

77<sup>th</sup> Volume // 77. Jahrgang

**02**  
**2011**

Body of // Organ des



**BFT**  
**INTERNATIONAL**

**CLOSE UP // HINGESCHAUT**  
**A new paving block machine in suriname**  
Neues Pflastersteinwerk in Surinam

**PROCEEDINGS // KONGRESSUNTERLAGEN**  
**55<sup>th</sup> BetonTage – Sustainable Innovation**  
55. Betontage – Nachhaltige Innovation

**INSIGHTS // EINBLICKE**  
**Development of an easy to use design tool**  
Entwicklung eines einfachen Bemessungswerkzeuges

**PRODUCTS // PRODUKTE**  
**Quality and efficiency improvement with hardening accelerator**  
Qualität und Effizienzsteigerung mit Erhärtungsbeschleuniger



**HEIDELBERGCEMENT**

<b>55. BETONTAGE</b>	<b>2</b>
<b>FOREWORDS // VORWORTE</b>	
<b>PANEL 1 // PODIUM 1</b>	<b>10</b>
<b>APPLICATION-ORIENTED RESEARCH FOR CONCRETE // ANWENDUNGSGERECHTE FORSCHUNG FÜR BETON</b>	
<b>PANEL 2 // PODIUM 2</b>	<b>28</b>
<b>ROAD, LANDSCAPE AND GARDEN CONSTRUCTION // STRASSEN-, LANDSCHAFTS- UND GARTENBAU</b>	
<b>PANEL 3 // PODIUM 3</b>	<b>42</b>
<b>STRUCTURAL PRECAST CONSTRUCTION 1: BUILD EXAMPLES, TECHNICAL CONCEPTIONS // KONSTRUKTIVER FERTIGTEILBAU 1: GEBAUTE BEISPIELE, TECHNISCHE KONZEPTIONEN</b>	
<b>PANEL 4 // PODIUM 4</b>	<b>59</b>
<b>ECONOMY AND LAW // WIRTSCHAFT UND RECHT</b>	
<b>PLENUM 2</b>	<b>66</b>
<b>PANEL 5 // PODIUM 5</b>	<b>80</b>
<b>FROM RESEARCH TO PRACTICE // VON DER FORSCHUNG ZUR PRAXIS</b>	
<b>PANEL 6 // PODIUM 6</b>	<b>98</b>
<b>STRUCTURAL PRECAST CONSTRUCTION 2: INNOVATIVE TECHNICAL SOLUTIONS – FROM THE LAYOUT TO REALIZATION // KONSTRUKTIVER FERTIGTEILBAU 2: INNOVATIVE TECHNISCHE LÖSUNGEN – VOM ENTWURF ZUR UMSETZUNG</b>	
<b>PANEL 7 // PODIUM 7</b>	<b>113</b>
<b>LIGHTWEIGHT CONCRETE // LEICHTBETON</b>	
<b>PANEL 8 // PODIUM 8</b>	<b>126</b>
<b>TECHNOLOGY AND LAW // TECHNIK UND RECHT</b>	
<b>PANEL 9 // PODIUM 9</b>	<b>159</b>
<b>INDUSTRIAL FLOORS – DESIGN, CONSTRUCTION PROCESS, QUALITY ASSURANCE // INDUSTRIEBÖDEN – PLANUNG, BAUAUