projektleiter im Bereich Technik bei der Philipp Holzmann AG; 1996 bis 1999 wissenschaftlicher Mitarbeiter an der TU Darmstadt und Promotion auf dem Gebiet der innovativen Baustoffe; 1999 bis 2004 Oberbauleiter und Projektleiter Großbaustellen bei der Hochtief AG; seit 2004 Gründung der Ducon GmbH nach Erteilung des internationalen Patentes und seitdem geschäftsführender Gesellschafter in Mörfelden-Walldorf



## Extremely slender stairs, roof shells, energy façades, blast-resistant walls and furniture

### Limits of the material newly defined

## Extrem schlanke Treppen, Dachschalen, Energiefassaden, Explosionsschutzwände und Möblierung

### Grenzen des Materials neu definiert

#### Material and characteristics

The patented high-performance building material Ducon (Ductile Concrete), an ultra-high performance concrete with a three-dimensional micro reinforcement, is distinguished by high ductility and energy absorption, but also by high strength and durability. The fine fabric layers that are tied together in a three-dimensional way consist of carbon steel and corrosion-resistant materials, depending on the respective requirements.

#### Security

Due to the protective effect against explosion, impact, bullets and earthquakes, Ducon is particularly qualified for endangered facilities and critical infrastructures. Its load-bearing capacity and protective effect exceeds twice that of conventional reinforced concrete. A correspondingly smaller material thickness is needed in order to obtain the same effect – a great advantage for limited space conditions or increased requirements on the load-bearing behavior. Owing to the weight reduction, the product is especially interesting in the

#### Material und Kenndaten

Den patentierten Hochleistungsbaustoff Ducon (Ductile Concrete), ein ultrahochfester Beton mit räumlicher Mikroarmierung, zeichnen eine hohe Duktilität und Energieabsorption, aber auch eine hohe Festigkeit und Dauerhaftigkeit aus. Die räumlich verknüpften feinen Gewebelagen bestehen je nach Anforderungen aus Carbonstahl und korrosionsbeständigen Materialien.

#### Sicherheit

Durch seine Schutzwirkung gegenüber Explosion, Anprall, Beschuss und Erdbeben ist Ducon insbesondere für gefährdete Einrichtungen und kritische Infrastrukturen hervorragend geeignet. Seine Tragfähigkeit und Schutzwirkung übersteigt die von konventionellem Stahlbeton um mindestens das Zweifache. Bei gleicher Wirkung benötigt man entsprechend geringere Materialstärken – ein großer Vorteil bei beengten Platzverhältnissen oder erhöhten Anforderungen an das Tragverhalten. Aufgrund der Gewichtsersparnis ist gerade der Einsatz im Neubaubereich interessant – Raumgewinne infolge ausgesprochen schlanker Bauteile bei zugleich höchster Sicherheit sprechen für sich.

Mittels der Ducon-Technologie können Bauteile im Bestand schnell und effizient nachgerüstet werden (z. B. Stützen-, Wand- und Deckenertüchtigungen, Trümmerschutdecken, etc.) und anschließend neue statische Aufgaben übernehmen.

#### Industrieböden/Deckenverstärkung

Der Baustoff Ducon ist aufgrund weiterer Materialeigenschaften (hohe Abriebfestigkeit, Rissbreitenbeschränkung, Frost-Tausalzbeständigkeit, Dichtheit gegen Wasser und gefährdende Stoffe, etc.) hervorragend zur Erüchtigung von hoch belasteten Verschleiß- und Dichtschichten geeignet.

Für die Sanierung von Industrieböden liegt eine Allgemeine Bauaufsichtliche Zulassung vor, die den Baustoff sogar als Dichtschicht in Anlagen zum Lagern, Abfüllen und Umschlagen (LAU) gemäß WHG qualifiziert.

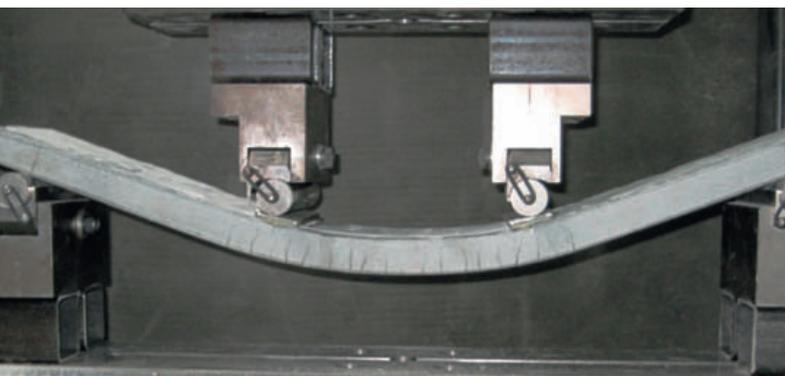


Figure: Ducon Europe

→ Extreme ductility  
Extreme Duktilität



Figure: Ducon Europe

→ High blast protection (Ducon at the left, reinforced concrete at the right)  
Hoher Explosionsschutz (Ducon links, Stahlbeton rechts)

field of new construction – gaining space by extraordinary slender structural components and providing the highest degree of security at the same time, speaks for itself.

Structural components in existing buildings (e.g., upgrading of columns, walls and floor slabs, fragmentation protection floors, etc.) can be retrofitted by means of the Ducon technology in a fast and efficient way, for performing new static functions afterwards.

#### Industrial flooring/floor strengthening

The building material Ducon is particularly suited for retrofitting of highly loaded wear and sealing layers due to the additional materials properties (high abrasion resistance, freeze-thaw resistance, water impermeability and tightness against hazardous substances, etc.).

Sanierungen können abschnittsweise und im laufenden Betrieb durchgeführt werden, indem eine tragende dünne Ducon-Schicht (ab 3 cm) fugenlos aufgebracht wird. Während bei der konventionellen Sanierung Bauteile abgebrochen und ausgetauscht werden, setzt Ducon auf eine nachhaltige Bestandssanierung – im Vergleich zu üblichen Sanierungsmethoden eine effiziente und wirtschaftliche Alternative. In gleicher Bauweise werden auch Decken statisch ertüchtigt.

#### Architektur und Design

Durch hochwertige, dauerhafte und frei gestaltbare Oberflächen eröffnet Ducon eine neue Dimension der Formensprache in der Architektur. So können leichte, avantgardistische Formen, freitragende Falwerk-treppen, Möbel, Verkleidungen aus Sichtbeton und andere Architek-turelemente in schlanken Querschnitten bei gleichzeitiger Erfüllung hoher gestalterischer Ansprüche realisiert werden.

Auch für komplexe Projekte, die nach großformatigen und zu-gleich filigranen Sichtbeton-Fassadenplatten verlangen, ist Ducon ideal geeignet.

#### Nachhaltiges Bauen

Die beschriebenen Baustoffeigenschaften wirken sich wesentlich auf die Nachhaltigkeit von Ducon aus. Durch die Verschlankung ursprüng-lich massiver Bauteile wird Material eingespart und in Kombination mit der hohen Lebensdauer des Hochleistungsbaustoffes die Umwelt und die Ressourcen geschont. Die Reduktion von Bauteilgewichten bedeutet zum einen auch eine Reduzierung schädlicher Umweltein-wirkungen, beispielsweise durch Transporte, zum anderen eine weitere Materialeinsparung bei den angrenzenden Bauwerkskonstruktionen.



Figure: Ducon Europe

→ Self-supporting folded staircase  
Freitragende Falwerk-treppe

For the rehabilitation of industrial floorings a national technical approval has been granted, qualifying the building material even as sealing layer in facilities used for storing, filling and handling of liquids in accordance with the German Water Resources Act (WHG).

Rehabilitation works can be carried out in sections during operation by applying a thin load-bearing Ducon layer (of minimum 3 cm). Whereas structural components are demolished and replaced for rehabilitation purposes, Ducon puts great emphasis on sustainable rehabilitation of existing building structures – which is an efficient and economical alternative in comparison to usual measures of rehabilitation. The same method of construction is used for structural retrofitting of floor slabs.

### Architecture and design

Ducon opens up a new dimension for the design language in architecture due to high-quality, durable surfaces that can be freely designed. This enables the realization of lightweight, avant-garde shapes, self-supporting folded stairs, furniture, claddings made of architectural concrete and other architectural elements featuring slender cross-sections and meeting demanding design requirements simultaneously.

Moreover, Ducon is ideally suited for complex projects calling for large-scale and simultaneously slender façade panels made of architectural concrete.

### Sustainable building

The building material properties described above have a significant effect on the sustainability of Ducon. Material is saved by making originally solid structural components more slender and in combination with the long service life of high-performance building materials a contribution is made to protect the environment and preserve resources. The reduction of the component weight, on the one hand, means also a reduction of harmful environmental effects, for example, caused by transportation, and, on the other hand, saving in material for the adjacent building structures.

The use of thin Ducon sealing layers in the field of building and water protection as well as the use as lightweight energy façade significantly contributes to the preservation of health, safety and well-being.

### Range of services and implementation

Apart from manufacturing, supplying and assembly of Ducon precast elements both in Germany and abroad, the Ducon range of services includes supporting the development of concepts for new construction or construction in existing contexts. Adapted to the special requirements of the clients, the permanent further development of the technology is pushed within the company in order to offer custom-made solutions even for complex performance requirements.

Since 2004, the company has implemented more than 250 building projects with this technology.

### Examples for extreme performances

Ducon was used, for example, for realizing the following extremely thin, thus highly efficient solutions in the field of concrete:

- » Self-supporting, story-high staircase
- » Roof shell (“Parapluie” Tsuboi Award 2013)
- » Energy façade (l = 11 m, d = 5 cm)
- » Jointless floor slab strengthening
- » Blast protection measures (WTC NYC)



→ Lounger l=2.2m, d=2cm

Liege l=2,2m, d=2cm

Der Einsatz von dünnen Ducon-Dichtschichten im Bereich des Gebäude- oder Gewässerschutzes sowie die Verwendung als leichte Energiefassaden liefern einen wesentlichen Beitrag zur Bewahrung von Gesundheit, Sicherheit und Behaglichkeit.

### Leistungsspektrum und Umsetzung

Das Ducon-Leistungsspektrum umfasst neben der Unterstützung bei der Erarbeitung von Konzepten für den Neubau oder das Bauen im Bestand die Herstellung, Lieferung und Montage der Ducon-Fertigteile sowohl im In- als auch im Ausland. Angepasst an die besonderen Bedürfnisse der Auftraggeber wird innerhalb des Unternehmens die permanente Weiterentwicklung der Technologie vorangetrieben, um auch für komplexe Aufgabenstellungen maßgeschneiderte Lösungen anzubieten.

Seit 2004 sind mehr als 250 Bauvorhaben mit dieser Technologie umgesetzt worden.

### Beispiele für Extremleistungen

Mit Ducon wurden beispielsweise folgende extrem dünne und somit sehr leistungsfähige Lösungen im Betonbereich realisiert:

- » freitragende, geschosshohe Treppe (d = 8 cm)
- » Dachschale („Parapluie“ Tsuboi Award 2013)
- » Energiefassade (l = 11 m, d = 5 cm)
- » fugenlose Deckenverstärkungen (d > 4 cm)
- » Explosionsschutzmaßnahmen World Trade Center, New York



→ Roof shell Parapluie d= 25-30mm

Dachschale Parapluie d= 25-30mm


**Dipl.-Wirtsch.-Ing Siemon Piotrowski**

s.piotrowski@uni-kassel.de

Geboren 1985: Studium Wirtschaftsingenieurwesen Fachrichtung Bauingenieurwesen an der Universität Kassel mit Vertiefungsrichtung Werkstoffe des Bauwesens und Projektmanagement; seit 2011 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fachgebiet Werkstoffe des Bauwesens und Bauchemie und Qualitätsmanagementbeauftragter der Amtlichen Materialprüfanstalt für das Bauwesen (AMPA) an der Universität Kassel

## Use of UHPC precast slabs for developing noise-reducing concrete road pavements

### New opportunities for precast elements

## Entwicklung geräuschmindernder Fahrbahnbeläge aus Beton durch Verwendung von Fertigteilen aus UHPC

### Neue Chancen für Fertigteile

Nowadays, about 20% of the EU population are exposed to noise levels in excess of 65 dB(A). 90% of this noise is caused by road traffic [1]. In Germany, about 2.8 million people are permanently exposed to noise levels higher than 65 dB(A) but relevant authorities have only limited scope for influencing noise reduction from a technical perspective [2]. Appropriate measures include speed limits, noise reducing walls and low-noise tires but also noise-reducing road pavements, which effectively contribute to reducing road-traffic noise in the long term whilst being within the scope of activity of road inspectorates. However, significant noise reductions will be achieved only if measures are combined with each other [2].

Müller BBM carried out simulations using the SPERoN tire-pavement simulation/computation model and developed a texture that is particularly suitable for mitigating road-traffic noise using impermeable materials. In terms of technical feasibility, the best-suited design providing the best noise mitigation efficiency proved rectangular plateaus of 4 × 4 mm to 8 × 8 mm in size to be arranged in a 45° angle to the driving direction. To ensure sufficient drainage of the road surface, about 2 mm deep, sinusoidal troughs are interspersed between these

Die Lärmbelästigung übersteigt heutzutage bei rund 20 % der Bevölkerung in der EU 65 dB(A), wobei der Lärm zu 90 % durch Straßenverkehr verursacht wird [1]. In Deutschland sind circa 2,8 Millionen Menschen diesen Lärmpegeln von über 65 dB(A) ständig ausgesetzt, wobei die Behörden aus technischer Sicht nur eine beschränkte Einflussnahme auf die Lärmreduzierung ausüben können [2]. Neben Geschwindigkeitsbegrenzungen, Lärmschutzwänden und geräuschemissionsarmen Reifen stellen insbesondere lärmindernde Fahrbahnbeläge einen effektiven und dauerhaften Beitrag zur Lärmreduktion des Straßenverkehrs innerhalb des Handlungsspielraums von Straßenbaubehörden dar, wobei deutliche Pegeländerungen nur durch ein Maßnahmenbündel zu erreichen sind [2].

Die Firma Müller BBM GmbH entwickelte auf Basis von Simulationen mit dem Reifen-Fahrbahn Simulations-/Berechnungsmodell SPERoN eine Textur, die sich insbesondere gut für eine Lärmreduzierung des Verkehrslärms mithilfe von gefüggedichten Werkstoffen eignet. Als geeignetste Parameter aus Sicht des technisch Möglichen und der effizientesten Lärmreduzierung stellten sich rechteckige Plateaus heraus, die in einem 45°-Winkel zur Fahrtrichtung angeordnet sein müssen und eine Größe zwischen 4 × 4 mm<sup>2</sup> und 8 × 8 mm<sup>2</sup> besitzen. Um einen ausreichenden Drainageeffekt auf der Oberfläche der Fahrbahn zu erzielen, befinden sich zwischen den Plateaus sinusförmige Täler mit einer Tiefe von circa 2 mm (Abb. 1). Eine derart feine Struktur von Straßenoberflächen ist sehr schwierig in einer hohen gleichbleibenden Qualität herzustellen und muss erhöhten Dauerhaftigkeitsansprüchen genügen. Insbesondere ein hoher Abstrationswiderstand und ein hoher Frost-Tausalz-Widerstand sind ausschlaggebend für eine hohe Dauerhaftigkeit der lärmindernden Eigenschaften. Diese Anforderungen in Verbindung mit der spezifischen Entwicklung der lärmindernden Textur für ein dichtes Material ließen auf die Verwendung des ultrahochfesten Betons (UHPC) für die Oberfläche der Fahrbahn schließen. Aus diesem Grund wurde in einem vom Bundesministerium für Verkehr und Digitale



Foto: Müller-BBM

 → 1 Surface of the test area  
 Oberfläche Teststrecke

**Prof. Dr.-Ing. habil. Michael Schmidt**

[m.schmidt@uni-kassel.de](mailto:m.schmidt@uni-kassel.de)

Geboren 1947: Studium Bauingenieurwesen an der TU Hannover; bis 1989 Referent im Forschungsinstitut der Zementindustrie in Düsseldorf; bis 1997 Leiter der Forschung, Entwicklung und Beratung der Heidelberger Zement AG; von 1999 bis 2012 Leiter des Fachgebiets Werkstoffe des Bauwesens und Bauchemie und Direktor der Amtlichen Materialprüfanstalt für das Bauwesen der Universität Kassel; Vereidigter Sachverständiger für Beton-technologie; Partner des Ingenieurbüros Fehling und Jungmann



plateaus (Fig. 1). Such a fine road pavement structure is very difficult to produce to a consistently high quality standard and must conform to exceedingly demanding durability specifications. Long-term noise reducing properties of the material essentially depend on high abrasion resistance and high freeze-thaw resistance. Combined with the development of a specific noise-reducing texture for an impermeable material, these specifications pointed to the use of ultra-high-performance concrete (UHPC) for the road pavement. Thus, the University of Kassel initiated a research project funded by the Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure (BMVI) and by the Federal Highway Research Institute in which a UHPC for noise-mitigating concrete road pavements was developed that perfectly reflected this fine, noise-mitigating texture. This UHPC excels with its high compressive strength of about 176 MPa and also shows an extremely low capillary porosity (< 1 %, measured by MIP), which lends a very high freeze-thaw resistance to the material (less than 50 g/m<sup>2</sup> in the CDF test after 28 cycles). Yet it is also its abrasion resistance with a loss of volume of less than 1,4 cm<sup>3</sup> / 50 cm<sup>2</sup> determined according to Böhme (hardness class I, loss of volume < 18 cm<sup>3</sup>/50 cm<sup>2</sup>) that indicates the outstanding durability characteristics of the UHPC, and thus of the texture. These properties are achieved by applying the principles typical of UHPC, i.e. its very low water/binder ratio (approx. 0.2), which is possible to achieve only by using PCE-based superplasticizers and its high packing density attained by carefully adjusted ultra-fine materials. This high packing density was achieved whilst also ensuring the commercial viability of the mix by adding a very small amount of silica fume (43 kg/m<sup>3</sup>), cement at a ratio that is relatively low for a UHPC (581 kg/m<sup>3</sup>), and a

Infrastruktur (BMVI) und von der Bundesanstalt für Straßenwesen geförderten Projekt von der Universität Kassel ein UHPC für lärmindernde Betonfahrbahnen entwickelt, der die feine Textur perfekt abbildet. Der entwickelte UHPC zeichnet sich neben seiner hohen Druckfestigkeit (ca. 176 MPa) insbesondere durch seine extrem niedrige Kapillarporosität (< 1% ermittelt durch MIP) aus. Diese verleiht dem UHPC einen sehr hohen Frost-Tausalz-Widerstand (CDF-Test unter 50 g/m<sup>2</sup> nach 28 Zyklen). Aber auch der Abrasionswiderstand nach Böhme bei einem Volumenverlust von unter 1,4 cm<sup>3</sup> / 50 cm<sup>2</sup> (Härteklasse I Volumenverlust < 18 cm<sup>3</sup>/50 cm<sup>2</sup>) lässt auf die hervorragenden Dauerhaftigkeitseigenschaften des UHPC und somit der Textur schließen. Erreicht werden diese Eigenschaften durch die UHPC-typischen Prinzipien eines sehr niedrigen Wasser/Bindemittelwertes (ca. 0,2), der nur unter dem Einsatz von Hochleistungsfließmitteln (PCE) möglich ist und einer hohen Packungsdichte durch aufeinander abgestimmte Feinstoffe. Die hohe Packungsdichte konnte erreicht werden bei gleichzeitiger Beachtung der Wirtschaftlichkeit der Mischung, indem ein sehr niedriger Gehalt an Silikastaub (43 kg/m<sup>3</sup>), ein für UHPC niedriger Zementgehalt (581 kg/m<sup>3</sup>) und ein hoher Anteil an Gesteinskörnung (Quarzsand 0.125/0.5 und Basalt 2/8 1652 kg/m<sup>3</sup>) verwendet wurden.

Des Weiteren wurde in der Mischung lediglich 1 Vol.-% (80 kg/m<sup>3</sup>) Stahlfasern eingesetzt. Um die dauerhafte Tragfähigkeit der Bauweise unter verkehrähnlichen Lasten zu validieren, wurden im Großversuchsstand der Universität Kassel Dauerschwingversuche an 250 × 175 × 15 cm<sup>3</sup> (L × B × H) großen Fertigteilplatten durchgeführt. Dabei wurde bei 40 % der Bruchlast von 225 kN die Dauerschwellfestigkeit (3 Mio. Lastwechsel) erreicht. Um eine



**INNOVATION:**

**Mobile concrete mixing plants with stationary qualities  
VARIOMIX® 3000 CM**

- Flexible plant solution
- Modular construction
- High profitability
- 500 m<sup>3</sup> of aggregates in 10 chambers
- 500 t of cement in 7 chambers
- Output capacity 130 m<sup>3</sup>/h



**Visit us:** Beton Tage Neu-Ulm  
23.-25. Feb. 2016  
SBM Stand 69


**Prof. Dr.rer.nat. Bernhard Middendorf**

middendorf@uni-kassel.de

Geboren 1962: Studium der Mineralogie an der Universität zu Köln; von 1989 bis 1993 Wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Universität Siegen Labor für Bau- und Werkstoffchemie; bis 1995 Wissenschaftlicher Mitarbeiter und bis 2005 Akad. Rat/Oberrat am Fachgebiet Werkstoffe des Bauwesens der Universität Kassel; bis 2012 Universitätsprofessor und Lehrstuhlinhaber für Werkstoffe des Bauwesens, Mitglied im Institut für Bauforschung an der Fakultät Architektur und Bauingenieurwesen der TU Dortmund; ab Oktober 2012 Universitätsprofessor und Fachgebietsleiter Werkstoffe des Bauwesens und Bauchemie, Fachbereich Bauingenieur- und Umweltingenieurwesen, Mitglied im Direktorium des Instituts für konstruktiven Ingenieurbau (IKI) und der Amtlichen Materialprüfanstalt für das Bauwesen (AMPA) der Universität Kassel

high ratio of mineral aggregates (0.125–0.5 silica sand and 2–8 basalt at 1.652 kg/m<sup>3</sup>).

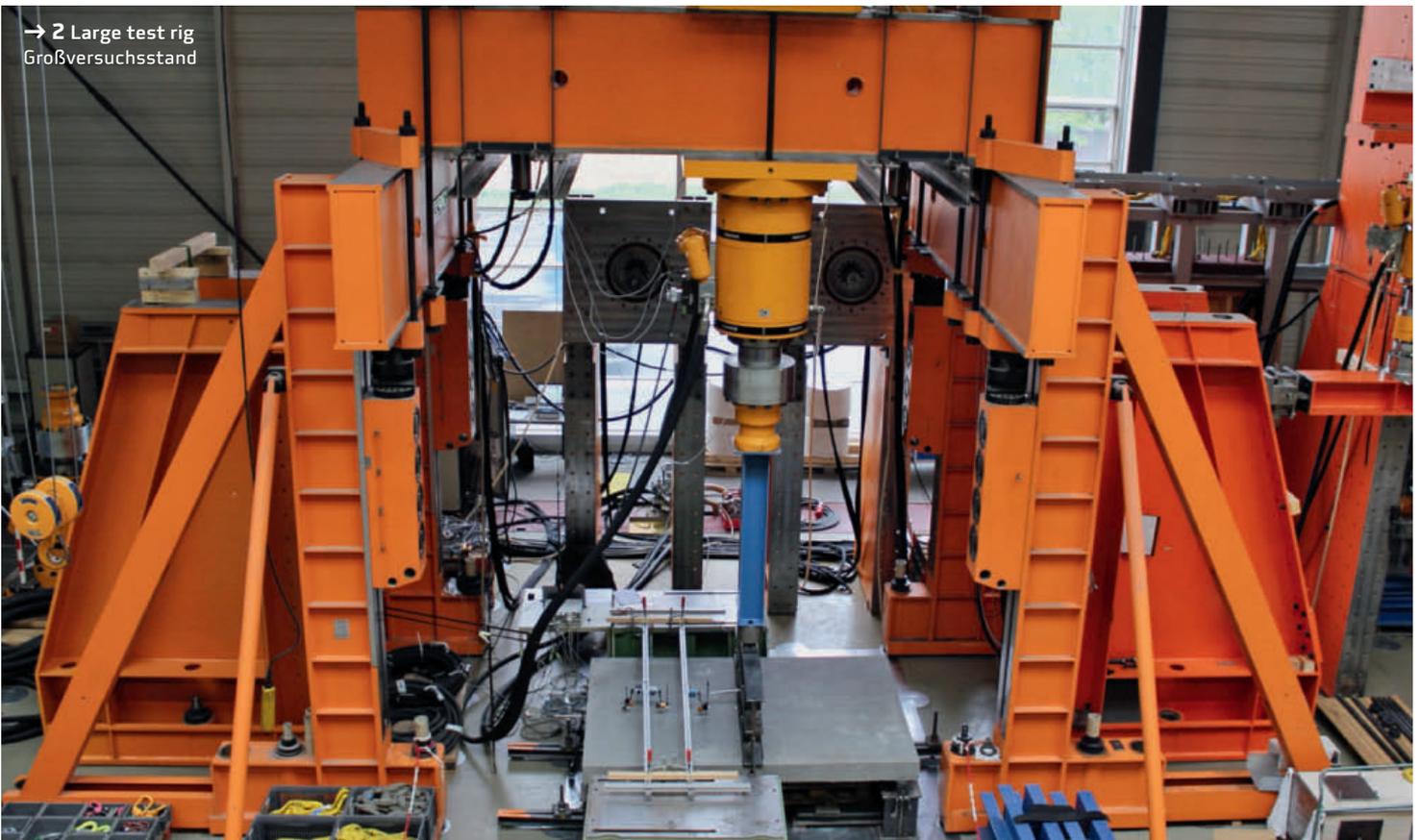
Furthermore, only 1% by volume (80 kg/m<sup>3</sup>) of steel fibers were added to the mix. To validate the long-term structural capacity of this material under loads similar to road traffic, a large test rig at Kassel University was used to perform fatigue tests on precast slabs measuring 250 × 175 × 15 cm (L × W × H). These tests proved that the fatigue limit (3 million load cycles) was reached at about 40% of the failure load of 225 kN. Pavement slabs were produced under controlled conditions at a precast plant (Fertigbau Lindenberg Otto Quast GmbH & Co. KG) to ensure a high quality standard and to enable accurate reproducibility of the texture. To measure noise reduction and to test real-life behavior under the traffic load, a test area measuring 30 × 3.5 m was installed on the “Am Rothenstein” parking facility adjacent to the A45 highway. Filigree slabs were placed on top of the asphalt base and grouted with high-strength mortar. This new pavement is being continuously impacted by heavy truck traffic and tested for its durability under these conditions.

hohe Qualität der Ergebnisse zu gewährleisten und eine detaillierte Reproduktion der Textur zu erreichen, wurden die Fahrbahnplatten unter kontrollierten Bedingungen in einem Betonfertigteilwerk (Fertigbau Lindenberg Otto Quast GmbH & Co. KG) produziert. Um die Lärmreduzierung zu messen und um das praktische Verhalten unter Verkehr zu erproben, wurde auf dem Parkplatz „Am Rothenstein“ an der Autobahn A45 ein 30 × 3,5 m<sup>2</sup> großer Versuchsabschnitt gebaut. Die filigranen Platten wurden auf die Tragschicht aus Asphalt aufgesetzt und mit einem hochfesten Mörtel untergossen. Die neue Bauweise wird hier ständig von Schwerverkehr befahren und somit auf Dauerhaftigkeit getestet.

**REFERENCES/LITERATUR**

- [1] Mazur H., Theine W., Lauenstein D., Schuster S., Weisner C., Nöllgen R., Schuster S., Ritzer-Bruns H.: „Lärmrelevanz und EU-Anforderungen - Erfordernisse, Abgrenzungs- und Anpassungsprozesse zum Lärmschutz“; Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (2007)
- [2] Peschel U., Reichart U.: „Lärmindernde Fahrbahnbeläge - Ein Überblick über den Stand der Technik, Aktualisierte Überarbeitung“; Umweltbundesamt (2014)

→ 2 Large test rig  
Großversuchsstand



**O.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.-Ing. M.Eng. Johann Kollegger;** Technische Universität Wien

[johann.kollegger@tuwien.ac.at](mailto:johann.kollegger@tuwien.ac.at)

Geboren 1956; 1974 bis 1978 Studium an der Technischen Universität Graz; 1978 bis 1980 Studium und Forschungsassistent an der University of California, Berkeley; 1981 bis 1982 Statiker im Ingenieurbüro Krasser, Graz; 1983 bis 1988 wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Technischen Hochschule Darmstadt und Gesamthochschule Kassel; 1988 Promotion; 1988 bis 1991 Angestellter im Ingenieurbüro Mehlhorn, Kassel; 1991 bis 1992 Leitung des Technischen Büros der Philipp Holzmann AG, Hannover; 1993 bis 1996 Geschäftsführer der VSL Vorspanntechnik (Deutschland) GmbH, Elstal; seit 1997 Prüfenieur für Baustatik der Fachrichtung Massivbau; seit 1998 Professor an der TU Wien



## Towers for wind turbines comprised of double-wall elements Preliminary tests and prototype

### Türme für Windkraftanlagen aus Doppelwandelementen Vorversuche und Prototyp

The energy transition requires electricity to be generated from renewable sources such as wind power. In the foreseeable future, there will be a scarcity of potential high-yield onshore generation sites, which is why a growing number of wind turbines will have to be erected in lower-yield areas. To achieve acceptable energy yields in these regions, wind turbines that are usually erected as tower structures must have large hub heights. Thus, the associated increased dynamic loading makes fatigue a key design criterion.

Hybrid construction methods have become the state of the art for erecting towers with large hub heights. In the most common design, the lower section of the tower is comprised of solid precast prestressed reinforced-concrete elements whereas its top section consists of solid steel tubes. This design has become the method of choice on the market because of its short assembly time and resulting commercial viability. However, it provides lower fatigue resistance whilst consuming the same amount of building materials compared to a cast-in-place concrete structure, which is a limiting factor in terms of the tower height that can be achieved in a cost-effective manner.

For this reason, a construction method for wind turbine towers that uses semi-precast elements is currently being developed at the Institute of Structural Engineering at Vienna Technical University. This method is to combine the advantages of cast-in-place concrete (high fatigue resistance) with the benefits of precast (cost effectiveness) to efficiently erect towers with large hub heights. The idea behind this concept is to enable the use of double-wall elements DWE to create an upwardly tapering tower structure with a polygonal base layout.

The structure consists of ring segments (Fig. 1) that form a tower when placed on top of each other. Segments are assembled from DWEs in the staging area of the job site. The DWE geometry can be chosen so

Die Energiewende verlangt, dass Strom aus erneuerbaren Energiequellen wie der Windenergie gewonnen werden soll. Mögliche windstarke Bauplätze an Land werden in absehbarer Zeit nicht in ausreichender Anzahl zur Verfügung stehen, daher müssen immer mehr Windenergieanlagen (WEA) in windschwächeren Gebieten errichtet werden. Um dort akzeptable Energieförderleistungen zu erzielen, müssen WEA, üblicherweise als Turmbauwerke ausgeführt, mit großen Nabhöhen errichtet werden. Die damit einhergehende steigende dynamische Belastung macht somit die Ermüdung zu einem maßgebenden Bemessungskriterium.

Für Türme mit großen Nabhöhen haben sich heutzutage hybride Bauweisen durchgesetzt. Bei der gängigsten besteht der untere Abschnitt aus vorgespannten vollwandigen Stahlbetonfertigteilen mit einem aufgesetzten Abschnitt aus vollwandigen Stahlrohren. Diese Bauweise hat sich aufgrund der schnellen Montage und der daraus resultierenden

Wirtschaftlichkeit etabliert, jedoch weist sie bei gleichem Baustoffverbrauch einen geringeren Ermüdungswiderstand als eine Ortbetonbauweise auf, was sich in wirtschaftlicher Hinsicht limitierend auf die Turmhöhe auswirkt.

Aus diesem Grund wird derzeit am Institut für Tragkonstruktionen der TU Wien eine Bauweise für Türme von WEA aus Halfertigteilen entwickelt. Diese soll die Vorteile der Ortbetonbauweise



Figure: TU Wien

→ 1 Segments comprised of double-wall elements; bottom left: loose double-wall elements resting on inclined supports; top right: a finished segment

Segmente aus Doppelwandelementen; unten links – lose Doppelwandelemente gestützt durch Schrägstützen; oben rechts – ein fertiges Segment



Univ.Ass. Dipl.-Ing. Ilja Fischer, BSc.; Technische Universität Wien

ilja.fischer@tuwien.ac.at

Geboren 1986; 2005 bis 2007 Mitarbeiter bei Strabag SE; 2006 bis 2012 Studium des Bauingenieurwesens an der TU Wien; 2012 bis 2014 Mitarbeiter im Ingenieurbüro Werkraum Wien Ingenieure ZT-GmbH; seit 2014 Universitätsassistent am Institut für Tragkonstruktionen der TU Wien

as to optimize transport cost. After placement of each individual segment, the segment below is filled with concrete up to and above the horizontal joint between the two segments. Lifting and filling of segments should take place at a speed that enables a continuous process. Reinforcement is embedded in each joint, which makes it possible to transfer both vertical and radial tensile forces. This technique results in a monolithic and fully reinforced concrete structure. A proof-of-concept prototype was erected to demonstrate the feasibility of this new construction method.

This prototype consisted of six segments that formed a tower with a height of about 16.0 m (Fig. 2). The top segment was 6.0 m high. The tower had a nonagonal layout; the outer diameter of its base equaled about 4.1 m. Its walls were constructed with a 1 degree gradient to enable upward tapering. This geometry is equivalent to the upper part of the concrete section of a hybrid tower for a wind turbine with a hub height of 140 m. The prototype made it possible to evaluate the construction method, particularly its large segment heights (up to 13 m), filling of the segments by continuous injection of self-compacting concrete, and the high fatigue resistance of the monolithic tower structure.

Under certain conditions, towers for wind turbines comprised of semi-precast elements are the most cost-efficient option when taking all factors into account. It should be noted that this method is associated with some disadvantages, such as temperature dependency of concrete placement and higher demolition costs compared to bolted steel structures. However, the construction method presented in this paper can be a cost-effective option when aiming to quickly erect a tower structure with an exceedingly large hub height whilst ensuring adequate fatigue resistance during its service life and implementing a resource-saving design.



Figure: TU Wien

(hoher Ermüdungswiderstand) mit jenen der Fertigteilbauweise (hohe Wirtschaftlichkeit) kombinieren, um effizient Türme mit großen Nabenhöhen errichten zu können. Die Idee ist, dass Doppelwandelemente (DWE) genutzt werden können, um ein sich verjüngendes Turmbauwerk mit polygonalem Grundriss herzustellen.

Das Turmbauwerk soll aus Ringsegmenten (Abb. 1) bestehen, die übereinander positioniert einen Turm ergeben. Die Segmente werden auf der Baustelle aus DWE auf einem Vormontageplatz zusammengesetzt. Hierbei kann die Geometrie der DWE Transportkosten optimierend gewählt werden. Nach dem Platzieren jedes einzelnen Segments wird das darunter liegende bis über die horizontale Fuge zwischen den beiden ausbetoniert. Das Heben und das Verfüllen der Segmente sollen dabei in solch einer Arbeitsgeschwindigkeit erfolgen, dass es sich um einen kontinuierlichen Prozess handelt. Jede Fuge wird mit Bewehrung ausgestattet und somit können sowohl vertikale als auch radiale Zugkräfte weitergeleitet werden. Dadurch entsteht ein bewehrter Füllbeton ohne Fugen. Die Ausführbarkeit dieses neuen Bauverfahrens wurde durch die Errichtung eines Prototyps demonstriert.

Der errichtete Prototyp bestand aus sechs Segmenten, die zusammengesetzt einen rund 16,0 m hohen Turm ergaben (Abb. 2). Das oberste Segment wies eine Höhe von 6,0 m auf. Der Turm war im Grundriss neuneckig und hatte an der Basis einen Außendurchmesser von ca. 4,1 m, wobei die Wände eine Neigung von 1 Grad aufwiesen und sich somit nach oben hin verjüngten. Diese Geometrie entspricht dem obersten Teil des Betonabschnitts eines hybriden Turms für eine WEA mit einer Nabenhöhe von 140 m. Der Prototyp ermöglichte eine Evaluierung des Bauverfahrens, wobei insbesondere die großen Segmenthöhen (bis 13 m), die Verfüllung der Segmente durch das kontinuierliche Einpressen von selbstverdichtendem Beton und der hohe Ermüdungswiderstand des monolithischen Turmbauwerks zu erwähnen sind.

Türme für WEA aus Halbfertigteilen sind unter bestimmten Randbedingungen die gesamtheitlich wirtschaftlichste Variante. Es gibt zwar einige Nachteile wie die Temperaturabhängigkeit des Betoniervorgangs und die höheren Abbruchkosten im Vergleich zu beispielsweise geschraubten Stahlkonstruktionen. Wenn jedoch ein Turmbauwerk mit einer sehr großen Nabenhöhe schnell errichtet werden soll und einen ausreichenden Ermüdungswiderstand bei ressourcensparendem Design für die Betriebsdauer aufweisen soll, kann die in diesem Beitrag vorgestellte Baumethode eine wirtschaftliche Ausführungsvariante darstellen.

→ 2 Prototype of a tower structure consisting of double-wall elements with a height of about 16.0 m

Prototyp eines Turmbauwerks aus Doppelwandelementen mit einer Höhe von rund 16,0 m

**Prof. Dr.-Ing. Harald Garrecht;** Universität Stuttgart

harald.garrecht@iwb.uni-stuttgart.de

Geboren 1957; 1985 Diplomabschluss Bauingenieurwesen an der Universität Karlsruhe; 1985 bis 1992 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Massivbau und Baustofftechnologie der Universität Karlsruhe; 1992 Promotion; 1992 bis 1998 Oberingenieur in der Abteilung Baustofftechnologie des genannten Instituts; 1998 bis 2006 Professur für Baustoffe, Bauphysik und Baukonstruktion an der Hochschule Karlsruhe - Technik und Wirtschaft; 2006 bis 2012 Professur an der Technischen Universität Darmstadt und Leitung des Fachgebiets Werkstoffe im Bauwesen am Institut für Massivbau; seit 2012 Leitung des Instituts für Werkstoffe im Bauwesen (IWB) der Universität Stuttgart sowie Geschäftsführender Direktor der Materialprüfungsanstalt der Universität Stuttgart (MPA)



photo: private

## Hybrid concrete tanks for future-proof energy storage Proposed solution and project objectives

### Hybride Betonbehälter als zukunftsfähige Energiespeicher Lösungsansatz und Projektziele

Energy storage systems are becoming increasingly important in the course of expanding generation from wind power and photovoltaics in order to resolve the residual load issue in electricity grids. Electricity storage can be complemented by heat storage systems to relieve grids of some of their burden by converting excess electricity from distribution grids to heat and to subsequently use it for heating purposes (power-to-heat), rather than disconnecting wind turbines from the grid. In the event of supply gaps, future plans provide for an increasing share of combined heat and power systems to be used to generate electricity that cannot be supplied through the grid

Im Zuge des Ausbaus von Windenergie und Photovoltaik kommt Energiespeichern eine immer gewichtigere Rolle zu, um die wachsende Residuallastproblematik der Stromnetze zu entschärfen. Neben elektrischen Speichern können auch thermische Energiespeicher zur Entlastung der Stromnetze beitragen, indem überschüssiger Strom aus den Versorgungsnetzen in Wärme gewandelt und zur Heizwärmeversorgung genutzt wird (Power to Heat), statt Windenergieanlagen vom Netz zu nehmen. Bei Unterdeckung sollen künftig zunehmend Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen zum Einsatz kommen, um den im Netz fehlenden Strom dezentral mit hoher Effizienz zu erzeugen. Um die in beiden Fällen produzierte Wärme sinnvoll zu nutzen, muss die so erzeugte thermische Energie effizient gespeichert werden.

So lässt sich die Stromversorgung effizient stabilisieren und flexibilisieren [1].

Thermische Energiespeicher werden heute bevorzugt als Heißwasserspeicher ausgebildet. Demgegenüber suchen die Verfasser in laufenden

Forschungsvorhaben Speicherkonzepte, mit denen sich hohe Energiedichten auf einem niedrigen bis mittleren Speichertemperaturniveau realisieren lassen. So ist es Ziel, Betonbehälter zu entwickeln, die sich für eine verlustarme Wärmespeicherung in zukunftsorientierten Energiekonzepten von Gebäuden und Quartieren besonders eignen. Gedacht wird hierbei an im Erdreich vor den Gebäuden einbaufähige Speicher, die sich auch im Quartier vernetzen lassen, um selbsterzeugte elektrische Energie (mittels PV), gewonnene Wärme (mittels Solarthermie oder Geothermie mit Wärmepumpe) wie auch überschüssige elektrische Energien, die an sonnen- und windreichen Tagen von den Versorgungsnetzen nicht mehr aufgenommen werden können, in Wärme zu wandeln und für eine spätere Raumwärmenutzung zwischen zu speichern [2, 3] (Abb. 1).

→ 1 Future-proof energy concept for buildings and neighborhood  
Zukunftsorientiertes Energiekonzept für Gebäude und Quartier

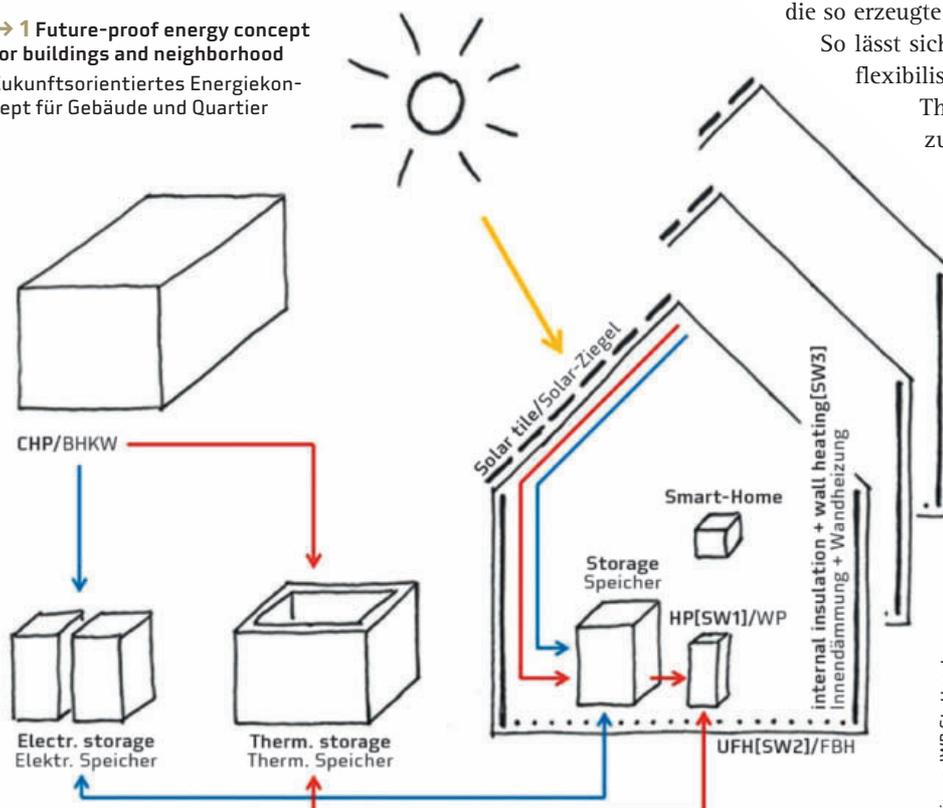


Figure: IWB Stuttgart



photo: private

**Dipl.-Ing. Martin Lienhard;** Mall, Donaueschingen

[martin.lienhard@mall.info](mailto:martin.lienhard@mall.info)

Geboren 1962; Studium des Bauingenieurwesens, 1985 Vordiplom an der TU Stuttgart, 1989 Diplom an der TU Braunschweig, 1989 bis 1993 tätig bei der Philipp Holzmann AG in der Spezialtiefbauabteilung, 1993 bis 1998 Bauleiter im Büro Schlegel & Spiekermann in Verkehrsprojekten „Deutsche Einheit“; seit 1998 tätig bei der Mall GmbH Fertigteile mit Schwerpunkt Gewässerschutz/Wasserbehandlung (siehe [www.mall.info](http://www.mall.info)), Prokurist und Leiter der Technischen Abteilung

highly efficiently in a distributed arrangement. The thermal energy thus produced needs to be stored efficiently in order to effectively utilize the heat generated in either of these scenarios. This concept makes it possible to efficiently stabilize electricity supply whilst adding flexibility to the system [1].

Nowadays, hot-water storage tanks are primarily used for thermal energy storage. In contrast to this approach, the authors of this paper are currently conducting research to identify storage concepts suitable for creating high energy densities at low to medium storage temperature levels. For example, concrete storage tanks should be developed that are particularly well-suited to ensuring low-loss heat storage as part of future-proof energy concepts for buildings and urban neighborhoods. More specifically, storage systems suitable for underground installation in front of buildings are being considered that can also be interlinked across the neighborhood to convert locally generated electricity (PV), generated heat (by solar-thermal and geothermal systems with a heat pump), and excess electricity no longer absorbable by the distribution grid on days with high PV and wind power yields to heat and to store this heat for subsequent indoor heating [2, 3] (Fig. 1).

**Proposed solution and project objectives**

Hot-water storage tanks are sensitive heat storage systems. Heat absorption or release requires a tangible change in temperature because the storage medium is either heated or cooled. The amount of heat that can be stored results from the product of temperature difference, mass of the storage medium, and specific thermal ca-

**Lösungsansatz und Projektziele**

Heißwasserspeicher zählen zu den sensiblen Wärmespeichern. Die Aufnahme oder Abgabe von Wärme bedingt eine fühlbare Temperaturänderung, da das Speichermedium erhitzt oder abgekühlt wird. Die speicherbare Wärmemenge ergibt sich aus dem Produkt von Temperaturdifferenz, Masse des Speichermediums und der spezifischen Wärmekapazität. Bei Latentwärmespeichern wird zusätzlich zur sensiblen Wärme die für einen Phasenwechsel (Zustandsänderung zwischen fest und flüssig oder zwischen flüssig und gasförmig) notwendige Energie gespeichert. In der Praxis wird der Übergang zwischen fest und flüssig genutzt. Latentspeicher haben Vorteile gegenüber sensiblen Speichern, da sie bereits bei kleinen Temperaturunterschieden große thermische Energien speichern können. Zudem ist die Temperatur beim Be- und Entladen über lange Zeit konstant. Somit sind latente Wärmespeicher für die Wärmenutzung in Gebäuden besonders interessant [2].

Doch liegen die Kosten von Latentwärmespeichern deutlich über den Kosten von sensiblen Speichern. Grund sind die Phasenwechselmaterialien (PCM – Phase Change Materials). Aktuell finden vor allem organische PCM (Paraffine) Verwendung, deren Kosten meist über 10 €/kg liegen. Vorteilhaft ist, dass Paraffine mit verschiedensten Schalttemperaturen für den Phasenwechsel gehandelt werden und die PCM chemisch stabil und nicht toxisch sind. Allerdings sind sie brennbar, und ihre Energiedichte ist vergleichsweise gering. So liegt die Schmelzenthalpie der Paraffine bei etwa 240 kJ/kg, so dass bei einer Dichte von 0,7 bis 0,9 kg/Liter das Latentwärmespeicherpotenzial bei etwa 190 kJ/Liter liegt.

Material	Melting temperature/ Schmelztemperatur [°C]	Melting enthalpy/ Schmelzenthalpie [kJ/kg]	Thermal conductivity/ Wärmeleitfähigkeit [W/mK]	Density/Dichte [kg/m³]	Energy density/ Energiedichte [kJ/liter]
Calcium chloride hexahydrate Calciumchlorid-Hexahydrat	29	171	0.54 (liquid, 39°C) (flüssig, 39°C)	1,562 (liquid, 32°C) (flüssig, 32°C)	267
Disodium hydrogen phosphate dodecahydrate Di-Natriumhydrogenphosphat-Dodekahydrat	35-44	280	0.476 (liquid) (flüssig)	1,442	403
Sodium thiosulfate pentahydrate Natriumthiosulfat-Pentahydrat	48	187	-	1,670 (liquid) (flüssig)	312
Sodium acetate trihydrate Natriumacetat-Trihydrat	58	226	-	1,280 (liquid) (flüssig)	289
Magnesium nitrate hexahydrate Magnesiumnitrat-Hexahydrat	89	149	0.49 (liquid, 95°C) (flüssig, 95°C)	1,550 (liquid, 94°C) (flüssig, 94°C)	231
Magnesium chloride hexahydrate Magnesiumchlorid-Hexahydrat	117	165	0.57 (liquid, 120°C) (flüssig, 120°C)	1,450 (liquid, 120°C) (flüssig, 120°C)	239

**Dr. rer. nat. Burkhard Müller;** Universität Stuttgart

[Burkhard.mueller@iwb.uni-stuttgart.de](mailto:Burkhard.mueller@iwb.uni-stuttgart.de)

Geboren 1960; 1986 Diplomabschluss Anorganische Chemie an der Universität Siegen; 1990 Promotion, 1991 bis 2013 Leiter Forschung und Entwicklung in der Zement-, Trockenmörtel-, Beton- und Zusatzmittelindustrie; seit 2013 Mitarbeiter am Institut für Werkstoffe im Bauwesen der Universität Stuttgart



photo: private

capacity. In addition to sensitive heat, latent heat storage systems store the energy needed for a phase change (change from the solid to the liquid or from the liquid to the gaseous state). In practice, the transition from the solid to the liquid phase is used. Latent storage is associated with benefits compared to sensitive storage because it provides the capacity to store large amounts of thermal energy already at small temperature differences. Furthermore, the temperature level remains constant for a long period during absorption and release. This is why latent heat storage systems are particularly attractive when it comes to utilizing heat in buildings [2].

However, the cost of latent heat storage is significantly higher than that of sensitive storage systems. This is due to the fact that the former includes phase-change materials (PCMs). Currently, organic PCMs (paraffins) are primarily used whose price usually exceeds €10 per kilogram. They provide the advantage that paraffins with a wide range of phase-change temperatures are commercially available and that these PCMs are chemically inert

Alternativ können anorganische PCM in Form eutektischer Wasser-Salz-Lösungen und Salzhydrate zur Anwendung kommen. Diese weisen im Vergleich zu Paraffinen geringere Kosten auf und werden je nach Art und Menge mit Preisen zwischen 0,3 €/kg und 2 €/kg gehandelt. Auch wenn die Schmelzenthalpie der Salzhydrate ähnlich der der Paraffine ist, führen die deutlich höheren Dichten (1,4 bis 1,6 kg/l) zu einer volumenbezogenen Energiedichte zwischen 250 und 400 kJ/l (Tab. 1). Für die bautechnische Verwendung ist die Nichtbrennbarkeit der Salzhydrate interessant, die sich aber auch durch eine Reihe von Nachteilen auszeichnen. So neigen sie zur Unterkühl- und Verglasbarkeit, sie besitzen einen niedrigen Dampfdruck, sie haben eine hohe Viskosität, und sie weisen unter Umständen je nach Salzart eine hohe Acidität und Reaktivität der Anionen auf. Besonders problematisch ist aber die Neigung der Salzhydratschmelzen, erst nach großer Unterkühlung oder überhaupt nicht zu kristallisieren. Die Realisierung technischer Anwendungen wird dadurch massiv erschwert. Folglich werden salzhydratspezifische Keimbildner gesucht, mit denen die Kristallisation bei wesentlich geringerer Unterkühlung initiiert werden kann [4].



Figure: Mall GmbH

→ 2 Production of the thin-walled inner liner of the hybrid concrete tank from a high-performance concrete mix adjusted to the storage medium  
Herstellung des dünnwandigen Inliners des hybriden Betonbehälters aus einem auf das Speichermedium angepassten Hochleistungsbeton

→ 3 View of the hardened inner tank, the glued sensors (leakage detection) and a part of the soil reinforcement of the outer concrete shell

Blick auf den ausgehärteten Innenbehälter, die aufgeklebten Sensoren (Leckageerkennung) und einen Teil der Bodenbewehrung der Außenschale

and non-toxic. On the other hand, they are combustible, and their energy density is relatively low. For instance, the melting enthalpy of paraffins amounts to about 240 kJ/kg, which means that their latent heat storage potential equals approximately 190 kJ/liter at a density between 0.7 and 0.9 kg/liter.

Alternatively, inorganic PCMs can be used, such as eutectic water-salt solutions and salt hydrates.

Compared to paraffins, these materials incur lower costs and are traded at prices between €0.30 per kilogram and €2.00 per kilogram depending on the type and amount of material. Even though salt hydrates exhibit a melting enthalpy similar to that of paraffins, their significantly greater densities (1.4 to 1.6 kg/l) result in a volume-related energy density between 250 and 400 kJ/liter (see Table 1). Salt hydrates provide the benefit of being non-combustible, which is a characteristic of particular interest to the construction industry, but they are also associated with some disadvantages. For instance, they are susceptible to subcooling and vitrification, and they have a low vapor pressure and high viscosity. Depending on the type of salt, they may also exhibit high acidity and reactivity of anions. However, the tendency of salt hydrate melts to crystallize only after excessive subcooling, or not at all, poses a particular challenge that makes it much more difficult to use these materials in technical applications. Consequently, salt-hydrate-specific crystallization initiators are sought that would enable crystallization at a significantly lower level of subcooling [4].

#### Building-related and neighborhood-integrated energy storage

The authors aim to develop PCM-based thermal energy storage systems to market maturity and to optimize their absorption and release behavior to enable utilization of the energy locally generated by PV or combined heat and power systems in the building or in the neighborhood even if there is no demand in the specific building or in the smart grid of buildings that extends across the neighborhood. Depending on the salt hydrates selected, a wide range of concrete technology requirements arise for the production of concrete tanks that are sufficiently resistant and thus suitable for energy storage using salt hydrates. For complex PCMs, an innovative, hybrid, double-shell concrete tank is thus used that was developed jointly by the IWB and Mall GmbH as an acid-resistant storage vessel in a ZIM research project [5]. Such tanks can also be used for PCMs based on salt hydrates because of the optimized high-performance concrete mix used for the inner liner exposed to high chemical, physical and mechanical loads. Concrete tanks can be precast in sizes from 1 to 22 m<sup>3</sup> and installed underground (Figs. 2 and 3). These tanks come at a relatively low cost and can be cascaded to any size to implement integrated storage concepts for entire urban neighborhoods [6].



Figure: Mall GmbH

#### Gebäudebezogene und quartiersintegrierte Speicherung von Energie

Um die mittels PV oder durch den Betrieb von Anlagen der Kraft-Wärme-Kopplung im Gebäude oder im Quartier erzeugten Energien auch trotz fehlenden Energiebedarfs innerhalb des Systems Gebäude oder der im Quartier intelligent vernetzten Gebäude zu nutzen, ist es Ziel der Verfasser, thermische Energiespeicher auf Basis von PCM bis zur Marktgängigkeit zu entwickeln und in ihrem Be- und Entladeverhalten zu optimieren. Abhängig von den zum Einsatz kommenden Salzhydraten ergeben sich unterschiedlichste betontechnologische Anforderungen für die Herstellung von widerstandsfähigen Betonbehältern für die Energiespeicherung mit Salzhydraten. Für komplexe PCM wird daher ein neuartiger hybrider zweischaliger Betonbehälter zur Anwendung gebracht, der als säurefester Speicher vom IWB gemeinsam mit der Firma Mall GmbH im Rahmen eines ZIM-Fördervorhabens entwickelt wurde [5]. Durch die Optimierung der Rezeptur des Hochleistungsbetons für die Herstellung der inneren Betonschale, die hohen chemischen, physikalischen und mechanischen Beanspruchungen ausgesetzt ist, lassen sich diese Betonbehälter auch für PCM auf Basis von Salzhydraten nutzen. Die Betonbehälter können in Größen von 1 bis 22 m<sup>3</sup> als Fertigteile hergestellt und im Erdreich installiert werden (Abb. 2 und 3). Für quartiersintegrierte Speicherkonzepte lassen sich diese vergleichsweise kostengünstigen Behälter in kaskadierter Form zu beliebigen Speichergrößen ausbauen [6].

#### REFERENCES/LITERATUR

- [1] Sterner, M.; Stadler, I.: Energiespeicher – Bedarf, Technologien, Integration, Springer Verlag, Berlin, 2014
- [2] Klein, K., Kalz, D., Herkel, S.: Netzdienlicher Betrieb von Gebäuden: Analyse und Vergleich netzbasierter Referenzgrößen und Definition einer Bewertungskennzahl. Bauphysik 36, 2014, Heft 2, 49–58
- [3] Möglichkeiten zum Ausgleich fluktuierender Einspeisungen aus Erneuerbaren Energien - Studie im Auftrag des Bundesverbandes Erneuerbare Energie. BET Büro für Energiewirtschaft und technische Planung GmbH, ISBN-13: 978-3-920328-64-5, 2013
- [4] Mehling, H.: Heat and cold storage with PCM, Springer Verlag, Berlin, 2008
- [5] Entwicklung eines Betonbehälters mit Betoninnenschalung und Leckagedetektion zur sicheren Speicherung von Silage. Bewilligtes Kooperationsvorhaben der Mall GmbH und des IWB Universität Stuttgart. Gefördert durch BMWi in der Programmlinie Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM). Förderkennzeichen: KF3268601AT3 Mall GmbH und KF2573806AT3 IWB Universität Stuttgart. Laufzeit Januar 2014 bis Dezember 2015
- [6] Garrecht, H.: Netzreaktive Gebäude - Betonbauteile bieten Lösungen in der Energiewende. In: Kongressunterlagen 59. BetonTage. Betonwerk und Fertigteil-Technik International (2015), Heft 2, 66–69



**Ing. Hubert Rapperstorfer**; Rapperstorfer Automation, Steinhaus bei Wels, Österreich

[hubert.rapperstorfer@rapperstorfer.com](mailto:hubert.rapperstorfer@rapperstorfer.com)

Geboren 1972; HTL für Elektrotechnik Wels; 1992 bis 1997 Techniker bei Filzmoser Maschinenbau; 1997 bis 2000 Verkäufer Investitionsgüter bei Filzmoser Maschinenbau; 2000 bis 2008 Verkaufsleiter, Prokurist bei Filzmoser Maschinenbau; 2008 bis 2014 Geschäftsführer bei Filzmoser Maschinenbau



## The "cage wall"

### A new system for precast concrete walls without lattice girders

## Die Korbwand

### Neues System für Fertigteilwände ohne Gitterträger

On the occasion of the BetonTage congress, a product innovation will be presented, which only recently has celebrated its global premiere in Vienna: On February 25, the Upper Austrian businessman Hubert Rapperstorfer will present the outcome of his development work over more than one year – the so-called Korbwand ("cage wall"). Under the motto "Potentials of tomorrow's concrete components", Rapperstorfer will introduce his plant for the fully-automated production of two-dimensional reinforcement cages for precast concrete elements. This fully-automated production line was implemented at Maba Betonfertigteilindustrie precast facility in the Gerasdorf near Vienna for the first time. Three-dimensional reinforcement meshes were welded there as part of the production of hollow walls in a fully-automated process. This revolutionary production method simplifies the production process at the precast concrete plant, according to information given by the manufacturer. While the quality is improved considerably, because the error rate is minimized and the material consumption as well as the steel waste are substantially reduced simultaneously. The innovation and the technical progress are based on the fact that the production process of a globally well-established product is extremely simplified and thus accelerated.

#### The evolution of an idea

"Reinforced concrete is by far the most important building material all over the world. Conventionally, it is supplied as bars which are laid manually and tied together to reinforcement cages by bar bender using tie wire. Prefabricated products such as wire meshes and lattice girders have been brought to the market to make the work easier. In the 1980s, automation started here by supplying steel in coils with the steel being automatically shaped as required. However, laying and assembly of the three-dimensional meshwork required is still largely done by hand or supported by machines as in the precast concrete factories. I was surprised by the fact that especially this job was not run in a fully-automated process, which arose my inventiveness," Hubert Rapperstorfer reports. He was aiming at developing a fully-automated manufacturing plant for the production of three-dimensional reinforcement cages, with the individual

Anlässlich der BetonTage wird eine Produktinnovation vorgestellt, die erst kürzlich in Wien Weltpremiere feierte: Am 25. Februar präsentiert der oberösterreichische Unternehmer Hubert Rapperstorfer das Ergebnis seiner mehr als einjährigen Entwicklungsarbeit – die Korbwand. Unter dem Motto „Potenziale der Betonbauteile von morgen“ stellt Rapperstorfer seine Anlage zur vollautomatischen Fertigung eines flächigen Bewehrungskorbes für Betonfertigteile vor. Realisiert wurde diese vollautomatische Produktion erstmals bei Maba Betonfertigteilindustrie im Fertigteilwerk Gerasdorf bei Wien. Dort wurden bei der Herstellung von Hohlwänden dreidimensionale Bewehrungsgeflechte vollautomatisch geschweißt. Dank dieser laut Herstellerangabe revolutionären Fertigungsmethode wird der Produktionsprozess im Fertigteilwerk vereinfacht. Demgegenüber steht eine klare Verbesserung der Qualität, da gleichzeitig die Fehleranfälligkeit verringert und der Materialverbrauch sowie der Stahlabfall wesentlich reduziert werden. Die Innovation und der technische Fortschritt bestehen darin, die Herstellung eines weltweit etablierten Produkts stark zu vereinfachen und damit zu beschleunigen.

#### Die Entstehung einer Idee

„Stahlbeton ist weltweit mit Abstand der wichtigste Baustoff. Die klassische Lieferform sind Stäbe, die manuell verlegt und mit Bindedrähnen durch Eisenbieger zu Bewehrungskörben verbunden werden. Zur Arbeitserleichterung wurden vorgefertigte Produkte wie Matten und Gitterträger auf den Markt gebracht. Mit der Lieferung des Stahls in Form von Ringen in den 1980er Jahren startete hier die Automatisierung, indem die Stähle automatisch in die erforderliche Form gebracht wurden. Das Verlegen und der Zusammenbau zu den erforderlichen räumlichen Geflechten geschieht aber noch immer weitgehend per Hand oder automatenunterstützt wie in den Fertigteilwerken. Dass ausgerechnet diese Tätigkeit nicht vollautomatisch geht, machte mich stutzig und weckte den Erfinder in mir“, beschreibt Hubert Rapperstorfer. Sein Ziel war die Entwicklung einer vollautomatischen Fertigungsanlage zur Herstellung von dreidimensionalen Bewehrungskörben, deren Einzelteile durch Schweißung verbunden werden. Praktisch als Zugabe wollte er auch die Produktion in Losgröße 1 ermöglichen, sodass jeder automatisch hergestellte Korb anders aussehen kann.

parts being welded together. Virtually as a bonus, he intended to enable the production in quantities of one piece so that every cage that was manufactured automatically may have a different shape.

For this purpose, Rapperstorfer Automation developed a computer-operated manufacturing plant for three-dimensional reinforcement cages, that is equipped with five robots; the welding robots for tying the individual bars are the core of the machine. The connections to be welded are calculated and dimensioned by the machine directly. Bars as spacers are also welded in right in the process. Rapperstorfer Automation masterminded this development work which was conducted in collaboration with various specialists such as Bautechnikinstitut BTI Linz (Institute of Construction Technology) or Maba Betonfertigteilterindustrie.

### **Faster, cheaper, stronger and less weight**

In comparison to conventional wall systems, it was possible to realize even a number of advantages in practice:

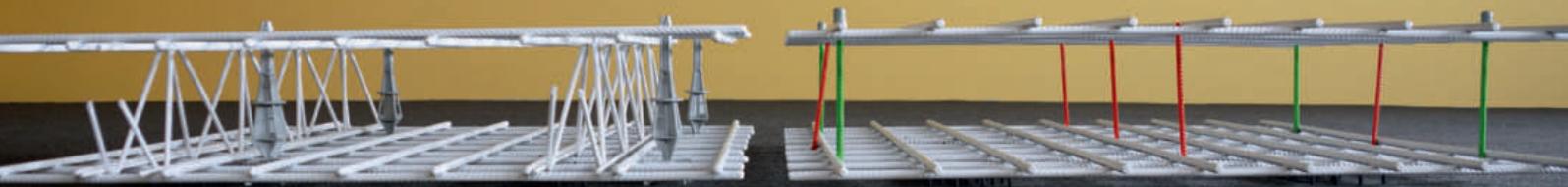
- » The strong welding of the joining elements not only provides “cage wall’s” with higher stability but also requires considerably less steel bars, saving raw materials and weight.
- » The bars are positioned in the “cage wall” so intelligently that all intended joining elements are exactly welded, thus being adjusted to the individual requirements in an ideal way.

Dazu entwickelt Rapperstorfer Automation eine mit fünf Robotern ausgestattete, computergesteuerte Fertigungsanlage für dreidimensionale Bewehrungskörbe, deren Herzstück die Schweißroboter zum Verbinden der Einzelstäbe sind. An der Maschine selbst werden die einzuschweißenden Verbindungen berechnet und dimensioniert. Abstandhalterstäbe werden gleich mit eingeschweißt. Diese Entwicklungstätigkeiten wurden federführend von Rapperstorfer Automation in Zusammenarbeit mit verschiedenen Spezialisten, wie dem Bautechnikinstitut BTI Linz oder der Maba Betonfertigteilterindustrie, durchgeführt.

### **Schneller, günstiger, leichter und stabiler**

Gleich mehrere wesentliche Vorteile gegenüber konventionellen Wandsystemen konnten in die Praxis umgesetzt werden:

- » Durch die fixe Verschweißung der Verbindungselemente erhält die Korbwand nicht nur eine höhere Stabilität, sondern benötigt auch wesentlich weniger Stahlstäbe. Das spart Rohstoffe und Gewicht.
- » Die Stäbe in der Korbwand sind so intelligent positioniert, dass alle geplanten Verbindungen exakt verschweißt und somit ideal auf die individuellen Bedürfnisse angepasst werden.
- » Klassische Fertigbauelemente können sich bei der Montage mit Anschlusseisen verhaseln und auf diese Weise ausgedehnte Verzögerungen auslösen. Die Korbwand ist dank ihrer stahlsparenden



→ A “cage wall” and a conventional double wall in comparison  
 Vergleich zwischen einer Korbwand und einer klassischen Doppelwand

» Conventional precast elements may entangle with the splice bars during assembly, thus causing extensive delays. Due to the steel-saving design, the “cage wall” is far less susceptible to delays during placing by crane and also when inserting and removing the vibrating cylinder.

### The “cage wall” in practice

The prototype of the innovative manufacturing plant was bought and tested by Maba Fertigteilindustrie, and afterwards it was installed in the Gerasdorf facility near Vienna. The first cage wall panels were already manufactured in extreme situations and installed at the construction site locally. It was thus possible to manufacture hollow walls having a thickness of 15 cm and extremely strong reinforcement, for example, such as used for elevator shafts. The production of such walls with lattice girders as precast element is quite difficult, because the reinforcement cage has a thickness of 11 cm and the many 14 mm-thick bars inserted in the supporting shell hardly allow installing lattice girders having a width of 8 cm and a height of 6 cm. Many lattice girder welding machines only produce lattice girders with a minimum height of 6.5 cm. The “cage wall” is predestinated for such applications.

Another example is the thin web of the precast wall beside the door. Webs having a width of 10 to 20 cm hardly leave room for 8 cm-thick lattice girders and possible installations of electric sockets. The new “cage wall” provides sufficient space for connection bars and electric installations.

Due to the flexible arrangement of the joining elements, the “cage wall” also enables higher filling speeds, if requested, because hollow walls always have to be filled with concrete at a limited rate of rise in order to prevent damages caused by the concrete pressures.

There is no need for spacers or the like within the “cage wall”. Thus, the amount of plastics used inside the wall is reduced by up to 90 %, allowing a more natural method of construction.

The length of the compression bars can individually be defined for the production of the reinforcement cages. In this way, the wall thickness can be adjusted to the specific need of the customer.

The “cage wall” has a smooth surface on both sides, has a building made as if of one piece (monolithic construction), has a light transport weight and enables fast construction progresses.

### The saving potentials

The new process saves about 10% of the manufacturing costs of double walls. In case of optimized productivity this amount is even more increased thanks to material savings. Moreover, conventional double walls are connected by bars at 44 spots/m<sup>2</sup>, being each welded twice. The “cage wall” only needs seven bars and 14 welded spots, resulting in considerable energy savings. 90 % less plastics in the concrete element means saving of energy in the heating process for injection molding of the plastics spacers. Spacers used to achieve the specific concrete cover are also replaced by compression bars, because the reinforcement cage forms a truss with a high inherent stability. “Hence, the building structure becomes sustainable too, as there is lesser need for plastics,” Rapperstorfer states another positive side effect of his innovation. The production in quantities of one piece even reduces the noise pollution at the construction site as well as the generation of waste to a minimum. All in all, there is a substantial saving potential, contributing to a rapid return on investment in the plant.

Konstruktion beim Versetzen durch den Kran und auch beim Einführen und Entfernen der Rüttelflasche viel weniger verzögerungsanfällig.

### Die Korbwand in der Praxis

Der Prototyp der innovativen Fertigungsanlage wurde von der Maba Fertigteilindustrie gekauft und erprobt und anschließend in Gerasdorf bei Wien montiert. Erste Korbwände wurden bereits in extremen Situationen hergestellt und auf der Baustelle vor Ort verbaut. So konnten beispielsweise 15 cm starke, mit außergewöhnlich dicker Bewehrung versehene Hohlwände, wie sie für Liftschächte Verwendung finden, produziert werden. Diese Wände sind mit Gitterträgern als Fertigteil sehr schwer realisierbar, da der Stahlkorb 11 cm Stärke hat und die vielen 14 mm dicken Stäbe in den Tragschalen den Einbau von Gitterträgern mit 8 cm Breite und 6 cm Höhe kaum mehr zulassen. Viele Gitterträgermaschinen stellen minimal 6,5 cm hohe Gitterträger her. Die Korbwand ist prädestiniert für solche Einsätze.

Ein weiteres Beispiel ist der dünne Steg in einer Fertigteilwand neben einer Tür. Stege mit 10 bis 20 cm Breite lassen kaum Spielraum für einen 8 cm breiten Gitterträger und für den eventuellen Einbau von Elektrodosen. In der neuen Korbwand ist ausreichend Platz für Verbindungsstäbe und Elektroeinbauten.

Die Korbwand ermöglicht durch die flexible Anordnung der Verbindungselemente auf Wunsch auch höhere Füllgeschwindigkeiten, da Hohlwände beim Ausbetonieren immer mit begrenzter Steiggeschwindigkeit gefüllt werden müssen, um Beschädigungen durch Betondruck zu vermeiden.

In der Korbwand ist kein Einsatz von Raketen und Abstandhaltern erforderlich. Damit wird der Anteil an Kunststoffen in der Wand um bis zu 90% reduziert und eine natürlichere Bauweise ermöglicht.

Die Länge der Druckstäbe kann in der Produktion der Stahlkörbe individuell definiert werden. Somit ist die Wandstärke ganz auf den Bedarf des Kunden abstimmbare.

Die Korbwand ist beidseitig schalungsglatt, lässt ein Gebäude aus einem Guss entstehen (monolithische Bauweise), hat ein leichtes Transportgewicht und ermöglicht schnelle Baufortschritte.

### Das Einsparungspotenzial

Etwa 10% der Herstellkosten der Doppelwand können mit dem neuen Verfahren eingespart werden. Bei optimierter Produktivität erhöht sich dieser Wert dank Materialeinsparungen weiter. Konventionelle Doppelwände sind außerdem an 44 Punkten/m<sup>2</sup> mit Stäben verbunden und je zweimal verschweißt. Die Korbwand kommt mit sieben Stäben und 14 Schweißpunkten aus, was wesentliche Energieeinsparungen mit sich bringt. 90% weniger Kunststoff im Betonelement bedeuten eine Energieersparnis beim Heizvorgang für das Spritzen der Kunststoffabstandhalter. Abstandhalter für die Einhaltung der Betondeckung werden ebenso durch die Druckstäbe ersetzt, weil der Stahlkorb ein Fachwerk mit hoher Eigenstabilität bildet. „Somit wird das Bauwerk auch nachhaltiger, da weniger Kunststoffe verbaut werden müssen“, nennt Rapperstorfer einen weiteren positiven Nebeneffekt seiner Innovation. Durch die Produktion in Losgröße 1 werden auf der Baustelle auch Lärmbelastigungen und die Erzeugung von Abfällen auf ein Minimum reduziert. In Summe ergibt sich somit ein erhebliches Einsparungspotenzial, was zur schnellen Amortisierung der Anlage beiträgt.


**MODERATION**
**Prof. Dr.-Ing. Hans-Joachim Walther;** Hochschule Karlsruhe

[jochen.walther@betontage.de](mailto:jochen.walther@betontage.de)

Geboren 1949; 1976 Dissertation; bis 1989 Tätigkeit im Entwurfsbüro sowie im Wissenschaftszentrum Industrie- und Spezialbau der Hochschule für Architektur und Bauwesen Weimar (Bauhaus-Universität); ab 1990 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Massivbau und Baustofftechnologie der Universität Karlsruhe (TH); seit 1998 Professor für Massivbau an der Hochschule Karlsruhe; seit 2004 Leiter Technisches Fachprogramm BetonTage

**Day 3: Thursday, 25<sup>th</sup> February 2016**
**Tag 3: Donnerstag, 25. Februar 2016**
**Concrete in Structural Engineering**
**Beton in der Tragwerksplanung**

Page Seite	Title Titel
---------------	----------------

- |     |   |
|-----|---|
| 169 | <b>The latest changes to standards for concrete construction: Durability at parking structures; approach on the tensile strength of concrete for crack control; fire protection design of columns</b><br>Aktuellste Normänderungen im Betonbau: Dauerhaftigkeit bei Parkbauten; Ansatz der Betonzugfestigkeit bei der Rissbreitenbegrenzung; Heißbemessung von Stützen<br>Dr.-Ing. Frank Fingerloos |
| 171 | <b>DBV codes of practice update: Evaluation of the in-situ compressive strength of concrete; construction in existing context</b><br>DBV-Merkblätter aktuell: Bewertung der In-situ-Druckfestigkeit von Beton; Bauen im Bestand<br>Dr.-Ing. Frank Fingerloos  |
| 173 | <b>Design of fastenings for use in concrete construction: New DIN EN 1992-4 – current status, observations and background</b><br>Bemessung von Befestigungen im Betonbau: Die neue DIN EN 1992-4 – aktueller Stand, Erläuterungen und Hintergründe<br>Dr.-Ing. Thomas M. Sippel; Prof. Dr.-Ing. Jan Hofmann; Dipl.-Ing. Anett Ignatiadis  |
| 175 | <b>Revision of DAfStb Heft 220 and 240 based on the Eurocodes and new insights</b><br>Überarbeitung der Hefte 220 und 240 des DAfStb auf Grundlage der Eurocodes und aktueller Erkenntnisse<br>Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. Oliver Fischer  |
| 177 | <b>Determination of characteristic compressive strengths in existing structures assessment based on a small number samples</b><br>Bestimmung charakteristischer Betondruckfestigkeiten im Bestand bei geringem Stichprobenumfang<br>Prof. Dr.-Ing. Jürgen Schnell; Dipl.-Ing. Michael Weber; Dr.-Ing. Enrico Schwabach  |
| 180 | <b>Designing textile-reinforced structural concrete elements under bending stress – theoretical basics and practical application</b><br>Bemessung textilbetonverstärkter Stahlbetonbauteile unter Biegebeanspruchung – Grundlagen und praktische Anwendung<br>Dipl.-Ing. Michael Frenzel; Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Manfred Curbach  |
| 183 | <b>Beside good precast components, correct execution and the choice of in-situ concrete determine successful performance</b><br>Gute Elementbauteile, aber den Leistungserfolg bestimmen richtige Ausführung und Ortbetonauswahl<br>Dr.-Ing. Jürgen Krell   |
| 185 | <b>Reviewing the additional rules for large bar diameters according to EC2 – bending elements and columns</b><br>Überprüfung der zusätzlichen Regeln für große Stabdurchmesser nach Eurocode 2: Biegebauteile & Stützen<br>Dipl.-Ing. Janna Schoening; Dipl.-Ing. Vincent Oettel  |

**Prof. Dr.-Ing. Frank Fingerloos;** Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein, Berlin

[fingerloos@betonverein.de](mailto:fingerloos@betonverein.de)

Geboren 1961; 1982 bis 1986 Bauingenieurstudium an der Hochschule für Bauwesen Cottbus; 1986 bis 1990 wissenschaftlicher Mitarbeiter im Bereich Konstruktiver Ingenieurbau; 1990 bis 2000 Bereich Technik der Hochtief Construction AG, Berlin; seit 2000 im Deutschen Beton- und Bautechnik-Verein E.V., seit 2005 Leiter Tätigkeitsbereich Bautechnik; seit 2005 Sachverständiger beim Deutschen Institut für Bautechnik; seit 2008 ö. b. u. v. Sachverständiger für Beton- und Stahlbetonbau der IHK Berlin; seit 2008 Lehrauftrag für Massivbau an der Technischen Universität Kaiserslautern; seit 2009 Mitherausgeber des Betonkalenders; seit 2015 Honorarprofessur an der Technischen Universität Kaiserslautern



## The latest changes to standards for concrete construction A1-Änderung (change) to the National Annex of Eurocode 2

### Aktuellste Normänderungen im Betonbau

### A1-Änderung zum Nationalen Anhang von Eurocode 2

#### Cold design DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

Two topics on concrete construction have been discussed in special detail in professional circles in Germany, partly controversially, in recent years. These discussions were initially encouraged by the German Committee for Reinforced Concrete and the German Society for Concrete and Construction Technology. As a result, proposals were then prepared for implementation of the insights gained: in standards, guidelines, and codes of practice. Standard committee NA 005-07-01 AA, responsible for Eurocode 2 "Design of concrete structures," then picked up on these results and implemented them in a Modification A1 (A1 change) to the German National Annex DIN EN 1992-1-1/NA:2015-12 [3].

This change relates, first of all, to ensuring the durability of traffic areas subjected to deicing salt – in particular parking decks – and to which of the design variants derived from these may be considered as generally accepted practice.

The informative examples for trafficked areas subjected to deicing salt introduced in A1 change [3] take up, in adjusted form, the previous design variants of the DBV-Merkblatt [4], thus integrating them into the standard. At the same time, footnote b), which is in need of interpretation, is rendered more specific.

Daily practice has shown that compensation of permissible reduced concrete cover (previously, in some circumstances permitted at  $\Delta c_{add} = -10$  mm) – that required from the future owner or user increased maintenance for at least 50 years – is virtually never implemented in practice and is not monitored. In addition, there were legal doubts on the unreasonable transfer of risks to owners and subsequent users for ensuring the durability of their parking structures. For that reason, this possibility for reducing concrete covers in new buildings was withdrawn.

Additional explanations on the procedure – followed in technical discussion leading up to the change to the standard discussed here – are also included in [6]. The explanations in DAfStb-Heft 600 [5] regarding the former foot note b) are updated in parallel, with emphasis placed on the above-stated fundamentals of design and principles. DBV-Merkblatt "Parking structures and underground garages" [4] is currently also under revision and the design variants are being ad-

#### Kaltbemessung DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

Zwei Themen des Betonbaus wurden in den letzten Jahren in deutschen Fachkreisen besonders ausführlich und teilweise kontrovers diskutiert. Diese Diskussionen wurden zunächst im Deutschen Ausschuss für Stahlbeton und im Deutschen Beton- und Bautechnik-Verein vorangetrieben. Im Ergebnis wurden Vorschläge für die Umsetzung der gewonnenen Standpunkte in Regelwerke, Richtlinien und Merkblätter erarbeitet. Der für den Eurocode 2 zuständige Normenausschuss NA 005-07-01 AA „Bemessung und Konstruktion“ hat diese Ergebnisse aufgegriffen und in einer A1-Änderung zum deutschen Nationalen Anhang DIN EN 1992-1-1/NA:2015-12 [3] umgesetzt.

Das betrifft zum einen die Sicherstellung der Dauerhaftigkeit von tausalzbeanspruchten Verkehrsflächen (insbesondere Parkdecks) und welche daraus abzuleitenden Ausführungsvarianten als anerkannte Regeln der Technik gelten können.

Die in der A1-Änderung [3] eingeführten informativen Beispiele für tausalzbeanspruchte Verkehrsflächen nehmen in angepasster Form die bisherigen Ausführungsvarianten des DBV-Merkblatts [4] auf und überführen sie damit in die Norm. Gleichzeitig wird die interpretationsbedürftige Fußnote b) konkretisiert.

In der Praxis zeigte sich, dass die Kompensation einer reduzierten Betondeckung (bisher u. U. mit  $\Delta c_{add} = -10$  mm erlaubt) durch zukünftiges Handeln der Eigentümer oder der Nutzer bei erhöhtem Instandhaltungsaufwand über (mindestens) 50 Jahre praktisch kaum umgesetzt und kontrolliert wird. Hinzu kamen juristische Bedenken bezüglich der unzumutbaren Risikoubertragung an Eigentümer und spätere Nutzer bei der Sicherstellung der Dauerhaftigkeit der Parkbauten. Daher wurde diese Möglichkeit der Reduzierung der Betondeckung für den Neubau zurückgezogen.

Weitere Erläuterungen zum Ablauf der Fachdiskussion bis zu der hier besprochenen Normänderung können auch [6] entnommen werden. Die Erläuterungen im DAfStb-Heft 600 [5] zur ehemaligen Fußnote b) werden parallel aktualisiert, wobei die oben genannten Entwurfsgrundsätze und die Prinzipien hervorgehoben werden. Das DBV-Merkblatt „Parkhäuser und Tiefgaragen“ [4] wird derzeit ebenfalls überarbeitet und die Ausführungsvarianten auf den neuen Erkenntnisstand angeglichen. Hierfür werden die Varianten neu mit A, B und C

justed to the new status of findings. In this context, the variants are now identified with A, B, and C and are linked to design fundamentals. Publication of the relevant correction to DAfStb-Heft 600 and the revised DBV Merkblatt is planned for the near future, in 2016.

Furthermore, die lump-sum standard approach was withdrawn and replaced by a general formulation for the effective tensile concrete strength of 50% of the mean 28-day standard strength for determining the minimum reinforcement to limit crack width in early crack formation within the context of a changing cement landscape and the further development of concrete technology. The backgrounds to this change to the standard are based on initial contributions to the discussions by BTB [7] and DBV [8], based on experience gained in day-to-day construction practice with a structural engineering lump-sum planning assumption of 50%  $f_{ctm}$  for crack width restriction induced by earlier constraint. More detailed explanations on this problem then followed in [9, 10, 11].

### Hot design DIN EN 1992-1-2/NA/A1:2015-09

The fire resistance class for reinforced-concrete and prestressed-concrete columns in braced structures can be checked with minimum dimension  $b_{min}$  and minimum center-to-center distances  $a$  of the longitudinal reinforcement according to [12], 5.3.2, method A, **Table 5.2a**. The reduced buckling length  $l_{o,fi} \leq 2.5$  m for columns with circular cross-section, once more supplemented in the A1 change to NA [14], takes into account that the tabulated data were primarily calibrated on experimental columns with rectangular cross-section and corresponding slenderness. The slenderness of columns with circular cross-section are in comparison larger with the same diameter  $b$ , with a smaller volume to be heated.

Alternatively to **Table 5.2a**, the fire rating of columns may be directly determined with the approximation equation according to DIN EN 1992-1-2 [12], equation (5.7). These were derived from experimental data on which the tabular data of the regression analyses are based. Therefore, comparable boundary conditions apply as for **Table 5.2a**. The A1 change [14] restricts application of equation (5.7) to the following column lengths  $l_{col}$ : with rectangular cross-section, to  $l_{col} \leq 6.0$  m (corresponds to both-sided rotational constraint  $l_{o,fi} \leq 3.0$  m and for both-sided pin-ended support  $l_{o,fi} \leq 6.0$  m), and with a circular cross-section to  $l_{col} \leq 5.0$  m (constraint  $l_{o,fi} \leq 2.5$  m and/or pin-ended  $l_{o,fi} \leq 5.0$  m).

In [15], a summarized presentation of the most important design tables from DIN EN 1992-1-2 [12], [13] and DIN 4102-4 are given with examples.

### REFERENCES/LITERATUR

- [1] DIN EN 1992-1-1:2011-01: Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau
- [2] DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04: Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Nationaler Anhang zu Teil 1-1.
- [3] DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12: Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Nationaler Anhang zu Teil 1-1 – A1-Änderung.
- [4] DBV-Merkblatt „Parkhäuser und Tiefgaragen“, 2. überarbeitete Auflage 2010.
- [5] DAfStb-Heft 600: Erläuterungen zu DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-1-1/NA (Eurocode 2). Hrsg.: Deutscher Ausschuss für Stahlbeton. Berlin: Beuth Verlag 2012.
- [6] Wiens, U.; Meyer, L.; Raupach, M.: Zur Dauerhaftigkeit von befahrenen Parkdecks in Regelwerken – Aktueller Beratungsstand im Deutschen Ausschuss für Stahlbeton. In: Beton- und Stahlbetonbau 110 (2015), Heft 4, S. 313-318.
- [7] BTB Praxis-Tipp: Betonauswahl bei begrenzter früher Betonzugfestigkeit. In: Transportbeton-Magazin TB-Info. Hrsg.: Bundesverband der Deutschen Transportbetonindustrie e.V., Ausgabe 53, 12/ 2013.
- [8] Was hat die Festlegung  $f_{ct,eff} \leq 0,5f_{ctm}$  mit Rissen in Betonbauteilen zu tun? Welche Risiken und Verantwortlichkeiten folgen daraus für die am Bau Beteiligten. – In: DBV-Rundschreiben 242, September 2014. S. 1-5.
- [9] Meier, A.: Der späte Zwang als unterschätzter – aber maßgebender – Lastfall für die Bemessung. In: Beton- und Stahlbetonbau 107 (2012), Heft 4, S. 216-224 und Fort-

bezeichnet und mit den Entwurfsgrundsätzen verknüpft. Die Veröffentlichung der entsprechenden Berichtigung zum DAfStb-Heft 600 und des überarbeiteten DBV-Merkblatts ist demnächst in 2016 vorgesehen.

Zum anderen wurde der pauschale Normenansatz für die wirksame Betonzugfestigkeit mit 50% der mittleren 28-Tage-Normzugfestigkeit bei der Ermittlung der Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreite bei früher Rissbildung vor dem Hintergrund sich verändernder Zementlandschaft und der Fortentwicklung der Bontotechnologie zurückgenommen und durch eine allgemeinere Formulierung ersetzt. Die Hintergründe dieser Normänderung basieren auf ersten Diskussionsbeiträgen des BTB [7] und des DBV [8], die auf Erfahrungen in der Baupraxis mit der nunmehr öfter auch auf Baustellen bekannten tragwerksplanerischen pauschalen Annahme von 50%  $f_{ctm}$  für die Rissbreitenbegrenzung infolge frühen Zwangs beruhten. Ausführlichere Erläuterungen zu dieser Problematik folgten dann in [9, 10, 11].

### Heißbemessung DIN EN 1992-1-2/NA/A1:2015-09

Die Feuerwiderstandsklasse von überwiegend auf Druck beanspruchten Stahlbeton- und Spannbetonstützen in ausgesteiften Bauwerken kann mit den Mindestabmessungen  $b_{min}$  und Mindestachsabständen  $a$  der Längsbewehrung nach [12], 5.3.2 Methode A, **Tabelle 5.2a** nachgewiesen werden. Die mit der A1-Änderung zum NA [14] wieder ergänzte reduzierte Knicklänge  $l_{o,fi} \leq 2,5$  m für Stützen mit Kreisquerschnitt berücksichtigt, dass die Tabellenwerte überwiegend an Versuchsstützen mit Rechteckquerschnitten und entsprechenden Schlankheiten kalibriert wurden. Die Schlankheiten von Stützen mit Kreisquerschnitt sind im Vergleich bei gleichem Durchmesser  $b$  größer und das zu erwärmende Volumen kleiner.

Alternativ zur **Tabelle 5.2a** darf die Feuerwiderstandsdauer von Stützen direkt mit der Näherungsgleichung nach DIN EN 1992-1-2 [12], Gleichung (5.7) ermittelt werden. Diese wurde aus Regressionsanalysen der den Tabellenwerten zugrunde liegenden Versuchsdaten abgeleitet. Daher gelten vergleichbare Randbedingungen wie für die **Tabelle 5.2a**. Die Anwendung der Gleichung (5.7) wird mit der A1-Änderung [14] auf folgende Stützenlängen  $l_{col}$  begrenzt: mit Rechteckquerschnitt auf  $l_{col} \leq 6,0$  m (entspricht bei beidseitiger Rotationsbehinderung  $l_{o,fi} \leq 3,0$  m und bei beidseitiger gelenkiger Lagerung  $l_{o,fi} \leq 6,0$  m) und mit Kreisquerschnitt auf  $l_{col} \leq 5,0$  m (eingespannt  $l_{o,fi} \leq 2,5$  m bzw. gelenkig  $l_{o,fi} \leq 5,0$  m).

In [15] wird eine zusammenfassende Darstellung der wichtigsten Bemessungstabellen aus DIN EN 1992-1-2 [12], [13] und aus DIN 4102-4 mit Beispielen gegeben.

setzung Teil 2: Hinweise für Tragwerksplaner. In Beton- und Stahlbetonbau 110 (2015), Heft 3, S. 179-190.

- [10] Fingerloos, F.: Ansatz der wirksamen Betonzugfestigkeit bei frühem Zwang – Ist die Norm hier noch zeitgemäß? In: Tagungsband 18. Münchener Massivbauseminar 2014, S. 27-37.
- [11] Fingerloos, F.: Früher oder später Zwang – Kann man die Rissbreiten dabei zielsicher begrenzen? – In: Tagungsband 11. Symposium Betonverformungen beherrschen – Grundlage für schadensfreie Bauwerke. Karlsruher Institut für Technologie (KIT) März 2015. (Download: [www.ksp.kit.edu](http://www.ksp.kit.edu)).
- [12] DIN EN 1992-1-2:2010-12: Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-2: Allgemeine Regeln – Tragwerksbemessung für den Brandfall.
- [13] DIN EN 1992-1-2/NA:2010-12: Eurocode 2: Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-2: Allgemeine Regeln – Tragwerksbemessung für den Brandfall
- [14] DIN EN 1992-1-2/NA/A1:2015-09: Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Nationaler Anhang zu Teil 1-2 – A1-Änderung.
- [15] Fingerloos, F.: Nachweise der Feuerwiderstandsdauer nach DIN EN 1992-1-2: Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-2: Allgemeine Regeln – Tragwerksbemessung für den Brandfall und DIN 4102-4 mit Tabellenverfahren. In: Kapitel XII Normen und Regelwerke. Berlin: Ernst & Sohn, Betonkalender 2016/2, S. 1301-1333.



**Prof. Dr.-Ing. Frank Fingerloos;** Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein, Berlin

[fingerloos@betonverein.de](mailto:fingerloos@betonverein.de)

Geboren 1961; 1982 bis 1986 Bauingenieurstudium an der Hochschule für Bauwesen Cottbus; 1986 bis 1990 wissenschaftlicher Mitarbeiter im Bereich Konstruktiver Ingenieurbau; 1990 bis 2000 Bereich Technik der Hochtief Construction AG, Berlin; seit 2000 im Deutschen Beton- und Bautechnik-Verein E.V., seit 2005 Leiter Tätigkeitsbereich Bautechnik; seit 2005 Sachverständiger beim Deutschen Institut für Bautechnik; seit 2008 ö. b. u. v. Sachverständiger für Beton- und Stahlbetonbau der IHK Berlin; seit 2008 Lehrauftrag für Massivbau an der Technischen Universität Kaiserslautern; seit 2009 Mitherausgeber des Betonkalenders; seit 2015 Honorarprofessur an der Technischen Universität Kaiserslautern



## DBV codes of practice update – New edition 2015/2016

### DBV-Merkblätter aktuell – Neuausgabe 2015/2016

#### **New editions of DBV-Merkblatt on architectural concrete 2015 [1]**

The philosophy of the DBV-Merkblatt for architectural concrete is to promote dialogue and communication among project participants through systematization and classification of the various requirements placed on architectural concrete. It describes the procedure for assessing and accepting architectural concrete components.

The first version of this code of practice was published in August of 2004. Since 2004 and/or 2008 (second corrected reprint), architectural concrete technology has further developed. In updating the code of practice, it was therefore necessary to include current insights and research results as well as experience gained with the previous editions.

The most significant change in the new edition of 2015 relates to the formal structure of **Table 2** on the characteristics of the requirements for the various architectural concrete classes. No changes were made to the content of the prior version. The table has been merely editorially revised and its technical requirements summarized. The form fabric classes in **Table 3** were adapted to practical conditions. In addition, the terms formwork element, formwork joint, form fabric, and form fabric joint were introduced and used throughout. All other passages of the code of practice were essentially adapted or more precisely formulated to reflect the current state of knowledge, research results and practical experience. The core of the statements – i.e., in particular regarding the architectural concrete classes and the fundamentals of assessment – have not been changed.

#### **Revision of the DBV code of practice “Construction in existing structures – concrete and reinforcing steel” 2016 [2]**

Version 2008 of DBV-Merkblatt “Construction in existing structures – concrete and reinforcing steel” contains in Annex A notes and explanations on the assessment of the compressive strength of concrete in existing buildings according to DIN EN 13791 [5]. This previous Annex A is deleted in the new edition of 2016 and replaced by the new code of practice “Assessment of in-situ com-

#### **Neuausgabe DBV-Merkblatt Sichtbeton 2015 [1]**

Die Philosophie des DBV-Merkblatts Sichtbeton besteht darin, den Dialog und die Kommunikation der an der Bauaufgabe Beteiligten durch Systematisierung und Klassifizierung der unterschiedlichen Anforderungen an Sichtbeton zu fördern. Es beschreibt, wie bei der Beurteilung und Abnahme von Sichtbetonbauteilen vorzugehen ist.

Das Merkblatt erschien in seiner ersten Fassung im August 2004. Seit den Jahren 2004 beziehungsweise 2008 (2. korrigierter Nachdruck) hat sich die Sichtbetontechnik weiterentwickelt. Deshalb war es erforderlich geworden, aktuelle Erkenntnisse und Forschungsergebnisse sowie die mit den vorherigen Auflagen gewonnenen Erfahrungen in eine Aktualisierung des Merkblattes einzubringen.

Die maßgebliche Änderung der Neuausgabe 2015 betrifft die formelle Fassung der **Tabelle 2** zu den Merkmalen der Anforderungen für die Sichtbetonklassen. Dabei wurden keine inhaltlichen Veränderungen gegenüber der Vorgängerversion vorgenommen. Die Tabelle ist lediglich redaktionell überarbeitet und in ihren technischen Vorgaben zusammengefasst. Den praktischen Gegebenheiten angepasst wurden die Schalungshautklassen in **Tabelle 3**. Darüber hinaus wurden die Begriffe Schalungselement, Schalungsstoß, Schalungshaut und Schalungshautstoß eingeführt und durchgängig benutzt. Alle anderen Passagen des Merkblattes sind im Wesentlichen dem aktuellen Stand des Wissens, der Forschungsergebnisse und den Erfahrungen angepasst oder präziser gefasst. Der Kern der Aussagen – das heißt insbesondere hinsichtlich der Sichtbetonklassen und der Grundlagen der Beurteilung – wurde nicht verändert.

#### **Überarbeitung DBV-Merkblatt „Bauen im Bestand – Beton und Betonstahl“ 2016 [2]**

Die Fassung 2008 des DBV-Merkblatts „Bauen im Bestand – Beton und Betonstahl“ enthält im Anhang A Hinweise und Erläuterungen, die die Bewertung der Druckfestigkeit von Beton im Bestand nach DIN EN 13791 [5] betreffen. Dieser bisherige Anhang A wird in der Neuausgabe 2016 gestrichen und durch das neue Merkblatt „Bewertung der in-situ Betondruckfestigkeit von Beton“ ersetzt. Bei dieser Gelegenheit wurde auch die Zuordnung der historischen Betonfestigkeiten und Betonstahlstreckgrenzen zu charakteristischen

pressive strength.” On this occasion, allocation of historical concrete strengths and yield stress of reinforcing concrete to characteristic values are extensively adjusted to the values of the bridge recalculation guideline [6]. The structure of the guideline was made noticeably user-friendly in that the allocation tables for concrete and reinforcing steel, which are of major interest, were moved up into chapters 2 and 3. The more extensive explanations on development of historical determinations (Annex A), the allocation calculation for historical concretes on the basis of the different geometries of test specimen and storage conditions (Annex B), and the completed survey lists of historical determinations (Annex C) have been summarized in the rear part of the code of practice for the benefit of the interested reader.

### New DVB-Merkblatt “Assessment of in-situ compressive strength” 2016 [3]

EN 13791[5] is currently under revision on a European level. One reason for this revision is criticism on the assessment methods for existing and new buildings (Approach B for small number of specimens of random sampling, Approach B for a specimen number of  $\geq 15$ ). Lack of statistical validation of the pragmatic approach B, which is independent of scattering, can lead in specific cases to a markedly more uncertain over-estimation of the characteristic compressive concrete strength in structures. Application of the probabilistic assessment method according to Approach A or DIN EN 1990, on the other hand, leads to absurd or uneconomical results when only a small number of specimens is assessed. For that reason, a new proposal for Approaches A and B was worked out in collaboration with TU Kaiserslautern and the German Society for Concrete and Construction Technology (DBV), taking into consideration statistical comparison assessments for “actual compressive strength” of components in existing structures. This new proposal is intended to be included in a subsequent change to DIN EN 13791/NA A20).

### Revision of DBV-Merkblatt “Concrete cover and reinforcement according to Eurocode 2” 2015 [4]

The main purpose for revision of the DBV code of practice on “Concrete cover and reinforcement according to Eurocode 2” of 2011 was deletion of the previously allowed reduction of the minimum concrete cover with  $\Delta c_{add} = -10$  mm in the presence of a “durable” coating and adherence to extended maintenance requirements in accordance with DAfStb-Heft 600 [7] and the code of practice “Parking structures and underground garages” [8] in the A1 change of the National Annex to DIN EN 1992-1-1 [9].

Furthermore, the notes on the tolerances for exceeding the design nominal cover were adjusted to the current version of DIN 1045-3 [10].

Werten mit den Werten der Brücken-Nachrechnungsrichtlinie [6] weitestgehend abgeglichen.

Die Struktur des Merkblatts wurde deutlich nutzerfreundlicher gestaltet, indem die hauptsächlich interessierenden Zuordnungstabellen für Beton und Betonstahl in die Kapitel 2 und 3 vorgezogen wurden. Die weiterführenden Erläuterungen zur Entwicklung der historischen Bestimmungen (Anhang A), die Zuordnungsberechnung für historische Betone auf Basis der unterschiedlichen Prüfkörpergeometrien und Lagerungsbedingungen (Anhang B) und die vervollständigten Übersichtslisten der historischen Bestimmungen (Anhang C) wurde für den interessierten Leser im hinteren Merkblattbereich zusammengefasst.

### Neues DBV-Merkblatt „Bewertung der in-situ Betondruckfestigkeit von Beton“ 2016 [3]

Derzeit wird auf europäischer Ebene EN 13791 [5] überarbeitet. Ein Grund für diese Überarbeitung ist die Kritik an den Bewertungsmethoden für Bestands- und Neubauten (Ansatz B für geringe Probenanzahl einer Stichprobe, Ansatz A für Probenanzahl  $\geq 15$ ). Die fehlende statistische Absicherung des pragmatischen Ansatzes B, der von der Streuung unabhängig ist, kann in bestimmten Fällen zu einer deutlich auf der unsicheren Seite liegenden Überschätzung der charakteristischen Betondruckfestigkeit im Bestandsbauteil führen. Die Anwendung der probabilistischen Auswertemethode nach Ansatz A oder DIN EN 1990 führt bei geringer Probenanzahl dagegen zu unsinnigen oder unwirtschaftlichen Ergebnissen. Daher wurde ein Neuvorschlag für die Ansätze A und B in Zusammenarbeit der TU Kaiserslautern und des DBV unter Berücksichtigung von statistischen Vergleichsauswertungen für die „reale Druckfestigkeit“ von umfangreich beprobten Bestandsbauteilen erarbeitet. Dieser Neuvorschlag soll in einer DIN EN 13791/NA/A20-Änderung aufgenommen werden.

Das neue DBV-Merkblatt „Bewertung der In-situ-Druckfestigkeit von Beton“ nimmt die oben genannten Neuvorschläge zur Ermittlung der In-situ-Druckfestigkeit von Beton auf und gibt weitergehende praktische Hilfestellung insbesondere zur Anwendung der DIN EN 13791 sowohl für Bestandsbauten als auch für Neubauteile.

### Überarbeitung DBV-Merkblatt „Betondeckung und Bewehrung nach Eurocode 2“ 2015 [4]

Hauptanlass der Überarbeitung des DBV-Merkblatts „Betondeckung und Bewehrung nach Eurocode 2“ von 2011 war das Streichen der bisher zulässigen Abminderung der Mindestbetondeckung mit  $\Delta c_{add} = -10$  mm bei einer „dauerhaften“ Beschichtung und Einhaltung von erweiterten Instandhaltungsanforderungen gemäß DAfStb-Heft 600 [7] und DBV-Merkblatt „Parkhäuser und Tiefgaragen“ [8] in der A1-Änderung des Nationalen Anhangs zu DIN EN 1992-1-1 [9].

Darüber hinaus wurden die Hinweise zu den Toleranzen für die Überschreitung des geplanten Nennmaßes der Betondeckung mit der aktuellen Fassung von DIN 1045-3 [10] abgeglichen.

## REFERENCES/LITERATUR

- [1] DBV-Merkblatt „Sichtbeton“. Ausgabe 2015-06.
- [2] DBV-Merkblatt „Bauen im Bestand – Beton und Betonstahl“. Ausgabe 2016 -03.
- [3] DBV-Merkblatt „Bewertung der in-situ Betondruckfestigkeit von Beton“. Ausgabe 2016-03.
- [4] DBV-Merkblatt „Betondeckung und Bewehrung“. Ausgabe 2016-12.
- [5] DIN EN 13791:2008-05: Bewertung der Druckfestigkeit von Beton in Bauwerken oder in Bauwerksteilen.
- [6] Richtlinie zur Nachrechnung von Straßenbrücken im Bestand (Nachrechnungsrichtlinie). Hrsg.: Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Abteilung Straßenbau. Ausgabe 05/2011.
- [7] DAfStb-Heft 600: Erläuterungen zu DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-1-1/NA (Eurocode 2). Hrsg.: Deutscher Ausschuss für Stahlbeton. Berlin: Beuth Verlag 2012.
- [8] DBV-Merkblatt „Parkhäuser und Tiefgaragen“, 2. überarbeitete Auflage 2010.
- [9] DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12: Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Nationaler Anhang zu Teil 1-1 - A1-Änderung.
- [10] DIN 1045-3:2012-03: Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 3: Bauausführung - Anwendungsregeln zu DIN EN 13670.

**Dr.-Ing. Thomas M. Sippel;** ECS | European Engineered Construction Systems Association, Düsseldorf  
t.sippel@ecs-association.com

Geboren 1961; bis 1989 Studium des Bauingenieurwesens an der Universität Stuttgart; 1989-1995 wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Universität Stuttgart – Institut für Werkstoffe im Bauwesen; 1996 Promotion; 1995 bis 1998 Geschäftsführer des Ingenieurbüros Eligehausen, Stuttgart; 1998 bis 2004 Geschäftsführender Partner des Ingenieurbüros Eligehausen & Sippel, Stuttgart, Arbeitsgebiete: Befestigungs- und Verankerungstechnik, Stahlbeton; 2004 bis 2009 Leiter Technical Sales Support, fischerwerke, Waldachtal; seit 2009 Geschäftsführer der European Engineered Construction Systems Association | ECS (früher VBBF), Düsseldorf; Mitglied in zahlreichen nationalen und internationalen Gremien (CEN, DIN, DAfStb, DIBt, fib, ISO) zum Thema Befestigungs- und Bewehrungstechnik



**Prof. Dr.-Ing. Jan Hofmann;** Universität Stuttgart  
jan.hofmann@iwb.uni-stuttgart.de

bis 1999 Studium des Bauingenieurwesens an der Universität Stuttgart; 1999 bis 2004 wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Universität Stuttgart – Institut für Werkstoffe im Bauwesen; 2005 Promotion; 2004 bis 2005 MPA Universität Stuttgart (Abteilung Brückenlager) 2005 bis 2009 Leiter der Entwicklung Metalldübel, Sanitärmontagetechnik und Fassadentechnik – fischerwerke Waldachtal; seit 2009 Professor für Befestigungstechnik und Verstärkungsmethoden – Institut für Werkstoffe im Bauwesen; seit 2014 Stellvertretender Direktor der MPA – Otto Graf Institut, Universität Stuttgart



## Design of fastenings for use in concrete construction: New DIN EN 1992-4 – current status, observations and background

## Bemessung von Befestigungen im Betonbau: Die neue DIN EN 1992-4 – Aktuelles, Erläuterungen und Hintergründe

DIN EN 1992-4 has been derived from the revision of CEN/TS 1992-4 which comprises a general first part plus four additional, product-specific parts for headed fasteners, anchor channels, mechanical and chemical post-installed fasteners. The revision aimed at shortening the text of CEN/TS 1992-4 in line with standard specifications, thus enabling the regulations for designing the anchorage of fastenings in concrete to be incorporated in part 4 of Eurocode 2 (EN 1992). Furthermore, all types of fastenings are contained in a single document.

To represent the generally recognized state of the art, DIN EN 1992-4 has been expanded to include important special subjects. These subject areas have either been included or summarized in so-called Technical Reports (TR). The following additional subjects have been included:

- » Taking into account the interaction of tensile and lateral loading, divided into modes and location of failure, in the main part of DIN EN 1992-4
- » Technical Reports on “Anchor channels” (addressing the latest design models for taking into account rear-suspended reinforcement as well as lateral loads in longitudinal direction of the channels), on “Plastic Design” (developing the design approach for plastic processes) and on “Redundant Systems” (taking into account fastenings for multiple use)

DIN EN 1992-4 is currently undergoing the formal vote process. The present contribution is based on the development status as of October 2015. The authors have assumed that no further amendments will be

Die DIN EN 1992-4 entstand aus der Überarbeitung der CEN/TS 1992-4, die aus dem allgemeinen ersten Teil und weiteren vier produktspezifischen Teilen für Kopfbolzen, Ankerschienen, mechanische und chemische Dübel besteht. Die Überarbeitung hatte zum Ziel, den Text der CEN/TS 1992-4 normengerecht zu kürzen, sodass die Regelungen zur Bemessung der Verankerung von Befestigungen in Beton in den Teil 4 des Eurocode 2 (EN 1992) überführt werden konnten. Weiterhin sind alle Befestigungsarten in einem Dokument enthalten.

Um den aktuellen, allgemein anerkannten Stand der Technik darzustellen, wurde die DIN EN 1992-4 um wichtige Spezialthemen erweitert. Diese Themenbereiche wurden teilweise im Hauptteil berücksichtigt oder in sogenannten Technical Reports (TR) zusammengefasst. Folgende Themen wurden zusätzlich bearbeitet:

- » Berücksichtigung der Interaktion von Zug- und Querbelastung getrennt nach Versagensarten und -orten im Hauptteil der DIN EN 1992-4
- » Technical Reports „Anchor channels“ (Behandlung der neuesten Bemessungsmodelle für die Berücksichtigung von Rückhängebewehrung sowie Querlasten in Schienenlängsrichtung), „Plastic Design“ (Ausarbeitung des Bemessungsansatzes für plastische Verfahren) und „Redundant Systems“ (Berücksichtigung von Mehrfachbefestigungen)

Die EN 1992-4 ist derzeit im Formal Vote Prozess. Grundlage dieses Beitrages ist der Entwicklungsstand Oktober 2015. Die Autoren gehen davon aus, dass sich die wesentlichen technischen Gesichtspunkte bis zur geplanten Veröffentlichung im Jahre 2016 nicht mehr ändern.



**Dipl.-Ing. Anett Ignatiadis;** Deutscher Ausschusses für Stahlbeton, Berlin

[anett.ignatiadis@dafstb.de](mailto:anett.ignatiadis@dafstb.de)

Geboren 1978; 1997 bis 2003 Studium des Bauingenieurwesens an der Bauhaus-Universität Weimar; 2003 bis 2008 Projekt Ingenieurin der Mete System AG (Griechenland) im Bereich Tragwerksplanung; 2008 bis 2011 Projekt Ingenieurin der Wissert GmbH/Inros Lackner AG im Bereich Konstruktiver Ingenieurbau; seit 2012 Tätigkeit in der Geschäftsstelle des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton e. V., Berlin

made to the main technical aspects until the scheduled date of publication in 2016. The large product variety and continuously increasing range of applications require the designers and users to acquire an ever-increasing amount of specialist knowledge in order to be able to make the best use of such anchorages. It is in particular the design process that has become significantly more complex in recent years.

For these reasons, the German Committee for Structural Concrete (Deutscher Ausschuss für Stahlbeton = DAfStb) decided as early as in the editing stage of DIN EN 1992-4 to develop a commentary on DIN EN 1992-4. The explanations given in DAfStb Heft 615 are intended to help practitioners understand and use DIN EN 1992-4 by providing comments and presenting scientific foundations. The

Die große Produktvielfalt und der stetig wachsende Anwendungsbereich erfordern immer mehr Spezialwissen auf Seiten der Planer und Anwender, um solche Verankerungen optimal einsetzen zu können. Insbesondere die Bemessung ist in den vergangenen Jahren deutlich komplexer geworden, sodass dieses Wissen in der derzeitigen Ingenieursaus- und -weiterbildung häufig nicht umfassend vermittelt wird.

Aus diesen Gründen hat sich der DAfStb schon während der Bearbeitung von DIN EN 1992-4 dazu entschlossen, ein Erläuterungsheft zu DIN EN 1992-4 zu entwickeln. Die Ausführungen im DAfStb-Heft 615 sollen der Praxis das Verständnis und den Gebrauch der DIN EN 1992-4 durch Erläuterungen und Darlegung wissenschaftlicher Grundlagen erleichtern. Um die Akzeptanz des Erläuterungsheftes in der breiten

## Der Spezialist für Lösungen rund um den Stahlbetonbau. Beratung, Planung, Fertigung

**STEWECON**  
GmbH

### STEWECON -Produkte

- Ankerplatten
- Ankerbolzen und Schraubsysteme
- Kopfbolzen
- SLIM-FLOOR Systeme

**STEWECON**  
GmbH

**SVECON**  
STEEL AB

**Anstar**

### STEWECON-Service

- Einbauteile nach Kundenanforderung, kurze Lieferzeiten, höchste Qualität
- Baustellenservice
- Technische Beratung mit FEM Bemessungen

Zertifiziert nach EN 1090 // EXC 3 , Baustähle bis S355 und CrNi-Stähle bis S640





commentary will additionally be published in English to promote its acceptance by a large expert community outside Germany.

The first part of the commentary will include explanations on the text of the standard, recommendations on deriving certain regulations, and additional rules of application. The second part will explain the Technical Reports cited in the standard.

The third part of the commentary will provide contributions authored by members of the DAfStb „Befestigungstechnik“ (fastening technology) subcommittee on their own responsibility, and will include further explanations on selected subject areas.

DIN EN 1992-4 and DAfStb Heft 615 will in future provide practitioners with a comprehensive set of tools for the safe and economically viable design of anchorages for use in concrete construction.

Fachöffentlichkeit auch außerhalb Deutschlands signifikant zu erhöhen, wird das Heft zusätzlich in englischer Sprache veröffentlicht.

Der erste Teil des Heftes enthält Erläuterungen zum Normtext, Hinweise zu Ableitungen einiger Regelungen sowie ergänzende Anwendungsregeln. Der zweite Teil erläutert die in der Norm zitierten Technischen Berichte.

Der dritte Teil des Heftes enthält Beiträge, die von Mitgliedern des DAfStb-Unterausschusses „Befestigungstechnik“ in eigener Verantwortung verfasst wurden und weitergehende Erläuterungen zu ausgewählten Themenkreisen enthalten.

Mit der DIN EN 1992-4 und dem DAfStb-Heft 615 stehen der Praxis zukünftig umfangreiche Werkzeuge zur Verfügung, um Verankerungen in Beton sicher und wirtschaftlich zu entwerfen und zu bemessen.

**Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirt. Ing. Oliver Fischer;**

Studium Bauingenieurwesen, TUM, Diplom 1988; 1989 bis 1995 Wissenschaftlicher Assistent, Universität der Bundeswehr München (UniBwM), Promotion 1994; 1996 bis 2009 Verschiedene Fach- und Führungspositionen in der Bauindustrie, nationale und internationale Projekte der Verkehrsinfrastruktur, v.a. Brücken- und Tunnelbau; 2007 Diplomwirtschaftsingenieur, Universität Hagen; seit 10.2009 Ordinarius für Massivbau, TU München, Sprecher der Leitung des Materialprüfungsamts für das Bauwesen (MPA BAU) der TUM und des Laboratoriums für den Konstruktiven Ingenieurbau (LKI); seit 2011 Prüfenieur und EBA-Prüfer/Gutachter Fachrichtung Massivbau und Geotechnik/Tunnelbau



## Revision of DafStb Heft 220 and 240 based on the Eurocodes and new insights

### Überarbeitung der Hefte 220 und 240 des DAfStb – Auf Grundlage der Eurocodes und aktueller Erkenntnisse

Hefts (Issue) 220 [1] and 240 [2] of the German Committee for Reinforced Concrete (DAfStb) have been intensively used by engineers in day to-day practice since the first edition. They have proven to be valuable tools for structural design and independent checking. The first edition of both guidelines accompanied the new version of DIN 1045 (published in January of 1972). Heft 220 provided notes, tables and nomograms for cross section design (bending with normal force, shear strength, torsion) in the ultimate limit state (ULS) and safety against buckling. Heft 240 provided assistance and recommendations for the calculation of internal forces (frames, slabs, deep beams), for structural verification in SLS (e.g., deformations) as well as for detailed checks (e.g., splitting tensile stress due to concentrated loads). Originally, the comprehensive design tools and nomograms were helpful for structural design based on the new standard (DIN 1045:1972), however, over time the contents of Heft 240 gained more and more popularity for use in structural design and independent checking. Due to the process followed to compile the guidelines – i.e. in-depth consultation of a DAfStb. committee which is composed like a standards committee and independent checking of the chapters with certified engineers – these tools could be used in day to day work without further checking. This is the main difference to secondary literature and the reason why the DAfStb.-Hefte are very popular.

Seit der ersten Auflage der beiden Hefte 220 [1] und 240 [2] des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton (DAfStb) werden diese in der Ingenieurpraxis sehr intensiv genutzt und sind sowohl für die Tragwerksplanung als auch bei der baustatischen Prüfung wertvolle Hilfsmittel. Die Erstauflage beider Hefte bezog sich auf die damals in einer vollständigen Neufassung erschienene DIN 1045 (Ausgabe Januar 1972). Dabei wurden durch Heft 220 vor allem für den GZT Hinweise, Tabellen und Nomogramme für die Querschnittsbemessung (Biegung mit Längskraft, Querkraft, Torsion) sowie für den Nachweis der Knicksicherheit bereitgestellt. Dem Heft 240 konnten insbesondere Hilfestellungen und Empfehlungen zur Schnittgrößenermittlung (Stabtragwerke, Platten, wandartige Träger), zu Nachweisen im GZG (z. B. Verformungen) sowie zu besonderen Detailfragen (z. B. Spalt- und Randzug bei Teilflächenbelastung) entnommen werden. Während ursprünglich vor allem die umfangreichen Bemessungshilfen und Nomogramme für die Nachweisführung auf Grundlage der damals neuen Normung (DIN 1045:1972) genutzt wurden, haben in der Planung und Prüfung später die Inhalte von Heft 240 zunehmend an Bedeutung gewonnen. Durch die gewählte Vorgehensweise bei der Erarbeitung der Hefte – eingehende Beratung in einem normgemäß zusammengesetzten Ausschuss des DAfStb, unabhängige Prüfung der Kapitel durch Prüfenieure – wurde die unmittelbare praktische

### Working group composed of several academic chairs of concrete construction

The most recent issues of both guidelines were published as long as 25 (1991: Heft 240) and 35 years ago (1979: Heft 220). The state of the art of science and technology is in some areas outdated and, more importantly, the underlying standards of the tools are not up to date anymore due to the conversion to the Eurocodes. Therefore, a working group composed of several professors has been formed with the objective to completely revise Heft 220 and Heft 240 of the DAfStb and of adapting these two guidelines to current demands. The group is coordinated by the academic chair of concrete and masonry structures at the Technische Universität München. In addition, the academic chairs at TU Braunschweig, RWTH Aachen, Ruhr University Bochum, TU Hamburg-Harburg, and Leibniz University Hanover – as well as the specialized field of fire protection at TU Braunschweig are responsible for individual chapters, TU Darmstadt, University of the federal arms Munich and TU Dresden are also participating. The academic chairs bear the costs for this effort by themselves.

Preliminary to the revision, discussions took place about the content requirements and proposals and suggestions for new topics – both within the group and with selected third parties. An example here is the Coordination Committee of Certified Engineers in Bavaria, and representatives of consulting engineers. As in the past, the guidelines must be consistently oriented to the demands of engineering practice and must provide supportive and easy applicable tools for structural design and for checking numeric results in a clear and concise manner. Care has been taken to avoid repetitions of normative regulations and of already existing DAfStb. guidelines (e.g., B. 599, 600) as much as possible – and to address the subjects that arise regularly in daily design practice, leading to questions concerning interpretation and discussion. In connection with the revision, tables and nomograms were included which should be very helpful and cannot be found elsewhere. In addition, information on the performance and evaluation of FE analyses and additional chapters regarding crack width including minimum reinforcement, shear joints and fire safety design have been included.

### Internal and independent external checking of the contents

Once prepared, the completed drafts are subject to a two stage review process – the same process used for the first edition of the guidelines. A critical discussion of the contents within the working group is then followed by an independent external check by certified engineers. This review is coordinated by BVPI (Federal Association of Checking Engineers for Structural Engineering) and is being carried out chapter by chapter, in line with the revision progress, since October last year. In conclusion, clarification will follow as to whether the previous designation will be kept or whether the revised and supplemented contents should be published with new numbering (possibly also summarized in a new DAfStb-Heft). Publication is scheduled before the end of 2016.

### REFERENCES/LITERATUR

- [1] Deutscher Ausschuss für Stahlbeton (DAfStb): Bemessung von Beton- und Stahlbetonbauteilen, Heft 220. 1. Auflage (1972), Bezug: DIN 1045 (Ausgabe 1.1972); 2. überarbeitete Auflage (1979), Bezug: DIN 1045 (Ausgabe 12.1978).
- [2] DAfStb: Hilfsmittel zur Berechnung der Schnittgrößen und Formänderungen von Stahlbetontragwerken, Heft 240. 1. Auflage (1976), Bezug: DIN 1045 (Ausgabe 1.1972); 3. überarbeitete Auflage (1991); Bezug: DIN 1045 (Ausgabe 7.1988).

Anwendung (ohne weitere Nachprüfung) als anerkannte Hilfsmittel sichergestellt. Dadurch unterscheiden sie sich wesentlich von anderer Sekundärliteratur, die DAfStb-Hefte erhielten ein größeres Gewicht und ihre Verbreitung wurde deutlich gefördert.

### Arbeitsgruppe aus mehreren Massivbau-Lehrstühlen

Mittlerweile liegen die letzten Ausgaben der beiden Hefte schon 25 Jahre (1991: Heft 240) beziehungsweise über 35 Jahre (1979: Heft 220) zurück, der Stand von Wissenschaft und Technik ist in einigen Bereichen überholt und vor allem sind die Hilfsmittel mit der Umstellung auf die Eurocodes auch hinsichtlich der normativen Grundlagen nicht mehr aktuell. Daher hat sich eine Arbeitsgruppe aus mehreren Professoren zum Ziel gesetzt, die Hefte 220 und 240 des DAfStb vollständig zu überarbeiten und dem aktuellen Bedarf anzupassen. Die Gruppe wird durch den Lehrstuhl für Massivbau der Technischen Universität München (TUM) koordiniert. Neben München sind die Massivbau-Lehrstühle der TU Braunschweig, der RWTH Aachen, der Ruhr-Universität Bochum, der TU Hamburg-Harburg und der Leibniz Universität Hannover sowie das Fachgebiet Brandschutz der TU Braunschweig für die Erarbeitung einzelner Kapitel verantwortlich, darüber hinaus sind die TU Darmstadt, die Universität der Bundeswehr München und die TU Dresden in die Bearbeitung der Neuauflage eingebunden.

Der entstehende Aufwand wird dabei durch die bearbeitenden Lehrstühle selbst getragen. Im Vorfeld der Überarbeitung wurden der inhaltliche Bedarf sowie Anregungen zu neuen Themen sowohl innerhalb der Gruppe als auch mit ausgewählten Dritten, beispielsweise dem Koordinierungsausschuss der Prüfungingenieure in Bayern und mit Vertretern von Ingenieurbüros, diskutiert. Wie bisher sollen sich die Hefte konsequent am Bedarf der Ingenieurpraxis orientieren und hilfreiche, einfach anwendbare Arbeitsmittel für die Berechnung und Bemessung sowie verstärkt auch zur Überprüfung von numerischen Ergebnissen in knapper und übersichtlicher Form bereitstellen. Dabei wurde darauf geachtet, dass sowohl Wiederholungen von normativen Regelungen als auch von Inhalten bereits vorhandener DAfStb-Hefte (z. B. 599, 600) weitestgehend vermieden und dass auch Themen behandelt werden, die in der praktischen Bemessung regelmäßig zu Auslegungsfragen und Diskussionen führen. Im Zuge der Überarbeitung wurden weiterhin Tafeln und Nomogramme aufgenommen (der Umfang allgemeiner Bemessungshilfsmittel, z. B. für die Biegebemessung, wurde jedoch deutlich reduziert und es wurden nur solche Darstellungen gewählt, die einerseits hilfreich erscheinen, andererseits aber nicht bereits an anderer Stelle umfänglich nachzulesen sind). Darüber hinaus wurden Hinweise zur Durchführung und Auswertung von FE-Analysen aufgenommen und zusätzliche Kapitel zum Thema Rissbreiten und Mindestbewehrung, zum Nachweis von Verbundfugen sowie zur Brandbemessung neu erarbeitet und ergänzt.

### Interne und unabhängige externe Prüfung der Inhalte

Im Anschluss an die Ausarbeitung erfolgt – wie bei der Erstauflage der Hefte – eine zweistufige Prüfung. Nach einer ersten kritischen Diskussion der Inhalte innerhalb der Arbeitsgruppe erfolgt wiederum die unabhängige externe Prüfung durch Prüfungingenieure. Diese Prüfung wird durch den BVPI koordiniert und läuft entsprechend dem Bearbeitungsfortschritt kapitelweise seit Oktober vergangenen Jahres. Abschließend wird auch noch geklärt, ob die bisherige Bezeichnung verbleibt oder aber die überarbeiteten und ergänzten Inhalte unter neuer Nummerierung (ggf. auch zusammengefasst als ein neues DAfStb-Heft) erscheinen. Die Veröffentlichung ist noch im Jahr 2016 vorgesehen.

Bei allen mitwirkenden Kollegen und wissenschaftlichen Mitarbeitern möchte ich mich für die engagierte und stets sehr konstruktive Zusammenarbeit herzlich bedanken.



**Prof. Dr.-Ing. Jürgen Schnell;** Technische Universität Kaiserslautern

[jschnell@rhrk.uni-kl.de](mailto:jschnell@rhrk.uni-kl.de)

Geboren 1953; Studium des Bauingenieurwesens an der Technischen Hochschule Darmstadt; 1979 bis 2002 Technischer und Leitender Angestellter der Philipp Holzmann AG, Frankfurt am Main und Düsseldorf; 1986 Promotion an der TH Darmstadt; seit 2002 Leiter der Arbeitsgruppe Massivbau an der Technischen Universität Kaiserslautern; seit 2004 Prüfenieur für Baustatik; seit 2012 Vorsitzender des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton DAfStb und Fachkollegiat der Deutschen Forschungsgemeinschaft



**Dr.-Ing. Enrico Schwabach;** Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein, Berlin

[schwabach@betonverein.de](mailto:schwabach@betonverein.de)

Geboren 1974; 1994 bis 1999 Studium des Bauingenieurwesens an der Bauhaus-Universität Weimar; 1999 bis 2004 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Konstruktiven Ingenieurbau an der Bauhaus-Universität Weimar; 2004 Promotion an der Bauhaus-Universität Weimar; 2005 bis 2010 Mitarbeiter der Halfen GmbH Langenfeld und Artern; seit 2010 Projektleiter Forschung und Betonbautechnik Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein E.V. (DBV) Berlin, Mitarbeit in zahlreichen technischen Ausschüssen im NABau des DIN, des DIBt und des DAfStb



## Determination of characteristic compressive strengths in existing structures –

### Assessment based on a small number of samples

## Bestimmung charakteristischer Betondruckfestigkeiten im Bestand –

### Beurteilung bei geringem Stichprobenumfang

Construction in existing buildings has gained increasing significance in the construction industry in recent years. When the structural framework of existing buildings is modified, or if extreme conditions come to bear, such cases must always be assessed on the basis of current building regulations. New computer-aided analysis must accordingly be carried out, for which reliable basic data are essential. The characteristic properties of the construction materials currently being used in the building play a key role here.

Assessment of in-situ compressive concrete strength in structures is regulated in DIN EN 13791:2008, in which a distinction is made between direct and indirect procedures. Determination of characteristic in-situ compressive strength based on the results of direct investigation methods – i.e., investigations of the concrete core. This extent will be limited for reasons of economy and for prevention of damage to the building. Two methods are available: method A (more than 14 test values) and method B (3 to 14 test values).

As an alternative to evaluation according to DIN EN 13791:2008, DIN EN 1990:2010 offers a statistical procedure: the so-called Bayesian method for determining the characteristic properties of a the property of a construction material. Both normal distribution (ND) and logarithmic normal distribution (LND) can be applied here.

Bauen im Bestand hat in den letzten Jahren eine zunehmende Bedeutung erlangt. Wird in das Tragwerk bestehender Bauwerke eingegriffen oder treten erhöhte Einwirkungen auf, müssen diese grundsätzlich auf Basis der aktuellen, bauaufsichtlich eingeführten technischen Baubestimmungen mithilfe belastbarer Grundlagen beurteilt und nachgerechnet werden. Eine wesentliche Rolle spielen dabei die tatsächlich am Bauwerk vorliegenden charakteristischen Materialeigenschaften der verwendeten Baustoffe.

Die Beurteilung der Betondruckfestigkeit von Bauwerksbeton ist in DIN EN 13791:2008, welche zwischen direkten und indirekten Verfahren unterscheidet, geregelt. Zur Bestimmung der charakteristischen In-situ-Betondruckfestigkeit aus Ergebnissen direkter Untersuchungsverfahren, das heißt Untersuchungen am Bohrkern, stehen in Abhängigkeit vom Umfang  $n$  der Stichprobe, welcher aus Gründen der Wirtschaftlichkeit und um Schädigungen des Tragwerks zu vermeiden begrenzt ist, die beiden Verfahren A (mehr als 14 Prüfwerte) und B (3 bis 14 Prüfwerte) zur Verfügung. Alternativ zur Auswertung nach DIN EN 13791:2008 ist in DIN EN 1990:2010, Anhang D ein statistisches Verfahren, das sogenannte Bayes'sche Verfahren zur Bestimmung des charakteristischen Werkstoffkennwertes einer Baustoffeigenschaft enthalten. Es können dabei sowohl die Normalverteilung (NV) als auch die logarithmische Normalverteilung (LNV) berücksichtigt werden.



**Dipl.-Ing. Michael Weber;** Technische Universität Kaiserslautern

[michael.weber@bauing.uni-kl.de](mailto:michael.weber@bauing.uni-kl.de)

Geboren 1988; 2008 bis 2013 Studium des Bauingenieurwesens an der TU Kaiserslautern; seit 2013 wissenschaftlicher Mitarbeiter im Fachgebiet Massivbau und Baukonstruktion an der TU Kaiserslautern; Arbeitsschwerpunkt: Bauen im Bestand

### Comparison of different evaluation methods

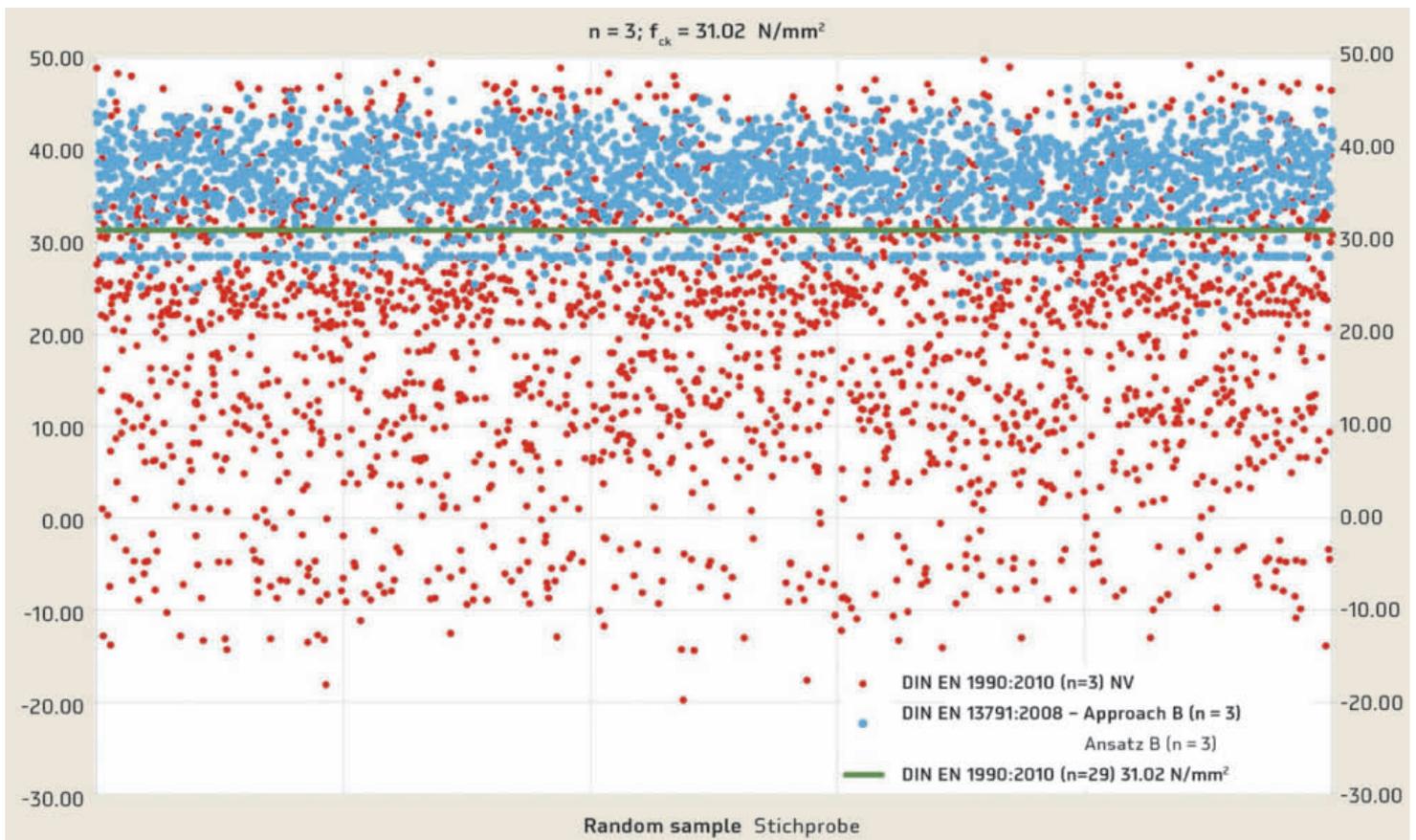
Deviation in comparison to the actual characteristic value of the population investigated is critical for the quality of a statistical (approximation method). For assessment of the above-mentioned method in this respect, random samples totaling about 30 concrete cores were taken from different existing structures. The in-situ compressive concrete strength determined based on this random sample (total sample) by means of the statistical method according to DIN EN 1990 can be equalized with the characteristic compressive concrete strength of the basic total parent population. Subsequently, all possible combinations of 3, 5 or 8 test values were formed from the total sample.

Figure 1 shows the results of the assessment of all triple groups in accordance with DIN EN 13791 (Approach B) and DIN EN 1990 (NV) in comparison to the characteristic compressive concrete strength of the total sample / parent population.

### Vergleich verschiedener Auswerteverfahren

Entscheidend für die Güte eines statistischen (Näherungs-)Verfahrens ist die Abweichung im Vergleich zum tatsächlichen charakteristischen Wert der untersuchten Grundgesamtheit. Zur diesbezüglichen Bewertung der zuvor genannten Verfahren wurden an verschiedenen Bestandstragwerken Stichproben mit einem Umfang von etwa 30 Bohrkernen entnommen. Die auf Grundlage dieser Stichprobe (Gesamtstichprobe) mittels statistischer Verfahren nach DIN EN 1990 ermittelte charakteristische In-situ-Betondruckfestigkeit kann aufgrund des großen Stichprobenumfangs mit der charakteristischen Betondruckfestigkeit der Grundgesamtheit gleichgesetzt werden. Anschließend wurden aus den einzelnen Prüfwerten der Gesamtstichprobe alle möglichen Kombinationen von 3, 5 oder 8 Prüfwerten, ohne Doppelnennung, gebildet.

In Abbildung 1 sind exemplarisch die Ergebnisse der Auswertung aller Dreiergruppen nach DIN EN 13791 (Ansatz B) und DIN EN 1990 (NV) im Vergleich zur charakteristischen Betondruckfestigkeit der Gesamtstich-



→ 1 Comparison of assessment based on DIN EN 13791:2008 and DIN EN 1990:2010

Vergleich Auswertung nach DIN EN 13791:2008 und DIN EN 1990:2010



The actual 5-% quantile value of the parent population, when assessed according to DIN EN 13791, is overestimated in many of the possible samples. The values are therefore on the uncertain side. The same applies to random samples with  $t n = 5$  or  $n = 8$ .

When assessing small numbers of specimens of random sampling according to DIN EN 1990, both greater shortfalls (in conjunction with very little scattering of the random sample) and exceedances (in conjunction with pronounced scattering of the random sample) of the actual 5-% quantile value of the parent population are possible. The extent of exceedances increases with the size of the random sample and/or decreases for shortfalls.

When using a logarithmic normal distribution, the actual 5-% quantile value of the parent population can be greatly over- or underestimated with a small number of specimens of random sampling. In this case, only the negative values of the characteristic strength are prevented.

**Draft of EN 13791:2015**

The method of determining the characteristic compressive concrete strength contained in the new version of EN 13791:2015, largely equalizes the Bayesian method contained in DIN EN 1990. Accordingly, specific special regulations are required for obtaining characteristic compressive strength based on small numbers of specimen random sampling that do not impermissibly over- or underestimate the compressive concrete strength of the parent population.

Based on a number of datasets, TU Kaiserslautern, in collaboration with the German Society for Concrete and Construction Technology, has now worked out an approximation method that provides characteristic compressive concrete strengths also for a small number of specimens of random sampling.

probe/Grundgesamtheit dargestellt. Der tatsächliche 5%-Quantilwert der Grundgesamtheit bei einer Auswertung nach DIN EN 13791 wird von einem Großteil der möglichen Stichproben überschätzt. Die Werte liegen somit auf der unsicheren Seite. Entsprechendes gilt für Stichproben mit  $n = 5$  oder  $n = 8$ .

Bei einer Auswertung nach DIN EN 1990 sind bei kleinem Umfang der Stichprobe sowohl starke Überschreitungen (verbunden mit einer sehr geringen Streuung der Stichprobe) als auch Unterschreitungen (verbunden mit einer starken Streuung der Stichprobe) des tatsächlichen 5 %-Quantilwertes der Grundgesamtheit möglich. Mit steigendem Umfang der Stichprobe nimmt das Maß der Überschreitung beziehungsweise Unterschreitung ab.

Auch bei der Verwendung einer logarithmischen Normalverteilung kann der tatsächliche 5%-Quantilwert der Grundgesamtheit bei kleinem Stichprobenumfang zum Teil stark über- oder unterschätzt werden. Lediglich negative Werte der charakteristischen Festigkeit werden vermieden.

**Neuentwurf EN 13791:2015**

Das im Entwurf der Neufassung der EN 13791:2015 enthaltene Verfahren zur Bestimmung der charakteristischen Betondruckfestigkeit gleicht weitestgehend dem in DIN EN 1990 enthaltenen Bayes'schen Verfahren. Um charakteristische Betondruckfestigkeiten zu erhalten, welche die tatsächliche Betondruckfestigkeit der Grundgesamtheit nicht unzulässig über- oder unterschätzen, sind jedoch für kleine Stichprobenumfänge bestimmte Sonderregelungen erforderlich.

Auf Grundlage einiger Datensätze wurde von der TU Kaiserslautern in Zusammenarbeit mit dem Deutschen Beton- und Bautechnik-Verein E.V. ein Näherungsverfahren erarbeitet, welches auch bei kleinem Umfang der Stichprobe und begrenzter Streubreite anwendbare charakteristische Betondruckfestigkeiten liefert.

**DAS GEHEIMNIS PRÄZISER WZ-WERTE IST GELÜFTET**



**DAS EINMALIGE SONO-MESSKONZEPT GARANTIERT PRÄZISE WZ-WERTE ÜBER DEN GESAMTEN PRODUKTIONSPROZESS!**

**1. SONO-FEUCHTESONDEN FÜR DIE ANLAGE**



SONO-VARIO Standard



SONO-VARIO Xtrem



SONO-SILO Standard



SONO-MIX

Die SONO®-Sonden sind nicht vergleichbar mit den handelsüblichen Feuchtesonden. Denn nur mit der patentierten TRIME®-Technologie können jetzt über viele Jahre Sand, Kies, Splitt und Frischbeton präzise und langzeitstabil vermessen werden – und das ganz ohne Nachkalibrierung.

**2. SONO-FEUCHTESONDEN ZUR MOBILEN KONTROLLE**



**SONO-WZ – der Wasser/Zement-Analysator für Frischbeton**

Basierend auf der revolutionären TRIME®-Radartechnik ist es erstmals möglich den Wassergehalt von Frischbeton schnell, präzise und direkt vor Ort zu bestimmen.





**Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Manfred Curbach;** Technische Universität Dresden

[Manfred.Curbach@tu-dresden.de](mailto:Manfred.Curbach@tu-dresden.de)

Geboren 1956; 1977 bis 1982 Studium des Bauingenieurwesens an der Universität Dortmund; 1982 bis 1988 Wissenschaftlicher Mitarbeiter an den Universitäten Dortmund und Karlsruhe (TH); 1987 Promotion, Universität Karlsruhe (TH); 1988 bis 1994 Projektleiter im Ingenieurbüro Köhler+Seitz, Nürnberg; seit 1994 Universitäts-Professor (C4) und Direktor des Instituts für Massivbau der TU Dresden; seit 1999 Mitglied im wissenschaftlichen Beirat der Zeitschrift Beton- und Stahlbetonbau; 2003 bis 2008 Vorstandsvorsitzender der VDI-Gesellschaft Bautechnik; 2011 Verleihung der Ehrendoktorwürde durch die TU Kaiserslautern; seit 2012 Fachkollegiat der DFG; 2013 Aufnahme in die Nationale Akademie der Wissenschaften Leopoldina; seit 2013 Sprecher des BMBF-Konsortiums C<sup>3</sup>

## Building in the context of existing structures:

### Designing textile-reinforced structural concrete elements under bending stress – theoretical basics and practical application

## Bauen im Bestand:

### Bemessung textilbetonverstärkter Stahlbetonbauteile unter Biegebeanspruchung – theoretische Grundlagen und praktische Anwendung

The large number of existing structures and the high cost of new construction have led to a situation where the strengthening, maintenance and rehabilitation of existing structures is becoming increasingly important. The ultimate strength checks required in particular in case of changes of use may necessitate the reinforcement of existing supporting members. To this end, the suitability of textile-reinforced concrete as strengthening material was investigated at the Technische Universität Dresden within the context of Collaborative

Research Center 528 “Textile Bewehrungen zur bautechnischen Verstärkung und Instandsetzung” (Textile reinforcements for structural strengthening and rehabilitation measures) [1] funded by the German Research Foundation (Deutsche Forschungsgemeinschaft = DFG). The research findings and suitability for use were confirmed by a multitude of pilot projects all of which, however, required individual approval. A major step towards the simple use of textile-reinforced concrete in the field was successfully completed in the summer of 2014 when an initial approval for use was granted by the supervising authority [2]. This enables clients, designers and companies to use textile-reinforced concrete as reinforcing material for interior structural-concrete components subject to bending stresses.

Die große Anzahl an Bestandsbauten und hohe Neubaukosten führen dazu, dass die Ertüchtigung, Erhaltung und Sanierung von Bauwerken zunehmend an Bedeutung gewinnen. Die vor allem bei Nutzungsänderungen erforderlichen Tragfähigkeitsnachweise können das Verstärken bestehender Tragglieder erfordern. Dazu wurde an der Technischen Universität Dresden die Eignung von Textilbeton als Verstärkungsmaterial im Rahmen des von der DFG geförderten Sonderforschungsbereiches 528 “Textile Bewehrungen zur bautechnischen Verstärkung



→ Textile-reinforced structural concrete slab after testing (tensile failure of textile) [3]  
 Textilbetonverstärkte Stahlbetonplatte nach der Prüfung (Zugversagen des Textils) [3]

**Dipl.-Ing. Michael Frenzel;** Technische Universität Dresden

[m.frenzel@tu-dresden.de](mailto:m.frenzel@tu-dresden.de)

Geboren 1978; 1997 bis 2004 Studium des Bauingenieurwesens an der Technischen Universität Dresden mit Vertiefung in der Fachrichtung "Konstruktiver Ingenieurbau"; 2004 bis 2005 Tragwerksplaner im Bereich Brückenbau bei Dähn-Ingenieure, Gera; 2005 bis 2010 Tragwerksplaner, Arbeitsvorbereiter und Kalkulator bei der Bilfinger Berger Nigeria GmbH, Wiesbaden; seit 2010 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Massivbau der TU Dresden, Forschungsschwerpunkte: Biegebemessung textilbetonverstärkter Stahlbetonbauteile, Entwicklung von leichten Deckentragwerken aus geschichteten Betonen



An additive calculation and design procedure was developed as part of the research work to determine the required thickness of or amount of textile material required for the textile reinforcement layer, respectively, and its suitability for use was verified by means of post-test calculations [3]. In analogy to structural-concrete design according to Eurocode 2 [4], the required amount of reinforcement for a cross section is determined iteratively in such a fashion that the internal and external forces, or moments from normal force and bending stress, respectively, are in balance. In the process, the cross section is assumed to remain even, and tensile forces are assigned solely to the steel and textile reinforcements. The calculations are based on a parabolic-rectangular stress-strain curve for the concrete and bilinear stress-strain curve for the reinforcements. The iterative design method can additionally be used to assess whether the textile material required as reinforcement is used efficiently and economically [5].

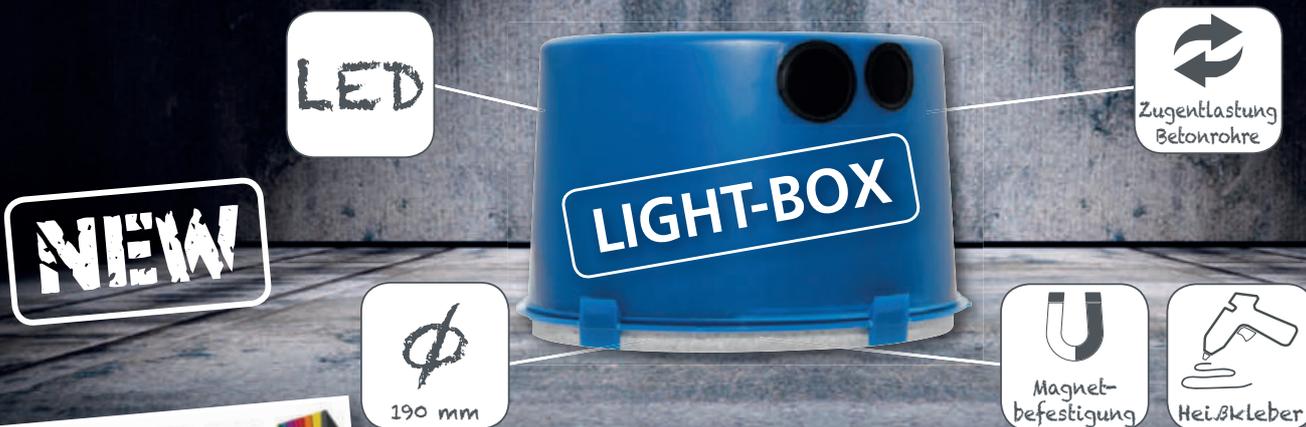
Simplified approaches have also been developed to allow a simple, approximate calculation of the textile reinforcement area required. These are subject to further assumptions, however, such as the strains of steel and concrete in the ultimate limit state or the arms of force between the compressive and tensile forces of the cross section to be reinforced. As the approximate calculations are based on the assumption that the strengthened component will fail due to rupture of the textile material, separate evidence needs to be additionally provided of the adequate structural strength of the bending compression zone.

und Instandsetzung" [1] untersucht. Die Forschungsergebnisse und Praxistauglichkeit konnten durch eine Vielzahl von Pilotprojekten demonstriert werden, jedoch war in allen Fällen eine Zustimmung im Einzelfall erforderlich. Ein großer Schritt zur einfachen Anwendung von Textilbeton in der Praxis gelang im Sommer 2014 mit der Erlangung einer ersten allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung [2]. Damit können Bauherren, Planer und Firmen Textilbeton als Verstärkungsmaterial für auf Biegung beanspruchte Innenbauteile aus Stahlbeton verwenden.

Im Zuge der Forschungen wurde dafür ein additives Berechnungs- und Bemessungsverfahren zur Bestimmung der erforderlichen Dicke der textilen Verstärkungsschicht beziehungsweise der Textilmenge entwickelt und dessen Tauglichkeit durch Versuchsnachrechnungen belegt [3]. Analog der Stahlbetonbemessung nach Eurocode 2 [4] wird die erforderliche Bewehrungsmenge eines Querschnittes in der Art iterativ ermittelt, dass die inneren und äußeren Kräfte beziehungsweise Momente aus Normalkraft- und Biegebeanspruchung im Gleichgewicht stehen. Dabei wird das Ebenbleiben des Querschnitts vorausgesetzt und Zugkräfte allein der Stahl- und der Textilbewehrung zugewiesen. Den Berechnungen wird für Beton eine parabel-rechteckförmige und für die Bewehrungen eine bilineare Spannungs-Dehnungslinie zu Grunde gelegt. Mithilfe des iterativen Bemessungsverfahrens kann zudem beurteilt werden, ob das zur Verstärkung benötigte Textil effizient und wirtschaftlich eingesetzt wird [5].

## Revolutionäre Befestigung!

**PRIMO**<sup>®</sup>



**BETONTAGE**  
CONCRETE SOLUTIONS  
23. – 25.2.2016 · Stand 87

☎ +49 8638 / 88 55 92 00  
☎ +49 8638 / 88 55 92 99

✉ [info@primo-gmbh.com](mailto:info@primo-gmbh.com)  
🌐 [www.primo-gmbh.com](http://www.primo-gmbh.com)



In addition, the iterative design method offers the possibility to consider states of strain and stress of the non-reinforced component. In most cases, the forces acting on the component are its self-weight and, quite frequently, additional loads prior to or during the strengthening measure. The (actual) plane of strain resulting from the compressive strain of the concrete edge and tensile strain of the steel reinforcement is determined for specific loads, geometry and material design parameters using conventional design methods for structural steel construction, and is incorporated in the design of the cross section to be reinforced via a fictitious strain value.

The design algorithm can be interpreted mathematically in such a fashion that - in analogy to structural-concrete design - tables can be used to determine the textile area required. In the first step of the process, the user determines the relative moment  $\mu_{tex}$  from the specific load, geometry and material design parameters. He then refers to the table for the related mechanical percentage of reinforcement  $\omega_{tex}$  and incorporates additional cross-sectional values to calculate the required textile reinforcement area  $A_{tex}$ . In addition to the clearly structured and ready-to-use design tables, diagrams are available which enable the user to account for existing strains in the cross section to be reinforced [5].

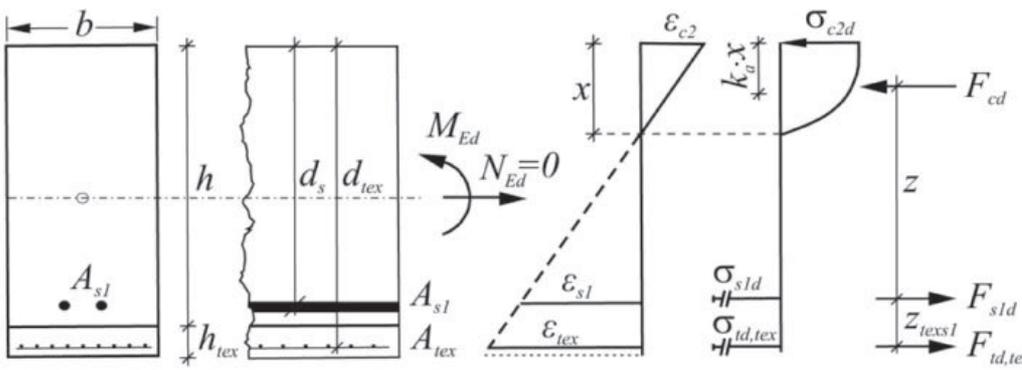
**REFERENCES/LITERATUR**

- [1] SFB 528. <http://tu-dresden.de/forschung/forschungskompetenz/sonderforschungsbereiche/sfb528>, 13.10.2015.
- [2] Allgemeine Bauaufsichtliche Zulassung Z-31.10-182: Verfahren zur Verstärkung von Stahlbeton mit TUDALIT (Textilbewehrter Beton). DIBt, Berlin, 6. Juni 2014.
- [3] Beckmann, B.; Frenzel, M.; Lorenz, E.; Schladitz, F.; Rempel, S.: Biegetragverhalten von textilbetonverstärkten Platten. Beton- und Stahlbetonbau Spezial 110 (2015), Supplement "Verstärkten mit Textilbeton", Januar, S. 47 bis 53.
- [4] EN 1992-1-1 (EC 2): Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau, Januar 2011.
- [5] Frenzel, M.: Bemessung textilbetonverstärkter Stahlbetonbauteile unter Biegebeanspruchung. Beton- und Stahlbetonbau Spezial 110 (2015), Supplement "Verstärkten mit Textilbeton", Januar, S. 54 bis 68.

Des Weiteren wurden vereinfachte Ansätze zur überschläglichen und einfachen Bestimmung der erforderlichen textilen Bewehrungsfläche entwickelt. Diese unterliegen jedoch weiteren Annahmen, zum Beispiel der Stahl- und Betondehnungen im Grenzzustand der Tragfähigkeit oder der Hebelarme zwischen Druck- und Zugkräften des zu verstärkenden Querschnittes. Da bei den überschläglichen Berechnungen davon ausgegangen wird, dass das ertüchtigte Bauteil durch das Reißen des Textils versagt, ist die ausreichende Tragfähigkeit der Biegedruckzone zudem separat nachzuweisen.

Das iterative Berechnungsverfahren bietet auch die Möglichkeit, Dehnungs- und Spannungszustände des unverstärkten Bauteils zu berücksichtigen. In den meisten Fällen wirken schließlich das Eigengewicht, häufig jedoch auch Ausbaulasten vor beziehungsweise während der Verstärkungsmaßnahme auf das Bauteil. Mit den herkömmlichen Berechnungsmethoden des Stahlbetonbaus wird dazu für gegebene Belastungen, Geometrie- und Materialkennwerte die (reale) Dehnungsebene aus der Betonrandstauchung und Stahlzugdehnung bestimmt und über einen fiktiven Dehnungswert in die Berechnung des zu verstärkenden Querschnittes eingebunden.

Der Berechnungsalgorithmus kann mathematisch derartig aufbereitet werden, dass zur Bestimmung der erforderlichen Textilfläche - analog zur Stahlbetonbemessung - Tabellen genutzt werden können. Der Nutzer bestimmt dabei im ersten Schritt aus der gegebenen Belastung, den Material- und Geometriekeennwerten das bezogene Moment  $\mu_{tex}$ . Anschließend entnimmt er aus der Tabelle den zugehörigen mechanischen Bewehrungsgrad  $\omega_{tex}$  und berechnet unter Einbindung weiterer Querschnittswerte die erforderliche textile Bewehrungsfläche  $A_{tex}$ . Neben den einfach und praxisgerecht aufbereiteten Bemessungstabellen stehen dem Anwender auch Diagramme zur Berücksichtigung vorhandener Dehnungen des zu verstärkenden Querschnittes zur Verfügung [5].



$$\mu_{tex} = \frac{M_{Ed} + \sigma_{sld} \cdot A_{s1} \cdot (d_{tex} - d_s)}{b \cdot d_{tex}^2 \cdot f_{cd}}$$

$$A_{tex} = \frac{(\omega_{tex} \cdot b \cdot d_{tex} \cdot f_{cd} - \sigma_{sld} \cdot A_{s1})}{\sigma_{td,tex}}$$

$\mu_{tex}$	$\omega_{tex}$	$\xi_{tex} = \frac{x}{d_{tex}}$	$\zeta_{tex} = \frac{z_s}{d_{tex}}$	$\epsilon_{c2}$	$\epsilon_{s1}$	$\sigma_{sld}^{**}$	$\sigma_{sld}^{***}$	$\epsilon_{tex}$	$\sigma_{td,tex}$
[-]	[-]	[-]	[-]	[‰]	[‰]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[‰]	[N/mm <sup>2</sup> ]
0,01	0,010	0,05	0,83	-0,42	6,31	435	439	7,50	769
0,02	0,021	0,08	0,82	-0,61	6,28	435	439	7,50	769
0,03	0,031	0,09	0,82	-0,77	6,26	435	439	7,50	769
0,04	0,042	0,11	0,81	-0,91	6,24	435	439	7,50	769
0,05	0,052	0,12	0,81	-1,04	6,22	435	439	7,50	769
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

→ Extract from a design table with non-dimensional coefficients [5]  
Auszug aus einer Bemessungstabelle mit dimensionslosen Beiwerten [5]



**Dr.-Ing. Jürgen Krell;** krell-consult, Hilden

[info@krell-consult.de](mailto:info@krell-consult.de)

Nach jeweils elf Jahren in der Zementindustrie (VDZ, Düsseldorf) und der Betonindustrie (Readymix AG, heute Cemex Deutschland AG, zuletzt als Generalbevollmächtigter) seit mehr als 14 Jahren Inhaber eines Ingenieurbüros, gleichzeitig in nationalen und internationalen Beton-Gremien tätig; öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Betontechnologie und Mörtel, bestellt von der Ingenieurkammer NRW; Einbringen der 37-jährigen Praxis-Erfahrung in Projektbegleitung, Schadensverhütung, Sanierung, Erstellung von Gutachten, Mediation sowie praxisnahe Beratung und Schulung; Schwerpunkt: Schnittstelle zwischen Recht und Technik



## Correct execution and the choice of in-situ concrete determine successful performance Precast concrete elements

### Über den Leistungserfolg bestimmen die richtige Ausführung und die Ortbetonauswahl – Elementbauteile

Precast concrete elements, double walls with in-situ concrete core, and precast floor plates are enjoying increasing popularity owing to the fact that their exterior surfaces are smooth-formed in the factory. Complaints have repeatedly arisen, however: prompted, in particular, by lack of bond in double walls and leakiness of the joints.

#### **Bond to the precast concrete element**

Basically, a monolithic bond of the precast concrete elements with the filler concrete should be achieved. Only then, among other reasons, are the assumptions for monolithic structural members achieved, especially in replanning from in-situ concrete to precast concrete construction. The bond conditions are also fundamental for transmission of shear forces and sound insulation. For watertight constructions, the interior surface should have a minimum roughness, according to the Waterproofing Code, to prevent formation of water channels in the shear joints.

#### **In-situ concrete for horizontal structural members (ground slab/floor slab)**

In day-to-day practice, in-situ concrete does not get the attention it deserves in this context. Assuming that the ground slab is placed on the subsoil and the concrete topping cast onto the precast slab, the in-situ concrete – if it is erroneously accorded no loadbearing function – is often made overly “workable” by adding impermissible amounts of water. This inevitably leads to segregation: i.e., the coarse aggregate sags, leaving a mortar layer of 3- to 5-cm thickness with a high w/c ratio (**Fig. 1**) on top. In addition, water bags form underneath the reinforcement bars, which results in insufficient bond.

Because this mortar layer, rich in cement and water, shrinks much more than the concrete below, cracks occur on the upper surface that cannot be prevented, not even by extensive curing.

Adverse consequences of this segregation are essentially the following:

Elementbauteile, Doppelwände und Elementdecken erfreuen sich immer größerer Beliebtheit, da die Außenflächen werkmäßig glatt hergestellt werden. Dennoch kommt es immer wieder zu Reklamationen, insbesondere wegen fehlendem Verbund in Doppelwänden oder Undichtigkeiten an den Fugen.

#### **Verbund zum Fertigteil**

Grundsätzlich soll immer ein monolithischer Verbund der Fertigteile mit dem Füllbeton erreicht werden. Nur dann sind unter anderem die Annahmen für monolithische Bauteile, insbesondere bei Umplanung von Ortbeton auf Elementbauweise gegeben. Auch für die Schubkraftübertragung und den Schallschutz sind die Verbundbedingungen maßgebend.

Bei dichten Konstruktionen muss nach WU-Richtlinie die Oberfläche der Innenseiten eine Mindestrauigkeit aufweisen, um Wasserwege in der Verbundfuge auszuschließen.

#### **Ortbeton für horizontale Bauteile (Bodenplatte/Decke)**

In der Praxis wird dem Ortbeton hierfür nicht die erforderliche Aufmerksamkeit gewidmet. In der Annahme, dass die Bodenplatte auf dem Untergrund aufliegt und der Aufbeton auf der Elementdecke aufliegt, wird der Ortbeton – weil ihm fälschlicherweise keine Tragfunktion zugedacht wird – oft durch unerlaubte Wasserzugabe sehr „verarbeitungsfreudig“ eingestellt. Dabei ergibt sich dann zwangsläufig ein Entmischen, also die grobe Gesteinskörnung sackt ab und oben bleibt eine Schicht von 3 bis 5 cm Mörtel mit hohem w/z Wert (**Abb. 1**). Zudem bilden sich Wassersäcke unter den Bewehrungseisen (mangelnder Verbund).

Weil diese zement- und wasserreiche Mörtelschicht viel mehr als der darunter liegende Beton schwindet, entstehen immer Risse an der Oberseite, diese sind auch nicht durch lange Nachbehandlung zu vermeiden.

Nachteilige Folgen dieser Entmischung sind im Wesentlichen:

- » Die Druckzone oben ist nicht so fest wie geplant.

- » The upper pressure zone is not as firm as planned.
- » The initial deformations under pressure cause the cracks to close without pressure build-up, causing deflections in the precast concrete slab to increase considerably.
- » Water bags may form underneath the horizontal reinforcing bars, due to bleeding, which causes deterioration of the bond.

In addition, for tight waterproof constructions:

- » The joint sealing strips/waterstops are embedded in the insufficiently firm mortar layer, as a result of which water influx must be reckoned with due to insufficient tightness of the concrete.
- » Horizontal water transport occurs – in cracks and below the above-described water bags under the reinforcement – and functions like channels for water transport.

For ground slabs with standing groundwater and high resistance to water penetration, and with exploiting the minimum thickness of 25 cm, a w/c ratio of  $\leq 0.55$  is always required. With this w/c ratio, a C30/37 is commonly achieved, on which the crack width limitation must be based. The installation consistency should be restricted to the upper limit of F3. Segregation can be simply checked on site by means of the finger test.

#### In-situ concrete for walls

For walls, the installation point is important. Here, the connecting reinforcement should consist of only one row of bars and the joint should be clean. A 3-cm wide gap, which should be cast to be flush, should be formed below the precast element to allow for transmission of forces below the precast element. For this purpose, an 8-mm top-size aggregate has been successfully used (and, of course, a w/c ratio of  $\leq 0.55$  as well).

The inner surfaces of the precast concrete element should not be overly smooth – which can be seen upon acceptance – and should be slightly damp. For watertight structural members (e.g., waterproof basements) minimum roughness values for the inner wall are required, which must also be checked within the scope of factory production control (FPC).

During concrete placement, care should be taken that the joint sealing metals are not bent and the vertical joint system not displaced. The minimum spacing of 2 cm between sealing metals and precast shell should be observed at all times to ensure a sufficiently tight encasing of sealing metal and reinforcement with the concrete.

The vertical rise of concrete of maximum 80 cm/h specified in the approval for the lattice girders should be observed, since otherwise the pressure of the fresh concrete can cause the precast walls to burst. Expertly applied compaction is required to prevent formation of gravel pockets and cold connecting joints. Re-compaction of the upper wall areas is expedient. This closes the voids that are formed during settlement below the additional horizontal bars, as well as the detachment from the surface of the precast element due to movement. In not completely sealed precast walls – i.e., in walls from which water and cement paste leaks out at the bottom of the secondary formwork, or from vertical abutments – pronounced settlement must especially be expected due to the loss of the leaked-out material alone.

Waterproof concrete with a w/c ratio of  $\leq 0.55$  should also be used for waterproof walls, since the filling gap is less than 16 cm (results in C30/37). Here, the consistency should not be softer than F4 to prevent segregation.

When taking all of these simple fundamentals into consideration, expert execution is easily achieved, along with the intended advantages of precast construction.

- » Die ersten Verformungen bei Druck führen zum Schließen der Risse ohne Druckaufbau, somit werden die Durchbiegungen der Elementdecke deutlich größer.
- » Gegebenenfalls Wassersäcke unter den horizontalen Bewehrungsstäben ausbluten, damit Verschlechterung des Verbundes.

Bei dichten WU-Konstruktion zusätzlich

- » Das Einbinden der Fugenbleche/Fugenbänder erfolgt in der minderfesten Mörtelschicht, somit ist eine Unterläufigkeit der Fugendichtung wegen schlechter Betondichtigkeit zu erwarten.
- » Horizontaler Wassertransport in Rissen und unter den oben beschriebenen Wassersäcken unter der Bewehrung, die wie Kanäle für den Wassertransport fungieren.



Für eine Bodenplatte mit drückendem Wasser und hohem Wassereindringwiderstand bei Ausnutzen der Mindestdicke von 25 cm ist immer  $w/z \leq 0,55$  erforderlich. Mit diesem w/z-Wert wird üblicherweise ein C30/37 erreicht, der auch der Rissbreitenbeschränkung zugrunde zu legen ist. Sinnvollerweise sollte die Einbaukonsistenz auf Obergrenze F3 begrenzt werden. Bauseitig kann die Entmischung sehr einfach mit dem „Fingertest“ überprüft werden.

#### Ortbeton für Wände

Bei den Wänden ist der Aufstellpunkt wesentlich. Hier soll die Anschluss-Bewehrung möglichst nur aus einer Reihe Eisen bestehen und die Fuge soll sauber sein.

Für die Kraftübertragung unter dem Fertigteil ist der 3 cm-Spalt auszubilden und dieser satt auszubetonieren. Dafür hat sich 8 mm Größtkorn bewährt (natürlich auch  $w/z \leq 0,55$ ).

Die Fertigteilinnenflächen dürfen nicht zu glatt sein (erkennbar bei Annahme) und müssen leicht feucht sein. Bei dichten Bauteilen (Weiße Wanne) sind Mindestrauigkeiten der Innenwand gefordert, die auch im Rahmen der WPK überprüft werden müssen.

Beim Ausbetonieren ist sicherzustellen, dass die Fugenbänder nicht umknicken und die vertikalen Fugensysteme nicht verschoben werden. Der Mindestabstand von 2 cm zwischen Fugenband und Bewehrung sowie zwischen Fugenband und Fertigteilshale ist überall einzuhalten, um eine ausreichend dichte Umhüllung von Fugenband und Bewehrung mit dem Beton sicher zu stellen.

Die in der Zulassung der Gitterträger angegebene Steiggeschwindigkeit von maximal 80 cm/h ist einzuhalten, da andernfalls der Frischbetondruck die Elementwände aufsprengen kann. Ein sachgerechtes Verdichten ist erforderlich, um Kiesnester und kalte Anschlussfugen zu vermeiden. Nachverdichten der oberen Wandbereiche ist sinnvoll. Hierdurch werden die setzungsbedingt entstehenden Hohlräume unter horizontalen Zulagen und der Abriss von der Fertigteiloberfläche infolge Bewegung nach unten wieder geschlossen.

Gerade bei Elementwänden, die nicht vollständig abgedichtet sind, also bei denen unten Wasser und Zementleim aus der Beischalung auslaufen oder auch aus den vertikalen Stößen ausläuft, ist allein aus dem Verlust des ausgelaufenen Materials ein starkes Setzen zu erwarten.

**Dipl.-Ing. Janna Schoening;** RWTH Aachen University

[jschoening@imb.rwth-aachen.de](mailto:jschoening@imb.rwth-aachen.de)

Geboren 1980; 2008 Diplom an der RWTH Aachen; 2008 bis 2010 Tragwerksplanerin bei der Ingenieurbüro Grassl GmbH in Düsseldorf; seit 2010 wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Massivbau der RWTH Aachen



## Reviewing the additional rules for large diameter bars according to EC2 – Bending elements and columns

### Überprüfung der zusätzlichen Regeln für große Stabdurchmesser nach EC2 – Biegebauteile und Stützen

#### Background

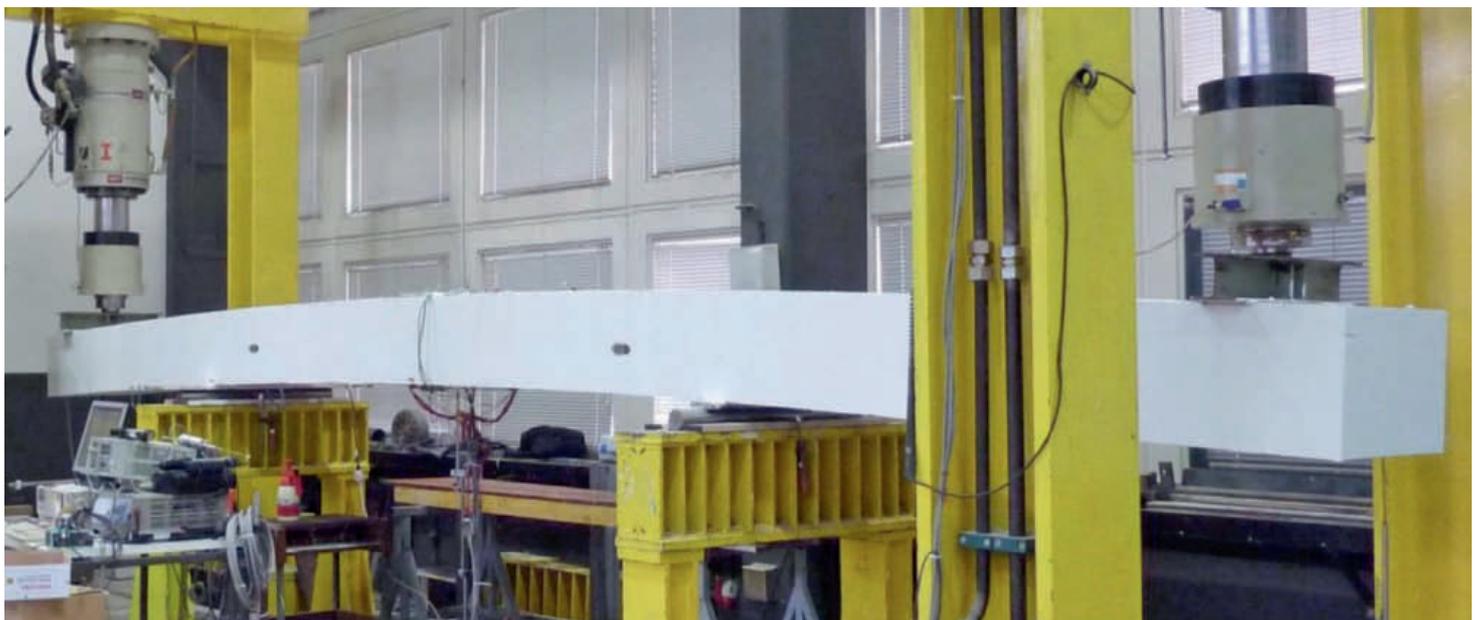
The use of bar diameters larger 32 mm enables a significant simplification to be achieved in the reinforcement layout of highly stressed reinforced-concrete elements such as columns, support girders and foundation slabs. Moreover, the number of reinforcement layers, and thus the effort involved in placing them, can be reduced, the statically effective height increased and concrete placement simplified due to the larger bar intervals.

According to EC2+NA [1, 2], reinforcement diameters of up to 40 mm are permitted for use in reinforced-concrete structures. A

#### Ausgangssituation

Durch die Verwendung von großen Durchmessern  $> \varnothing 32$  mm kann in hochbeanspruchten Stahlbetonbauteilen wie zum Beispiel Stützen, Abfangträgern und Bodenplatten eine signifikante Vereinfachung in der Bewehrungsführung erzielt werden. Des Weiteren können die Anzahl der Bewehrungslagen und damit der Arbeitsaufwand beim Verlegen verringert, die statische Nutzhöhe vergrößert und das Betonieren wegen der größeren Stababstände vereinfacht werden.

Nach EC2+NA [1, 2] dürfen in Stahlbetonkonstruktionen Bewehrungsdurchmesser bis zu 40 mm verwendet werden. Allerdings sind  $\varnothing 40$  mm



→ 1 Bending beam with longitudinal reinforcement of  $\varnothing 40$  mm (tensile laps) during the test  
Biegebalken mit  $\varnothing 40$  mm Längsbewehrung (Zug-Übergreifungsstoß) während des Versuchs



**Dipl.-Ing. Vincent Oettel;** Technische Universität Braunschweig

[v.oettel@ibmb.tu-bs.de](mailto:v.oettel@ibmb.tu-bs.de)

Geboren 1982; 2007 Diplom an der FH Hildesheim; 2007 bis 2009 Projektingenieur und Tragwerksplaner bei Stahlbau Engineering Hannover (SEH); 2009 Diplom an der TU Braunschweig; seit 2009 wissenschaftlicher Mitarbeiter des Fachgebiets Massivbau am Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz (iBMB) der TU Braunschweig

bar diameter of 40 mm is classified as a large diameter, however, and needs to comply with more stringent design rules than smaller bar diameters. This restricts the use of  $\varnothing 40$  mm bars in building practice.

The more stringent rules are based on transferring the rules for bundled bars and on adopting design rules from general approvals for use granted by supervising authorities. There has as yet been a lack of systematic investigations into deriving improved design rules for diameters  $> 32$  mm. For this reason, theoretical and experimental investigations were performed by the Institutes for Concrete Construction (Institute für Massivbau) at RWTH Aachen University, TU Kaiserslautern and TU Braunschweig within the framework of a joint research project funded by the German Federation of Industrial Research Associations (Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen = AiF). The project researched the bond behavior of tensile laps (RWTH Aachen University) [3], the crack width limitation and required surface reinforcement (TU Kaiserslautern) [4], as well as the structural behavior of compression members and compressive laps (TU Braunschweig) [5]. The goal was to review the additional rules and reduce them, where appropriate.

### Testing

The transferability of the rules for the anchorage and laps of diameter bars  $\leq 32$  mm to large diameter bars was reviewed based on beam end tests and bending beams with laps (**Fig. 1**). The impact of bar diameter, concrete cover, transverse reinforcement, and transverse pressure on the bond strength has been assessed correctly in EC2+NA [1, 2]. Testing with laps revealed that some of the additional rules can be decrease whereas the surface reinforcement is indispensable to reduce the crack widths when using large diameter bars [3].



→ 2 Column with longitudinal reinforcement of  $\varnothing 40$  mm after the test  
Stütze mit  $\varnothing 40$  mm Längsbewehrung nach dem Versuch

als große Stabdurchmesser einzustufen und müssen im Vergleich zu kleineren Durchmessern verschärfte Konstruktionsregeln erfüllen. Hierdurch wird die baupraktische Anwendung von  $\varnothing 40$  mm eingeschränkt.

Die verschärften Regelungen beruhen auf der Übertragung der Regeln für Stabbündel sowie auf der Übernahme von Konstruktionsregeln aus allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen. Systematische Untersuchungen zur Herleitung verbesserter Konstruktionsregeln für Durchmesser  $> 32$  mm fehlen bisher. Aus diesem Grund wurden in einem AiF-Verbundforschungsvorhaben theoretische und experimentelle Untersuchungen an den Instituten für Massivbau der RWTH Aachen University, der TU Kaiserslautern und der TU Braunschweig durchgeführt. Innerhalb des Vorhabens wurden das Verbundverhalten von Zug-Übergreifungsstößen (RWTH Aachen University) [3], die Rissbreitenbeschränkung und die erforderliche Oberflächenbewehrung

(TU Kaiserslautern) [4] sowie das Tragverhalten von Druckgliedern und Druck-Übergreifungsstößen (TU Braunschweig) [5] untersucht. Ziel war es, die Zusatzregelungen zu überprüfen und gegebenenfalls zu entschärfen.

### Untersuchungen

Die Übertragbarkeit der Regeln für die Verankerung und Übergreifungsstöße von Stabdurchmessern  $\leq 32$  mm auf große Stabdurchmesser wurde anhand von Beam End Versuchen und Biegebalken mit Übergreifungsstößen (**Abb. 1**) überprüft. Der Einfluss von Stabdurchmesser, Betondeckung, Querbewehrung und Querdruck auf die Verbundtragfähigkeit wird in EC2+NA [1, 2] zutreffend erfasst. Die Versuche mit Übergreifungsstößen ergaben, dass einige Zusatzregeln entschärft werden können, die Oberflächenbewehrung zur Reduktion der Rissbreiten beim Einsatz großer Stabdurchmesser allerdings unerlässlich ist [3].

Die Rissbildung von Stahlbetonbauteilen mit Stabdurchmessern von 10 mm bis 50 mm wurde mithilfe von Dehnkörper-



Crack formation in reinforced-concrete elements with bar diameters ranging from 10 mm to 50 mm was researched by means of tensile testing. The results showed that the crack widths according to EC2+NA [1, 2] are underestimated for low steel stresses but overestimated for high steel stresses. When using surface reinforcement according to EC2 [1], crack widths of 0.3 mm at 360 N/mm<sup>2</sup> steel stress resulted in the tests performed with large diameter bars. Additional surface reinforcement according to NA [2] resulted in a crack width of less than 0.2 mm at 360 N/mm<sup>2</sup> [4].

Tests on rectangular columns with longitudinal reinforcement bars of  $\varnothing 40$  mm were performed to investigate the structural behavior of compression members and the design of compressive laps (Fig. 2). The tests revealed that, on the one hand, almost all of the general design rules for longitudinal reinforcement bars  $\leq 32$  mm can be transferred to  $\varnothing 40$  mm but that, on the other hand, large diameter bars of 40 mm should not be conducted for compressive laps [5].

### Summary and acknowledgements

To review the additional rules for large diameter bars of 40 mm contained in EC2+NA [1, 2], theoretical and experimental investigations were performed within the framework of a joint research project funded by the German Federation of Industrial Collective Research Associations (Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen = AiF). The investigations revealed that some of the additional rules can be modified, thus contributing to an increased use of large diameter bars in building practice.

Pursuant to a resolution passed by the German Federal Parliament (Deutscher Bundestag), the joint industrial research project (16992N/1) initiated by the Joint Committee for Cold Forming (Gemeinschaftsausschuss Kaltformgebung e.V.) was funded, via the German Federation of Industrial Cooperative Research Associations (Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen = AiF), by the Federal Ministry for Economic Affairs and Energy (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie) as part of the program supporting joint industrial collective research (Industrielle Gemeinschaftsforschung = IGF).

### Co-authors of this paper

Dipl.-Ing. Martin Schäfer, Fachgebiet Massivbau und Baukonstruktion der TU Kaiserslautern  
martin.schaefer@bauing.uni-kl.de

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Josef Hegger, Lehrstuhl und Institut für Massivbau der RWTH Aachen  
jhegger@imb.rwth-aachen.de

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Martin Empelmann, iBMB – Fachgebiet Massivbau der TU Braunschweig  
massivbau@ibmb.tu-bs.de

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Jürgen Schnell, Fachgebiet Massivbau und Baukonstruktion der TU Kaiserslautern  
juergen.schnell@bauing.uni-kl.de

### REFERENCES/LITERATUR

- [1] DIN EN 1992-1-1:2011-01: Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau.
- [2] DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04: Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau.
- [3] Schoening, J.; Hegger J.: Überprüfung der zusätzlichen Regeln für  $\varnothing 40$  mm nach EC2 – Teil 1: Verbund und Zugstöße. In: Beton- und Stahlbetonbau 110 (2015), Heft 9, S. 578 bis 587.
- [4] Schäfer, M.; Schnell, J.: Überprüfung der zusätzlichen Regeln für  $\varnothing 40$  mm nach EC2 – Teil 2: Rissbreiten und Oberflächenbewehrung. In: Beton- und Stahlbetonbau 110 (2015), Heft 9, S. 588 bis 597.
- [5] Oettel, V.; Empelmann, M.: Überprüfung der zusätzlichen Regeln für  $\varnothing 40$  mm nach EC2 – Teil 3: Druckglieder. In: Beton- und Stahlbetonbau 110 (2015), Heft 9, S. 598 bis 608.

versuchen untersucht. Dabei ergab sich, dass die Rissbreiten nach EC2+NA [1, 2] für kleine Stahlspannungen unterschätzt und bei hohen Stahlspannungen überschätzt werden. Beim Einsatz einer Oberflächenbewehrung nach EC2 [1] stellten sich in den Versuchen mit großen Stabdurchmessern bei einer Stahlspannung von 360 N/mm<sup>2</sup> Rissbreiten von 0,3 mm ein. Eine verstärkte Oberflächenbewehrung nach NA [2] ergab eine Rissbreite von weniger als 0,2 mm bei 360 N/mm<sup>2</sup> [4].

Zur Untersuchung des Tragverhaltens von Druckgliedern und der Ausführung von Druck-Übergreifungsstößen wurden Versuche an rechteckförmigen Stützen mit Längsbewehrungsstäben  $\varnothing 40$  mm durchgeführt (Abb. 2). Die Untersuchungen ergaben, dass zum einen nahezu alle allgemeinen Konstruktionsregeln für Längsbewehrungsstäbe  $\leq 32$  mm auch auf  $\varnothing 40$  mm übertragen werden können, und zum anderen, dass große Stabdurchmesser 40 mm nicht mit einem Druck-Übergreifungsstoß gestoßen werden sollten [5].

### Resümee und Dank

Zur Überprüfung der in EC2+NA [1, 2] enthaltenen Zusatzregeln für große Stabdurchmesser 40 mm wurden im Rahmen eines AiF-Verbundforschungsvorhabens theoretische und experimentelle Untersuchungen durchgeführt. Die Untersuchungen zeigen, dass einige Zusatzregeln modifiziert werden können, wodurch ein Beitrag für eine stärkere baupraktische Anwendung von großen Stabdurchmessern geleistet wird.

Das IGF-Vorhaben (16992N/1) des Gemeinschaftsausschusses Kaltformgebung e.V. wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

### Mitautoren des Beitrages

Dipl.-Ing. Martin Schäfer, Fachgebiet Massivbau und Baukonstruktion der TU Kaiserslautern  
martin.schaefer@bauing.uni-kl.de

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Josef Hegger, Lehrstuhl und Institut für Massivbau der RWTH Aachen  
jhegger@imb.rwth-aachen.de

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Martin Empelmann, iBMB – Fachgebiet Massivbau der TU Braunschweig  
massivbau@ibmb.tu-bs.de

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Jürgen Schnell, Fachgebiet Massivbau und Baukonstruktion der TU Kaiserslautern  
juergen.schnell@bauing.uni-kl.de

**MODERATION**

**Dipl.-Ing. Hans-Georg Müller;** Fachvereinigung Betonrohre und Stahlbetonrohre, Bonn

[hg.mueller@berdingbeton.de](mailto:hg.mueller@berdingbeton.de)

Geboren 1961; bis 1989 Studium des Bauingenieurwesens an der FH Bochum; 1989bis 2006 Dywidag-Fertigteilewerk, Dormagen-Nievenheim; 2006bis 2010 Geschäftsführer DW Betonrohre GmbH; seit 2010 Niederlassungsleiter des Werks DW Nievenheim der Berding Beton GmbH; seit 2007 2. Vorstandsvorsitzender der Fachvereinigung Betonrohre und Stahlbetonrohre e.V. (FBS), Bonn

Day 3: Thursday, 25<sup>th</sup> February 2016

Tag 3: Donnerstag, 25. Februar 2016

## Pipeline construction and drainage technology

### Rohrleitungsbau und Entwässerungstechnik

Page  
Seite

Title  
Titel

- |     |  |
|-----|--|
| 189 | <p><b>Challenges and innovations in modern sewer construction</b><br/>Herausforderungen und Innovationen des modernen Kanalbaus<br/>Prof. Dr.-Ing. Karsten Körkemeyer</p>  |
| 192 | <p><b>Bidding and award modalities – update of the new EU legislation</b><br/>Ausschreibungs- und Vergabemodalitäten – Update zur neuen EU-Gesetzgebung<br/>Dr. Thomas Ax</p>  |
| 193 | <p><b>Latest requirements to sealing systems for pipes and manholes</b><br/>Neuester Stand der Dichtungssysteme für Rohre und Schächte<br/>Dipl.-Ing. Albert Steinhoff</p>   |
| 195 | <p><b>Electric transmission lines with underground high-voltage cables for an energy turnaround – alternative systems</b><br/>Stromtrassen mit erdverlegten Hochspannungskabeln für die Energiewende – alternative Systeme<br/>Prof. Dr.-Ing. Matthias M. Middel</p>   |
| -   | <p><b>Installation of pipes and manholes - Latest state of DIN EN 1610 and DWA-A 139 (not printed)</b><br/>Verlegung von Rohren und Schächten – neuester Stand DIN EN 1610 und DWA-A 139 (ohne Abdruck)<br/>Dipl.-Ing. Erich Valtwies</p>  |
| 197 | <p><b>Determination of exposure classes in the field of wastewater and the resulting concrete cover for reinforced concrete pipes</b><br/>Festlegung der Expositionsklasse im Abwasserbereich und die daraus resultierende Betondeckung bei Stahlbetonrohren<br/>Dr.-Ing. Gerfried Schmidt-Thrö, Prof. Dr.-Ing. Christian Sodeikat</p> |
| 201 | <p><b>Increasing the stress resistance of concrete and reinforced-concrete pipes with textile-cover reinforcement</b><br/>Erhöhung der Beanspruchbarkeit von Beton- und Stahlbetonrohren durch textile Mantelbewehrung<br/>Dr.-Ing. Wolfgang Berger</p>  |
| 203 | <p><b>Experimental investigations on pipe joints and precast tunnel lining segments – findings for real-life applications</b><br/>Experimentelle Untersuchungen an Rohrstoßfuge und Tübbingfertigteilen – Erkenntnisse für die Praxis<br/>Dipl.-Ing. Gerald Schmidt-Thrö, Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. Oliver Fischer</p>        |

**Prof. Dr.-Ing. Karsten Körkemeyer;** Technische Universität Kaiserslautern

[karsten.koerkemeyer@bauing.uni-kl.de](mailto:karsten.koerkemeyer@bauing.uni-kl.de)

Geboren 1965; 1990 Abschluss des Studiums Bauingenieurwesen an der Ruhr-Universität Bochum; 1991 bis 1993 wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Ruhr-Universität Bochum; 2003 Promotion an der RWTH Aachen; 1993 bis 2004 Mitgründung und Geschäftsführender Gesellschafter im Ingenieurbüro Prof. Dr.-Ing. Stein & Partner; 2001 bis 2003 Wirtschaftswissenschaften für Ingenieure an der Fernuniversität Hagen; 2004 bis 2005 Technischer Leiter der Züblin Rohrwerke Schermbeck; 2004 bis 2009 Lehrbeauftragter an der Hochschule Bochum; 2005 bis 2007 Leiter Technik und Entwicklung Werke bei NRW Berding Beton, Rohrwerk Schermbeck; seit 2007 Zerna Planen und Prüfen; seit 2009 Professor für Baubetrieb und Bauwirtschaft TU Kaiserslautern; Mitgliedschaft in diversen DWA-Arbeitsgruppen; seit 2014 Mitglied des Vorstands der GSTT e.V.



## Challenges and innovations in modern sewer construction For sustainable use and maintenance of infrastructure

### Herausforderungen und Innovationen des modernen Kanalbaus

#### Für nachhaltigen Umgang und Erhalt der Infrastruktur

##### Introduction

In the end, a sustainable use and maintenance of the infrastructure is an intergenerational duty, which is only fulfilled inadequately by the public sector owing to several reasons, as many studies reveal, such as the investigations of the Difu (German Institute of Urban Affairs), the German Association of Towns or the KfW. The consequences of lacking or inadequate investments in maintaining and expanding the infrastructure endanger the sustainability of towns and cities. Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW, German Development Bank) estimates that the investment backlog is currently amounting to € 132 billion in the municipal sector [1].

If we consider a replacement value only for the sewer system, about € 7 to 14 billion would have to be invested in the municipal sewer network annually based on a depreciation of 1 to 2%. Funds raised in fact amount to approx. €4 billion [2].

Therefore, it is all the more important to spend the obviously limited funds efficiently so that the sewage systems built and refurbished can be operated as durable and sustainable as possible. This demands high standards of the contracting companies, the construction methods applied and the pipes and manholes used. Modern, innovative structural components made of concrete will play a very important role in this precarious situation.

##### Challenges

###### Climate change

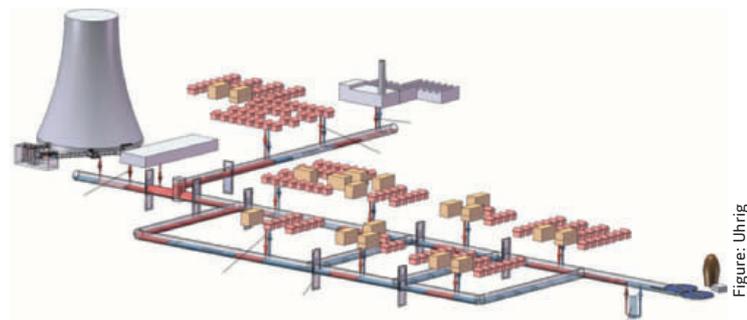
According to calculations of the German Environment Agency, the precipitation intensity will strongly change in Germany: For the second half of this century, an increase in the precipitation intensity in winter is estimated by up to 20% and in some parts even by up to 80%. Whereas, in the summer months a decline in precipitations has to be expected by up to 30%, and this will even concentrate on some quite intensive heavy rain events. The large differences of the run-off volumes will lead to reduced flow rates, fouling, and odor nuisance as well as corrosion risk at the existing sewer systems.

##### Einleitung

Der nachhaltige Umgang und Erhalt der Infrastruktur ist letztlich eine generationenübergreifende Aufgabe, die von der öffentlichen Hand – wie zahlreiche Studien zum Beispiel des Difu, des Städte- und Gemeindetages oder der KfW belegen – aus verschiedensten Gründen nur unzureichend erfüllt wird. Die Folge der unterlassenen, oder nicht in ausreichendem Maße betriebenen Investitionen in Erhalt und Erweiterung der Infrastruktur gefährden die Zukunftsfähigkeit der Städte und Gemeinden. Die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) schätzt, dass sich der kommunale Investitionsstau auf derzeit 132 Mrd. € beläuft [1].

Geht man vom Wiederbeschaffungswert allein der Kanalisation aus, müssten bei einer Abschreibung von 1 bis 2 % jährlich zwischen 7 und 14 Mrd. € in das kommunale Kanalnetz investiert werden. Tatsächlich werden rund 4 Mrd. € aufgebracht [2].

Umso mehr kommt es darauf an, dass die absehbar beschränkten Mittel effizient eingesetzt werden und die gebauten und sanierten Abwasserkanäle so dauerhaft und nachhaltig wie möglich betrieben werden können. Dies stellt höchste Ansprüche an die ausführenden Unternehmen, die eingesetzten Bauverfahren und die verwendeten Rohre und Schächte. In diesem Spannungsfeld werden moderne innovative Bauteile aus Beton eine ganz wesentliche Rolle spielen.



→ 1 Principle of district heating distribution by means of wastewater systems  
Prinzip der Nahwärmeverteilung in Abwassernetzen

Figure: Uhrig

### Demographic changes and changed patterns of use

According to calculations of the Federal Statistical Office, the population in Germany has exceeded its peak at 82.4 million inhabitants in 2005. Since then, the number of inhabitants has been declining, we have to expect a population of only 74.0 million people in 2050. The decline in birth rates and the migratory movements, on which this trend is based, differ from region to region very much in Germany. According to current model calculations of the Statistical Office of Rhineland-Palatinate, for example, the population in this federal state will drop by approx. 21 % or 850,000 people by 2050. The related effects on the existing sewer systems are reduced flow rates, formation of deposits and odor nuisance as well as corrosion risk. These effects are even intensified by decreasing water consumption to less than 120 l/d\*ih. According to calculations conducted by Abwasserberatung NRW this will result in higher sewer service charges (+50%).

### Extended utilization - heat distribution

The utilization of waste heat and/or lost heat occurring in industrial and commercial production processes constitutes an enormous energy potential, which can be transferred to wastewater and transported through the sewer systems for distribution. This idea is relatively new and the subject of research activities at TU Kaiserslautern (Fig. 1). According to investigations at IER [3], it will be possible to meet about 28 % of the total heating energy demand in Germany by utilizing the waste heat, occurring in all industrial processes and power plants, that is released into the surroundings so far.

### Extended utilization - broadband integration

All European citizens shall have access to the high-speed broadband network by 2020. In order to reduce the associated costs, a significant proportion of which is represented by the required civil engineering works, the already existing electrical power, gas, district heating and wastewater systems shall be jointly used for the broadband roll-out (Directive 2014/61/EU on cost reduction measures). This means that the corresponding fiber optic cables shall always be integrated in existing infrastructure, wherever applicable.

### Innovations

The challenges presented, for one thing, require efficient but also sturdy and durable precast concrete elements. Therefore, an in-



→ 3 Accessible pipeline for the accommodation of different systems within the network

Begehbarer Leitungsgang zur Aufnahme verschiedener Netzsparten



→ 2 PerfectPipe with integrated corrosion protection lining

PerfectPipe mit integrierter Korrosionsschutz-auskleidung

Figure: Schlüsselbauer Technology

### Herausforderungen Klimaveränderung

Nach Berechnungen des Umweltbundesamtes werden sich in Deutschland die Niederschlagsintensitäten massiv verändern: für die zweite Hälfte dieses Jahrhunderts wird eine Zunahme der Niederschlagsintensität im Winter um bis zu 20 %, in einigen Teilen um bis zu 80 % erwartet. In den Sommermonaten ist hingegen mit zurückgehenden Niederschlägen um bis zu 30 % zu rechnen, die sich zum Teil auf wenige intensive Starkregenereignisse konzentrieren. Die große Spreizung der Abflussmengen führt in den bestehenden Kanalisationen zu reduzierten Fließgeschwindigkeiten, Ablagerungen und Geruchsbelästigungen sowie zur Korrosionsgefahr.

### Demografische Veränderung und verändertes Nutzerverhalten

Nach Berechnungen des statistischen Bundesamtes hat die Bevölkerung in Deutschland ihr Maximum mit 82,4 Mio. Einwohnern im Jahr 2005 überschritten. Seitdem sinkt die Einwohnerzahl, so dass im Jahr 2050 mit nur noch 74,0 Mio. Einwohnern zu rechnen ist. Die diesem Trend zu Grunde liegenden Geburtenrückgänge und Wanderungsbewegungen sind in Deutschland regional sehr unterschiedlich. Beispielsweise wird nach der aktuellen Modellrechnung des statistischen Landesamtes Rheinland-Pfalz in diesem Bundesland bis zum Jahr 2050 die Bevölkerung um circa 21 %, also rund 850.000 Personen abnehmen. Die damit verbundenen Auswirkungen auf die bestehenden Kanalisationen sind reduzierte Fließgeschwindigkeiten, Bildung von Ablagerungen und Geruchsbelästigung sowie Korrosionsgefahr. Diese Effekte werden verstärkt durch den sinkenden Wasserverbrauch auf weniger als 120 l/d\*Ew. Nach Berechnungen der Abwasserberatung NRW führt dies zu deutlich höheren Abwassergebühren (+50%).

### Nutzungserweiterung - Wärmeverteilung

Die Nutzung der bei industriellen und gewerblichen Produktionsprozessen entstehenden Abwärme, beziehungsweise Verlustwärme, stellt ein erhebliches Energiepotenzial dar, welches auf das Abwasser übertragen und über die Abwasserkanäle transportiert und verteilt werden kann. Dieser Gedanke ist relativ neu und Gegenstand von Forschungsaktivitäten an der TU Kaiserslautern (Abb. 1). Nach Untersuchungen des IER [3] kann man durch Nutzung der bislang in die Umwelt abgegebenen Abwärme, die bei allen industriellen Prozessen und in Kraftwerken anfällt, etwa 28 % des Gesamtwärmeenergiebedarfes in Deutschland decken.

### Nutzungserweiterung - Breitbandkabelintegration

Bis 2020 sollen alle Bürger Europas Zugang zu Hochgeschwindigkeitsbreitbandnetzen erhalten. Um die damit verbundenen Kosten, die zu einem erheblichen Anteil aus den erforderlichen Tiefbaumaßnahmen resultieren, zu senken, sollen die bereits bestehenden Strom-, Gas-, Fernwärme- und Abwassernetze für den Breitbandausbau mitgenutzt werden (KostenreduzierungsRL 2014/61/EU). Das heißt, entsprechende

creased use of acid-resistant concrete grades becomes necessary as well as advanced corrosion protection measures, if applicable.

A concept for increasing the acid resistance primarily aims at obtaining an as dense concrete structure as possible and minimizing the proportion of attackable hardened cement paste as far as possible. This concept requires special cements, the addition of pozzolanic additives as, for example, microsilica and fly ash and, in particular, highly efficient superplasticizers, which make the workability of the concretes with a low binder content possible at all [4]. In this way, durable pH values of  $> 3.5$  are feasible. Under particular conditions a corrosion protection lining can be integrated (Fig. 2). Such concrete types and the product quality required place enormous demands on the production methods.

Products made of concrete are ideally suited to integrate other functions such as heat exchanger and empty conduits, because such elements can be embedded in the bearing structure without the need to accept any drawbacks regarding the load-bearing capacity or the hydraulic capacity (Fig. 3). The concrete structure, furthermore, can serve as heat accumulator, thus contributing to balance the supply of waste heat and the heat demand.

Glasfaserkabel müssen stets dort, wo die Möglichkeit besteht, in die vorhandene Infrastruktur integriert werden. Die Kanalisation kann in besonderer Weise einen Beitrag zum Netzausbau leisten, wenn die hieraus sich ergebenden Anforderungen an Bau und Sanierung sowie Betrieb der Kanäle beachtet werden.

#### Innovationen

Die dargestellten Herausforderungen erfordern einerseits wirtschaftliche aber auch robuste langlebige Betonfertigteile. Dies bedingt den vermehrten Einsatz von säurewiderstandsfähigen Betonen und gegebenenfalls auch weitergehende Korrosionsschutzmaßnahmen.

Ein Konzept zur Erhöhung des Säurewiderstandes ist in erster Linie darauf auszurichten, dass ein möglichst dichtes Betongefüge erzielt und der Anteil an angreifbarem Zementstein möglichst gering gehalten wird. Voraussetzung hierfür sind Spezialzemente, der Einsatz puzzolanischer Zusatzstoffe wie etwa Mikrosilika und Flugasche und insbesondere auch hochwirksame Fließmittel, mit denen eine Verarbeitung der bindemittelarmen Betone erst möglich ist [4]. Damit sind dauerhafte pH-Werte  $> 3,5$  beherrschbar. Unter besonderen Bedingungen kann eine Korrosionsschutzauskleidung integriert werden (Abb. 2). Derartige Betone und die geforderte Produktqualität stellen hohe Anforderungen an die Produktionsverfahren.

Produkte aus Beton sind zur Integration weiterer Funktionen ideal geeignet, da sich Elemente wie Wärmtauscher und Leerrohre in die Tragstruktur einbauen lassen, ohne Nachteile bezüglich der Tragfähigkeit oder der hydraulischen Leistungsfähigkeit in Kauf nehmen zu müssen (Abb. 3). Die Betonstruktur kann dabei zusätzlich als Wärmespeicher dienen und so zu einem Ausgleich von Abwärmeangebot und Wärmebedarf beitragen.

#### REFERENCES/LITERATUR

- [1] <http://www.staedtetag.de/dst/inter/presse/statements/073754/index.html> (abgerufen 26.11.2015)
- [2] Impulse pro Kanal <http://www.impulse-pro-kanalbau.de/forderungskatalog-1/> (abgerufen 26.11.2015)
- [3] Wolf, S.; Lambauer, J.; Fahl, U.: Nahwärmenetz Kanal. Vortrag (unveröffentlicht). Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER), Universität Stuttgart 2012.
- [4] Körkemeyer, K.; Schubert, A.; Mönnich J.: Entwicklung und Prüfung neuer säurewiderstandsfähiger Spezialbetone für die Rohrproduktion. BFT 02/2010, S. 172 bis 174.



Aki Luntamo  
BIM Meister, Sweco,  
Gewinner der Tekla BIM  
Awards 2015

Join the evolution.  
[tekla.com/evolution](http://tekla.com/evolution)



In den Händen des BIM-Meisters verwandeln sich Architektorentwürfe in detaillierte, akkurate 3D-Modelle, die zu realen Gebäuden werden. All das wird möglich durch Tekla Software. TEKLA HEISST JETZT TRIMBLE. Zusammen gestalten wir eine erfolgreiche Zukunft der Bauindustrie.



**Dr. Thomas Ax;** Ax Rechtsanwälte, Neckargemünd

[mail@ax-rechtsanwaelte.de](mailto:mail@ax-rechtsanwaelte.de)

Seit mehr als 20 Jahren mit dem Vergaberecht befasst; als Seniorpartner und Kanzleihinhaber der Kanzlei Ax Rechtsanwälte ausschließliche Beratung in Sachen Öffentliches Vergaberecht und Vertragsrecht für Öffentliche Auftraggeber und Unternehmen; zuvor 15 Jahre lang Seniorpartner und Kanzleihinhaber der Rechtsanwaltskanzlei Ax, Schneider und Kollegen; seit 1993 mehr als 1.000 Fachbeiträge in Fachzeitschriften zu vergaberechtlichen, baurechtlichen und architektenrechtlichen Zeitschriften veröffentlicht und Verfasser von mehr als 70 Handbüchern, Leitfäden sowie Kommentaren und Herausgeber von zahlreichen Fachzeitschriften; Dozententätigkeit an verschiedenen Lehreinrichtungen zum Vergabe- und Vertragsrecht sowie zum Bau-, Architekten- und Wirtschaftsrecht und umfassende Beratungen für Kommunalverwaltungen

## Bidding and award modalities – Update of the new EU legislation

## Ausschreibungs- und Vergabemodalitäten – Update zur neuen EU-Gesetzgebung

On 28 March 2014, the new EU legislative package on procurement was published in the Official Journal of the EU. The most extensive reform of the EU procurement law since 2004 comprises three Directives:

The new Directive 2014/24/EU on classic public contracts, the new Directive 2014/25/EU on procurement by entities operating in the water, energy, transport and postal services sectors and, for the first time, a directive on awards of concession contracts: 2014/23/EU.

Against the background of the economic, social and political developments and current budgetary constraints, a reform of the regulations became necessary. For one, to simplify them and to orient them more closely to every-day practice, and, secondly, to enable public procurement to the cost-benefit ratio, taking due account of the principles of transparency and competition.

Whether the declared objective of the reform for simplification will, in fact, be reached is a matter that deserves scrutiny. The objective is codification of the previous adjudication that takes better account of strategic objectives, in particular of environmental and social issues as well as promotion of small and medium-sized companies. German legislators are now required to transpose the extensive European specifications into national law. The presentation is aimed at providing a compact, but well-founded overview about the pending changes to the EU law on bidding and award modalities of the new EU law on public procurement.

Am 28. März 2014 ist das neue EU-Richtlinienpaket zum Vergaberecht im EU-Amtsblatt veröffentlicht worden. Die größte Reform des EU-Vergaberechts seit 2004 umfasst drei Richtlinien:

Die neue Richtlinie 2014/24/EU über die klassische öffentliche Auftragsvergabe, die neue Richtlinie 2014/25/EU über die Sektorauftragsvergabe und erstmals eine Richtlinie über die Vergabe von Konzessionen 2014/23/EU.

Vor dem Hintergrund der wirtschaftlichen, sozialen und politischen Entwicklung und aktueller Haushaltszwänge wurde eine Reform der Regeln notwendig, um sie einerseits zu vereinfachen und für die öffentlichen Auftraggeber wie die Unternehmen praxisgerechter zu gestalten, und andererseits eine öffentliche Beschaffung zum besten Preis-Leistungs-Verhältnis und unter Achtung der Transparenz- und Wettbewerbsgrundsätze zu ermöglichen.

Ob das erklärte Reformziel einer Vereinfachung erreicht wird, darf durchaus hinterfragt werden. Ziele sind Kodifikation bisheriger Rechtsprechung, eine Steigerung der Rechtssicherheit, die stärkere Berücksichtigung strategischer Ziele, insbesondere Umwelt und Soziales sowie die Förderung kleiner und mittlerer Unternehmen. Der deutsche Gesetzgeber ist nunmehr gefordert, bis spätestens 18. April 2016 die umfangreichen europäischen Vorgaben in nationales Recht umzusetzen.

Der Vortrag soll Ihnen einen kompakten, aber fundierten Überblick über die anstehenden Änderungen der Ausschreibungs- und Vergabemodalitäten des neuen EU-Vergaberechts verschaffen.

**Dipl.-Ing. Albert Steinhoff**; DS Dichtungstechnik GmbH, Nottuln

[steinhoff@dsseals.com](mailto:steinhoff@dsseals.com)

Geboren 1963; Handwerkslehre zum Maurer; Fachabitur für Bauwesen; bis 1987 Studium an der Fachhochschule Münster, Fachrichtung: konstruktiver Ingenieurbau; seit 1987 Entwicklung von modernen und leistungsfähigen Dichtungssystemen für den Kanalbau als Geschäftsführender Gesellschafter der DS Dichtungstechnik GmbH



## Sealing systems for pipes and manholes – Latest requirements

## Dichtungssysteme für Rohre und Schächte – Neuester Stand der Anforderungen

In times of growing awareness regarding environmental protection, the parties issuing an invitation to tender also increase the requirements on production and assembly of sewer and manhole parts. This, among others, applies to an essential component in the joint between such parts. It is the joint seal that is providing for reliable and permanent sealing of modern sewer and manhole structures, thus being an inevitable part for sustainable environmental protection.

In order to meet the requirements of this situation, the sealing system is designed according to the respective customer-specific joint, being exactly manufactured in the quality required. This is guaranteed by the high technical expertise of the staff members and by a modern production facility using state-of-the-art manufacturing technology. Additionally, the production is monitored by the internal quality control and independent external testing institutes, thus achieving the highest possible product quality.

### Sealing systems

The portfolio of these elastomeric seals is ranging from not fixed unlubricated, not fixed pre-lubricated seals or seals integrated in pipes and manholes up to special applications. All sealing systems comply with the requirements of DIN EN 681-1 and the FBS quality guideline QR 4060.

### Sealing materials

The materials we most often use for the production of elastomeric seals are styrene-butadiene rubber (SBR), ethylene propylene diene monomer (EPDM rubber) and nitrile butadiene rubber (NBR).

In Zeiten wachsender Sensibilisierung bezüglich des Umweltschutzes steigen auch die Anforderungen der ausschreibenden Stellen an Produktion und Montage von Kanal- und Schachtbauteilen. Dies betrifft unter anderem ein entscheidendes Bauteil in der Fügung zwischen diesen Bauteilen. Es ist die Dichtung, die für eine zuverlässige dauerhafte Abdichtung der modernen Kanal- und Schachtbauwerke sorgt und somit für einen nachhaltigen Umweltschutz unumgänglich ist.

Um dieser Situation gerecht zu werden, wird die Dichtung exakt für die jeweiligen Fügungen kundenbezogen bemessen und entsprechend in den erforderlichen Qualitäten produziert. Dies wird durch die hohe

fachliche Kompetenz der Mitarbeiter und durch eine moderne Produktionsstätte, die auf dem neuesten Stand der Herstellungstechnik steht, gewährleistet. Zudem wird die Produktion durch eine interne Qualitätskontrolle und von unabhängigen externen Prüfinstituten überwacht und somit eine bestmögliche hohe Produktqualität erreicht.

### Dichtungssysteme

Die Bandbreite dieser Elastomer-Dichtungen erstreckt sich von den losen ungeschmierten, den losen vorgeschmierten oder den integrierten Rohr- und Schachtdichtungen bis hin zu Sonderanwendungen. Alle Dichtungen entsprechen den Anforderungen der DIN EN 681-1 und der FBS-Qualitätsrichtlinie QR 4060.

### Dichtungsmaterialien

Die von uns am häufigsten verwendeten Materialien zur Herstellung der Elastomer-Dichtungen sind Styrol-Butadien-Kautschuk (SBR), Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk (EPDM) und Nitril-Butadien-Kautschuk (NBR). In vereinzelten



→ Pipe-jacking construction site using large pipes made of reinforced concrete

Vortriebsbaustelle mit Stahlbeton-Großrohren

Figure: DS Dichtungstechnik GmbH

Chloroprene rubber (CR) is also used occasionally. Characteristic for EPDM is the high resistance to acids/alkali solutions and for NBR the high resistance to crude oil/gasoline.

### Sealing technology

The contact pressure of the seal has to be higher than the water pressure so that the sealing effectively seals up the pipe or manhole joint. This requires securing the position of the seal by friction or support as well as a sealing contact surface of an adequate size, in order to compensate small voids and cavities in the concrete and to prevent lateral water infiltration.

### Integrated seals

The properly designed seal is situated at the proper place and it is protected in the socket of the pipe for storage and transportation purposes. The unit of pipe and seal ensures quick and reliable assembly. The seal is safely fixed in the socket and protected against internal and external water pressure. Small tolerances of socket and spigot end provide for enhanced tightness security.

### Load transfer in manhole structures

A uniform, non-resilient load transfer in vertical direction among all precast manhole units has to be ensured according to DIN EN 1917, DIN EN 1610, ATV-DVWK-A-139 and ATV-DVWK-A 157. Precast manhole units and their joints including sealing compound form a single technical unit, thus they have to be supplied by the manufacturer of the precast manhole units. The sealing compounds have to be adapted to the size of the joints of the manhole parts. The manufacturer of such load transfer elements has to prove the reliable, non-resilient transfer of all vertical loads for any type of construction by a verified structural calculation of the entire structure, and having it confirmed by a recognized testing body on the basis of respective ultimate load analyses.

### Frame part seals

The checkable double wedge slide seals allow checking of large pipes and box culvert units immediately after assembly as well as further inspections in a fast and uncomplicated manner, without additional assembly efforts for testing equipment.

### Jacking pipe seals

Advanced wedge-shaped sliding seals enable the realization of a verifiable tightness of jacking pipe joint seals exposed to an external water pressure of up to 8.25 bar.

DS Dichtungstechnik GmbH, as a reliable full-range supplier of sealing systems and special accessories for sewer pipes and manholes, always supports their customers with state-of-the-art production expertise and continuously innovative product developments.

Fällen wird auch Chloropren-Kautschuk (CR) verarbeitet. Hierbei weist EPDM eine gute Beständigkeit gegenüber Säuren/Laugen und NBR eine gute Beständigkeit gegenüber Mineralöl/Benzin auf.

### Dichtungstechnik

Damit die Dichtung eine Rohr- oder Schachtfügung abdichtet, muss der Anpressdruck der Dichtung größer sein als der anstehende Wasserdruck. Dafür ist eine Lagesicherung der Dichtung durch Reibung oder Abstützung sowie eine ausreichend große Dichtungsfläche erforderlich, um kleinere Poren und Fehlstellen im Beton zu überbrücken und eine Wasserumläufigkeit im Beton zu verhindern.

### Integrierte Dichtungen

Die richtige bemessene Dichtung sitzt an der richtigen Stelle und ist bei Lagerung und Transport der Rohre in der Muffe geschützt. Die

Einheit von Rohr und Dichtung gewährleistet eine schnelle und sichere Montage. Die Dichtung ist gegen Innen- und Außenwasserdruck sicher in der Muffe befestigt. Geringe Toleranzen von Muffe und Spitzende ergeben eine erhöhte Dichtungssicherheit.



→ Sewer construction site using box culverts made of reinforced concrete  
Kanalbaustelle mit Stahlbeton-Rahmenbauteilen

### Lastübertragung bei Schachtbauwerken

Gemäß DIN EN 1917, DIN EN 1610, ATV-DVWK-A-139 und ATV-DVWK-A 157 ist eine gleichmäßige, nicht federnde vertikale Lastübertragung zwischen allen Schachtfertigteilen sicherzustellen. Schachtfertigteile und ihre Verbindungen einschließlich Dichtmittel bilden eine

technische Einheit und sind vom Hersteller der Schachtfertigteile mitzuliefern. Die Dichtmittel sind auf die Maße der Fügungen der Schachtbauwerke abzustimmen. Der Hersteller solcher Lastübertragungselemente muss für jede Bauart die sichere, nicht federnde Übertragung aller senkrechten Lasten durch eine geprüfte statische Berechnung am Gesamtbauwerk nachweisen und durch entsprechende Traglastuntersuchungen von einer anerkannten Prüfstelle bestätigen lassen.

### Rahmendichtungen

Mit prüfbareren Doppelkeildichtungen können Großrohre und Rahmenbauwerke ohne erhöhten Montageaufwand von Prüfeinrichtungen sofort nach der Montage und bei weiteren Kontrollen schnell und unkompliziert geprüft werden.

### Vortriebsdichtungen

Mit modernen Keilgleitdichtungen kann nachweislich die Dichtheit von Vortriebsrohrfugungen bei einem Außenwasserdruck bis zu 8,25 bar realisiert werden.

Die DS Dichtungstechnik GmbH steht ihren Kunden stets mit modernsten Fertigungskompetenzen und ständigen innovativen Produktentwicklungen als zuverlässiger Komplettanbieter für Dichtungssysteme und Spezialzubehör für Kanalrohre und -schächte zur Seite.

Figure: DS Dichtungstechnik GmbH



**Prof. Dr.-Ing. Matthias M. Middel;** InformationsZentrum Beton, Erkrath

[matthias.middel@beton.org](mailto:matthias.middel@beton.org)

Geboren 1962; 1983 bis 1989 Studiengang Bauingenieurwesen an der Ruhr-Universität Bochum; 1989 bis 1995 wissenschaftliche Hilfskraft und wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Ruhr-Universität Bochum; 1995 Promotion; 1995 bis 1997 Leiter der Abteilung Baustoffe bei der Bau und Wasserchemie Dr. Rose GmbH, Bochum; 1997 bis 1999 Referent in der Leitung der Bauberatung des Bundesverbands der Deutschen Zementindustrie e.V., Köln; 1999 bis 2003 Leiter der Bauberatung Zement Beckum des Bundesverbands der Deutschen Zementindustrie e.V., Köln; 2000 bis 2015 Geschäftsführer der BetonMarketing West GmbH, Beckum; seit 2009 Honorarprofessor an der Fakultät für Architektur und Bauingenieurwesen der Technischen Universität Dortmund; seit 2015 Geschäftsführer der InformationsZentrum Beton GmbH, Erkrath



## Alternative systems for an energy turnaround Electric transmission lines with underground high-voltage cables -

### Alternative Systeme für die Energiewende Stromtrassen mit erdverlegten Hochspannungskabeln -

For those responsible only a few years remain to implement the decision taken by politics on June 11, 2011 on a gradual abandonment of nuclear energy. The last eight of the presently operated nuclear power plants have to be taken from the electricity grid in the period beginning at the end of 2017 and finalized by the 31<sup>st</sup> of December 2022. From that time at the latest, an additional about 15% of the gross electricity output provided in Germany at present will have to be covered by electricity generated by renewable sources. A considerable proportion of this will be contributed by wind energy generated in the offshore region, which has to be transmitted from the German coast to the consumers throughout the entire country.

The issue of providing an appropriate and efficient transport network is of central importance in this process. If, however, about two years ago, people more or less agreed that the network plan prepared by the Federal Network Agency could be realized by the expansion of the existing network and the construction of new lines in the usual method of overhead power lines; the tenor of discussions has fundamentally changed meanwhile.

Overhead power lines are meeting with less and less acceptance among the population, so that the underground high-voltage cables are supported by politics.

#### **Underground cable**

Underground cables are a first approach towards a solution with less noticeable cable routing for the population. For this purpose, the actual high-voltage cables are laid in replaced soils and/or in special concretes with particularly heat conducting properties. Although above-ground building structures are not needed (with the exception of the transfer points), the about 25 m wide route remains visible, as it is not permitted to have any kind of building structures or deep-rooted plants above the cables; the route has to be kept permanently free. The line losses dissipating as heat warm up the surrounding soil, with a negative environmental impact and restrictions on use (desertification).

Owing to the small laying depth of just about 1.5 to 2.0 m, the magnetic field strength generated by the high-voltage cable is so high at the ground level that people should not stay there permanently.

Zur Umsetzung des am 11. Juni 2011 politisch formulierten Beschlusses zum stufenweisen Ausstieg aus der Atomenergie bleiben den Verantwortlichen nur noch wenige Jahre. Beginnend Ende 2017 und bis zum 31.12.2022 abgeschlossen, müssen die letzten acht der zurzeit noch betriebenen Atomkraftwerke vom Stromnetz genommen werden. Spätestens ab diesem Zeitpunkt müssen etwa weitere 15% der heute in Deutschland bereitgestellten Bruttostromerzeugung durch Strom aus erneuerbaren Quellen abgedeckt werden. Zu einem erheblichen Teil wird dies durch Windkraftenergie aus dem Offshore-Bereich sein, die von den deutschen Küsten an die Verbraucher in der gesamten Republik geleitet werden muss.

In diesem Prozess ist die Frage der Bereitstellung eines geeigneten und leistungsfähigen Transportnetzes von zentraler Bedeutung. War man sich vor noch etwa zwei Jahren weitestgehend darüber einig, dass der von der Bundesnetzagentur erarbeitete Netzplan durch Aus- und Neubau der bisher gängigen Technik der Freileitungen umgesetzt werden könnte, hat sich die Diskussionslage mittlerweile grundlegend geändert.

Freileitungen finden in der Bevölkerung immer weniger Akzeptanz, sodass eine politische Förderung erdverlegter Hochspannungskabel besteht.

#### **Erdkabel**

Einen ersten Ansatz in Richtung einer für die Bevölkerung weniger wahrnehmbaren Kabelführung bilden Erdkabel. Hierbei werden die eigentlichen Hochspannungskabel in ausgetauschten Böden beziehungsweise in speziellen besonders wärmeleitenden Betonen geführt. Wenngleich keine oberirdischen Bauwerke (mit Ausnahme von Übergabestellen) erforderlich sind, bleibt die rund 25 m breite Trasse sichtbar, da über den Kabeln keinerlei Bebauung oder tiefwurzelnde Bepflanzung zulässig ist; die Trasse ist dauerhaft freizuhalten. Die als Wärme freiwerdenden Übertragungsverluste erwärmen das umgebende Erdreich und führen zu ökologischen Beeinträchtigungen und Nutzungseinschränkungen (Versteppung).

Aufgrund der nur geringen Verlegetiefe von etwa 1,5 bis 2,0 m ist die durch die Hochspannungskabel erzeugte magnetische Feldstärke an der Geländeoberkante so hoch, dass sich Personen dort nicht dauerhaft aufhalten sollten.

### Accessible utility tunnel

Accessible utility tunnels are a systematic further development of underground laying of ultra-high-voltage cables - an example is the e-line utility tunnel (e-line-Infrastrukturkanal) (Fig. 1). This combines the well-proven techniques of concrete tunnel construction with high-voltage engineering. A utility tunnel is built that apart from the ultra-high-voltage cables can also carry other utility lines such as data cables, gas conduits and district heating and that allows inspection at any time. The inside of the utility tunnel easily provides reserves for expansion allowing adjustments to future transmission techniques without any problems. Due to technological further developments, optimized systems, like the e-line utility tunnel, have reduced the magnetic field strength on the ground level so as to undercut the legal limits considerably, thus enabling almost unrestricted utilization of the area above the utility tunnel.

Being protected in a reinforced-concrete tunnel, the electric grid laid in a utility tunnel is safe from extreme weather conditions as well as even better protected from sabotage. The high-voltage cables carried in a utility tunnel also show line losses which occur in the form of heat. However, in contrast to other systems, this thermal energy is not lost to the environment without being used, but there is the possibility to collect this energy within the concrete tunnel and to supply it for further use. In this way, not only the ecological quality of the system is significantly improved, but also an additional economic advantage is realized.

### Summary

In the years to come, substantial construction works will be required for ensuring the electricity supply throughout Germany. Underground laying of high-voltage cables in precast concrete units can decisively contribute to a sustainable and ecologically sound solution, in particular, where power lines would affect residential areas or landscapes deserving protection. This may lead to a social consensus which may contribute to the rapid implementation of this major infrastructural task.

→ 1 Accessible utility tunnel for high-voltage cables

Begehbarer Infrastrukturkanal für Hochspannungskabel

### Begehbare Infrastrukturkanäle

Eine konsequente technische Weiterentwicklung der unterirdischen Führung von Höchstspannungskabeln stellen begehbare Infrastrukturkanäle, beispielweise der e-line-Infrastrukturkanal dar (Abb. 1). Hierbei werden die bewährten Techniken des Betonkanalbaus und der Hochspannungstechnik zusammengeführt. Es entsteht ein jederzeit inspizierbarer Medienkanal, in dem neben den Höchstspannungskabeln auch weitere Medien wie Datenkabel, Gas und Fernwärme gebündelt werden können. Ausbaureserven sind innerhalb des Infrastrukturkanals leicht bereitzustellen, sodass Anpassungen an zukünftige Übertragungstechniken problemlos vorgenommen werden können. Optimierte Systeme, wie der e-line-Infrastrukturkanal haben durch technische Weiterentwicklungen die magnetische Feldstärke soweit reduziert, dass an der Geländeoberfläche die gesetzlichen Grenzwerte erheblich unterschritten werden und somit eine nahezu uneingeschränkte Flächennutzung oberhalb des Infrastrukturkanals weiterhin möglich ist.

Der Schutz in einem Stahlbetonkanal macht das Stromversorgungsnetz in einem Infrastrukturkanal sicher vor extremen Wertsituationen und erhöht auch die Sicherheit vor Sabotage. Auch die in einem Infrastrukturkanal geführten Hochspannungskabel weisen Übertragungsverluste auf, die in Form von Wärme anfallen. Anders als bei anderen Systemen wird diese Wärmeenergie jedoch nicht ungenutzt an die Umwelt abgegeben, sondern es besteht die Möglichkeit, diese innerhalb des Betonkanals zu sammeln und einer weiteren Nutzung zuzuführen. Hierdurch wird nicht nur die ökologische Qualität des Systems deutlich verbessert, sondern auch ein zusätzlicher ökonomischer Vorteil generiert.

nur die ökologische Qualität des Systems deutlich verbessert, sondern auch ein zusätzlicher ökonomischer Vorteil generiert.

### Zusammenfassung

Zur Sicherstellung der bundesweiten Stromversorgung werden in den kommenden Jahren massive Bauleistungen erforderlich werden. Unterirdische Verlegungen von Hochspannungskabeln in Betonfertigteilen können insbesondere dort, wo Trassen Siedlungsgebiete oder schützenswerte Landschaftsgebiete berühren, einen entscheidenden Beitrag für eine nachhaltige und ökologisch unbedenkliche Lösung liefern. Hiermit kann ein gesellschaftlicher Konsens herbeigeführt werden, der zur zügigen Umsetzung dieser infrastrukturellen Großaufgabe beitragen kann.



Figure: e-line technical infrastructure GmbH

**Dr.-Ing. Gerfried Schmidt-Thrö**, Ingenieurbüro für Rohrstatik Dr.-Ing. Schmidt-Thrö, Burghausen

[info@schmidt-throe.de](mailto:info@schmidt-throe.de)

Geb. 1952; Studium Bauingenieurwesen an der TU München; ab 1979 wiss. Mitarbeiter in der Forschung (TUM); 1987 Promotion bei Prof. Kupfer; ab 1987 Technischer Werkleiter Fa. Bartlechner KG; seit 1993 selbständiges Ing.-Büro für Rohrleitungstiefbau; seit 1997 ö.b.u.v. Sachverständiger; Mitarbeit in diversen Normungsgremien (DWA, DIN, ÖN, EN)



Figure: Dr.-Ing. Gerfried Schmidt-Thrö

## Determination of exposure classes in the field of wastewater and the resulting concrete cover for reinforced concrete pipes

### A clarification

## Festlegung der Expositionsklasse im Abwasserbereich und die daraus resultierende Betondeckung bei Stahlbetonrohren Eine Klarstellung

#### Preliminary note

Sometimes, there is an impression of uncertainty among clients and contracting parties about the requirements to impose on concrete and in particular on the concrete cover for reinforced concrete pipes. To be on the safe side, they set excessive requirements which, however, may be detrimental at another point.

#### Which exposure classes are to be set for the interior and exterior of pipes?

DIN 4030-1 applies to the exterior of pipes and is relating to the soil and the groundwater. The exposure is classified into XA1 up to XA3. One problem for tendering here is the fact that the former designation “strong attack” used for XA2 now applies to XA3.

DWA-M 168 specifies values for the stress inside the pipe and stipulates which stress may occur permanently, temporarily and momentarily. It also has to be considered that discharging a medium with values above the ones proposed according to DWA-M 115-2 may lead to health hazards, apart from a possible attack on the pipe material and/or a reduced effectiveness of the wastewater treatment plant.

Normally, concrete is not able to resist an attack of biogenic sulfuric acid with a very low pH value, hence protection measures are needed. Biogenic sulfuric acid, however, is also dangerous for people and it disturbs the treatment process.

**Table 1** gives a summary of the possible stress occurring in the field of wastewater.

Reinforcement corrosion can be caused by a chloride attack and by depassivation due to carbonation.

The limitation of the chloride content in usual municipal wastewater is stipulated at 250 mg/l, which means that chloride-induced reinforcement corrosion is not possible in case of unaffected concrete. The co-author has already carried out several extensive

#### Vorbemerkung

Manchmal entsteht der Eindruck einer Unsicherheit bei Bauherren und Ausschreibenden, welche Anforderungen an den Beton und insbesondere an die Betondeckung bei Stahlbetonrohren gestellt werden sollen. Um sicherzugehen, werden dann überzogene Anforderungen gestellt, die an anderer Stelle aber Nachteile bereiten.

#### Welche Expositionsklassen sind innerhalb und außerhalb des Rohres anzusetzen?

Außerhalb des Rohres gilt DIN 4030-1 und betrifft den Boden und das Grundwasser. Die Exposition wird in XA1 bis XA3 eingeteilt. Probleme bereitet bei Ausschreibungen, dass die alte Bezeichnung „starker Angriff“ für XA2 jetzt für XA3 gilt.

Innerhalb des Rohres gibt DWA-M 168 Werte für die Beanspruchung an und welche Beanspruchung dauernd, zeitweilig und kurzzeitig vom Rohrbeton aufgenommen werden kann. Zu bedenken ist auch, dass die Einleitung eines Mediums mit Werten über den nach DWA-M 115-2 vorgeschlagenen, neben einem möglichen Angriff des Rohrwerkstoffes zu einer Gesundheitsgefährdung und/oder zu einer reduzierten Wirksamkeit im Klärwerk führen kann.

Einem Angriff durch biogene Schwefelsäure mit sehr geringen pH-Werten ist der Beton i.d.R. nicht gewachsen, er braucht Schutzmaßnahmen. Biogene Schwefelsäure ist aber auch für den Menschen gefährlich und stört den Klärprozess.

Eine Zusammenfassung der möglichen Beanspruchung im Abwasserbereich enthält **Tabelle 1**.

Eine Bewehrungskorrosion kann durch Chloridangriff entstehen bzw. durch Depassivierung infolge Carbonatisierung.

Die Begrenzung des Chloridgehaltes in üblichem, kommunalen Abwasser liegt bei 250 mg/l, d. h. eine chloridinduzierte Bewehrungskorrosion im ungestörten Beton ist nicht möglich. Vom Zweitverfasser



**Prof. Dr.-Ing. Christian Sodeikat**, Ingenieurbüro Schießl Gehlen Sodeikat, München

sodeikat@ib-schiessl.de

Geboren 1963; Studium Bauingenieurwesen an der TU München; 1991 bis 1999 wissenschaftlicher Mitarbeiter und wissenschaftlicher Assistent am Baustoffinstitut der TU München; 2000 Promotion bei Prof. Springenschmid; ab 2000 geschäftsführender Gesellschafter der IB Schießl Gehlen Sodeikat GmbH; Honorarprofessur an der TU München für das Lehrgebiet Bauwerksanalyse und Instandsetzung; Mitarbeit in verschiedenen Fachausschüssen

Kind of attack Angriffsart	E. g. by z.B. durch	Usual municipal wastewater Übliches kommunales Abwasser	Guidance values permanent stress acc. to DWA M 115-2 Richtwerte dauernde Beanspruchung DWA M 115-2	Guidance values temporary (1 year in 10 years) Richtwerte zeitweilig (1 Jahr in 10 Jahren)	Guidance values momentary (< 1h per week) Richtwerte kurzzeitig (<1 h pro Woche)
Soluble by leaching Lösend durch Auslaugung	Soft water Weiches Wasser	Not applicable nicht gegeben	Not applicable entfällt	Not applicable entfällt	Not applicable entfällt
Soluble by acid attack Lösend durch Säureangriff	Inorganic acids (hydrochloric acid, nitric acid) Anorganische Säure (Salzsäure, Salpetersäure)	pH value of 6.5-10 pH-Wert 6.5-10	pH value ≥ 6.5 pH-Wert ≥ 6.5	pH value ≥ 5.5 pH-Wert ≥ 5.5	pH value ≥ 4 pH-Wert ≥ 4
	Organic acid Organische Säure			pH value ≥ 6 pH-Wert ≥ 6	pH value ≥ 4 pH-Wert ≥ 4
	Carbon dioxide (CO <sub>2</sub> ) soluble in lime Kalklösende Kohlensäure (CO <sub>2</sub> )	< 10 mg/l	≤ 15 mg/l	≤ 25 mg/l	≤ 100 mg/l
Soluble by exchange reaction Lösend durch Austauschreaktion	Magnesium (MG <sup>2+</sup> )	< 100 mg/l	≤ 1000 mg/l	≤ 3000 mg/l	No limitation Keine Begrenzung
	Ammonium nitrogen (NH <sub>4</sub> -N) Ammonium-Stickstoff(NH <sub>4</sub> -N)	< 100 mg/l	≤ 300 mg/l	≤ 1000 mg/l	
Sproouting treibend	Sulfate (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) Sulfat (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	< 250 mg/l	≤ 600 mg/l ≤ 1500 mg/l* ≤ 3000 mg/l**	≤ 1000 mg/l - ≤ 5000 mg/l**	
Classification Einstufung		XA0-XA1	XA0-XA1	XA1-XA2	XA2-XA3
Requirement on concrete Anforderung an Beton	Water ingress depth < 3 cm (DIN EN 12390-8) Wassereindringtiefe < 3 cm (DIN EN 12390-8)	w/z ≤ 0.50 <sup>#</sup>	*Special cements *besondere Zemente **H5 cement **HS-Zement		
#According to DIN EN 1916 and DIN EN 1917 #nach DIN EN 1916 und DIN EN 1917		w/b < 0,45 w/b < 0,45			

→Tab. 1 List of possible stress factors in the wastewater (according to DWA-M 168)

Auflistung möglicher Beanspruchung im Abwasser (nach DWA-M 168)

investigations on manholes used in road construction, which did not reveal increased levels of chloride contamination.

The highest exposure class XC4 (cyclic wet and dry) for carbonation requires  $c_{min}$  of 25 mm using C 25/30. However, carbonation is very slow in damp climate.

Abrasion stress according to XM2 can be caused by steep gradients and possible bottom load. According to DIN V 1201 the resistance of a C40/50 concrete is appropriate for a flow rate of < 10 m/s.

**What can the concrete of pipes set against this?**

In principle, the concrete quality used for pipes and manholes of type II (FBS) in accordance with DIN V 1201 is at least C40/50 concrete. In compliance with DIN EN 1916 and/or 1917, the w/b ratio is maxi-

wurden bereits viele Schachtbereiche im Straßenbereich näher untersucht – erhöhte Chloridbelastung wurde nie festgestellt.

Die höchste Expositionsklasse XC4 (wechselnd nass und trocken) für Carbonatisierung verlangt  $c_{min}$  von 25 mm bei C 25/30. Allerdings erfolgt bei feuchtem Klima die Carbonatisierung sehr langsam.

Bei starkem Gefälle und möglichem Geschiebe kann eine Verschleißbeanspruchung gemäß XM2 auftreten. In DIN V 1201 wird bei einer Fließgeschwindigkeit < 10 m/s der Widerstand bei einem Beton C 40/50 als ausreichend angesehen.

**Was hat der Rohrbeton dem entgegenzusetzen?**

Grundsätzlich beträgt die Betongüte für Rohr- und Schachtbeton Typ II (FBS) nach DIN V 1201 mindestens C 40/50. Der w/b Wert liegt gemäß

Figure: DIN V 1201

mum 0.45. This fulfils all requirements for XA1/XA2 as well as SM2, XD3 and XF3. The requirement specified for XA3 cannot be met by concrete permanently, but need additional protection measures (see DIN 1045-2/5.3.2). However, high-performance concrete is able to resist an attack beyond XA2, if applicable.

Owing to the high concrete quality required for pipes of type 2 according to DIN V 1201 and the monitored production process, the concrete cover can be slightly reduced as compared to DIN EN 206 (Tab.11 of DIN V 1201 – **Table 2**).

In special cases – in case of stagnant groundwater with aggressive substances or in case of abrasion, for example, – it is possible to include a so-called sacrificial layer.

Besides the general approaches in regard to the concrete composition and the concrete cover, an even more precise assessment of the corrosion risk in particular cases can probabilistically be provided by a model for simulating the damage progress.

### Determination of the concrete cover required

As far as calls for tenders are concerned, it is important that either realistic exposure classes are given and/or the requested concrete cover is defined properly. In this regard, priority has to be given to the respective product standard as opposed to a general standard.

The  $c_{nom}$  value is relevant for the production process and the static calculation. It consists of  $c_{min}$  and an allowance. An allowance of 10 mm (instead of 15 mm generally) is considered to be appropriate for pipes, for example. The concrete quality can also have an influence on  $c_{min}$ .

First of all, the concrete cover for usual wall thicknesses should be observed at all. **Figure 1** shows the possible consequences if the concrete cover is chosen too large. There has to be sufficient space in case of two reinforcement layers for not disturbing the concrete placing process and the compaction. A too large edge distance – also in relation to the wall thickness – results in an increased crack susceptibility, because the reinforcement slowing down the crack is too far away from the tension zone. In case of pipes with single-layer reinforcement a too high concrete cover can lead to the fact that the reinforcement is placed in the compression zone in the non-cracked state I and that it is hardly effective.

### Summary

A realistic assessment of the relevant exposure classes is important to ensure a safe and economical tendering procedure. Requiring a too high concrete cover may have negative effects.

DIN EN 1916 bzw. 1917 höchstens bei 0,45. Damit sind die Anforderungen für XA1/XA2 sowie XM2, XD3 und XF3 abgedeckt. Die Anforderung für XA3 kann dauerhaft nicht mit Beton erfüllt werden, sondern es bedarf dann zusätzlicher Schutzmaßnahmen (s. DIN 1045-2/5.3.2). Hochleistungsbeton kann aber ggf. einem Angriff über XA2 hinaus standhalten.

Wegen der hohen Betongüte für Rohre gemäß Typ 2 in DIN V 1201 und der überwachten Produktion kann die Betondeckung gegenüber DIN EN 206 etwas reduziert werden (Tab. 11 in DIN V 1201 – **Tab. 2**).

In Sonderfällen – z.B. bei stehendem Grundwasser mit aggressiven Anteilen oder bei Verschleiß – kann auch eine Opferschicht eingeplant werden.

Neben den pauschalen Ansätzen für die Betonzusammensetzung und die Betondeckung kann die Korrosionsgefahr im Einzelfall noch genauer durch ein sog. Schadenfortschrittsmodell probabilistisch beurteilt werden.



**AVERMANN**  
Maschinenfabrik GmbH & Co. KG

**Your projects – our machines**

[www.avermann.com](http://www.avermann.com)

since 1946

Wir sind auf den/We are on the

**BETONTAGE**  
CONCRETE SOLUTIONS  
23. - 25.02.2016 / Neu-ULM

Besuchen Sie uns  
Visit us

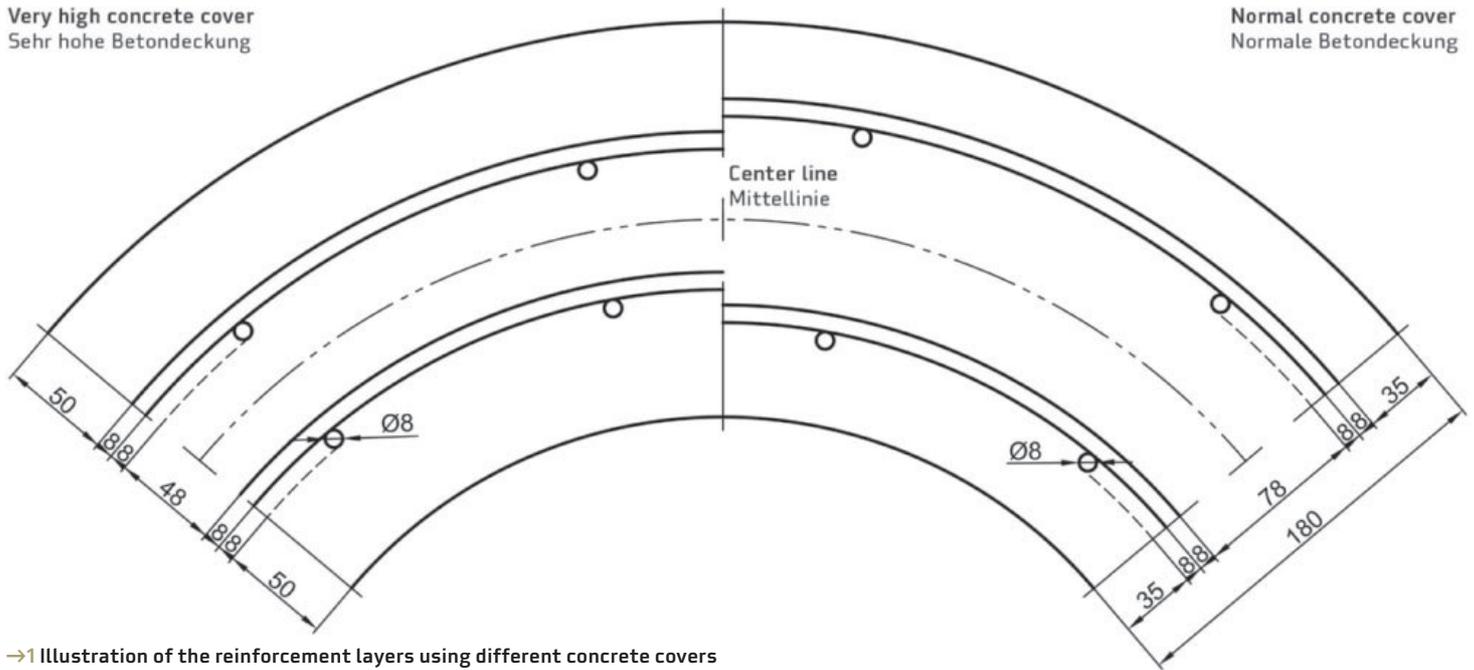
**Stand 39**



circulation plant • shuttering • tilting tables • vibrating lines • pallets • special machines

**AVERMANN Maschinenfabrik GmbH & Co. KG**

Lengericher Landstr. 35 • 49078 Osnabrück/Germany  
Phone: +49 5405 505-0 • Fax: +49 5405 6441 • [info@avermann.de](mailto:info@avermann.de)



→1 Illustration of the reinforcement layers using different concrete covers  
Darstellung der Bewehrungslagen bei unterschiedlichen Betondeckungen

Figure: Dr.-Ing. Gerfried Schmidt-Thró

**Festlegung der erforderlichen Betondeckung**

Wichtig bei Ausschreibungen ist, dass entweder realistische Expositionsklassen angegeben werden und/oder die gewünschte Betondeckung richtig definiert wird. Hierbei ist die Beachtung der entsprechenden Produktnorm vorrangig zur allgemeinen Norm.

Für die Produktion und die statische Berechnung ist der  $c_{nom}$ -Wert maßgebend. Er setzt sich aus  $c_{min}$  und einem Vorhaltemaß zusammen. Bei Rohren wird z.B. ein Vorhaltewert von 10 mm (statt sonst 15 mm) als ausreichend angesehen. Für  $c_{min}$  kann auch die Betongüte einen Einfluss haben.

Zunächst sollte die Betondeckung bei handelsüblichen Wanddicken überhaupt einzuhalten sein. **Abbildung 1** zeigt die möglichen Folgen einer zu groß gewählten Betondeckung. Bei 2 Bewehrungslagen ist

ein ausreichender Abstand notwendig, um den Betoniervorgang und die Verdichtung nicht zu behindern. Ein zu großer Randabstand – auch in Relation zur Wanddicke – führt zu einer erhöhten Rissneigung, da die den Riss bremsende Bewehrung zu weit von der Zugzone entfernt ist. Bei einlagig bewehrten Rohren kann eine zu hohe Betondeckung dazu führen, dass die Bewehrung im ungerissenen Zustand I in der Druckzone liegt und kaum wirksam wird.

**Zusammenfassung**

Eine realistische Einschätzung der vorliegenden Expositionsklassen ist wichtig für eine sichere und ökonomische Ausschreibung. Die Forderung nach einer zu hohen Betondeckung kann auch negative Auswirkungen haben.

Exposure classes acc. to DIN EN 206-1:2001 Expositionsklassen nach DIN EN 206-1:2001	Environmental conditions chemical attack Umweltbedingungen chemischer Angriff	Concrete cover in mm Betondeckung in mm	
		Minimum size $c_{min}$ Mindestmaß $c_{min}$	Nominal size $c_{nom}$ Nennmaß $c_{nom}$
XC2	Reinforced concrete pipes permanently left under water or under soil surface Stahlbetonrohre, die ständig unter Wasser oder im Boden verbleiben	15 <sup>a</sup>	25 <sup>a</sup>
XC4 oder XA1	Reinforced concrete pipes exposed to cyclic moisture penetration or environments with low chemical aggressiveness Stahlbetonrohre, die wechselnder Durchfeuchtung oder chemisch schwach angreifender Umgebung ausgesetzt sind	20 <sup>a,b</sup>	30 <sup>a,b</sup>
XA2	Reinforced concrete pipes exposed to environments with moderate chemical aggressiveness Stahlbetonrohre, die chemisch mäßig angreifender Umgebung ausgesetzt sind	25 <sup>a,b</sup>	35 <sup>a,b</sup>

<sup>a</sup> The minimum concrete cover has to be increased by 5mm at the outer surface of jacking pipes.

<sup>b</sup> The tabular values may be reduced by 5 mm for pipes with single-layer reinforcement having a wall thickness of up to 80 mm.

<sup>a</sup> Die Mindestbetondeckung ist an den Außenflächen von Vortriebsrohren um 5 mm zu erhöhen

<sup>b</sup> Für einlagig bewehrte Rohre mit Bauteildicken bis zu 80 mm dürfen die Tabellenwerte um 5 mm verringert werden.

Figure: Dr.-Ing. Gerfried Schmidt-Thró

→Tab. 2 Concrete cover for pipes (Source: Excerpt from DIN V 1201)

Betondeckung bei Rohren (aus DIN V 1201)

**Dr.-Ing. Wolfgang Berger;** IAB – Institut für Angewandte Bauforschung Weimar gGmbH

[w.berger@iab-weimar.de](mailto:w.berger@iab-weimar.de)

Geboren 1957; 1978 bis 1982 Studium „Kommunaler Tiefbau“; 1982 bis 1990 wissenschaftlicher Assistent und 1988 Promotion an der Hochschule für Architektur und Bauwesen Weimar (heute Bauhaus-Universität Weimar); 1990 bis 1996 Tätigkeit in Unternehmen in Wiesbaden und Weimar; ab 1996 technischer Leiter und von 2000 bis 2012 Geschäftsführer der FITR – Gesellschaft für Innovation im Tief- und Rohrleitungsbau Weimar mbH; 1998 bis 2012 Institutsdirektor des FITR Weimar e. V.; 2008 bis 2012 Geschäftsführer der FITR gGmbH; seit 2012 Leiter des Fachbereiches Bionik der IAB – Institut für Angewandte Bauforschung Weimar gGmbH



**Ing.-Ök. Jörg Anhuth;** IAB – Institut für Angewandte Bauforschung Weimar gGmbH

[j.anhuth@iab-weimar.de](mailto:j.anhuth@iab-weimar.de)

Geboren 1961; 1983 bis 1987 Studium Ingenieurökonom der Glas- und Keramikindustrie an der Ingenieurschule für Glastechnik Weißwasser; 1982 bis 1993 Technologie und Anlageningenieur für maschinelle Hohlglasherstellung und Glasverarbeitung im Beleuchtungsglaswerk Radeberg und im Glaswerk Jena; 1993 bis 2006 Bauleiter für erdverlegten Rohrleitungs- und Kabelbau bei der GLU Gesellschaft für Leitungsbau und Umwelttechnik mbH, Erfurt, und der HABAU Hoch- und Tiefbau GmbH, Heringen; 2006 bis 2012 Niederlassungsleiter der Muthig Leitungsbau GmbH, Betriebsstelle Mellingen; seit 2012 wissenschaftlicher Mitarbeiter der IAB – Institut für Angewandte Bauforschung Weimar gGmbH am Forschungsbereich Nachhaltiges Bauen, Fachbereich Bionik



## Textile-cover reinforcement of concrete and reinforced-concrete pipes Increasing the stress resistance

### Textile Mantelbewehrung von Beton- und Stahlbetonrohren Erhöhung der Beanspruchbarkeit

Pipelines are used for the economical transportation of a wide variety of different media. Tightness and hydraulic or pneumatic performance are needed for them to maintain their operational safety over extended periods of time. In addition, they must be able, over their entire lifespan, to withstand stresses as they occur, for example, during the construction of new pipeline systems.

Excavators are usually employed for the civil works and the actual pipe-laying process. Pipes with a nominal diameter of DN 2000 or larger require the use of special lifting equipment due to the high masses of the individual pipe segments. As a result, laying large-diameter pipes is associated with extremely high costs.

For wastewater disposal, reinforced-concrete pipes at nominal diameters larger than DN 1300 are fitted with two structural-steel reinforcement cages. Textile-covered composite concrete pipes, on the other hand, are distinguished by the fact that the textile cover protects against adverse external influences while allowing a reduction of the pipe wall, that is, a reduction in weight. In addition to increasing the mechanical stress resistance, minimizing the weight optimizes transportation as well as laying, thus reducing the overall construction costs [1].

Rohrleitungen werden zum wirtschaftlichen Transport verschiedenster Medien eingesetzt. Um deren Betriebssicherheit über längere Zeiträume zu erhalten, müssen sie nicht nur dicht, hydraulisch oder pneumatisch leistungsfähig sein, sondern auch auftretende Belastungen, wie beim Bau neuer Leitungsnetze, über ihre gesamte Lebensdauer hinweg unbeschadet überstehen.

Tiefbauarbeiten, aber auch die Rohrverlegung selbst, realisieren in der Regel Bagger. Ab einer Nennweite von DN 2000 ist aufgrund der hohen Massen der Rohrsegmente Spezialhebeteknik notwendig. Folglich ist der Einbau großformatiger Rohre sehr kostenintensiv.

Für die Abwasserentsorgung kommen Stahlbetonrohre bei Nennweiten größer DN 1300 mit zwei Bewehrungskörben aus Baustahl zum Einsatz. Im Gegensatz dazu zeichnen sich textilmantelbetonverbundrohre dadurch aus, dass der Textilmantel vor schädigenden äußeren Einflüssen schützt und eine Reduzierung der Rohrwandung, also eine Gewichtsverringerung, ermöglicht. Neben einer erhöhten mechanischen Beanspruchbarkeit wirkt die Gewichtsreduzierung transport- und verlegeoptimierend und senkt die Gesamtbaukosten [1].

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



**Dr.-Ing. Ulrich Palzer;** IAB – Institut für Angewandte Bauforschung Weimar gGmbH  
kontakt@iab-weimar.de

Geboren 1960; 1979 bis 1984 Diplomstudium Baustoffverfahrenstechnik an der Hochschule für Architektur und Bauwesen Weimar (heute Bauhaus-Universität Weimar); 1984 bis 1989 wissenschaftlicher Assistent; 1990 Promotion; 1990 bis 1995 Geschäftsführer der Ritter Verwaltung GmbH; seit 1995 Geschäftsführer der PBM Projekt- und Baumanagement GmbH in Weimar; seit Juli 2007 Institutsdirektor der IAB – Institut für Angewandte Bauforschung Weimar gemeinnützige GmbH (vordem Institut für Fertigteiletechnik und Fertigungsbau Weimar e. V. – IFF); Arbeitsschwerpunkte: Baustoffforschung, Simulation von Verarbeitungsprozessen, Lärm- und Schwingungsabwehr in der Rohstoffindustrie



Figure: IAB Weimar gGmbH

Within the context of a research project, the partners Mattes & Ammann GmbH & Co. KG (development of textile covers), Institut für Textil- und Verfahrenstechnik Denkendorf (Institute of Textile Technology and Process Engineering Denkendorf) (manufacturing technologies for textile covers), Betonwerk Steinbach GmbH & Co. KG (manufacturing and laying technologies for textile-covered concrete pipes) and IAB Weimar gGmbH (Institut für Angewandte Bauforschung Weimar = Weimar Institute of Applied Construction Research) (overall technological and material-related concept for composite

→ Stabilized textile hose  
Textilschlauch stabilisiert

concrete pipes) are developing a technology for the production of textile-covered, large-dimension underground concrete pipes for use in the wastewater sector [1]. The practical implementation is based on the use of a prefabricated textile structure which replaces the exterior steel reinforcement. In analogy to the introduction of structural-steel reinforcement cages during pipe production, the preferred technical concept examines integrating the textile structure into the production mold as a stabilizing hose. A circular double-knit fabric with flat reinforcement threads provided in circumferential direction is used as transverse textile reinforcement. Textile knits with glass or carbon fibers yield sufficient strength values on the one hand, while being reasonably feasible from a production point of view on the other. Depending on the fibers used, strength tests performed on textile-covered concrete cylinders testify to their incorporation into the concrete matrix by displaying a differentiated bursting behavior [2].

The possibilities of prestretching the textile cover by means of production-related measures prior to or during the concreting operation are part of the investigations performed in the research project. The importance of textile-covered composite concrete pipes is stressed in view of the cost aspect of alternative pipe materials, the technical pipe parameters, and their life-cycle assessment.

Im Rahmen eines Forschungsprojektes entwickeln die Kooperationspartner Mattes & Ammann GmbH & Co. KG (textile Umman- telung), Institut für Textil- und Verfahrenstechnik Denkendorf (Her- stellungstechnologien für Textilmantel), Betonwerk Steinbach GmbH & Co. KG (Herstellungs- und Einbautechnologien für textilmantel- te Betonrohre) und IAB Weimar gGmbH (technologische und material- technische Gesamtkonzeption Betonverbundrohre) eine Technologie zur Herstellung von textilmantel- ten, erdverlegten großformatigen Betonrohren für den Abwasserbereich [1].

Die praktische Umsetzung basiert auf dem Einsatz einer vor- konfektionierten Textilkonstruktion, die die äußere Stahlarmierung substituiert. Im favorisierten Technologiekonzept wird analog zum Einbringen von Bewehrungskörben aus Baustahl während der Rohr- fertigung die Integration der Textilkonstruktion als stabilisierender Schlauch in die Fertigungsform untersucht. Als textile Querbeweh- rung kommt doppelflächiges Rundgestrick mit in Umfangsrichtung glatt eingelegten Verstärkungsfäden zum Einsatz. Textilgestricke mit Glas- oder Carbonfasern verfügen einerseits über hinreichende Festigkeitswerte und sind andererseits fertigungstechnisch akzep- tabel realisierbar. In Abhängigkeit der eingesetzten Fasern belegen durchgeführte Festigkeitsprü- fungen an textilmantel- ten Betonzylindern deren Einbin- dung in die Betonmatrix durch ein differenziertes Berstverhalten [2]. Die Möglichkeiten einer gezielten Vorspannung der textilen Hülle durch fertigungstechnische Maßnahmen vor, beziehungsweise bei der Betonage sind ebenfalls Teil der Untersuchungen im For- schungsprojekt. Die Bedeutung textilmantel- ter Betonver- bundrohre wird unter Beachtung des Kostenaspektes alternativer Rohrwerkstoffe, der technischen Rohrparameter und deren öko- logischer Bilanz hervorgehoben.



Figure: IAB Weimar gGmbH

→ Textile-covered concrete cylinder  
Textilmantel- ter Betonzylinder

REFERENCES / LITERATUR

- [1] Anhuth, J.: Forschungsantrag „Entwicklung von Technologien zur Herstellung von textilmantel- ten Betonrohren“ Weimar: IAB Weimar gGmbH, 2013.
- [2] Anhuth, J.: Zwischenbericht 1 „Entwicklung von Technologien zur Herstellung von textilmantel- ten Betonrohren“ Weimar: IAB Weimar gGmbH, 2014.

**Dipl.-Ing. Gerald Schmidt-Thrö;** Technische Universität München

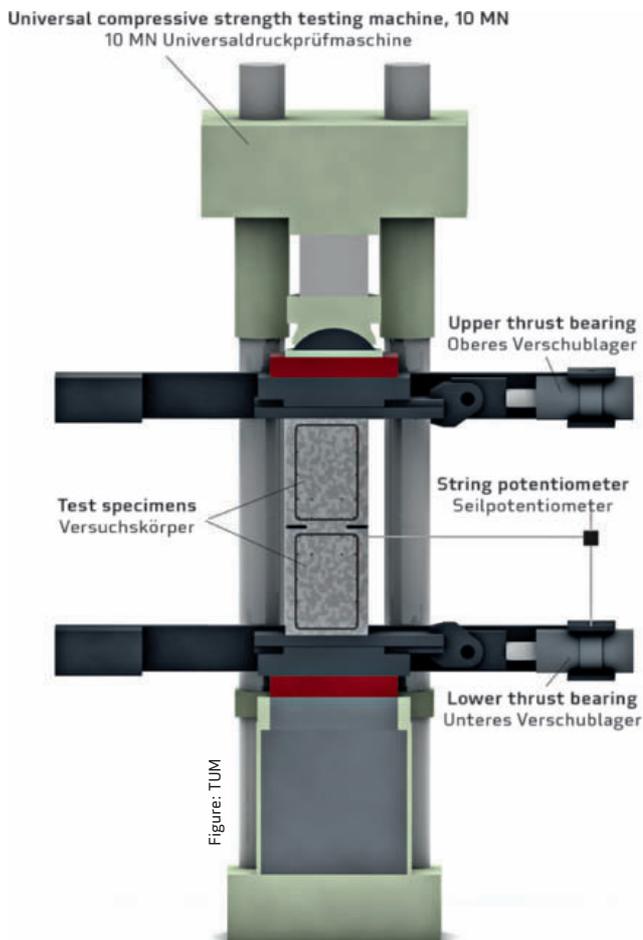
gerald.schmidt-throe@tum.de

Geboren 1983, 2010 Abschluss Dipl.-Bauingenieur, Technische Universität München; 2010 bis 2012 Mitarbeiter im Büro Büchting+Streit AG; seit 2012 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl Massivbau, Technische Universität München



## Experimental investigations on pipe joints and precast tunnel lining segments – Findings for real-life applications

### Experimentelle Untersuchungen an Rohrstoßfuge und Tübbingfertigteilen – Erkenntnisse für die Praxis



→ 1 Section of the experimental setup with eccentrically mounted lining segment joint body

Schnitt durch Versuchsaufbau mit exzentrisch eingebautem Tübbingfugenkörper

#### Übersicht

Das aktuelle Forschungsvorhaben zu hoch belasteten Fugen im Tunnelbau am Lehrstuhl Massivbau der TUM hat zum Ziel, bei den Rohrstoßfugen den Ansatz für die zulässige Druckspannung  $\sigma_{cal}$  in unbewehrten Rohrstoßfugen experimentell zu bestätigen und Tragfähigkeitsreserven beim Teilflächenpressungsnachweis an bewehrten Tübbinglängsfugen mit großen Exzentrizitäten zu erfassen. In dem Vorhaben wurden mithilfe eines neuen, innovativen Versuchskonzeptes die Fugen möglichst realitätsnah überprüft (Abb. 1). Ungewollte Zusatzexzentrizitäten, die bei großen Exzentrizitäten in der Tübbinglängsfuge das Ergebnis signifikant verändern, werden durch das iterative Steuerungskonzept fast vollständig vermieden. Die Versuche werden umfangreich und mit neuesten Methoden (Nahfeldphotogrammetrie, faseroptische Messtechnik) messtechnisch begleitet.

#### Tübbinglängsfuge

Bei den Tübbinglängsfugen wird die Teilflächenpressung klassischerweise basierend auf der Betondruckfestigkeit und der möglichen geometrischen Ausbreitung mithilfe des Ansatzes im Eurocode 2 [3] (EC 2) nachgewiesen. Der alternative Ansatz der DAUB Richtlinie ist im Normalfall ungünstiger [4]. Die Auswirkung der Bewehrung wird in beiden Fällen vernachlässigt. Es wird lediglich gefordert, dass die auftretenden Spaltzugkräfte abgedeckt werden. In der Literatur sind nur sehr wenige Versuche dokumentiert. Meist lag der Fokus auf der Verdrehsteifigkeit und es können nur indirekt Rückschlüsse auf die Tragfähigkeit gezogen werden. Im derzeitigen Vorhaben steht die Tragfähigkeit mit einem breit angelegten Versuchsprogramm zu variierender Fugengeometrie und mit unterschiedlichen Bewehrungsgraden im Vordergrund.

#### Rohrstoßfuge

Zur Ermittlung der Vortriebskraft wurde die Norm ATV-A 161 [2] von der DWA-A 161 [1] abgelöst. Im Zuge der Neuformulierung



**Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirt.-Ing. Oliver Fischer;** Technische Universität München

[oliver.fischer@tum.de](mailto:oliver.fischer@tum.de)

Geboren 1963; 1988 Abschluss zum Dipl.-Bauingenieur an der TU München; 1989 bis 1995 wissenschaftlicher Assistent an der Universität der Bundeswehr München (UniBw); 1994 Promotion; 1996 bis 2009 verschiedene Positionen bei der Bilfinger Berger AG; seit 2003 Geschäftsleiter eines Technischen Büros (weltweit); 2007 Abschluss zum Dipl.-Wirtsch.-Ing. an der Fern Universität Hagen; seit 2009 Ordinarius für Massivbau an der TU München

**Overview**

The aim of the current research project on highly stressed joints in tunnel construction, undertaken by the Department of concrete structures at TUM, is to experimentally verify the approach for the permissible compressive stress  $\sigma_{cal}$  in unreinforced pipe joints, and to identify load-bearing reserves in the verification of partial area compression on reinforced longitudinal lining segment joints with large eccentricities. The project used a new, innovative experimental layout to examine the joints under as realistic conditions as possible (Fig. 1). The iterative control concept almost entirely avoids any unwanted additional eccentricities which would lead to significantly altered results in the presence of large eccentricities in the longitudinal lining segment joint. The experiments are accompanied by extensive measurements using state-of-the-art methods (close-range photogrammetry, fiber-optic measuring technology).

**Longitudinal joints in segmental lining**

In the longitudinal joints in segmental lining, the partial area compression is typically verified, based on the compressive strength of the concrete and potential geometrical propagation, by means of the approach specified in Eurocode 2 [3] (EC 2). The alternative approach according to the DAUB (Deutscher Ausschuss für unterirdisches Bauen = German Tunneling Committee) directive is usually the less favorable approach [4]. The effect of the reinforcement is neglected in both cases. The only requirement is for the occurring indirect tensile forces to be covered. Very few experiments have been documented in literature. The experiments mostly focused on torsional stiffness, which allows only indirect conclusions to be drawn for the structural capacity. The current project is focused on the structural capacity, comprising an extensive testing scheme of varying joint geometries and different percentages of reinforcement.

**Pipe joints**

For determination of the jacking force, standard ATV-A 161 [2] has been replaced by DWA-A 161 [1]. As part of the rewording process, a calculation of jacking forces for curves was included in the worksheet, taking into account the compression of the wooden pressure thrust ring in the joint. The verification format additionally accounts for unintentional control movements and the square distribution of stresses in the joint. The maximum value for the distribution of stresses in the joint is the design value  $\sigma_{cal}$  at the compressed edge of the joint which, in this project, has been verified in a series of tests. The test specimens were modeled on the joint geometry of a reinforced concrete pipe DN 1600 (wall thickness 220 mm). An OSB plate with a total thickness of 32 mm (15 mm + 17 mm) was used as a wooden pressure thrust ring. The width  $t_{DÜR}$  was varied

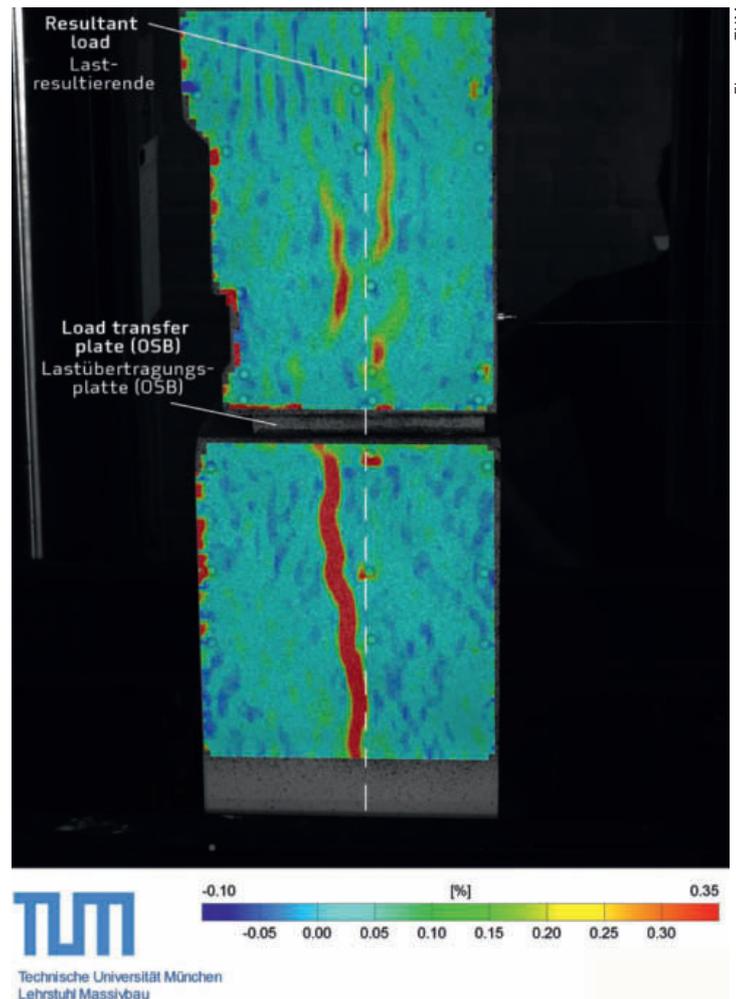


Figure: TUM

→ 2 Principal strains on the pipe butt joint body visualized by means of close-range photogrammetry

Hauptdehnungen aus Nahfeldphotogrammetrie am Rohrstoßfugenkörper

wurde unter anderem die Berechnung von Vortriebskräften für Kurvenfahrten unter Berücksichtigung des Zusammendrückens des Holzdruckringes in der Fuge in das Arbeitsblatt aufgenommen. Zusätzlich werden unplanmäßige Steuerbewegungen und die quadratische Spannungsverteilung in der Fuge im Nachweisformat berücksichtigt. Der Höchstwert für die Spannungsverteilung in der Fuge ist der Bemessungswert  $\sigma_{cal}$  am gedrückten Fugenrand, der in diesem Vorhaben in einer Versuchsserie überprüft worden ist. Die Versuchskörper wurden der Fugegeometrie eines Stahlbetonrohres DN 1600 (Wanddicke 220 mm) nachempfunden. Als Holzdruckring wurde eine OSB-Platte mit einer Gesamtdicke von 32 mm (15 mm +



between 170 mm and 105 mm in accordance with the geometric setup with and without internal sealing.

### Summary

For the pipe butt joints, it can be concluded that stirrups at the upper end of the pipe butt joint do not have any effect on the potential structural capacity in the joint as indirect tensile cracking developed in all cases (Fig. 2). For the longitudinal joints in segmental lining, first results show significant structural capacity reserves which are also dependent on the amount of reinforcement. Evaluation of the experiments is still ongoing and is expected to be completed with the presentation of the final report in July 2016.

Pursuant to a resolution passed by the German Federal Parliament (Deutscher Bundestag), the joint industrial research project 17932 N initiated by the German Concrete and Construction Engineering Association (Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein E.V.) is funded, via the German Federation of Industrial Cooperative Research Associations (Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen = AiF), by the Federal Ministry for Economic Affairs and Energy (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie) as part of the program supporting joint industrial research (Industrielle Gemeinschaftsforschung = IGF).

17 mm) verwendet. Die Breite  $t_{DÜR}$  wurde entsprechend eines Einsatzes mit und ohne innenliegender Dichtung zwischen 170 mm und 105 mm variiert.

### Zusammenfassung

Bei den Rohrstoßfugen kann festgehalten werden, dass aufgrund der Entwicklung der Spaltzugrisse in allen Fällen (Abb. 2) Steckbügel am oberen Ende der Rohrstoßfuge keinen Effekt auf die mögliche Tragfähigkeit in der Fuge haben. Erste Ergebnisse zeigen bei den Tübbinglängsfugen deutliche Tragfähigkeitsreserven, die auch vom Bewehrungsgehalt abhängig sind. Die Auswertung der Versuche dauert noch an und wird voraussichtlich Ende Juli 2016 mit dem Schlussbericht abgeschlossen.

Das IGF-Vorhaben 17932 N der Forschungsvereinigung Deutscher Beton und Bautechnikverein E.V. wird über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

### REFERENCES/LITERATUR

- [1] Arbeitsblatt DWA-A 161: Statische Berechnung von Vortriebsrohren. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. 03.2014.
- [2] ATV-A 161: Statische Berechnung von Vortriebsrohren. Abwassertechnische Vereinigung e.V. 01.1990.
- [3] DIN EN 1992-1-1 (Eurocode 2): Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton und Spannbetontragwerken - Teil 11: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau (Eurocode 2): (2005) + Nationaler Anhang (2013)
- [4] Fischer, O.; Schmidt-Thrö, G.: Bemessung und Konstruktion von Längsfugen beim Tübbingausbau. Tunnelbau Taschenbuch 2016. In: DGGT (Hrsg.): Ernst und Sohn Verlag, 2016, S. 81 bis 134



## The world speaks bauma. Join the conversation!

Experience trends, innovations and enthusiasm up close at the industry's most important international exhibition. This is where the world comes together, so you can't miss out!

Prepare your business success and look forward to:

- ▶ 3,400 exhibitors
- ▶ More than half a million visitors
- ▶ 605,000 m<sup>2</sup> of space

Get your ticket now:  
[www.bauma.de/tickets/en](http://www.bauma.de/tickets/en)

31st Edition of the World's Leading Trade Fair for Construction Machinery, Building Material Machines, Mining Machines, Construction Vehicles and Construction Equipment

THE HEARTBEAT OF OUR INDUSTRY  
**bauma 2016**

April 11-17, Munich

[www.bauma.de](http://www.bauma.de)



**MODERATION**

**Dipl.-Biol. Bettina Schürmann**; RWTH Aachen

[b.a.schuermann@gmx.de](mailto:b.a.schuermann@gmx.de)

Geboren 1948; Studium in Münster, Bonn und Aachen; 1976 Abschluss als Dipl.-Biol.; wiss. Mitarbeiterin am Institut für Siedlungswasserwirtschaft der RWTH Aachen, seit 1980 in Forschung und Lehre; seit 2013 Freiberufliche Beraterin für biologische Abwasserreinigung; Obfrau des Normenausschusses Kleinkläranlagen im DIN; Mitglied im WG 41 des CEN TC 165 (Kleinkläranlagen); Mitglied im CEN TC 165 (Abwassertechnik); Mitglied im Sachverständigenausschuss Kleinkläranlagen des DIBt

Day 3: Thursday, 25<sup>th</sup> February 2016

Tag 3: Donnerstag, 25. Februar 2016

## Small wastewater treatment plants

### Kleinkläranlagen

Page Seite	Title Titel
---------------	----------------

- |     |   |
|-----|---|
| 207 | <b>The cross-association working group "Small concrete sewage treatment plants" – the industry is closing ranks</b><br>Verbändeübergreifender Arbeitskreis „Kleinkläranlagen aus Beton“ – die Branche rückt zusammen<br>Dr.-Ing. Jens Ewert   |
| 208 | <b>The ECJ judgment – background, interpretation, implications</b><br>Das EuGH-Urteil – Hintergründe, Auslegung, Konsequenzen<br>Dipl.-Ing. Elmar Lancé   |
| 210 | <b>Consequences of the judgment of the European Court of Justice for small wastewater treatment plants and their users – standardization and approvals</b><br>Konsequenzen des EuGH-Urteils für Kleinkläranlagen und Betreiber – Normung und Zulassung<br>Dipl.-Biol. Bettina Schürmann   |
| 211 | <b>Consequences of the judgment of the European Court of Justice for small wastewater treatment plants and their users – the manufacturers' viewpoint</b><br>Konsequenzen des EuGH-Urteils für Kleinkläranlagen und Betreiber – Sicht der Hersteller<br>Roland Pöhl   |
| -   | <b>Consequences of the judgment of the European Court of Justice for small wastewater treatment plants and their users – From the water authorities' point of view (not printed)</b><br>Konsequenzen des EuGH-Urteils für Kleinkläranlagen und Betreiber – Sicht der Wasserbehörden (ohne Abdruck)<br>Regierungsrätin Ernestina Schindler |
| -   | <b>Different countries, different problems – Decentralizes wastewater treatment in Brazil (not printed)</b><br>Andere Länder, andere Probleme – dezentrale Abwasserreinigung in Brasilien (ohne Abdruck)<br>Dipl.-Biol. Bettina Schürmann   |

**Dr.-Ing. Jens Ewert;** Verband Beton- und Fertigteilindustrie Nord (VBF) e.V., Großburgwedel  
ewert@vbf-nord.de

Geboren 1975; 1996 bis 1998 Ausbildung als Maurer; 1998 bis 2002 Studium des Bauingenieurwesens an der Fachhochschule Hildesheim/Holzminde; 2002 bis 2004 Studium des Bauingenieurwesens an der Technischen Universität Braunschweig; 2014 Promotion „Grundlagen und Anwendung von ultra-hochfestem Faserbeton für dünne Schichten“; seit 2012 technischer Referent beim Verband Beton- und Fertigteilindustrie Nord (VBF) e.V.; seit 2012 Dozent in zwei Ausbildungszentren; seit 2013 Mitglied im Normenausschuss Wasserwesen bei Deutschen Institut für Normung e.V.; seit 2015 Mitglied in der Ad-hoc Normungsgruppe Betonwerkstein



## The industry is closing ranks

### The cross-association working group “Small concrete sewage treatment plants”

## Die Branche rückt zusammen

### Verbändeübergreifender Arbeitskreis „Kleinkläranlagen aus Beton“

Lobby work and representation based on common industry standards are central elements of work done in industrial associations – which for manufacturers of small concrete sewage treatment plants was originally carried out by the Technical Group for Small Concrete Sewage Treatment Plants within the German Precast Concrete Association. Following dissolution of this Technical Group and liquidation of the German Precast Concrete Association in 2011, manufacturers were represented by their regional associations. The highly fragmented industry and the non-existence of a joint communication platform made the work of the associations very difficult and uniform opinion-forming extremely complicated. This is especially critical at present, when important standards were being reviewed. A number of manufacturers initially attempted effectively to cultivate their own image to the public, and to carry out lobby work: without, however, being able to prevent manufacturers of small concrete wastewater treatment plants from suffering appreciable losses on the market, in competition with other materials.

In the spring of 2013, a number of manufacturers of small concrete sewage treatment plants approached the Professional Association of Mineral Construction Materials (UVMB) and the Association of the Concrete and Precast Industry North (VBF), toward the objective of more effective supra-regional public-relations networking. The objective was to enhance the image of concrete containers in small sewage treatment plants and, over the long term, to regain a better position on the market. Without coordinated image cultivation and unified representation among the public, misconceptions had already arisen on the market: for example, that concrete containers are difficult to install, and that concrete containers have short life cycles.

Since August of 2013, working groups among the manufacturers of small concrete sewage treatment plants have regularly taken action. With 10 to 15 participants from all parts of Germany, target-oriented solutions have been quickly worked out. The work dedicated to special topics is furthermore supported by additional expert efforts: by testing institutes, structural engineers, cement manufacturers and specialists.

Lobbyarbeit und eine brancheneinheitliche Vertretung sind zentrale Bestandteile der Verbändearbeit, die für die Hersteller von Kleinkläranlagen aus Beton ursprünglich von der Fachgruppe Kleinkläranlagen im Bundesverband Betonbauteile Deutschland (VBF) e.V. wahrgenommen wurde. Nach der Auflösung der Fachgruppe und der Liquidation des Bundesverbandes im Jahr 2011 wurden die Hersteller von den regionalen Verbänden vertreten. Die starke Zersplitterung der Branche sowie die fehlende gemeinschaftliche Kommunikationsplattform erschwerte die Branchenarbeit und machte eine einheitliche Meinungsbildung sehr umständlich; gerade in Zeiten, in der sie aufgrund der Überarbeitung wichtiger Normen besonders wichtig gewesen wäre. Einige Hersteller versuchten zunächst, eine eigene wirksame Außendarstellung und Lobbyarbeit zu leisten, konnten aber nicht verhindern, dass Kleinkläranlagen aus Beton im Wettbewerb mit Anlagen aus anderen Materialien deutliche Marktverluste verbuchen mussten.

Im Frühjahr 2013 traten einige Hersteller von Kleinkläranlagen an den Unternehmerverband Mineralische Baustoffe (UVMB) e.V. und den Verband Beton- und Fertigteilindustrie Nord e.V. heran, um überregional wieder vernetzter aufzutreten. Ziel war es, das Imageproblem des Betonbehälters im Kleinkläranlagenbau aufzubessern, um sich langfristig wieder besser am Markt zu platzieren. Ohne koordinierte Imagepflege und einheitliche Vertretung nach außen hatten sich am Markt bereits Vorurteile verbreitet, wie Betonbehälter seien schwer einzubauen oder Betonbehälter seien nicht sehr lange haltbar.

Seit August 2013 finden nun regelmäßig Arbeitskreise der Hersteller von Kleinkläranlagen aus Beton statt. Mit 10 bis 15 Teilnehmern aus dem gesamten Bundesgebiet können meist schnell und zielführend Lösungen erarbeitet werden. Bei speziellen Fachthemen unterstützen weitere Experten (Prüfinstitute, Statiker, Zementhersteller und Fachleute) die Arbeit.

Bereits in der ersten Sitzung wurde von den Herstellern der aktuelle Stand der Normung für Kleinkläranlagen und Schachtbauteile bemängelt und eine strukturierte Weiterentwicklung und Verbesserung

The current state of the art of standardization for small concrete sewage treatment plants and for manhole components was criticized already in the first meeting, and demands arose for structured further development and improvement. The participating associations attempted to gain a seat in the key committees of the German Institute for Standardization as quickly as possible, in order to be able to play an active role for the benefit of the manufacturers.

Thanks to the active participation in the standardization committees, it was possible, already in 2015, to discuss the planned restructuring and the review of standard series DIN EN 12566. The aim here is to establish a generally binding structural design for concrete tanks and/or simulation by the finite element method (FEM) in the new DIN EN 12566, to be verified by a ring test.

To enhance image presentation, the flyer "Small concrete sewage treatment plants" –developed for IFAT 2014 – contains general information on these plants. Currently, a new flyer "Decision-making aid for choosing containers for small sewage treatment plants" is being drafted for end users, to enable them to choose the most suitable containers for their special requirements. In addition, a technical brochure, "Guideline for small sewage treatment plants," is being drafted. The brochure will be made available to decision-makers, planners and municipalities to provide them with the necessary technical information on small concrete sewage treatment plants.

In addition to the standardization work and the image presentation, topical issues are being discussed – such as elimination of approvals by the German approval body Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt), and the gap in regulations that this causes. On this topic, a joint position paper was drawn up and sent to the relevant authorities.

The cross-association working group has no lack of topics for discussion, so that there will be much to deal with. The working group is open to all manufacturers of small concrete sewer plants, to ensure work on an even broader basis.

gefordert. Die beteiligten Verbände versuchten schnellstmöglich die entscheidenden Gremien beim Deutschen Institut für Normung zu besetzen, um dort aktiv im Sinne der Hersteller agieren zu können.

Durch die aktive Teilnahme in den Normungsgremien konnte im Jahr 2015 bereits frühzeitig über die geplante Umstrukturierung und die Bearbeitung der Normenreihe DIN EN 12566 diskutiert werden. Ziel ist es, eine allgemein verbindliche Statik für Betonbehälter beziehungsweise die Simulation mit der Finite Element Methode (FEM) in der neuen DIN EN 12566 zu verankern, die durch Überprüfung in einem Ringversuch verifiziert werden soll.

Zur Verbesserung der Außendarstellung wurde zur IFAT 2014 der Flyer „Kleinkläranlagen aus Beton“ entwickelt, der allgemein über Kleinkläranlagen aus Beton informiert. Zurzeit wird ein neuer Flyer „Entscheidungshilfe für die Behälterwahl bei Kleinkläranlagen“ für den Endkunden erstellt; der Endverbraucher kann mit der enthaltenen Checkliste einen geeigneten Behälter für seine speziellen Bedürfnisse auswählen. Zudem wird eine technische Broschüre „Leitfaden für Kleinkläranlagen“ erstellt, die Entscheidern, Planern und Kommunen bereitgestellt werden soll und diese mit nötigen Fachinformationen über Kleinkläranlagen aus Beton versorgt.

Neben der Normungsarbeit und der Außendarstellung werden aktuelle Themen, wie zum Beispiel der Wegfall der Zulassungen des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt) und die damit entstehende Regelungslücke im Arbeitskreis diskutiert. Hierzu wurde ein gemeinsames Positionspapier verfasst und an die zuständigen Behörden versendet.

Auch in Zukunft werden dem verbändeübergreifenden Arbeitskreis die Themen nicht ausgehen, sodass ausreichend Gesprächsstoff vorhanden sein wird. Der Arbeitskreis steht allen Herstellern von Kleinkläranlagen aus Beton offen, um die Arbeit auf eine noch breitere Basis zu stellen.



**Elmar Lancé;** Prüfinstitut für Abwassertechnik, Aachen

[e.lance@pia-gmbh.com](mailto:e.lance@pia-gmbh.com)

Geboren 1966; Studium an der FH Aachen, Fachbereich Nachrichtentechnik; seit 2004 Prüfbereichsleiter an der notifizierten europäischen Prüfstelle: PIA GmbH Prüfinstitut für Abwassertechnik; Mitglied im Sachverständigenausschuss "Klärtechnik"-A- und -B- des DIBt, des DIN NA 119-05-04 AA Arbeitsausschuss Kleinkläranlagen und seit 2015 benannter Vertreter im europäischen Normungsausschuss CEN/TC165/WG41 Kleinkläranlagen

## The ECJ judgment - Background, interpretation, implications

## Das EuGH-Urteil - Hintergründe, Auslegung, Konsequenzen

A judgment delivered by the European Court of Justice (ECJ) entails a profound change for Germany in the approval of construction products bearing the CE marking:

Ein Urteil des Europäischen Gerichtshofes (EuGH) bewirkt für Deutschland einen kompletten Umbruch in der Zulassung für CE-gekennzeichnete Bauprodukte:

In an ECJ judgment against Germany dated October 14, 2014 (case C-100/13), individual rules contained in Part B Part 1 of the List of Construction Rules are considered to constitute an infringement of the European Construction Products Directive 89/106/EEC.

The decision is based on three specific construction products in accordance with the – meanwhile outdated – Construction Products Directive mentioned above. Nevertheless, it is to be applied *mutatis mutandis* to all harmonized, that is, CE-marked construction products which, according to the now valid Construction Products Regulation 305/2011, may be traded freely throughout Europe. Germany has recognized the judgment in its entirety and will, in the months to come, initiate a change with all its consequences.

In general terms, it is stated in the reasons for the ECJ judgment that construction products tested and CE-marked in accordance with the European harmonized standards may be traded and used without any additional national requirements (national DIN [Deutsches Institut für Normung = German Institute for Standardization], DIBt [Deutsches Institut für Bautechnik = German Institute for Structural Engineering] standards) and design principles (DWA [Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. = German Association for Water, Wastewater and Waste]). To specify the intended use, a declaration of performance to be issued by the manufacturer is also required for small wastewater treatment plants as they are considered to be a construction product. The CE marking was created to ensure the free movement of goods within the European Economic Area (EEA) and the European Community (EC) being part of it.

If Germany has additional requirements, these need to be introduced into the European standardization work instead of regulating them in DIBt approvals or other rule sets.

The ECJ judgment does not account for the fact that in Germany, as construction products, small wastewater treatment plants and separators are additionally subject to water legislation.

The Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Building and Nuclear Safety (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit), in collaboration with the LAWA (Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser = German Working Group on Water Issues) and further experts, has declared that all conflicting laws (WHG [Wasserhaushaltsgesetz = Water Resources Act], Was-BauPVO [Wasserrechtliche Bauprodukte-Verordnung = Construction Products Regulation under the Water Act], LBO [Landesbauordnung = State Building Regulations], Landeswasserrechte [State Water Acts]) and rule sets will be amended by October 16, 2016.

Further requirements eligible for regulation at a national level are to be defined in more detail at a structural level (structure-related requirements for the use of the construction products) by latest October 2016.

To prevent authorities from having to cope with an additional workload, a proposal is being drawn up to translate structure-related requirements into technical rules and regulations. A central body is to publish a certification for small wastewater treatment plants certifying a sufficiently high wastewater quality in accordance with water legislation.

There is a lot to do in these days. Experts from the Federal and State Ministries, the DIBt, DIN, BDZ (Bildungs- und Demonstrationszentrum für dezentrale Abwasserbehandlung e.V. = Training and Demonstration Center for Decentralized Sewage Treatment) and others are working on solutions, and the goal should be to maintain the current high levels of quality and efficiency of the small wastewater treatment plants. It should be borne in mind that our system of fictitious compliance offers significant advantages, and we should work together to ensure its continued use in the future.

In einem Urteil des EuGH vom 16. Oktober 2014 (Az. C-100/13) gegen Deutschland werden einzelne Regelungen der Bauregelliste Teil B Teil 1 als Verstoß gegen die europäische Bauproduktenrichtlinie 89/106/EWG bewertet.

Der Urteilspruch basiert auf drei konkreten Bauprodukten nach der mittlerweile veralteten oben genannten Bauproduktenrichtlinie. Dennoch ist dieser sinngemäß auf alle harmonisierten, das heißt CE-gekennzeichneten Bauprodukte zu übertragen, welche nach der nun gültigen Bauproduktenverordnung 305/2011 in ganz Europa handelbar sind. Deutschland hat das Urteil vollumfänglich anerkannt und wird in den kommenden Monaten einen Umbruch mit allen Konsequenzen einleiten.

Sinngemäß heißt es in der Urteilsbegründung des EUGH, dass Bauprodukte, welche nach den europäisch harmonisierten Normen geprüft und CE-gekennzeichnet wurden, ohne weitere nationale Anforderungen (nationale DIN, DIBt) und Bemessungsgrundsätze (DWA) gehandelt und verwendet werden dürfen. Um den Verwendungszweck darzustellen, ist auch für das Bauprodukt Kleinkläranlage eine Leistungserklärung gefordert, welche der Hersteller ausstellt. Die CE-Kennzeichnung wurde geschaffen, um den freien Warenverkehr innerhalb des Europäischen Wirtschaftsraums (EWR) und der darin befindlichen Europäischen Gemeinschaft (EG) zu gewährleisten.

Wenn Deutschland weiterführende Anforderungen hat, müssen diese in die europäische Normungsarbeit eingebracht werden, anstatt diese in DIBt-Zulassungen oder anderen Regelwerken zu regeln.

Dass Kleinkläranlagen und Abscheider als Bauprodukte in Deutschland auch dem Wasserrecht unterliegen, wurde bei dem Urteil des EuGH nicht berücksichtigt.

Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit in Zusammenarbeit mit der LAWA und weiteren Experten erklärt, dass bis zum 16. Oktober 2016 alle in Konflikt stehenden Gesetze (WHG, WasBauPVO, LBO, Landeswasserrechte) und Regelwerke angepasst werden.

Weitere national regelbare Anforderungen sollen bis spätestens Oktober 2016 auf Bauwerksebene (bauwerksbezogene Anforderungen zur Nutzung der Bauprodukte) konkretisiert werden.

Um eine Mehrbelastung der Behörden zu vermeiden, wird an einem Vorschlag gearbeitet, bauwerksbezogene Anforderungen in technische Regeln zu überführen. Eine zentrale Stelle soll eine Bestätigung für Kleinkläranlagen veröffentlichen, welche eine ausreichende Abwasserqualität nach Wasserrecht bestätigt.

In diesen Tagen gibt es viel zu tun. Experten der Ministerien des Bundes und der Länder, des DIBt, des DIN, des BDZ und anderen arbeiten an Lösungen und es sollte das Ziel sein, die mittlerweile sehr gut funktionierenden KKA auf einem hohen Qualitätsniveau zu halten. Man sollte sich bewusst sein, dass unser System mit der Einhaltefiktion enorme Vorteile darstellt und wir sollten gemeinsam daran arbeiten, dieses auch künftig nutzen zu können.



**Dipl.-Biol. Bettina Schürmann;** RWTH Aachen

[b.a.schuermann@gmx.de](mailto:b.a.schuermann@gmx.de)

Geboren 1948; Studium in Münster, Bonn und Aachen; 1976 Abschluss als Dipl.-Biol.; wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Siedlungswasserwirtschaft der RWTH Aachen, seit 1980 in Forschung und Lehre; seit 2013 Freiberufliche Beraterin für biologische Abwasserreinigung; Obfrau des Normenausschusses Kleinkläranlagen im DIN; Mitglied im WG 41 des CEN TC 165 (Kleinkläranlagen); Mitglied im CEN TC 165 (Abwassertechnik); Mitglied im Sachverständigenausschuss Kleinkläranlagen des DIBt

## Consequences of the judgement of the European Court of Justice for small wastewater treatment plants and their users – Standardisation und approvals

## Konsequenzen des EuGH-Urteils für Kleinkläranlagen und Betreiber – Normung und Zulassung

All standards for small wastewater treatment plants are still in process and it can be assumed that the judgement of the European Court of Justice has some influence on the content of the standard EN 12566. At the very moment it is the main question how Germany can include the established principles of the technical approval into European or national standards or technical rules in a way that

- » a new intervention of the European Commission can be excluded,
- » the quality of the German products is not reduced,
- » the environment is not affected by the effluent of treated wastewater from SWW plants,
- » technical development is not hindered by standards,
- » the user of SWW plants are not burdened too much and
- » the German environmental authorities can judge easily on the suitability of a SWW plant.

At the end of January 2016 the German Institute of Construction (DIBt) will no longer accept request for new technical approvals. In this way the well known document for the technical approval of SWW plants is no longer available. The work on the accepted requests will go on until October. It can be assumed that technical approvals will accompany the plants during the next years but without any legal but with technical relevance.

The work with the standards in the European working group focuses on the revision of EN 12566 part 3. Elimination classes with effluent concentrations will be introduced as well as the indication of the desludging frequency during the test. In this way it shall be prohibited that plants being too small can be found on the European market. Scaling rules form another topic without having any consensus on its basis yet. Having included the introduction of the rules of the construction product directive into the standards they

Alle Kleinkläranlagennormen befinden sich nach wie vor in der Bearbeitung und es ist davon auszugehen, dass das Urteil des Europäischen Gerichtshofes auch Auswirkungen auf die Inhalte der Norm EN 12566 haben wird. Die Hauptfrage ist derzeit, wie sich die in Deutschland seit vielen Jahren bewährten Zulassungsgrundsätze so in europäische oder nationale Normen/technische Regeln einbinden lassen, dass

- » kein erneutes Einschreiten der Europäischen Kommission zu erwarten ist,
- » die Qualität der deutschen Produkte nicht gemindert wird,
- » die Umwelt durch das Einleiten des in Kleinkläranlagen gereinigten Abwassers nicht geschädigt wird
- » durch die Normen technische Entwicklungen nicht behindert werden,
- » die Betreiber von Kleinkläranlagen nicht stärker belastet werden und
- » die Umweltbehörden die Eignung einer Kleinkläranlage für den Einsatz in Deutschland ohne großen Verwaltungsaufwand ersehen können.

Ab dem 1.2.2016 werden am DIBt keine Anträge auf Erteilung einer bauaufsichtlichen Zulassung mehr angenommen, womit das bewährte Dokument der Anwendungszulassung von Kleinkläranlagen entfällt. Die Bearbeitung der laufenden Anträge wird noch bis zum Oktober fortgeführt, sodass davon ausgegangen werden kann, dass Zulassungen in den kommenden Jahren die Anlagen noch begleiten werden, aber keine rechtliche, sondern nur technische Relevanz haben.

Bei der Bearbeitung der Normen in der europäischen Arbeitsgruppe geht es derzeit in erster Linie um die Neubearbeitung der Norm 12566 Teil 3. Es ist zu erwarten, dass Leistungsklassen mit Abflusskonzentrationen eingeführt werden sowie Angaben über die Entschlammungshäufigkeit basierend auf den Prüfungsergebnissen gemacht werden müssen. Auf diese Weise soll verhindert werden, dass bei weitem zu kleine Anlagen auf dem europäischen Markt zu finden sind. Des Weiteren



are going to be prepared for the UAP procedure. There are many objections from the German side and it is not yet possible to give a precise date for the publication of the revised parts 1, 4, 3, 6 and 7 of EN 12566.

In addition to the European standard a technical guideline is under preparation in DIN and DWA. It shall serve as a code of practice for the assessment of the practicability of the CE marked construction product small wastewater treatment plant and allow the water authorities to give permission under water law.

befasst man sich derzeit auch mit Skalierungsregeln, deren Basis aber noch nicht abgesprochen ist. Nach Abschluss der Arbeiten zur Übernahme der Regeln der Bauproduktenverordnung werden die Normen derzeit für die UAP-Umfrage vorbereitet. Von deutscher Seite sind sehr viele Einwände vorgebracht worden, sodass noch keine abschließende Aussage über den Zeitpunkt der Veröffentlichung der überarbeiteten Normenteile 1, 4, 3, 6 und 7 der EN 12566 gemacht werden können.

Neben der europäischen Norm gibt es derzeit Vorbereitungen zu einem technischen Regelwerk, das von DIN und DWA erarbeitet werden soll, um den Wasserbehörden einen Leitfaden zur Beurteilung der Verwendbarkeit des CE gekennzeichneten Bauproduktes Kleinkläranlage an die Hand zu geben und eine wasserrechtliche Erlaubnis zu erteilen.

**Roland Pöhl;** utp umwelttechnik pöhl, Seybothenreuth

[poehnr@utp-umwelttechnik.de](mailto:poehnr@utp-umwelttechnik.de)

Geboren 1961; Handwerksausbildung mit Abschluss „Straßenbauer“, Meisterprüfung; Studium mit Abschluss Betriebswirt; bis 1989 Straßen- und Tiefbau, zuletzt als Bauleiter; 1990 bis 2001 Betriebsleiter und Prokurist in einem mittelständischen Betonwerk, Kleinkläranlagenherstellung; Verbandsarbeit „Fachgruppe Kleinkläranlagen im Bund deutscher Beton- und Fertigteilerwerke“, Bonn; seit 2002 geschäftsführender Gesellschafter utp umwelttechnik pöhl GmbH; Verbandsarbeit im BDZ e.V. Leipzig; Mitglied in dem Normenausschuss Wasserwesen (NAW) im Deutschen Institut für Normung (DIN): NA 119-05-04 AA „Kleinkläranlagen“; Mitglied im DIBt Sachverständigenausschuss -A- „Klärtechnik“



## Consequences of the new ECJ decision for small wastewater treatment plants and their operators The manufacturers' viewpoint

### Konsequenzen des EuGH-Urteils für Kleinkläranlagen und Betreiber Sichtweise der Hersteller

Since the effective date of December, 15, 2015, much more concerning small wastewater treatment plants has become clear – but just as much still remains unclear. The Federal Republic of Germany has announced that it will fully accept the ECJ decision of October, 16, 2014 and that it will implement it.

As of today, a resolution of the “Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA)” – a mutual working group representing German Federal States and the Federal Government – has laid down the general orientation. But many detailed questions remain to be answered. Legal certainty will result only from the next plenary meeting of the above-mentioned working group in March of 2016.

The national product requirements contained in the Fundamentals of Approval of the DIBT – the German Institute for Construction Engineering – will become invalid and must be replaced by newly defined stipulations for building structures. These structural requirements – once the new stipulations have become known – represent the most important trade criteria for manufacturers; they are still unknown, however.

Zum Stichtag 01.12.2015 ist vieles klar – ebenso vieles jedoch noch unklar. Die Bundesrepublik Deutschland hat angekündigt, das EuGH-Urteil vom 16.10.2014 vollinhaltlich anzuerkennen und entsprechend umzusetzen.

Zum heutigen Tag ist die grobe Richtung durch einen Beschluss der Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) vorgegeben. Viele Detailfragen jedoch sind noch unbeantwortet. Rechtssicherheit wird es erst mit der nächsten Vollversammlung der vorgenannten Arbeitsgemeinschaft im März 2016 geben.

Die in den Zulassungsgrundsätzen des DIBt enthaltenen nationalen Produkthanforderungen entfallen und müssen durch neu zu definierende Bauwerksanforderungen ersetzt werden. Diese Bauwerksanforderungen – wenn sie neu kommen – sind für die Hersteller das wichtigste Handelskriterium und bis heute noch unbekannt.

Unklar ist, wo die Betreiberpflichten und -aufgaben verankert werden. Zur Debatte stehen hier momentan die zuständige Abwasserverordnung des Bundes oder die angepeilte nationale technische Regel (DWA oder DIN 4261/7). Diese Pflichten sowie die Vorgaben an Betrieb und Wartung

It is not clear where the obligations and tasks of the operators will be established. Presently, the relevant wastewater ordinance of the German national government as well as the intended National Technical Regulation (DWA and DIN 4261/7) are being debated. These obligations and the specifications placed on operation and maintenance will directly become legally binding by their incorporation into technical regulations. A legal relationship with the manufacturer, who can directly influence the operation, will then no longer exist. Improved subsequent supervisory possibilities by enforcement agencies of the water authorities are desired and expected by the Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMUB).

A central agency of the water authorities the Federal States is intended to assess adherence to the legal requirements of legislation regulating discharge into waterways without, however, performing an assessment of the construction product. Without the supervision of the DIBt, the manufacturers must assume greater responsibility in designing and dimensioning the plants and the construction series. A stricter supervision of the market, as aimed for by the Federal Government and the Federal States, should then quickly eliminate any black sheep from the market.

The lacking technical requirements – as perceived by the relevant German committees for adherence to the requirements of the water legislation in EN 12566 – should be rendered more specific in the technical regulations. These would provide more generally applicable statements on a more far-reaching effect than the previous approval rules. Interested parties and individuals will have an opportunity to question the new rules, and can thus participate while the regulations are being drafted.

Manufacturers see the most important consequence in the future formulation of the EN 12566. We appeal to the German Federal Government and the Federal States to actively participate in implementation of a revision of the standard series EN 12566. We believe that it is absolutely essential that the German water legislation with its strict requirements placed on operation and maintenance become part of the European standard. But manufacturers likewise see the responsibility of the EU Commission as well. The specifications of the Construction Products Regulation must be consistently incorporated within a reasonable time frame. The commission must ensure that the standard series can also be applied in every other member state within the scope of the harmonization.

werden durch die Überführung in technische Regeln oder entsprechende Verordnungen direkt für den Betreiber rechtsverbindlich. Es besteht nicht wie bisher eine rechtliche Verknüpfung mit dem Hersteller, der auf den Betrieb keinen direkten Einfluss hat. Eine bessere Kontrollmöglichkeit für nachgeordnete Vollzugsorgane der wasserrechtlichen Behörden ist zu erwarten und durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) gewünscht.

Eine zentrale wasserrechtliche Stelle in der Verantwortung der Bundesländer soll die Einhaltung wasserrechtlicher Anforderungen bei Einleitung in ein Gewässer bewerten, jedoch ohne Aussagen zum Bauprodukt. Die Hersteller bekommen durch den Wegfall der DIBt-Kontrollen eine höhere Verantwortung bei der Auslegung und Bemessung der Anlagen und Baureihen. Eine durch den Bund und die Länder angestrebte verstärkte Marktaufsicht wird hier schnell schwarze Schafe aus dem Markt entfernen.

Die aus Sicht der zuständigen deutschen Stellen in der EN 12566 fehlenden technischen Anforderungen zur Einhaltung der wasserrechtlichen Anforderungen sollen in technischen Regeln konkretisiert werden. Diese haben eine allgemeingültige Aussage mit einer weitreichenderen Wirkung als bei den bisherigen Zulassungsgrundsätzen. Bei der Erarbeitung dieser Regeln besteht für alle interessierten Kreise und Personen eine Einspruchsmöglichkeit und somit Möglichkeit zur Mitwirkung.

Die Hersteller sehen die wichtigste Konsequenz in der zukünftigen Ausgestaltung der EN 12566. Wir mahnen Bund und Länder an, aktiv an der anstehenden Umgestaltung der Normenreihe 12566 mitzuarbeiten. Das deutsche Wasserrecht mit den hohen Anforderungen an Betrieb und Wartung muss sich in der europäischen Norm finden! Die Hersteller sehen aber auch die EU-Kommission in der Verantwortung. Die Vorgaben der Bauproduktenverordnung müssen konsequent und mit nachvollziehbaren Zeithorizonten in die Normung eingearbeitet werden. Die Kommission muss Sorge tragen, dass die Normenreihe mit der Harmonisierung auch in jedem Mitgliedsland anwendbar ist.

# thermomass®

Entdecken Sie das weltweit am häufigsten verwendete Glasfaser-Verbundankersystem für Beton-Sandwich und Doppelwandelemente. Die **THERMOMASS**-Verbundankersysteme bestehen aus Glasfaserverstärkten-Verbundanker und Dämmplatten. Der Einbau ist einfach, das System umfassend geprüft. Gebäude, die mit einem THERMOMASS-System gebaut wurden, sind schallarm, sicher und beinahe wartungsfrei. Auch bei Hurrikans, Tornados und Bränden sind sie widerstandsfähig. Die Heiz- und Kühlkosten werden stark reduziert, da über 99% der Wärmedämmwirkung erhalten bleiben. DIBt-Zulassungen Z-21.8-1878 und Z-21.8-1911.

**Construction Systems  
Marketing Ltd.**  
 PF 3075, 64614 Bensheim,  
 Deutschland  
 Tel.: +49-6251-790890  
 Email: [info@thermomass.de](mailto:info@thermomass.de)  
 Internet: [www.thermomass.de](http://www.thermomass.de)



# BETONTAGE

## 23. - 25.02.2016

EDWIN-SCHARFF-HAUS, NEU-ULM



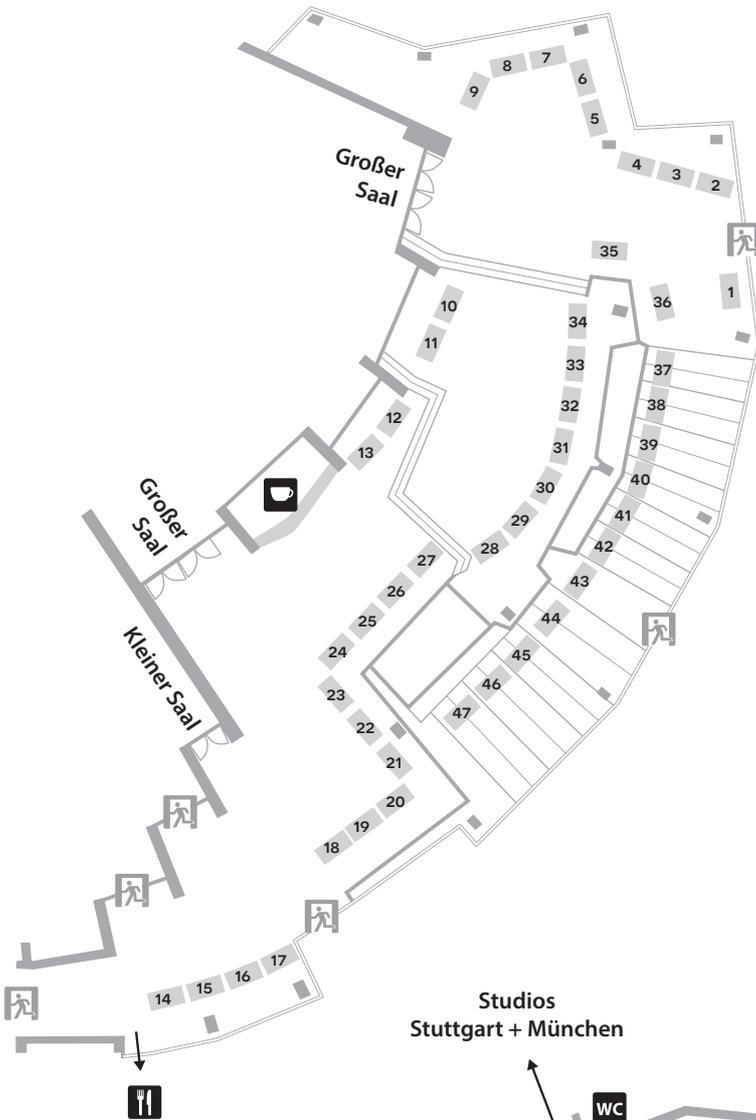
Träger



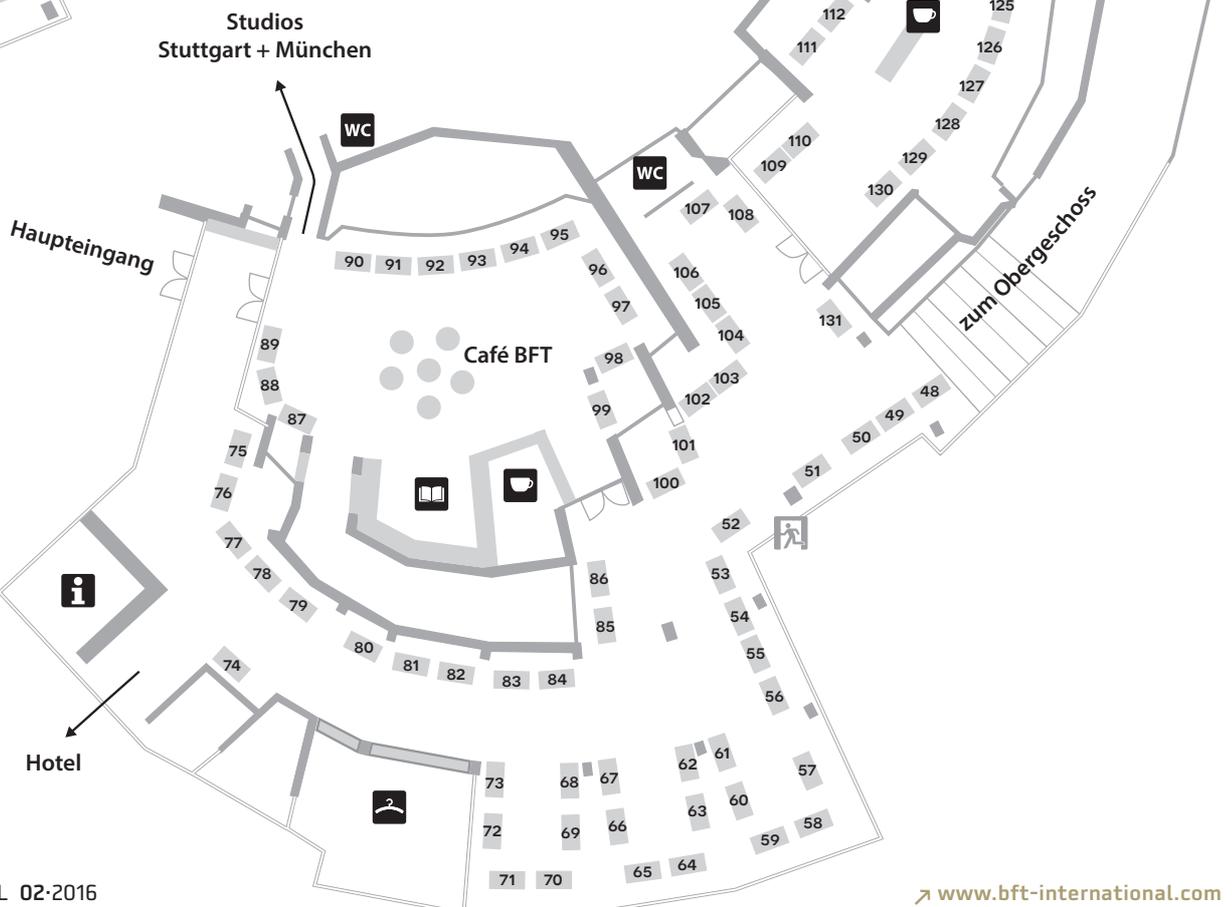
Partner

Gastland Niederlande

**First Floor  
Obergeschoss**



**Ground Floor  
Erdgeschoss**





Stand	Company's name Firma
1	Sauter
2	Weckenmann
3	HALFEN
4	Würschum
5	Prilhofer Consulting
6	Max Frank
7	RIB SAA Software Engineering
8	Top-Werk
9	RATEC
10, 11	Harold Scholz
12, 13	Liebherr-Mischtechnik
14	KÜBAT Förderanlagen
15	SSB - Dr. Strauch Systemberatung
16, 17	Schöck Bauteile
18	solidian
19, 20	BASF Construction Solutions
21	Progress Group
21	EBAWE Anlagentechnik
22	Gebr. Lotter
23	Liapor
24, 25	Sika Deutschland
26	IDAT
27	Vollert Anlagenbau
27	Nuspl Schalungsbau
27	Unitechnik Systems
28	Wiggert + Co.
29	Precast Software Engineering
30	IBB - Ingenieurbüro für Bauinformatik
31, 32	Ha-Be Betonchemie
33	PFEIFER Seil- und Hebetchnik
34	RAMPF FORMEN
35	B.T. innovation
36	RECKLI
37	Trimble
38	Kyocera Unimerco Fastening
39	AVERMANN Maschinenfabrik
40	Rhein-Chemotechnik
41	ACO Hochbau Vertrieb
42	BRECON
43	Form + Test Seidner
43	Dr. Jung & Partner
44	Informationsstelle Edelstahl Rostfrei
45	BCR Building Components Rimmele
46	MAPEI
47	KBH - Baustoffwerke Gebhart & Söhne
48	Ecoratio Europe
49	INTER-MINERALS Deutschland
50	Filigran Trägersysteme
51	Hebau
52	KOBRA Formen
53	BauMineral Herten
54	Günther Spelsberg
55	Holcim Süddeutschland
56	Calenberg Ingenieure

Stand	Company's name Firma
57	Institut Feuerverzinken
58	STEWECON
59	Nordimpianti
60	P & T Technische Mörtel
61	TESTING Bluhm & Feuerherdt
62, 63	Maschinenfabrik Gustav Eirich
64	HECO-Schrauben
65	Cargotec Germany
66	GTSdata
66	Solution Concrete
67	DENKA Chemicals
68	Peikko Deutschland
69	SBM Mineral Processing
70	Lang Sensorik
71	Companero
72	CTVS
73	TOP MINERAL
74	Max Europe
75	MPA Universität Stuttgart
76	Kingspan Insulation
77	Adolf Würth
78	mb trade
79	sh minerals
80	Scheidel
81	Sommer Anlagentechnik
82	WACKER-WERKE
83	V. Fraas Solutions in Textile
84	Dorner Electronic
85	EVG
86	BG RCI Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie
87	Primo
88	Construx
89	bauBIT Software & Service
90	FUCHS LUBRITECH
91	KAISER
92	JORDAHL
93	H-BAU Technik
94	weiler
95	Omya
96	Zeller + Gmelin
97	RMZ Vertriebsgesellschaft
98, 99	SCHWENK Zement
100, 101	RÖHRIG granit
102	OGS Gesellschaft für Datenverarbeitung
103, 104	REMEI Blomberg
105	Ancon
106	LAP
107	STEAG Power Minerals
108	Powerment
109, 110	Dyckerhoff
111	Baustahlgewebe
112	BETA Maschinenbau
113	OPTERRA

Stand	Company's name Firma
114	Bühnen
115	Doyma
116	WMW Industrieanlagen
117	MBK Maschinenbau
118	TERWA
119	Ebalta Kunststoff
120	EUROMECC
121	BLASTRAC
122	OBTEGO
123	Controls
124	R-Tech Stahlbau
125	Sensors & Software Europe
126	VHV Anlagenbau
127	Elematic
128	Kiwa
128	argus CERT BAU
129	Huntsman Pigments
130	PHILIPP
131	DICAD Systeme
	Bauerlag
	Berufsförderungswerk für die Beton- und Fertigteilerhersteller
	BetonBauteile Bayern
	Beuth Verlag
	Bundesanzeiger Verlag
	DETAIL-Verlag
	Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein
	Wilhelm Ernst & Sohn Verlag
	Fachverband Beton- und Fertigteilerwerke Baden-Württemberg
	Fachvereinigung Betonbauteile mit Gitterträgern
	Fachvereinigung Deutscher Betonfertigteilerbau
	Fachverband Beton- und Fertigteilerwerke Sachsen/Thüringen
	info-b Informationsgemeinschaft Betonwerkstein

**Market of Media**  
Markt der Medien

## Product group 1 Produktgruppe 1

**Machines and equipment for concrete block and roof tile production**  
 Maschinen und Anlagen für die Betonstein- und Dachsteinfertigung

Concrete block machines, roof tile machines, molds, transport and handling systems, turn-key concrete block production systems, production boards/sheets  
 Stein- und Dachsteinmaschinen, Formen, Transport- und Handlingsysteme, schlüsselfertige Anlagen, Unterlagsbretter/-bleche

**Company Firma**

Bühnen GmbH & Co. KG	Stand	114
Maschinenfabrik Gustav Eirich GmbH & Co. KG		62, 63
KBH – Baustoffwerke Gebhart & Söhne GmbH & Co. KG		47
KOBRA Formen GmbH		52
KÜBAT Förderanlagen GmbH		14
RAMPF FORMEN GmbH		34
SBM Mineral Processing GmbH		69
Top-Werk GmbH		8
Würschum GmbH		4

## Product group 2 Produktgruppe 2

**Machines and equipment for pipe and manhole production**  
 Maschinen und Anlagen für die Rohr- und Schachtfertigung

Concrete pipe machines, manhole machines, forms/molds, transport and handling systems, pipe testing systems  
 Rohrmaschinen, Schachtmaschinen, Formen, Transport- und Handlingsysteme, Rohrprüfanlagen

**Company Firma**

BETA Maschinenbau GmbH & Co. KG	Stand	112
Cargotec Germany GmbH/Kalmar		65
Maschinenfabrik Gustav Eirich GmbH & Co. KG		62, 63
KÜBAT Förderanlagen GmbH		14
MBK Maschinenbau GmbH		117
SBM Mineral Processing GmbH		69
Top-Werk GmbH		8
WACKER-WERKE GmbH & Co. KG		82

## Product group 3 Produktgruppe 3

**Machines and equipment for production of structural precast elements**  
 Maschinen und Anlagen für die Fertigteilproduktion

Automated carousel pallet circuits, forms/shuttering and accessories, tilting tables, stair forms, extruder systems, slipformers, stressing jacks, plotting and shuttering robots, vibration technology and compaction systems, concrete distributors, straightening and cutting machines, mesh and lattice girder welding machines, reinforcement laying roboters, laser systems

Umlaufanlagen für Decken und Wände, Schalungen und Zubehör, Kipptische, Treppenschalungen, Extruderanlagen, Gleitfertiger, Spannanlagen, Plotter/Schalungsroboter, Vibrationstechnik und Verdichtungssysteme, Betonverteiler, Richt- und Schneidemaschinen, Matten- und Gitterträgerschweißanlagen, Bewehrungsroboter, Lasersysteme

**Company Firma**

AVERMANN Maschinenfabrik GmbH & Co. KG	Stand	39
B.T. innovation GmbH		35
BETA Maschinenbau GmbH & Co. KG		112
BRECON GmbH		42
Bühnen GmbH & Co. KG		114
Cargotec Germany GmbH/Kalmar		65
Construx b.v.b.a.		88
CTVS		72
EBAWE Anlagentechnik GmbH		21
Ecoratio Europe BV		48
Maschinenfabrik Gustav Eirich GmbH & Co. KG		62, 63
Elematic GmbH		127
EVG Entwicklungs- und Verwertungs-Gesellschaft mbH		85
Form + Test Seidner + Co. GmbH		43
IDAT Ingenieurbüro für Datenverarbeitung in der Technik GmbH		26
KÜBAT Förderanlagen GmbH		14
Kyocera Unimerco Fastening GmbH		38
LAP GmbH Laser Applikationen		106
MBK Maschinenbau GmbH		117
Nordimpianti System S.R.L.		59
Nuspl Schalungsbau GmbH + Co. KG		27
Prilhofer Consulting GmbH & Co. KG		5
progress Maschinen & Automation AG		21
RATEC GmbH		9
RIB SAA Software Engineering GmbH		7
R-Tech Stahlbau GmbH		124
SBM Mineral Processing GmbH		69
Harold Scholz & Co. GmbH		10, 11
Sommer Anlagentechnik GmbH		81
Top-Werk GmbH		8
Unitechnik Systems GmbH		27
Vollert Anlagenbau GmbH		27
WACKER-WERKE GmbH & Co. KG		82
Weckenmann Anlagentechnik GmbH & Co. KG		2
weiler GmbH		94
WMW Industrieranlagen GmbH		116

Product group 4 Produktgruppe 4

**Machines and equipment for concrete production and conveying**  
Maschinen und Anlagen für Betonbereitung und -förderung

Mixers, silos and conveying equipment, skip conveyors, color dosing systems, admixture dosing systems, water dosing and moisture measurement devices, concrete recycling plants

Mischer, Silos und Förderanlagen, Kübelbahnen, Farbdosiergeräte, Zusatzmitteldosiergeräte, Feuchtemess- und Wasserdosiergeräte, Betonrecyclinganlagen

**Company Firma**

BRECON GmbH  
Maschinenfabrik Gustav Eirich GmbH & Co. KG  
EUROMECC S.r.l.  
Huntsman Pigments  
KÜBAT Förderanlagen GmbH  
Liebherr-Mischtechnik GmbH  
Nordimpianti System S.R.L.  
SBM Mineral Processing GmbH  
Harold Scholz & Co. GmbH  
Top-Werk GmbH  
VHV Anlagenbau GmbH  
Wiggert + Co. GmbH  
WMW Industrieanlagen GmbH  
Würschum GmbH

**Stand**

42  
62, 63  
120  
129  
14  
12, 13  
59  
69  
10, 11  
8  
126  
28  
116  
4

Product group 5 Produktgruppe 5

**Automation and control engineering, quality assurance**  
Automation, Steuerungstechnik, Qualitätssicherung

Control systems, consultation and planning, data processing and software solutions, CAD systems, concrete testing devices

Steuerungssysteme, Beratung und Planung, Datenverarbeitung und Softwarelösungen, CAD-Systeme, Betonprüfgeräte

**Company Firma**

Company Firma	Stand
B.T. innovation GmbH	35
bauBIT	89
BRECON GmbH	42
Controls S.r.l.	123
DICAD Systeme GmbH	131
Dorner Electronic GmbH	84
Dr. Jung & Partner	43
EBAWE Anlagentechnik GmbH	21
Maschinenfabrik Gustav Eirich GmbH & Co. KG	62, 63
Form + Test Seidner + Co. GmbH	43
GTSdata GmbH & Co. KG	66
IBB - Ingenieurbüro für Bauinformatik Ehlert & Wolf	30
IDAT Ingenieurbüro für Datenverarbeitung in der Technik GmbH	26
Lang Sensorik GmbH	70
OGS Gesellschaft für Datenverarbeitung und Systemberatung mbH	102
Precast Software Engineering GmbH	29
progress Maschinen & Automation AG	21
RIB SAA Software Engineering GmbH	7
Sauter GmbH	1
Sensors & Software Europe	125
Solution Concrete e. K.	66
SSB - Dr. Strauch Systemberatung GmbH	15
Trimble	37
TESTING Bluhm & Feuerherdt GmbH	61
Top-Werk GmbH	8
Unitechnik Systems GmbH	27
WACKER-WERKE GmbH & Co. KG	82
Weckenmann Anlagentechnik GmbH & Co. KG	2

**RIB SAA**  
Software Engineering  
Smart Production in  
Precast Concrete Plants



**Adaptability**  
is our Passion



## Product group 6 Produktgruppe 6

**Binders, raw materials and aggregates**  
 Bindemittel, Roh- und Zuschlagstoffe

Cement, aggregates, colors, fillers (fly ash, stone meal), slags, chromate reducers  
 Zement, Gesteinskörnungen, Zuschlagstoffe, Farben, Füllstoffe (Flugasche, Steinmehl), Schlacken, Chromatreduzierer

**Company Firma**

argus CERT BAU GmbH	128
BauMineral Herten GmbH	53
DENKA Chemicals GmbH	67
Dyckerhoff GmbH	109, 110
Holcim Süddeutschland GmbH	55
Huntsman Pigments	129
INTER-MINERALS Deutschland GmbH	49
Liapor GmbH & Co. KG	23
OPTERRA GmbH	113
P & T Technische Mörtel GmbH & Co. KG	60
Powerment GmbH	108
RÖHRIG granit GmbH	100, 101
Harold Scholz & Co. GmbH	10, 11
SCHWENK Zement KG	98, 99
sh minerals GmbH	79
Sika Deutschland GmbH	24, 25
STEAG Power Minerals GmbH	107
TOP MINERAL GmbH	73

**Stand**

## Product group 7 Produktgruppe 7

**Concrete chemicals and surface treatment**  
 Betonchemie und Oberflächenbehandlung

Admixtures, release agents, surface protection, design and finishing, coatings,  
 acid gels, sealing technique, shot blasting agents  
 Zusatzmittel, Trennmittel, Oberflächenschutz, -gestaltung und -veredelung,  
 Beschichtungen, Säure-Gel, Abdichtungstechnik, Strahlmittel

**Company Firma**

B.T. innovation GmbH	35
BASF Construction Solutions GmbH	19, 20
BCR Building Components Rimmele GmbH & Co. KG	45
BLASTRAC	121
DENKA Chemicals GmbH	67
Doyma GmbH & Co	115
Ecoratio Europe BV	48
FUCHS LUBRITECH GmbH	90
Ha-Be Betonchemie GmbH & Co. KG	31, 32
Hebau GmbH	51
Lang Sensorik GmbH	70
MAPEI GmbH	46
OBTEGO AG	122
RECKLI GmbH	36
REMEI Blomberg GmbH & Co. KG	103, 104
Rhein-Chemotechnik GmbH	40
Scheidel GmbH & Co. KG	80
Sika Deutschland GmbH	24, 25
Top-Werk GmbH	8
WACKER-WERKE GmbH & Co. KG	82
Zeller + Gmelin GmbH & Co. KG	96

**Stand**

## Product group 8 Produktgruppe 8

**Reinforcing, fastening and anchoring systems**  
 Bewehrungs-, Befestigungs- und Verankerungstechnik

Lattice girders, punching shear reinforcement, reinforcement and threaded connections, stainless reinforcement, anchor rails, connectors, steel and plastic fibers, spacers, connection and fixing devices, transport and erection anchors, thermal insulation, mesh reinforcement

Gitterträger, Durchstanzbewehrung, Bewehrungs- und Schraubanschlüsse, Ankerschienen, Dorne, Edelstahlbewehrung, Stahl- und Kunststofffasern, Abstandhalter, Verbindungs- und Befestigungstechnik, Transport- und Montageanker, thermische Trennung, Bewehrungsmatten

**Company Firma**

Ancon GmbH	105
Baustahlgewebe GmbH	111
EVG Entwicklungs- und Verwertungs-Gesellschaft mbH	85
Filigran Trägersysteme GmbH & Co. KG	50
V. Fraas Solutions in Textile GmbH	83
Max Frank GmbH & Co. KG	6
Gebr. Lotter KG - Kummestat Stahl	22
HALFEN Vertriebsgesellschaft mbH	3
H-BAU Technik GmbH	93
HECO-Schrauben GmbH & Co. KG	64
Informationsstelle Edelstahl Rostfrei	44
JORDAHL GmbH	92
Kyocera Unimerco Fastening GmbH	38
Max Europe B.V.	74
mb trade UG	78
MBK Maschinenbau GmbH	117
P & T Technische Mörtel GmbH & Co. KG	60
Peikko Deutschland GmbH	68
PFEIFER Seil- und Hebeteknik GmbH	33
PHILIPP GmbH	130
RMZ Vertriebsgesellschaft mbH	97
R-Tech Stahlbau GmbH	124
Schöck Bauteile GmbH	16, 17
Sika Deutschland GmbH	24, 25
solidian GmbH	18
STEWECON GmbH	58
TERWA BV	118
Adolf Würth GmbH & Co. KG	77

**Stand**

Product group 9 Produktgruppe 9

**Formwork, embedded parts and other accessories**  
Schalungen, Einbauteile und sonstiges Zubehör

Molds, shuttering, formliners, rubber for flexible molds, side shuttering systems, electrical installation systems, frame connectors, other embedded parts, bearing elements, thermal protection and sound insulation systems, erection aids, aligning struts, handling and laying technique  
Schalungen, Matrizen, Kautschuk für flexible Formen, Abschalelemente, Elektroinstallationen, Zargen, sonstige Einbauteile, Bauteillagerung, Wärme- und Schallschutzsysteme, Montagehilfen, Richtstreben, Absturzsicherungen, Greif- und Verlegetechnik

**Company Firma**

ACO Hochbau Vertrieb GmbH  
Ancon GmbH  
AVERMANN Maschinenfabrik GmbH & Co. KG  
B.T. innovation GmbH  
BCR Building Components Rimmele GmbH & Co. KG  
BETA Maschinenbau GmbH & Co. KG  
BRECON GmbH  
Calenberg Ingenieure GmbH  
Companero  
Construx b.v.b.a.  
CTVS  
Doyma GmbH & Co  
Ebalta Kunststoff GmbH  
Max Frank GmbH & Co. KG  
Gebr. Lotter KG – Kummetat Stahl  
H-BAU Technik GmbH  
KAISER GmbH & Co. KG  
Kingspan Insulation GmbH & Co. KG  
Kyocera Unimerco Fastening GmbH  
mb trade UG  
Nuspl Schalungsbau GmbH + Co. KG  
P & T Technische Mörtel GmbH & Co. KG  
Peikko Deutschland GmbH  
PFEIFER Seil- und Hebeteknik GmbH  
Primo GmbH  
RATEC GmbH  
RECKLI GmbH  
REMEI Blomberg GmbH & Co. KG  
Schöck Bauteile GmbH  
Sika Deutschland GmbH  
Sommer Anlagentechnik GmbH  
Günther Spelsberg GmbH + Co. KG  
STEWECON GmbH  
Weckenmann Anlagentechnik GmbH & Co. KG  
Adolf Würth GmbH & Co. KG

**Stand**

41  
105  
39  
35  
45  
112  
42  
56  
71  
88  
72  
115  
119  
6  
22  
93  
91  
76  
38  
78  
27  
60  
68  
33  
87  
9  
36  
103, 104  
16, 17  
24, 25  
81  
54  
58  
2  
77

Product group 10 Produktgruppe 10

**Organizations and service providers**  
Organisationen und Dienstleister

Trade associations and organizations, education and training, research and development organizations, service providers, consulting services, publicity and lobbying activities, publishers  
Branchenverbände und -vereinigungen, Aus- und Fortbildung, Forschungs- und Entwicklungseinrichtungen, Beratung, Öffentlichkeitsarbeit und Lobbying, Verlage

**Company Firma**

Bauverlag BV GmbH  
BG RCI Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie  
Institut Feuerverzinken GmbH  
MPA Universität Stuttgart  
Berufsförderungswerk für die Beton- und Fertigteilhersteller e.V.  
BetonBauteile Bayern im Bayerischen Industrieverband  
Steine und Erden e.V.  
Beuth Verlag GmbH  
Bundesanzeiger Verlag GmbH  
DETAIL-Verlag  
Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein E.V.  
Wilhelm Ernst & Sohn Verlag  
Fachverband Beton- und Fertigteilwerke Baden-Württemberg e.V.  
Fachverband Beton- und Fertigteilwerke Sachsen/Thüringen e.V.  
Fachvereinigung Betonbauteile mit Gitterträgern e.V. (BmG)  
Fachvereinigung Deutscher Betonfertigteilbau e.V. (FDB)  
info-b Informationsgemeinschaft Betonwerkstein e.V.  
Kiwa GmbH

**Stand**

Markt der Medien  
86  
57  
75  
Markt der Medien  
128

Company address Firmenanschrift	Products/Company profile Produkte/Firmenprofil	Stand/Product Group Stand/Produktgruppe
<b>ACO Hochbau Vertrieb GmbH</b> Am Ahlmannkai 24782 Büdelsdorf Phone: +49 4331 354-410 Fax: +49 4331 354-330 hochbau@aco.com www.aco-hochbau.de	<b>ACO Therm frame windows</b> ACO Therm Leibungsfenster	41/9
<b>Ancon GmbH</b> Bartholomäusstr. 26 90489 Nürnberg Phone: +49 911 9551234-0 Fax: +49 911 9551234-9 info@anconbp.de www.anconbp.de	<b>Reinforcement bar couplers, tension systems, connectors, stainless reinforcement</b> Betonstahlkupplungen, Zugstabsysteme, Einzeldorne, rostfreie Bewehrung	105/8, 9
<b>argus CERT BAU</b> Güteschutz-Gesellschaft zur Prüfung, Überwachung und Zertifizierung von Bauprodukten und -verfahren mbH Gerhard-Koch-Str. 2+4 73760 Ostfildern Phone: +49 711 32732-330 Fax: +49 711 32732-335	<b>Testing, quality control and certification from a single source for a very wide range of construction products in Germany and Europe; accredited by DAkkS and notified by DIBt according to BPVO 2013.</b> Prüfung, Überwachung und Zertifizierung aus einer Hand, für ein sehr breites Spektrum an Bauprodukten in Deutschland und Europa, von der DAkkS akkreditierte und vom DIBt notifizierte Stelle nach BPVO 2013.	128/5
 <b>AVERMANN</b> <b>Maschinenfabrik GmbH &amp; Co. KG</b> Lengericher Landstr. 35 49078 Osnabrück Phone: +49 5405 5050 Fax: +49 5405 6441 info@avermann.de www.avermann.de	<b>Turnkey plant, equipment and technology to manufacture floor slabs, solid walls, double walls and sandwich elements, formwork, tilting tables, vibration beds, customized machines</b> Komplett-Anlagen sowie Maschinentechnik zur Fertigung von Deckenplatten, Massivwänden, Doppelwänden und Sandwich-Elementen, Schalungen, Kipptische, Rüttelbahnen, Sondermaschinen	39/3, 9
<b>B.T. innovation GmbH</b> Sudenburger Wuhne 60 39116 Magdeburg Phone: +49 391 7352-0 Fax: +49 391 7352-52 info@bt-innovation.de www.bt-innovation.de	<b>MagFly® AP, FlyFrame®, MultiForm®, formwork handling, planning &amp; consulting, RubberElast®, SynkoElast®, InnoElast® &amp; ProElast® system, LiquidElast, BT-turnbuckle, DoWaTherm®, Thermo-Pin®, SySchal®</b> MagFly® AP, FlyFrame®, MultiForm®, Schalungshandling, Planung & Consulting, RubberElast®, SynkoElast®, InnoElast® & ProElast® System, FlächenElast, BT-Spannschloss, DoWaTherm®, Thermo-Pin®, SySchal®	35/3, 5, 7, 9
<b>BASF Construction Solutions GmbH</b> Dr.-Albert-Frank-Str. 32 83308 Trostberg Phone: +49 39266 9418-0 Fax: +49 39266 941851 ronald.koenig@basf.com www.master-builders-solutions.com	<b>Concrete additives: MasterSure 900, Master X-seed 100, Master Polyheed 35, MasterEase, Release agents: MasterFinish-Series</b> Betonzusatzmittel: MasterSure 900, Master X-Seed 100, Master Polyheed 35, MasterEase, Trennmittel: MasterFinish-Serie	19, 20/7
<b>baubit Software &amp; Service GmbH</b> Gimpelstr. 3 5302 Henndorf am Wallersee Österreich/Austria Phone: +43 6214 20-175 Fax: +43 6214 20-177 office@baubit.at www.baubit.at	<b>CAD/AV software FT-Floor/Wall/Stair &amp; automated structural floor slab verification, calculation of one/two axes, dimensioning &amp; reinforcement. Software for mesh welding plants</b> CAD/AV-Software FT-Decke/Wand/Treppe mit automatischer Elementdeckenstatik, ein- und zweiachsige Berechnung + Bemessung + Bewehrung. Software für Mattenschweißanlagen	89/5
<b>BauMineral Herten GmbH</b> Hiberniastr. 12 45699 Herten Phone: +49 2366 509-0 Fax: +49 2366 509-256 baumineral@baumineral.de www.baumineral.de	<b>EFA fillers, Grobalith, Isogran, Microsit</b> EFA-Füller, Grobalith, Isogran, Microsit	53/6



Company address Firmenanschrift	Products/Company profile Produkte/Firmenprofil	Stand/Product Group Stand/Produktgruppe
<p><b>Baustahlgewebe GmbH</b> Friedrichstr. 16 69412 Eberbach Phone: +49 6271 82-100 Fax: +49 6271 82-368 mail@baustahlgewebe.com www.baustahlgewebe.com</p>	<p>Lattice girders, reinforcing steel and wire, reinforcing steel in coils and bars, reinforcing elements, standard mesh, design mesh Gitterträger, Bewehrungsdraht, Betonstahl in Ringen und Stäben, Bewehrungselemente, Lagermatten, Listenmatten</p>	<p>111/8</p>
<p><b>Bauverlag BV GmbH</b> Avenwedder Str. 55 33311 Gütersloh Phone: +49 5241 8089364 Fax: +49 5241 8094115 bft@bauverlag.de www.bauverlag.de</p>	<p>BFT INTERNATIONAL – Concrete Plant + Precast Technology, Beton- und Fertigteil-Jahrbuch, DBZ Deutsche Bauzeitschrift, tis – Tiefbau Ingenieurbau Straßenbau, ZKG International Cement-Lime-Gypsum BFT INTERNATIONAL – Betonwerk + Fertigteil-Technik, Beton- und Fertigteil-Jahrbuch, DBZ – Deutsche Bauzeitschrift, tis – Tiefbau Ingenieurbau Straßenbau, ZKG International Zement-Kalk-Gips</p>	<p>Markt der Medien/10</p>
<p><b>BCR Building Components Rimmele GmbH &amp; Co. KG</b> Röntgenstr. 5 89584 Ehingen Phone: +49 7391 509850 Fax: +49 7391 509851 matthias.rimmele@viadomo.com www.viadomo.com</p>	<p>Via Domo – now with a global presence. New design department for complex product innovations. Products: polyethylene molds for the wet-cast industry, new release agent for demolding Via Domo nun weltweit aufgestellt. Neue Konstruktionsabteilung für komplexe Produktinnovationen. Produkte: Polyethylenformen für die Wetcastindustrie, Neues Trennmittel zur Entformung</p>	<p>45/7, 9</p>
<p><b>Berufsförderungswerk für die Beton- und Fertigteilhersteller e.V.</b> Gerhard-Koch-Str. 2+4 73760 Ostfildern Phone: +49 711 32732-323 Fax: +49 711 32732-350 info@berufsausbildung-beton.de www.berufsausbildung-beton.de</p>	<p>The not-for-profit association promotes vocational training in the concrete and precast industry trades. Der gemeinnützige Verein setzt sich für die Ausbildungsförderung der Berufe der Betonfertigteilindustrie und des Betonsteinhandwerks ein.</p>	<p>Markt der Medien/10</p>
<p><b>BETA Maschinenbau GmbH &amp; Co. KG</b> Nordhäuser Str. 2 99765 Heringen Phone: +49 36333 666-0 Fax: +49 36333 666-18 info@beta-mb.de www.beta-mb.de</p>	<p>Formwork and steel molds, tilting and vibrating tables, casting buckets, exit carriages, lifting beams, customized designs, magnet for formwork engineering, accessories Schalungen und Stahlformen, Kipp- und Rütteltische, Betonierkübel, Ausfuhrwagen, Traversen, Sonderkonstruktionen, Magnet-Schaltechnik, Zubehör</p>	<p>112/2, 3, 9</p>
<p><b>BetonBauteile Bayern im Bayerischen Industrieverband Steine und Erden e.V.</b> Beethovenstr. 8 80336 München Phone: +49 89 51403-181 Fax: +49 89 51403-183 betonbauteile@steine-erden-by.de www.betonbauteile-by.de</p>	<p>BetonBauteile Bayern is the association of the Bavarian manufacturers of concrete products and precast elements and offers specialist seminars, specific communication platforms and technical services exclusively to our members. BetonBauteile Bayern ist der Fachverband der bayerischen Hersteller von Beton- und Fertigteilen und bietet exklusiv für unsere Mitglieder fachkundige Seminare, spezifische Kommunikationsplattformen, technische Services.</p>	<p>Markt der Medien/10</p>
<p><b>Beuth Verlag GmbH</b> Burggrafenstr. 6 10787 Berlin Phone: +49 30 26012-260 Fax: +49 30 2601-1260 info@beuth.de www.beuth.de</p>		<p>Markt der Medien/10</p>
<p><b>BG RCI Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie</b> Südwestpark 2+4 90449 Nürnberg Phone: +49 6221 5108 22700 Fax: +49 6221 5108 22799 www.bgrci.de</p>	<p>Information on occupational safety and health protection for businesses in the concrete and precast industries Informationen zu Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz für Betriebe der Beton- und Betonfertigteilindustrie</p>	<p>86/10</p>



Company address Firmenanschrift	Products/Company profile Produkte/Firmenprofil	Stand/Product Group Stand/Produktgruppe
<b>BLASTRAC</b> Richard-Byrd-Str. 15 50829 Köln Phone: +49 221 709032-0 Fax: +49 221 709032-22 info@blastrac.de <b>www.blastrac.de</b>	<b>Surface preparation machines and accessories</b> Maschinen und Zubehör zur Oberflächenbearbeitung	121/7
<b>BRECON GmbH</b> Stolberger Str. 393 50933 Köln Phone: +49 221 9544-270 Fax: +49 221 9544-277 info@brecon.de <b>www.brecon.de</b>	<b>BRECON external vibrators, internal vibrators, frequency and PLC control systems, special designs for OEM customers. TOP: Synchronized vibrators for a significant noise reduction during the concrete compaction, SLIM2: the efficient quick-release vibrator</b> BRECON Außenrüttler, Innenrüttler, Frequenzumrichter, Steuerungen, Spezialentwicklungen für Erstausrüster, TOP: Synchronlaufrüttler, die die Lärmentwicklung bei der Betonverdichtung deutlich reduzieren, SLIM2: das rationelle Schnellspann-System	42/3, 4, 5, 9
<b>Bühnen GmbH &amp; Co. KG</b> Hinterm Sielhof 25 28277 Bremen Phone: +49 421 5120-125 Fax: +49 421 5120-260 info@buehnen.de <b>www.buehnen.de</b>	<b>Hot melt adhesives as roofing spacer, Hot melt adhesives for production of structural precast elements, Hot melt tank applicator systems</b> Schmelzklebstoffe als Abstandhalter für Dachsteine, Schmelzklebstoffe für die Fertigteileproduktion, Schmelzklebstofftankanlagen	114/1, 3
<b>Bundesanzeiger Verlag GmbH</b> Amsterdamer Str. 192 50735 Köln Phone: +49 221 97668-306 Fax: +49 221 97668-236 ralf.heitmann@bundesanzeiger.de <b>www.bundesanzeiger.de</b>		Markt der Medien/10
<b>Calenberg Ingenieure GmbH</b> Am Knübel 2-4 31020 Salzhemmendorf Phone: +49 5153 9400-0 Fax: +49 5153 9400-49 info@calenberg-ingenieure.de <b>www.calenberg-ingenieure.de</b>	<b>Static and dynamic support of building components, protection against vibration and structure borne noise, airborne noise protection</b> Statische und dynamische Bauteillagerung, Körperschall- und Erschütterungsschutz, Lärmschutz	56/9
<b>Cargotec Germany GmbH/Kalmar</b> Reichsbahnstr. 72 22525 Hamburg Phone: +49 40 547305-0 Fax: +49 40 547305-19 vertrieb@kalmarglobal.com <b>www.kalmar.de</b>	<b>Kalmar is the specialist for handling equipment for heavy industry. Our strengths: wide range of equipment and a perfect sales and service network.</b> Kalmar ist der Spezialist für Umschlaggeräte für die Schwerindustrie. Stärken: breites Geräteangebot und ein perfektes Vertriebs- und Servicenetz.	65/2, 3
<b>Companero</b> Industrieweg 10c 3606 AS Maarsen Niederlande/The Netherlands Phone: +31 643169575 ronald.sonntag@companero.biz <b>www.companero.nl</b>	<b>GIAN® anti-slip texture a thin mat (2 mm) glued into a concrete mould – TÜV test reports – Long lifespan – significant breadth – unlimited length</b> GIAN® Antirutsch-Strukturmatte, eine dünne Matte (2 mm), die in die Betonform geklebt wird – TÜV Testberichte – lange Lebensdauer – großzügige Breite – unbegrenzte Länge	71/9
<b>Construx b.v.b.a.</b> Hazebeekstraat 11 8531 Hulste Belgien/Belgium Phone: +32 89 3288-55 Fax: +32 89 3288-66 info@construx.be <b>www.construx.be</b>	<b>Shuttering systems for the constructions and precast industry; battery molds, tilting tables, adjustable stair molds, mold systems for columns and modular units, special molds, production lines</b> Schalungen für die Bau- und Fertigteilindustrie: Batterieschalungen, Kippische, verstellbare Treppenschalungen, Stützen- und Raumzellenschalungen, Sonderschalungen, Produktionslinien	88/3, 9



Company address Firmenanschrift	Products/Company profile Produkte/Firmenprofil	Stand/Product Group Stand/Produktgruppe
<p><b>Controls S.r.l.</b> Via Salvo D'Aquisto, 2/4 20060 Liscate (Mi) Italien/Italy Phone: +39 02921841 Fax: +39 0292103333 controls@controls.it www.controls-group.com</p>	<p><b>CONTROLS</b> propose a complete range of testing equipment to meet all the EN and other National Standards: the widest range available today of <b>Advanced Automatic, Semi-automatic compression testers and Automatic Testing Systems</b> which satisfy all requirements for concrete and cement. <b>CONTROLS</b> bietet die gesamte Bandbreite an Testgeräten, die allen EN und nationalen Standards gerecht werden: das größte heute verfügbare Angebot an modernen automatischen und halbautomatischen Druckfestigkeits-Prüfgeräten und automatischen Test-Systemen, die alle Anforderungen für die Beton- und Zementprüfung erfüllen.</p>	123/5
<p><b>CTVS</b> Chaudronnerie Technique Val de Saone 352, allée de Fétan 01600 Trévoux Frankreich/France Phone: +33 474000925 Fax: +33 474004974 contact@ctvs.eu www.ctvs.eu</p>	<p><b>CTVS</b> develops and manufactures all special steel forms and molds for precast concrete solutions. Our products are specifically customized to meet your requirements. CTVS entwickelt und fertigt alle Sonderstahlschalungen und Formen zur Herstellung von Serien-Betonfertigteilen. All unsere Produkte werden spezifisch für Sie auf Maß gefertigt.</p>	72/3, 9
<p><b>DENKA Chemicals GmbH</b> Kaiserwerther Str. 183 40474 Düsseldorf</p>	<p>We are a japanese manufacturer of special additive to enhance performance of concrete, in particular crack-free, high strength, quick hardening or more. Wir sind ein japanischer Hersteller von speziellen Beton-Additiven, die unter Anderem schnelles, rissfreies Aushärten bei hoher Festigkeit ermöglichen.</p>	67/6, 7
<p><b>Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein E.V.</b> Kurfürstenstr. 129 10785 Berlin Phone: +49 30 236096-0 Fax: +49 30 236096-23 info@betonverein.de www.betonverein.de</p>	<p>The <b>DBV</b> is an association promoting and developing scientific and technical foundations to concrete construction and structural engineering. Der <b>DBV</b> ist ein Verein zur Förderung und Weiterentwicklung der wissenschaftlichen und technischen Grundlagen des Betonbaus und der Bautechnik.</p>	Markt der Medien/10

# ALL IN PRECAST PRECAST ALL IN

Björn Brandt



Visit us at the  
**bauma 2016**  
April 11-17, Munich  
Hall B1, booth 206

made in Germany

**Precast Success**

As internationally acknowledged expert we are providing customized machinery and plant engineering solutions for state-of-the-art precast concrete production. Everything you need for a profitable investment. Made in Germany. Since 1925.  
[www.vollert.de](http://www.vollert.de) | [precast@vollert.de](mailto:precast@vollert.de) | [www.YouTube.com/VollertPrecast](http://www.YouTube.com/VollertPrecast)



Company address Firmenanschrift	Products/Company profile Produkte/Firmenprofil	Stand/Product Group Stand/Produktgruppe
<b>DETAIL-Verlag</b> Institut für internationale Architektur- Dokumentation GmbH & Co. KG Hackerbrücke 6 80335 München Phone: +49 89 3816200 Fax: +49 89 38162077 mail@detail.de www.detail.de	<b>One of the most prominent Publishing Houses for Architects and Engineers worldwide: Magazines, Reference Books, Databases</b> Einer der führenden internationalen Fachverlage für Architekten und Bauingenieure: Fachzeitschriften, Bücher, Datenbanken, Veranstaltungen	<b>Markt der Medien/10</b>
<b>DICAD Systeme GmbH</b> Claudiastr. 2b 51149 Köln Phone: +49 2203 9313-0 Fax: +49 2203 9313-199 info@dicad.de www.dicad.de	<b>Innovative, hands-on CAD solutions for precast plants and construction engineers</b> Innovative CAD-Lösungen von Praktikern für Betonfertigteilwerke und Bauingenieure	<b>131/5</b>
<b>Dorner Electronic GmbH</b> Kohlgrub 914 6863 Egg Österreich/Austria Phone: +43 5512 2240-0 Fax: +43 5512 2240-46 info@dorner.at www.dorner.at	<b>Design, manufacture and installation of industrial process controls and process instrumentation and control systems for ready-mixed and precast concrete plants, laboratory software, recourse management</b> Planung, Herstellung & Installation industrieller Prozesssteuerungen & Prozessleitsysteme für TP-Beton- und Fertigteilwerke, Laborsoftware, Ressourcenverwaltung, Netzwerk & Datenverbund	<b>84/5</b>
<b>Doyma GmbH &amp; Co</b> Industriestr. 43-57 28876 Oytten Phone: +49 4207 9166-300 Fax: +49 4207-9166-199 info@doyma.de www.doyma.de	<b>Sealing systems for pipes and cables, fire protection for pipes and cables, 25 years guarantee</b> Dichtungssysteme für Rohre und Kabel, Brandschutzsysteme für Rohre und Kabel, 25 Jahre Garantie auf alle Produkte	<b>115/7, 9</b>
<b>Dr. Jung &amp; Partner Software &amp; Consulting AG</b> Mainzer Str. 23 10247 Berlin Phone: +49 30 2757 4020 Fax: +49 30 2904 9092 info@jpsc.de	<b>LASTRADA The Industry Standard Software for Construction Materials Testing Modular Laboratory Information Management System (LIMS).</b> LASTRADA Die Standardsoftware für die Baustoffprüfung. Modulare Client-Server-Software für Prüflaboratorien (LIMS).	<b>43/5</b>
 <b>Dyckerhoff</b> Biebricher Str. 68 65203 Wiesbaden Phone: +49 611 676-0 Fax: +49 611 676-1040 info@dyckerhoff.com www.dyckerhoff.com	<b>Cements and high performance cementitious binder</b> Zemente und Hochleistungsbindemittel	<b>109, 110/6</b>
<b>Ebalta Kunststoff GmbH</b> Erlbacher Str. 100 91541 Rothenburg ob der Tauber Phone: +49 9861 7007-0 Fax: +49 9861 7007-77 info@ebalta.de www.ebalta.de	<b>Tooling resins for mould- and tool making: PU casting resins, EP resins, board- and blockmaterial, pastes and additives. News: GM 955-40/55/70</b> Spezialkunstharze rund um den Formen- und Werkzeugbau: PU-Gießmassen, EP-Harze, Platten- und Blockware, Pasten und Hilfsstoffe. Neuigkeiten: GM 955-40/55/70	<b>119/9</b>
<b>EBAWE Anlagentechnik GmbH</b> Dübener Landstr. 58 04838 Eilenburg Phone: +49 3423 665-0 Fax: +49 3423 665-200 info@ebawe.de www.ebawe.de	<b>Carousel systems, upgrading and streamlining concepts for existing production lines, casting beds, tilting tables, battery molds</b> Palettenumlaufanlagen, Modernisierungs- und Rationalisierungskonzepte für bestehende Fertigungsanlagen, Fertigungsbahnen, Kipptische, Batterieformen	<b>21/3, 5</b>



Company address Firmenanschrift	Products/Company profile Produkte/Firmenprofil	Stand/Product Group Stand/Produktgruppe
<p><b>Ecoratio Europe BV</b> Industrieweg 161 3044 AS Rotterdam Niederlande/The Netherlands Phone: +31 88 2244-440 Fax: +31 88 2244-444 info@ecoratio.com www.ecoratio.com</p>	<p>Ecoratio supplies environmental friendly release agent emulsions and supplementary products. All products are suitable for application under most diverse circumstances. Ecoratio liefert umweltfreundliche Trennmittel-Emulsionen und Zubehör. Alle Produkte eignen sich für die Anwendung unter äußerst verschiedenartigen Bedingungen.</p>	<p>48/3, 7</p>
<p><b>Maschinenfabrik Gustav Eirich GmbH &amp; Co. KG</b> Walldürner Str. 50 74736 Hardheim Phone: +49 6283 51-0 Fax: +49 6283 51-325 www.eirich.de</p>	<p>Intensive mixer(s)/Eirich mixer(s) for high-performance concretes, fine-grained concretes (concrete products) and prefabricated parts production, with optimum disintegration of cement, pigment- and clay-lumps Intensivmischer/Eirichmischer für Hochleistungsbetone, Feinkornbetone (Betonwaren) und Fertigteilproduktion, mit optimalem Aufschluss von Zement-, Pigment- und Lehmklumpen</p>	<p>62, 63/1, 2, 3, 4, 5</p>
<p><b>Elematic GmbH</b> Berner Str. 107 60437 Frankfurt Phone: +49 69 348 774-221 Fax: +49 69 348 774-220 sales@elematic.com www.elematic.com</p>	<p>Complete batching and mixing plants, concrete distribution systems, production lines for floors, facades and wall panels, magnet and closure systems, product program Eli Plan Komplette Dosier- und Mischanlagen, Kübelbahn- und Betonverteileranlagen, Umlaufanlagen für Decken-, Wand- und Fassadenproduktion, Magnet- und Abstellersysteme, Produktprogramm Eli Plan</p>	<p>127/3</p>

**WISSENSVORSPRUNG SEIT 60 JAHREN**  
AT THE FOREFRONT OF KNOWLEDGE FOR 60 YEARS  
**23. - 25.02.2016, NEU-ULM**  
WWW.BETONTAGE.DE



Company address Firmenanschrift	Products/Company profile Produkte/Firmenprofil	Stand/Product Group Stand/Produktgruppe
<b>Wilhelm Ernst &amp; Sohn Verlag für Architektur und technische Wissenschaften GmbH &amp; Co. KG</b> Rotherstr. 21 10245 Berlin Phone: +49 30 47031-200 Fax: +49 30 47031-270 info@ernst-und-sohn.de www.ernst-und-sohn.de	<b>Books and journals for civil engineers and architects, Concrete Yearbook, Eurocode 2, Journals: Concrete and Reinforced Concrete Construction and Structural Concrete</b> Bücher und Zeitschriften für Bauingenieure und Architekten, Beton-Kalender, Eurocode 2, Beton- und Stahlbetonbau, Structural Concrete	<b>Markt der Medien/10</b>
<b>EUROMECC S.r.l.</b> S.S. 192 KM 79 95045 Misterbianco (CT) Italien/Italy Phone: +39 0957130011 Fax: +39 0957130115 info@euromecc.com www.euromecc.com		<b>120/4</b>
<b>EVG Entwicklungs- und Verwertungs-Gesellschaft mbH</b> Gustinus-Ambrosi-Str. 1-3 8074 Raaba Österreich/Austria Phone: +43 316 4005-0 Fax: +43 316 4005-500 sales@evg.com www.evg.com	<b>Straightening and cutting machines for reinforcing steel off coil with roller or rotor straightening units, optional equipment for precast concrete plants and rebar shops, mesh welding plants</b> Richt- und Schneidemaschinen für Betonstahl vom Coil, mit Rollen und Rotorrichtwerk, Zusatzeinrichtungen für Fertigteilerwerke und Eisenbiegereien, automatische Bewehrungssysteme mit Roboterverlegung, Mattenschweißanlagen	<b>85/3, 8</b>
<b>Fachverband Beton- und Fertigteilerwerke Baden-Württemberg e.V.</b> Gerhard-Koch-Str. 2+4 73760 Ostfildern Phone: +49 711 32732-300 Fax: +49 711 32732-350 fbf@betonservice.de www.betonservice.de	<b>Services offered exclusively to member companies: lobbying and public relations activities for precast concrete elements, technical support and assistance, labor law consultancy and representation in litigation, vocational and further training, pooled procurement</b> Exklusiv für Mitgliedsunternehmen: Lobbying und Öffentlichkeitsarbeit für Betonbauteile, Betreuung in technischen Fragen, Arbeitsrechtliche Beratung und Prozessvertretung, Aus- und Weiterbildung, Einkaufspools	<b>Markt der Medien/10</b>
<b>Fachverband Beton- und Fertigteilerwerke Sachsen/Thüringen e.V.</b> Meißner Str. 15a 01723 Wilsdruff Phone: +49 35204 7804-0 Fax: +49 35204 7804-20 info@fbf-dresden.de www.fbf-dresden.de	<b>Fachverband Sachsen/Thüringen is the association of concrete and precast producers operating in the German states of Saxony and Thuringia. We provide specialist seminars, dedicated communication platforms and technical services exclusively to our members.</b> Der Fachverband Sachsen/Thüringen ist der Fachverband der Hersteller von Beton- und Fertigteilen aus Sachsen und Thüringen. Wir bieten exklusiv für unsere Mitglieder fachkundige Seminare, spezifische Kommunikationsplattformen, technische Services.	<b>Markt der Medien/10</b>
<b>Fachvereinigung Betonbauteile mit Gitterträgern e.V. (BmG)</b> Raiffeisenstr. 8 30938 Burgwedel Phone: +49 5139 959930 Fax: +49 5139 999451 info@betonverbaende-nord.de www.fachvereinigung-bmg.de		<b>Markt der Medien/10</b>
<b>Fachvereinigung Deutscher Betonfertigteilbau e.V. (FDB)</b> Schloßallee 10 53179 Bonn Phone: +49 228 95456-56 Fax: +49 228 95456-90 info@fdb-fertigteiltbau.de www.fdb-fertigteiltbau.de	<b>Brochures, books and codes of practice to order or download, texts for invitation of tenders, parts catalogue (standardized types), knowledge database, (pre)dimensioning, architecture, drawing example, technical consultancy</b> Broschüren, Bücher und Merkblätter zum Bestellen oder Download, Ausschreibungstexte, Typenprogramm, Wissensdatenbank, Vordimensionierung, Architektur, Musterzeichnungen, technische Beratung	<b>Markt der Medien/10</b>
<b>Filigran Trägersysteme GmbH &amp; Co. KG</b> Zappenberg 6 31633 Leese Phone: +49 5761 9225-0 Fax: +49 5761 9225-40 info@filigran.de www.filigran.com	<b>Filigran punching shear reinforcement FDB II, lattice girders, reinforcing steel in coils B 500 A</b> Filigran Durchstanzbewehrung FDB II, Gitterträger, Betonstahl in Ringen B 500 A	<b>50/8</b>

Company address Firmenanschrift	Products/Company profile Produkte/Firmenprofil	Stand/Product Group Stand/Produktgruppe
<p><b>Form + Test Seidner + Co. GmbH</b> Zwiefalter Str. 20 88499 Riedlingen Phone: +49 7371 9302-0 Fax: +49 7371 9302-99 vertrieb@formtest.de <a href="http://www.formtest.de">www.formtest.de</a></p>	<p>Compression and bending testers for pavers, tiles and curbs, abrasion testers, specimen grinders, pressure devices for splitting tensile testing; test sievers, sieve shaker, service and calibration of testing machines Druck- und Biegeprüfmaschinen für Pflastersteine, Platten und Bordsteine, Abriebprüfgeräte, Probenschleifmaschinen, Druckvorrichtungen für Spaltzugprüfung, Analysen-Prüfsiebe, Siebmaschine, Service + Kalibrierung von Prüfmaschinen</p>	<p>43/3, 5</p>
<p><b>V.Fraas Solutions in Textile GmbH</b> Orter Str. 6 95233 Helmbrechts Phone: +49 9252 703-553 Fax: +49 9252 70366-550 julia.hartmann@fraas.com <a href="http://www.solutions-in-textile.com">www.solutions-in-textile.com</a></p>	<p>SITgrid® – high-performance concrete reinforcement made from AR glass and carbon SITgrid® Hochleistungsbetonbewehrung aus AR-Glas und Carbon</p>	<p>83/8</p>
<p><b>Max Frank GmbH Co. KG</b> Mitterweg 1 94339 Leiblfling Phone: +49 9427 189-0 Fax: +49 9427-1588 info@maxfrank.de <a href="http://www.maxfrank.de">www.maxfrank.de</a></p>	<p>Technologies for the construction industry, Product lines: Spacers, Formwork technology, Reinforcement technologies, Sealing technologies, Building acoustics Technologien für die Bauindustrie, Geschäftsbereiche: Abstandhalter, Schalungstechnik, Bewehrungstechnik, Dichtungstechnik, Bauakustik</p>	<p>6/8, 9</p>



## Driving performance in color concrete

Huntsman Pigments and Additives is a leading supplier of inorganic pigments and functional additives for the construction industry. In addition to our high-quality pigments, our customers rely on us for our technical expertise and customer support:

- ▶ IRON OXIDE pigments
- ▶ TITANIUM DIOXIDE white pigments
- ▶ COBALT BLUE pigments
- ▶ CHROMIUM GREEN pigments
- ▶ CARBON BLACK pigments
- ▶ FERROXIDE® iron oxide powders
- ▶ HYRDOTINT™ liquid pigment slurries
- ▶ GRANUFIN™ granular pigments
- ▶ GRANUMAT™ and CHAMLEON™ dispensing systems



To find out more email: [P&A\\_info@huntsman.com](mailto:P&A_info@huntsman.com) web: [www.huntsman.com/pigmentsandadditives](http://www.huntsman.com/pigmentsandadditives)

Company address Firmenanschrift	Products/Company profile Produkte/Firmenprofil	Stand/Product Group Stand/Produktgruppe
<b>FUCHS LUBRITECH GmbH</b> Werner-Heisenberg-Str. 1 67661 Kaiserslautern Phone: +49 6301 32060 Fax: +49 6301 3206940 info@fuchs-lubritech.de www.fuchs-lubritech.com	<b>FUCHS LUBRITECH develops and manufactures high quality concrete release agents such as SOK AQUA emulsions or the BETONEX protecting agents. FUCHS LUBRITECH entwickelt und produziert hochwertige Betontrennmittel wie z. B. die Emulsionen der SOK AQUA-Reihe oder Mischerschutz aus dem BETONEX-Sortiment.</b>	<b>90/7</b>
<b>GTSdata GmbH &amp; Co. KG</b> Zinnigießerstr. 12 31789 Hameln Phone: +49 5151 10738-0 Fax: +49 5151 10738-55 info@gtsdata.com www.gtsdata.com	<b>PRIAMOS – the complete software solution for concrete plants, modules for CRM, digital archive, to-do management, costing, order processing, delivery scheduling and resource planning, CAD and master computer integration</b> <b>PRIAMOS – die komplette Softwarelösung für optimales Unternehmensmanagement, Module für Vertriebsunterstützung, Kalkulation, Auftragsabwicklung, Disposition und Ressourcenplanung, CAD- und Leitrechnerintegration</b>	<b>66/5</b>
<b>H-BAU Technik GmbH</b> Am Güterbahnhof 20 79771 Klettgau-Erzingen Phone: +49 7742 9215-0 Fax: +49 7742 9215-129 info@h-bau.de www.h-bau.de	<b>Formworks, shear pins, double-wall handling ties, thermal insulating elements, soundproofing, sealing technology, reinforcement</b> <b>Schalungen, Schubdorne, Doppelwandtransportanker, Wärmedämmelemente, Schallisolierung, Abdichtungstechnik, Bewehrung</b>	<b>93/8, 9</b>
<b>Ha-Be Betonchemie GmbH &amp; Co. KG</b> Stüvestr. 39 31785 Hameln Phone: +49 5151 587-0 Fax: +49 5151 587-55 info@ha-be.com www.ha-be.com	<b>Concrete admixtures, concrete colours, surface protection products</b> <b>Betonzusatzmittel, Betonfarben, Oberflächenschutz-Produkte</b>	<b>31, 32/7</b>
<b>HALFEN Vertriebsgesellschaft mbH</b> Liebigstr. 14 40764 Langenfeld Phone: +49 2173 970-0 Fax: +49 2173 970-225 info@halfen.de www.halfen.de	<b>Transport anchor systems, punch-shear reinforcement, Dynagrip, HIT Halfen-Iso-Elements for thermal isolation of balconies, reinforcement connections</b> <b>Transportankersysteme, Durchstanzbewehrung, Dynagrip, HIT Halfen-Iso-Elemente zur thermischen Trennung von Balkonen, Bewehrungsanschlüsse</b>	<b>3/8</b>
<b>Hebau GmbH</b> An der Eisenschmelze 13 87527 Sonthofen Phone: +49 8321 6736-0 Fax: +49 8321 6736-36 mail@hebau.de www.hebau.de	<b>Products for architectural and decorative concrete: Exposed aggregate concrete chemicals (liquid + paper), acid gels, release agents for architectural and wetcast concrete, protective coatings, admixtures</b> <b>Produkte für Architekturbeton bzw. dekorativen Beton: Waschbetonprodukte (Lack + Papier), Säure-Gel, Trennmittel (Sichtbeton und Wetcast), Imprägnierungen, Additive, Fasern</b>	<b>51/7</b>
<b>HECO Schrauben GmbH &amp; Co. KG</b> Dr.-Kurt-Steim-Str. 28 78713 Schramberg Phone: +49 7422-989-0 Fax: +49 7422-989-200 info@heco-schrauben.de www.heco-schrauben.de	<b>HECO presents the revised generation of the concrete screw MMS-plus. The product range includes numerous versions and a wide choice of diameters and load classes.</b> <b>HECO präsentiert die neue Version der erfolgreichen Betonschraube MMS-plus. Zahlreiche Varianten runden das Sortiment ab und bieten ein breites Spektrum an Durchmessern und Lastklassen.</b>	<b>64/8</b>
<b>Holcim Süddeutschland GmbH</b> Dormettinger Straße 23 72359 Dotternhausen Phone: +49 7427 79-0 Fax: +49 7427 79-201 info-sueddeutschland@holcim.com www.holcim-sued.de		<b>55/6</b>
 <b>Huntsman Pigments</b> Mühlstr. 118 65396 Walluf Phone: +49 6123 797-0 Fax: +49 6123 72336 www.huntsman.com	<b>GRANUFIN® – GRANUMAT® coloring system: for concrete products, precast and ready-mix applications</b> <b>Einfärbesystem GRANUFIN® – GRANUMAT®: Zur Herstellung von Betonwaren, Fertigteilen und Transportbeton</b>	<b>129/4, 6</b>



Company address Firmenanschrift	Products/Company profile Produkte/Firmenprofil	Stand/Product Group Stand/Produktgruppe
<b>IBB – Ingenieurbüro für Bauinformatik Ehlert &amp; Wolf</b> Vor den Feldern 17 51147 Köln Phone: +49 2203 928614 Fax: +49 2203 696560 ehler@betsy.de www.betsy.de	<b>Betsy includes pricing, production, delivery and erection planning, stock and supply chain management, invoicing, cost accounting, MIS and interfaces to financial systems, CAD, BIM and master computers</b> Betsy bietet Kalkulation, Produktions-, Liefer- und Montageplanung, Lagerverwaltung, Bestellwesen, Abrechnung, Kostenrechnung, MIS und Schnittstellen zu Buchhaltung, CAD, BIM und Leitrechnern	30/5
<b>IDAT Ingenieurbüro für Datenverarbeitung in der Technik GmbH</b> Pfnorstr. 10 64293 Darmstadt Phone: +49 6151 7903-0 Fax: +49 6151 7903-55 info@idat.de www.idat.de	<b>CAD programs for designing precast concrete units: solid walls, solid floor slabs, double walls, precast concrete slabs, hollow-core slabs, stairs, stairwells, facades, columns and beams</b> CAD-Programme zur Fertigteilverplanung: Massivwände, Massivdecken, Doppelwände, Elementdecken, Hohlkörperdecken, Treppen, Treppenhäuser, Fassaden, Stützen und Binder	26/3, 5
<b>info-b Informationsgemeinschaft Betonwerkstein e.V.</b> Biebricher Str. 69 65203 Wiesbaden Phone: +49 611 603403 Fax: +49 611 609092 service@info-b.de www.info-b.de	<b>Marketing services provided to cast stone and terrazzo manufacturers and precast operations, consultancy for architects and designers regarding the appropriate use of cast stone and fair-faced concrete</b> Marketing-Service für Betonwerkstein- und Terrazzohersteller und Fertigteilverwerke, Beratung für Planer und Architekten bei der Planung von Betonwerkstein und Sichtbeton	Markt der Medien/10
<b>Informationsstelle Edelstahl Rostfrei</b> Sohnstr. 65 40237 Düsseldorf Phone: +49 211 6707-835 Fax: +49 211 6707-344 info@edelstahl-rostfrei.de www.edelstahl-rostfrei.de	<b>Stainless steel rebar, stainless steel connection technology</b> Nichtrostender Betonstahl, nichtrostende Verbindungstechnik	44/8
<b>Institut Feuerverzinken GmbH</b> Graf-Recke-Str. 82 40239 Düsseldorf Phone: +49 211 690765-0 Fax: +49 211 690765-28 info@feuerverzinken.com www.feuverzinken.com		57/10
<b>INTER-MINERALS Deutschland GmbH</b> Dahlienstr. 23 53332 Bornheim Phone: +49 2227 9905-0 Fax: +49 2227 9905-55 info@interminerals.de www.interminerals.de	<b>Natural aggregates for the concrete industry</b> Natursteinkörnungen für die Betonindustrie	49/6
<b>JORDAHL GmbH</b> Nobelstr. 51 12057 Berlin Phone: +49 30 68283-02 Fax: +49 30 68283-497 info@jordahl.de www.jordahl.de	<b>Fastening systems, such as anchor channels, profiled metal sheet channels, punching shear reinforcement, shear connectors, mounting channels</b> Befestigungssysteme wie Ankerschienen, Trapezblechbefestigungsschienen, Durchstanzbewehrungen, Schubdorne, Montageschienen	92/8
<b>KAISER GmbH &amp; Co. KG</b> Ramsloh 4 58579 Schalksmühle Phone: +49 2355 809-0 Fax: +49 2355 809-21 info@kaiser-elektro.de www.kaiser-elektro.de	<b>Electrical installation for plant manufacturing: Wall production: B²-Program – fast, easy, safe; Slab production: casings for LED, UV-/HV, energy-saving lamps, loudspeakers</b> Elektroinstallation für die Werksfertigung: Wandfertigung: B²-Programm – schnell, einfach, sicher; Deckenfertigung: Gehäuse für LED, UV-/HV-, Energiesparleuchten, Lautsprecher	91/9

Company address  
 Firmenanschrift

 Products/Company profile  
 Produkte/Firmenprofil

 Stand/Product Group  
 Stand/Produktgruppe

  
 >> MASCHINENBAU

**KBH – Baustoffwerke**  
**Gebhart & Söhne GmbH & Co. KG**  
 Einöde 2  
 87760 Lachen  
 Phone: +49 8331 9503-0  
 Fax: +49 8331 9503-20  
 maschinen@k-b-h.de  
 www.k-b-h.de

**Systems for layer-by-layer aging of concrete paving blocks, aging systems for split products, Mobile OFF LINE Dancing Weight System, COLORIST: Colour blend unit for creation of multi color blend concrete, washing system, shot blasting system**  
 Anlagen zur lagenweisen Alterung von Betonpflastersteinen, Anlagen zur Alterung von Spaltprodukten, Mobile Off Line Alterungsanlage, COLORIST: Ergänzungsmodul zur Erzeugung von Colormix-Optiken, Wasserstrahlanlage, Kugelstrahlanlage

47/1

**Kingspan Insulation GmbH & Co. KG**  
 Fuggerstr. 15  
 49479 Ibbenbüren  
 Phone: +49 5451 898-0  
 Fax: +49 5451 898-66  
 info@kingspaninsulation.de  
 www.kingspaninsulation.de

**Kingspan Kooltherm K20 is a fiber-free, premium-performance insulation board designed for precast semi- and sandwich elements.**  
 Kingspan Kooltherm K20 ist eine faserfreie Hochleistungsdämmplatte für Betonhalb- und Betonsandwichelemente

76/9

**Kiwa GmbH**  
 Mühlmahdweg 25a  
 86167 Augsburg  
 Phone: +49 821 72024-0  
 Fax: +49 821 72024-40  
 InfoKiwaAugsburg@kiwa.de  
 www.kiwa.de

**Testing and engineering services for building materials and structures**  
 Prüfungen und Ingenieurleistungen für Baustoffe und Bauwerke

128/10

**KOBRA Formen GmbH**  
 Plohnbachstr. 1  
 08485 Lengsfeld  
 Phone: +49 37606 302-0  
 Fax: +49 37606 302-22  
 info@kobragroup.com  
 www.kobragroup.com

**Molds and wear parts for all block machines, molds for pavers, curbs, hollow blocks, special molds, hydraulic molds**  
 Formen und Verschleißteile für alle Betonsteinmaschinen, Pflasterstein-, Bordstein-, Hohlblock-, Sonderformen, hydraulische Formen

52/1

**KÜBAT Förderanlagen GmbH**  
 Max-Planck-Str. 14  
 88361 Altshausen  
 Phone: +49 7584 9209-0  
 Fax: +49 7584 9209-20  
 info@kuebat.de  
 www.kuebat.de

**Bucket conveyor systems, concrete distribution units, switching and control systems**  
 Kübelbahnanlagen, Betonverteileranlagen, Schalt- und Steueranlagen

14/1, 2, 3, 4

**Kyocera Unimerco Fastening GmbH**  
 Fritz-Müller-Str. 27  
 73730 Esslingen  
 Phone: +49 711 34238732  
 Fax: +49 711 34238725  
 fastening@unimerco.com  
 www.tjep.de

**Rebar tiers and Rebar cutters for use in precast plants and on the construction site. 10 % exhibition discount on all orders placed during the congress**  
 Baustahl-Bindemaschinen und Baustahl-Schneidegeräte für den Einsatz in Betonfertigteilwerken und im Baustellenbereich. Bei Bestellung im Rahmen des Kongresses erhalten Sie 10 % Messe-Rabatt

38/3, 8, 9

**Lang Sensorik GmbH**  
 Heilbronner Str. 150  
 70191 Stuttgart  
 Phone: +49 711 259725-43  
 Fax: +49 711 259725-46  
 info@langsensorik.de  
 www.langsensorik.de

**RA100 Concrete: mobile acoustic test bench for the measurement of Young's modulus and estimation of the compressive strength of building material samples.**  
 RA100 Concrete: mobiler akustischer Prüfstand zur Messung des Elastizitätsmoduls und Abschätzung der Druckfestigkeit von Baustoffproben.

70/5, 7



**LAP GmbH**  
**Laser Applikationen**  
 Zeppelinstr. 23  
 21337 Lüneburg  
 Phone: +49 4131 9511-95  
 Fax: +49 4131 9511-96  
 info@lap-laser.com  
 www.lap-laser.com

**Laser measuring systems, line lasers and laser projectors for various industrial applications. LAP supplies turn-key laser projection systems especially for formwork and finishing of precast concrete.**  
 Lasermesssysteme, Linienlaser und Laserprojektoren für verschiedene industrielle Anwendungen. Speziell für den Bereich Schalung und Nachbearbeitung von Betonfertigteilen liefert LAP schlüsselfertige Laserprojektionsanlagen.

106/3



Company address Firmenanschrift	Products/Company profile Produkte/Firmenprofil	Stand/Product Group Stand/Produktgruppe
<p><b>Liapor GmbH &amp; Co. KG</b> Werk Pautzfeld Industriestr. 2 91352 Hallerndorf-Pautzfeld Phone: +49 9545 448-0 Fax: +49 9545 448-80 info@liapor.com www.liapor.com</p>	<p>Liapor lightweight concrete aggregate according to DIN 4226, technology consultancy; areas of use: Liapor masonry, Liapor solid walls, aggregates for impermeable lightweight concrete and lightweight mortar Liapor-Leichte Gesteinskörnungen nach DIN 4226, Technologieberatung, Einsatzgebiete: Liapor-Mauerwerk, Liapor-Massivwand, Zuschlag für gefügedichten Leichtbeton und Leichtmörtel</p>	<p>23/6</p>
<p><b>Liebherr-Mischtechnik GmbH</b> Im Elchgrund 12 88427 Bad Schussenried Phone: +49 7583 949-0 Fax: +49 7583 949-399 info.lmt@liebherr.com www.liebherr.com</p>	<p>Horizontal and vertical concrete plants for the ready-mixed concrete and precast industries, mobile horizontal concrete plants, Liebherr ring-pan mixers (750 to 4,500 l fresh concrete) Horizontale und vertikale Betonanlagen für die Transportbeton- und Fertigteilindustrie, mobile horizontale Betonanlagen, Liebherr-Ringtellerischer (750-4500 l Frischbeton)</p>	<p>12, 13/4</p>
<p><b>Gebr. Lotter KG – Kummetat Stahl</b> Rödelheimer Landstr. 75-85 60486 Frankfurt am Main Phone: +49 69 7191524-0 Fax: +49 69 7191524-19 stahl@kummetat.de www.kummetat.de</p>	<p>Rebars, reinforcing steel in coils, lattice girders, prestressing steel, reinforcing steel mesh, temperature-controlled concrete cores, reinforcing wire Betonstabstahl, Betonstahl in Ringen, Gitterträger, Spannstahl, Betonstahlmatten, Betonkerntemperierung, Bewehrungsdraht</p>	<p>22/8, 9</p>
<p><b>MAPEI GmbH</b> Bahnhofsplatz 10 63906 Erlenbach/Main Phone: +49 9372 9895-0 Fax: +49 9372 9895-48 mailto@mapei.de www.mapei.de</p>	<p>Innovative product line with new types of high rate plasticizers for the precast concrete parts industry Innovative Produktlinie mit neuartigen Hochleistungsverflüssigern für die Betonfertigteilindustrie</p>	<p>46/7</p>
<p><b>Max Europe B. V.</b> Camerastraat 19 1322BB Almere Niederlande/The Netherlands +31 36 546 9669 www.max-europe.com</p>	<p>JRC 160 cordless rebara cutter – high speed cutting up to 16 mm Re-bar, RB 397 cordless Re-Bar Tier JRC 160 Akku-Baustahl-Schneider – leichtes, handliches und schnelles Baustahl schneiden mit Akku-Bindemaschine</p>	<p>74/8</p>
<p><b>mb trade UG</b> Ischebecke 19a 58256 Ennepetal Phone: +49 2333 869 445 Fax: +49 2333 869 446 mb@mbtrade.de www.sps-hardware.com</p>	<p>Lifting anchor, socket anchor, lifting anchor systems, sockets, inserts Kugelpfanker, Hülsenanker, Transportanker, Ankerhülsen, Kopfbolzenverankerung</p>	<p>78/8, 9</p>
<p><b>MBK Maschinenbau GmbH</b> Friedrich-List-Str. 19 88353 Kisslegg Phone: +49 7563 9131-0 Fax: +49 7563 2566 info@mbk-kisslegg.de www.mbk-kisslegg.de</p>	<p>Reinforcement welding machines, machines for the reinforcing steel processing and individual solutions for the concrete, construction and precast industry. Bewehrungsschweißmaschinen, Maschinen zur Betonstahlverarbeitung und individuelle Komplettlösungen für die Beton-, Bau- und Fertigteilindustrie</p>	<p>117/2, 3, 8</p>
<p><b>MPA Universität Stuttgart</b> Pfaffenwaldring 4 70569 Stuttgart Phone: +49 711 685-63323 Fax: +49 711 685-67681 harald.garrecht@mpa.uni-stuttgart.de www.mpa.uni-stuttgart.de</p>	<p>Material testing, consulting, development, approval, certification Materialprüfung, Beratung, Entwicklung, Zulassung, Zertifizierung</p>	<p>75/10</p>



Company address Firmenanschrift	Products/Company profile Produkte/Firmenprofil	Stand/Product Group Stand/Produktgruppe
<b>Nordimpianti System S.R.L.</b> Via Erasmo Piaggio, 19/A 66100 Chieti (CH) Italien/Italy Phone: +39 871540222 Fax: +39 871562408 info@nordimpianti.com www.nordimpianti.com	<b>Nordimpianti's casting machines (Slipformer, Extruder and Wet Casting) can produce a wide range of products such as Hollow core slabs, Vineyard posts, Lintels, T Beams, Slabs with lattice ribs, inverted double T Beams and Slabs, Double ribbed slabs, U-Panels, up to the large 1m hollow core slabs used for the most demanding construction applications.</b> Slipformer, Extruder und Wet Casting-Maschinen von Nordimpianti produzieren ein breites Produkt-Sortiment, angefangen bei Hohlplatten, über Zaunpfähle, Fensterstürze, T-Träger, Filigrandecken, Doppel-T-Träger und -Platten, Doppelstegplatten bis hin zu großen 1 m-Hohlplatten für besonders anspruchsvolle Bauanwendungen.	59/3, 4
<b>Nuspl Schalungsbau GmbH + Co. KG</b> Alte Kreisstr. 42 76149 Karlsruhe Phone: +49 721 7080-0 Fax: +49 721 7080-70 info@nuspl.com www.nuspl.com	<b>Stationary solutions for plane precast elements (battery moulds, tilting tables), formworks for beams and columns, staircase moulds, special formwork construction</b> Stationäre Anlagenlösungen für flächige Betonfertigteile (Batterieschalungen, Kipptische), Schalungsbau für Stützen, Binder und Fertigteiltreppen, Sonderschalungsbau	27/3, 9
<b>OBTEGO AG</b> Landshuter Str. 36 84051 Altheim Phone: +49 8703 93844-0 Fax: +49 8703 93844-29 info@obtego.com www.obtego.com	<b>Surface protection for cementitious surfaces such as concrete floors, screeds, self-leveling compounds, precast concrete components, artificial stone slabs, facade elements, etc.</b> Oberflächenschutz für zementäre Oberflächen wie Betonböden, Estriche, Spachtel- und Ausgleichsmassen sowie Betonfertigteile, Betonwerksteinplatten, Fassadenelemente, u.v.m.	122/7
<b>OGS Gesellschaft für Datenverarbeitung und Systemberatung mbH</b> Hohenfelder Str. 17-19 56068 Koblenz Phone: +49 261 91595-0 Fax: +49 261 91595-55 info@ogs.de www.ogs.de	<b>Software for the building materials industry</b> Software für die Baustoffindustrie	102/5
<b>Omya GmbH</b> Siegburger Str. 229C 50679 Köln Phone: +49 7344 9288-0 Fax: +49 7344 9288-22 matthias.bosch@omya.com www.omya.de	<b>High-quality additives for cast stone, terrazzo, colored concrete, exposed-aggregate concrete and facades, high-performance fillers for concrete and concrete products</b> Hochwertige Zusatzstoffe für Betonwerkstein, Terrazzo, Farb- und Waschbeton sowie Fassaden, Hochleistungsfüllstoffe für Beton und Betonwaren	95/6
<b>OPTERRA GmbH</b> Brühl 8 04109 Leipzig Phone: +49 34461-73 Fax: +49 34461-74101 info.de@opterra-crh.com www.opterra-crh.com	<b>OPTABLUE®; OPTACOLOR®; OPTAVELOX®; OPTASTONE®</b> <b>OPTABLUE®; OPTACOLOR®; OPTAVELOX®; OPTASTONE®</b>	113/6
<b>P &amp; T Technische Mörtel GmbH &amp; Co. KG</b> Bataverstraße 84 41462 Neuss Phone: +49 2131 5669-0 Fax: +49 2131 5669-22 info@eurogrout.de www.eurogrout.de	<b>Thixotropic mortar for precast concrete products</b> Thixotroper Mörtel für Betonfertigteile	60/6, 8, 9
<b>Peikko Deutschland GmbH</b> Brinker Weg 15 34513 Waldeck Phone: +49 5634 9947-0 Fax: +49 5634 7572 peikko@peikko.de www.peikko.de	<b>Fastening systems for precast reinforced concrete construction, Deltabeam composite beam, Pi-Panel-Support, punch shear reinforcement, transport anchors, reinforcement connections, joint systems</b> Befestigungssysteme für den Stahlbetonfertigteilbau, Deltabeam Verbundträger, Pi-Platten-Auflager, Durchstanzbewehrungen, Transportanker, Bewehrungsanschlüsse, Fugensysteme	68/8, 9





Company address Firmenanschrift	Products/Company profile Produkte/Firmenprofil	Stand/Product Group Stand/Produktgruppe
<p><b>PFEIFER Seil- und Hebetchnik GmbH</b> Dr.-Karl-Lenz-Str. 66 87700 Memmingen Phone: +49 8331 937-290 Fax: +49 8331 937-342 bautechnik@pfeifer.de <a href="http://www.pfeifer.de">www.pfeifer.de</a></p>	<p>Steel supports, V5 system, wall and support base system, transport anchor systems such as B5, WK, G5, concrete grounding bridges Stahlaufleger, V5-System, Wand- und Stützenfußsystem, Transportankersysteme wie B5, WK, G5, Betonierungsbrücken</p>	33/8, 9
<p><b>PHILIPP GmbH</b> Lilienthalstr. 7-9 63741 Aschaffenburg Phone: +49 6021 4027-0 Fax: +49 6021 4027-440 info@philipp-gruppe.de <a href="http://www.philipp-gruppe.de">www.philipp-gruppe.de</a></p>	<p>Threaded transport anchors, lifting devices, sphericalhead anchors, lifting loops, connection, fastening and grounding technology, sandwich panel anchors, hole anchor system, accessories for lightweight and cast-in channels Gewinde-Transportanker, Lastaufnahmemittel, Kugelkopfsystem, Abhebeschlaufen, Verbindungs-, Befestigungs-, Erdungstechnik, Sandwichverbundanker, Lochanker, Leichtbetonprogramm und Ankerschienen</p>	130/8
<p><b>Powerment GmbH</b> Goethestr. 15a 76275 Ettlingen Phone: +49 7243 50560100 Fax: +49 7243 50560200 <a href="http://www.powerment.de">www.powerment.de</a></p>	<p>Marketing of power plant by-products: POWERMENT®; POWERSINT®; POWERMIN®; POWERGYPSUM® Vermarktung von Kraftwerksnebenprodukten: POWERMENT®; POWERSINT®; POWERMIN®; POWERGYPSUM®</p>	108/6
<p><b>Precast Software Engineering GmbH</b> Stadionstr. 6 5071 Wals-Siezenheim Österreich/Austria Phone: +43 662 854111 Fax: +43 662 854111-610 info@precast-software.com <a href="http://www.precast-software.com">www.precast-software.com</a></p>	<p>Software and services for the precast concrete industry Software und Service für die Betonfertigteilindustrie</p>	29/5
<p><b>Prilhofer Consulting GmbH &amp; Co. KG</b> Münchener Str. 1 83395 Freilassing Phone: +49 8654 6908-0 Fax: +49 8654 6908-40 mail@prilhofer.com <a href="http://www.prilhofer.com">www.prilhofer.com</a></p>	<p>Precast concrete technology provider, strategic consultancy, services for real estate developers Berater und Planer für die Betonfertigteilindustrie, Technologietransfer, Strategieberatung</p>	5/3
<p><b>Primo GmbH</b> Raiffeisenweg 1 84544 Anschau am Inn Phone: +49 8638 88559200 Fax: +49 8638 88559299 info@primo-gmbh.com <a href="http://www.primo-gmbh.com">www.primo-gmbh.com</a></p>	<p>Concrete boxes for sockets/switches/lightfittings Betonbauprogramm, Leuchteneinbauehäuse für die zeitsparende und einfache Montage</p>	87/9
<p><b>progress Maschinen &amp; Automation AG</b> Julius-Durst-Str. 100 39042 Brixen Italien/Italy Phone: +39 0472 979-100 Fax: +39 0472 979-200 info@progress-group.info <a href="http://www.progress-group.info">www.progress-group.info</a></p>	<p>Coil wire processing machinery and equipment including stirrup benders, rotary straighteners and cutters, automated reinforcement placing systems and welding plants Maschinen und Anlagen wie Bügelbiegeautomaten, Rotor-Richt-Schneidemaschinen, automatisierte Systeme für die Verlegung von Bewehrung, automatische Schweißanlagen für die Fertigung von individuellen Bewehrungsmatten</p>	21/3, 5
<p><b>RAMPF FORMEN GmbH</b> Altheimer Str. 1 89604 Allmendingen Phone: +49 7391 505-0 Fax: +49 7391 505-142 info@rampf.de <a href="http://www.rampf.com">www.rampf.com</a></p>	<p>Moulds for the concrete industry Stahlformen für die Betonsteinindustrie</p>	34/1



Company address Firmenanschrift	Products/Company profile Produkte/Firmenprofil	Stand/Product Group Stand/Produktgruppe
 <b>RATEC GmbH</b> Karlsruher Str. 32 68766 Hockenheim Phone: +49 6205 9407-29 Fax: +49 6205 9407-30 info@ratec.org www.ratec.org	<b>Formwork systems for solid wall units, precast floors and double walls, magnet holders for fittings, upcrete® technology, battery system, upcrete® pump station, special formwork development, optimization of production processes</b> Schalungssysteme für Massivelemente, Doppelwände, Elementdecken u.v.m; Einbauteil-Befestigungsmagnete, upcrete® Technologie, Batteriesystem, upcrete® Pumpstation, Entwicklung von Sonderschalungen, Optimierung von Produktionsabläufen	9/3, 9
<b>RECKLI GmbH</b> Gewerkenstr. 9a 44628 Herne Phone: +49 2323 1706-0 Fax: +49 2323 1706-50 info@reckli.de www.reckli.de	<b>Flexible rubber formliners: standard program 1x, 50x, 100x re-use, customized molds, inhouse liquid-rubber production, concrete surface retarders, acidifiers, concrete surface protection</b> Elastische Vorsatzschalungen: Standardprogramm 1x, 50x, 100x-Wiederverwendung, Sonderformen nach Vorgabe, Flüssigkunststoff, Selbsterstellung, Betonoberflächenverzögerer, Absäuerungsprodukte, Oberflächenschutzsysteme	36/7, 9
<b>REMEI Blomberg GmbH &amp; Co. KG</b> Industriestr. 19 32825 Blomberg Phone: +49 5235 963-0 Fax: +49 5235 963-230 info@remei.de www.remei.com	<b>Pigments, efflorescence reducers, concrete additives, surface protection, release agents and care products, retarders for exposed-aggregate concrete</b> Pigmente, Ausblühverminderer, Betonzusatzmittel, Oberflächenschutz, Trenn- und Pflegemittel, Waschbetonhilfsmittel	103, 104/7, 9
<b>Rhein-Chemotechnik GmbH</b> Gewerbepark Siebenmorgen 8 53547 Breitscheid Phone: +49 2638 9317-0 Fax: +49 2638 9317-13 info@rhein-chemotechnik.com www.rhein-chemotechnik.com	<b>Innovative additives for the concrete block and precast industry, concrete sealants and impregnating agents, release agents</b> Innovative Zusatzmittel für die Betonstein- und Fertigteilindustrie, Imprägnier- und Versiegelungsmittel, Betontrennmittel	40/7
 <b>RIB SAA Software Engineering GmbH</b> Gudrunstr. 184/4 1100 Wien Österreich/Austria Phone: +43 1 6414247-0 Fax: +43 1 6414247-21 office@saa.at www.saa.at	<b>Automation Technology for pallet carousel plants, master computer system LEIT2000, pallet optimization, machine- and robot control, stockyard management STORE2000</b> Automatisierungstechnik für Palettenumlaufanlagen, Leitsystem LEIT2000, Palettenbelegung, Maschinen- und Robotersteuerungen, Lagerlogistik STORE2000	7/3, 5
<b>RMZ Vertriebsgesellschaft mbH</b> Reichratsstr. 11/3 1010 Wien Österreich/Austria Phone: +43 14026811 Fax: +43 14026811-20 office@rmz.at www.rmz.at	<b>Official subcompany for reinforcing steel of BMZ for Germany and neighbouring countries and of Rechitsa Metizny Plant (RMZ).</b> Offizielle Vertriebstochter für Bewehrungsstahl des Hüttenwerkes BMZ für Deutschland inkl. Nachbarländer und des Stahlwarenwerkes Rechitsa (RMZ).	97/8
<b>RÖHRIG granit GmbH</b> Werkstraße Röhrig 1 64646 Heppenheim Phone: +49 6252 7009-0 Fax: +49 6252 7009-11 info@roehrig-granit.de www.roehrig-granit.de	<b>High-Quality face splittings and nature-coloured facing mixtures, ideal for use as concrete plasters, slabs, special parts and facades. For various ways to work surfaces: bush-hammered, curled, broken, fine-washed, sanded, acidified, blasted</b> Vorsatzedelsplittie und farbige Vorsatzmischungen, ideal für Betonpflaster, Platten, Sonderteile und Fassaden. Für verschiedene Oberflächen: gestockt, gecurrt, gebrochen, feingewaschen, geschliffen, gesäuert oder gestrahlt.	100, 101/6
<b>R-Tech Stahlbau GmbH</b> Hohe Wand Str. 73 2732 Willendorf am Steinfeld Österreich/Austria Phone: +43 2638 77735 Fax: +43 2638 77735-20 office@r-tech.at www.r-tech.at		124/3, 8



Company address Firmenanschrift	Products/Company profile Produkte/Firmenprofil	Stand/Product Group Stand/Produktgruppe
<p><b>Sauter GmbH</b> Elektrotechnik – Automation Untere Mühlewiesen 14 79793 Wutöschingen Phone: +49 7746 9230-0 Fax: +49 7746 9230-40 info@sauter-gmbh.de www.sauter-gmbh.de</p>	<p>Mixing and dosing control systems for ready-mixed concrete and precast concrete plants, control of sand and gravel processing plants, laboratory software Misch- und Dosiersteuerungen für Transportbeton- und Betonfertigteilterwerke, Steuerung von Sand- und Kiesaufbereitungsanlagen, Laborprogramm</p>	1/5
<p><b>SBM Mineral Processing GmbH</b> Oberweis 401 4664 Oberweis Österreich/Austria Phone: +43 36122703 0 Fax: +43 36122703 8109 beton@sbm-mp.at www.sbm-mp.at</p>	<p>SBM offers the mobile EUROMIX®-Series and stationary concrete mixing plants and is a full-range supplier for prefab and ready-mixed concrete. SBM ist mit den mobilen EUROMIX®-Anlagen und den stationären Betonmischanlagen Komplettanbieter in den Bereichen Werks- und Transportbeton.</p>	69/1, 2, 3, 4
<p><b>Scheidel GmbH &amp; Co. KG</b> Jahnstr. 42 96114 Hirschaid Phone: +49 9543 8426-0 Fax: +49 9543 8426-31 info@scheidel.com www.scheidel.com</p>	<p>HydroGraff® QS-A – AG5 Impregnation: The first technical hydrophobic impregnation with a permanent anti-graffiti function in one product. HydroGraff® QS-A – AG5 Imprägnierung: Die erste technische Hydrophobierung mit dauerhaftem Graffitienschutz in einem Produkt.</p>	80/7
<p><b>Schöck Bauteile GmbH</b> Vimbucher Str. 2 76534 Baden-Baden Phone: +49 7223 967-0 Fax: +49 7223 967-454 schoeck@schoeck.de www.schoeck.de</p>	<p>New generation of the heat-insulating loadbearing element Schöck Isokorb®; Schöck Thermoanker for energy efficient sandwich walls; Schöck ASE shuttering elements made of high quality concrete Schöck Isokorb® – das tragende Wärmedämmelement der neuen Generation; Schöck Thermoanker für energieeffiziente kerngedämmte Betonwände; Schöck Abschalelemente aus hochwertigem Beton</p>	16, 17/8, 9
<p><b>Harold Scholz &amp; Co. GmbH</b> Ickerottweg 30 45665 Recklinghausen Phone: +49 2361 9888-0 Fax: +49 2361 9888-833 info@harold-scholz.de www.harold-scholz.de</p>	<p>Inorganic pigments for construction materials, available as powder, compact granules and liquid colors; consultancy with regard to, and development of, modern dosing systems Anorganische Pigmente für die dauerhafte Einfärbung von Baustoffen als Pigmentpulver, Kompaktpigment, Granulat und Flüssigfarbe sowie Beratung und Entwicklung von modernen dosiertechnischen Systemen</p>	10, 11/3, 4, 6
<p><b>SCHWENK Zement KG</b> Hindenburgring 15 89077 Ulm Phone: +49 731 9341-0 Fax: +49 731 9341-416 schwenk-zement.bauberatung@schwenk.de www.schwenk-zement.de</p>	<p>Fastcrete® plus, Duracrete® basic Fastcrete® plus, Duracrete® basic</p>	98, 99/6
<p><b>Sensors &amp; Software Europe</b> Rheinstr. 60a 56203 Höhr-Grenzhausen Phone: +49 2624 9159353 sales@senssoft.ca www.senssoft.ca</p>	<p>Conquest 100 concrete radar with simultaneous screen slice view and email report generator Conquest 100 Betonradar mit simultanem Bildschirm-Tiefenschnitt und Email-Report-Generator</p>	125/5
<p><b>sh minerals GmbH</b> Im Waibertal 89520 Heidenheim Phone: +49 7328 9615-50 Fax: +49 7328 9615-60 info@sh-minerals.de www.sh-minerals.de</p>	<p>High-performance concrete additives for precast concrete, precast concrete blocks, artificial stones, concrete goods and ready-mix concrete. High quality white marble grains and fillers and coloured grains Leistungsstarke Betonzusatzstoffe für Betonwaren, Fertigteilebetone und Transportbetone. Qualitativ hochwertige, weiße und farbige Körnungen, Marmorsande und Mehle</p>	79/6



Company address Firmenanschrift	Products/Company profile Produkte/Firmenprofil	Stand/Product Group Stand/Produktgruppe
<b>Sika Deutschland GmbH</b> <b>Geschäftsbereich Beton</b> Peter-Schuhmacher-Str. 8 69181 Leimen Phone: +49 6224 988-04 Fax: +49 6224 988-522 leimen@de.sika.com <b>www.sika.de</b>	<b>Concrete and mortar additives, adhesives and sealants, release agents, surface protection and finishing</b> Beton- und Mörtelzusatzmittel, Produkte zum Kleben und Dichten, Trennmittel, Brettpflegemittel, Oberflächenschutz und -gestaltung	24/6, 7, 8
<b>Sika Deutschland GmbH</b> <b>Geschäftsbereich Bauwerksabdichtung</b> Kornwestheimer Str. 103-107 70439 Stuttgart Phone: +49 2058 17902-86 Fax: +49 2058 17902-87 zitfelsberger.thomas@de.sika.com <b>www.sika.de</b>	<b>Waterproofing of building structures against pressurized water, sealing tapes, Sikaproof, Tricoflex, swelling products, injection hose systems</b> Abdichtung von Bauwerken gegen drückendes Wasser, Fugenbänder, Sikaproof, Tricoflex, Quellprodukte, Injektionsschläuche	25/6, 7, 8, 9
<b>solidian GmbH</b> Sigmaringer Str. 150 72458 Albstadt Phone: +49 7431 103118 Fax: +49 7431 1063118 info@solidian.de <b>www.solidian.de</b>	<b>Reinforcing grids and moulded parts made of glass or carbon; spacer for textile grids; structural design of textile-reinforced concrete members; precast concrete production technology</b> Bewehrungsmatten und -formteile aus Glas und Carbon; Abstandshalter für textile Bewehrungen; Bemessung von Textilbetonbauteilen; Fertigteilproduktionstechnik	18/8
<b>Solution Concrete e. K.</b> Kirchberg 16 56626 Andernach Phone: +49 2632 30791-33 info@solution-concrete.de <b>www.solution-concrete.de</b>	<b>BI analysis and process optimization. Escalation management &amp; order quality. Automated CAD recognition and plot delivery. Customer integration into production communication. Integration: ERP-CIM-CAD-Partner</b> BI-Auswertungen und Prozessoptimierung. Eskalationsmanagement & Auftragsabwicklungsqualität, autom. CAD Doc-Erkennung und Planversand. Kundenintegration in Fertigungskommunikation, Integration: ERP-Leit-rechner-CAD-Partner	66/5
<b>Sommer Anlagentechnik GmbH</b> Benzstr. 1 84051 Altheim Phone: +49 8703 9891-0 Fax: +49 8703 9891-25 info@sommer-landshut.de <b>www.sommer-landshut.de</b>	<b>Processing centre for the continuous production of insulating elements</b> Bearbeitungszentrum zur kontinuierlichen Herstellung von Isolierelementen	81/3, 9
<b>Günther Spelsberg GmbH + Co. KG</b> Im Gewerbepark 1 58579 Schalksmühle Phone: +49 2355 892-0 Fax: +49 2355 892-299 info@spelsberg.de <b>www.spelsberg.de</b>	<b>IBT electrical installation systems for concrete construction, boxes for switches and sockets, housings for LED and low/high voltage luminaires and loudspeakers, housings for slab floors</b> IBT-Elektro-Installationssysteme für den Betonbau, Einbaudosen für Schalter und Steckdosen, Gehäuse für LED-, NV-/HV-Leuchten und Lautsprecher, Gehäuse für Plattendecken	54/9
<b>SSB – Dr. Strauch Systemberatung GmbH</b> Virchowstr. 22 57074 Siegen Phone: +49 271 303858-0 Fax: +49 271 332082 info@ssbstrauch.de <b>www.ssbstrauch.de</b>	<b>Software for concrete precasting plants: costing: SSB WINKALK PRO, production planning: SSB WINTERM PRO, production data acquisition: SSB WINDBDE PRO, DATA RECORDING SYSTEM (DRS)</b> Software für Betonfertigteilwerke: Kalkulation: SSB WINKALK PRO, Produktionsplanung: SSB WINTERM PRO, Betriebsdatenerfassung: SSB WINBDE PRO, DATA RECORDING SYSTEM (DRS)	15/5
<b>STEAG Power Minerals GmbH</b> Duisburger Str. 170 46535 Dinslaken Phone: +49 2064 608-330 Fax: +49 2064 608-358 <b>www.steag-powerminerals.com</b>	<b>Photoment®: Photocatalytically active, innovative concrete additive</b> Photoment®: Photokatalytisch aktiver, innovativer Betonzusatzstoff	107/6



**Company address** Firmenanschrift      **Products/Company profile** Produkte/Firmenprofil      **Stand/Product Group** Stand/Produktgruppe

**STEWECON GmbH**  
Fritz-Monka-Str. 6  
34454 Bad Arolsen  
Phone: +49 5691 80677-22  
Fax: +49 5691 80677-24  
info@stewecon.de  
www.stewecon.de

**Connections for prefab elements, bolted solutions/SLIM-FLOOR solutions**  
Verbindungssysteme für Stahlbetonfertigteile, Schraubsysteme/SLIM-FLOOR Lösungen

58/8, 9

**Trimble**  
Helfmann-Park 2  
65760 Eschborn  
Phone: +49 6196 4730-830  
Fax: +49 6196 4730-840  
tekla.contact.de@trimble.com  
www.tekla.com

**Tekla Structures: total BIM solutions for precast concrete constructions**  
Tekla Structures: BIM-Komplettlösungen für den Fertigteilbau

37/5



**TERWA BV**  
Kamerlingh Onneslaan 1-3  
3401 MZ IJsselstein  
Niederlande/The Netherlands  
Phone: +31 30 6991329  
Fax: +31 30 2201077  
info@terwa.com  
www.terwa.com

**Production of metal parts for reinforcement, fastening and anchoring technologies; new in 2016: anchor rail, bolted lifting anchor system, ring lifting anchor system, ball-head lifting anchor system, bolted reinforcement**  
Produktion von Metallteilen für Bewehrungs-, Befestigungs- und Verankerungstechnik, Neu 2016: Dübelleiste, Schraubtransportankersystem, Ringtransportankersystem, Kugelkopfanckertransportsystem, Schraubbewehrung

118/8

**TESTING Bluhm & Feuerherdt GmbH**  
Motzener Str. 26 B  
12277 Berlin  
Phone: +49 30 7109645-0  
Fax: +49 30 7109645-98  
info@testing.de  
www.testing.de

**Testing equipment, complete laboratory systems, systems for accredited concrete testing stations, laboratory furnishing made of stainless steel**  
Baustoffprüfgeräte, Ausrüstung von Betonprüfstellen, komplette Laboreinrichtungen, Labormöbel aus Edelstahl

61/5

**TOP MINERAL GmbH**  
Industriegebiet 3  
79206 Breisach-Niederrimsingen  
Phone: +49 7668 7107-74  
Fax: +49 7668 7107-78  
info@topmineral.de  
www.topmineral.de

**Distribution of colored chippings for the concrete industry, exclusive distribution of red Black Forest granite, distribution of high-grade mineral powders for SCC and concrete products**  
Vertrieb von farbigen Splitten für die Betonindustrie, Exklusivvertrieb von rotem Schwarzwaldgranit, Vertrieb hochwertiger Gesteinsmehle für SVB und Betonprodukte

73/6

**Top-Werk GmbH**  
Freier-Grund-Str. 123  
57299 Burbach-Wahlbach  
Phone: +49 2736 4976-0  
Fax: +49 2736 4976-620  
info@topwerk.com  
www.topwerk.com

**Metering and mixing systems, mobile and stationary block machines, floor production equipment, tilting-mold machines, handling and packaging equipment, surface finishing equipment, pipe and manhole machines**  
Dosier- und Mischanlagen, Steinfertigungsanlagen mobil und stationär, Bodenfertiger, Kippformmaschinen, Transport- und Verpackungsanlagen, Veredelungsanlagen, Rohr- und Schachtmaschinen

8/1, 2, 3, 4, 5, 7

**Unitechnik Systems GmbH**  
Fritz-Kotz-Str. 14  
51674 Wiehl  
Phone: +49 2261 987-0  
Fax: +49 2261 987-510  
precast@unitechnik.com  
www.unitechnik.com/precast

**The most advanced and efficient plants for precast concrete elements worldwide are equipped with the UniCAM master computer and Unitechnik process control technology.**  
Die weltweit modernsten und leistungsfähigsten Betonfertigteilerwerke sind mit dem Leitrechner UniCAM und der Steuerungstechnik aus dem Haus Unitechnik ausgerüstet.

27/3, 5

**VHV Anlagenbau GmbH**  
Dornierstr. 9  
48477 Hörstel  
Phone: +49 5459 9338-0  
Fax: +49 5459 9338-80  
info@vhv-anlagenbau.de  
www.vhv-anlagenbau.de

**Conveying systems in modular design, double belt conveyor with smooth belts, Bunker discharges, silo charging, Dosing and weighing technology**  
Gurtförderer in Modulbauweise, Doppelgurtförderer mit Glattgurten, Bunkerabzüge, Silobeschickung, Dosier- und Wiegetechnik

126/4



**Vollert Anlagenbau GmbH**  
Stadtseestr. 12  
74189 Weinsberg  
Phone: +49 7134 52-231  
Fax: +49 7134 52-205  
precast@vollert.de  
www.vollert.de

**Machine and plant solutions for plane and structural precast element production, manufacturing technology for concrete sleeper plants**  
Maschinen- und Anlagenlösungen zur Herstellung von flächigen und konstruktiven Betonfertigteilen, Anlagentechnik für die Betonschwellenproduktion

27/3



Company address Firmenanschrift	Products/Company profile Produkte/Firmenprofil	Stand/Product Group Stand/Produktgruppe
<b>WACKER-WERKE GmbH &amp; Co. KG</b> Preußenstr. 41 80809 München Phone: +49 89 35095-680 Fax: +49 89 35095-689 concrete@wackerneuson.com www.wn-cs.com	<b>Wacker concrete solutions is the international partner of the construction industry in industrial concrete applications. The leading consulting and solution engineers offer a wide range of equipment.</b> Wacker concrete solutions ist internationaler Partner des Baugewerbes im Bereich industrieller Betonverarbeitung. Der Beratungs- und Lösungsexperte bietet eine große Maschinenvielfalt für die industrielle Betonverarbeitung.	82/2, 3, 5, 7
 <b>Weckenmann Anlagentechnik GmbH &amp; Co. KG</b> Birkenstr. 1 72358 Dormettingen Phone: +49 7427 9493-0 Fax: +49 7427 9493-29 info@weckenmann.de www.weckenmann.de	<b>Complete plants for the production of floor slabs, walls facades and load-bearing precast concrete elements. Machines, control systems, moulds, shuttering systems, battery moulds, formwork for modules</b> Komplettanlagen zur Herstellung von Decken, Wänden, Fassaden und konstruktiven Betonfertigteilen. Maschinen, Steuerungen, Schalungen, Schalungsprofilsysteme, Batterieschalungen, Raumzellenschalungen	2/3, 5, 9
<b>weiler GmbH</b> Rheinstr. 40 55435 Gau-Algesheim Phone: +49 6725 9195490 Fax: +49 6725 9195491 info@weiler.net www.weiler.net	<b>Smart precast technology for modern building systems, application for low cost housing, residential, social, commercial and industrial buildings</b> <b>Products: extruder, slipformer, tilting tables, battery molds, mobile concrete plant, concrete batching plant, saw, circulation lines, casting machines, formworks for beams and columns</b> Intelligente Fertigteiltechnik für den modernen Hochbau, Anwendung im Massenwohnungsbau, priv. Wohnungsbau, Sozial-, Gewerbe- und Industriebau. Produkte: Extruder, Gleitfertiger, Kipptische, Batterieschalungen, Mobile Mischanlage, Säge, Betonverteiler, Kübelbahnen, Umlaufanlagen, Stützen und Träger	94/3
<b>Wiggert + Co. GmbH</b> Wachhausstr. 3 b 76227 Karlsruhe Phone: +49 721 94346-10 Fax: +49 721 402208 info@wiggert.de www.wiggert.com	<b>Concrete batching and mixing plants 20-120 m<sup>3</sup>/h, planetary countercurrent mixers, twin shaft mixers, automatic scrapers, computer-based plant control systems</b> Betonmischanlagen 20-120 m <sup>3</sup> /h, Planetengegenstrommischer, Doppelwellenmischer, Automatikschrappperäte, computergestützte Anlagensteuerungen	28/4
<b>WMW Industrieanlagen GmbH</b> Tobelacker 1 88273 Fronreute Phone: +49 7505 9573-0 Fax: +49 7505 9573-20 info@wmw-industrie.de www.wmw-industrie.de	<b>Mono-rail and bi-rail bucket conveyor, concrete distribution systems, conveyor vehicles, concrete dosing unit for SCC, UHPC etc., steel construction</b> Ein- und Zweischienen-Kübelbahn, Betonverteiler, Flurtransportwagen, Beton-Dosier- und Befülleneinheit für SCC, UHPC etc., Stahlbau	116/3, 4
<b>Würschum GmbH</b> Hedelfinger Str. 33 73760 Ostfildern Phone: +49 711 44813-0 Fax: +49 711 44813-40 info@wuerschum.com www.wuerschum.com	<b>Metering systems for concrete colors and admixtures, advanced FLEX powder metering systems for several mixers, metering unit for fibres, granules and microsilica, mobile liquid metering system for precast and ready-mixed concrete</b> Dosieranlagen für Betonfarben und Betonzusatzmittel, weiterentwickelte FLEX Pulverdosisierung für mehrere Mischer, Dosieranlage für Fasern, Granulat und Mikrosilika, mobile Flüssigdosieranlage für Fertigteile und Frischbeton	4/1, 4
<b>Adolf Würth GmbH &amp; Co. KG</b> Reinhold-Würth-Str. 12-17 74653 Künzelsau Phone: +49 7940 15-0 Fax: +49 7940 15-1000 info@wuerth.com www.wuerth.de	<b>Fastening technology, anchor systems, injection systems, tools, concepts for logistics</b> Befestigungstechnik, Dübelssysteme, Injektionssysteme, Messtechnik, Werkzeuge, Logistikkonzepte, Arbeitsschutz	77/8, 9
<b>Zeller + Gmelin GmbH &amp; Co. KG</b> Schlossstr. 20 73054 Eislingen Phone: +49 7161 802-0 Fax: +49 7161 802-330 info@zeller-gmelin.de www.zeller-gmelin.de	<b>Divinol – release agents for concrete and asphalt – mixer protection and formwork wax</b> Divinol – Trennmittel für Beton und Asphalt – Mischerschutz und Schalwachse	96/7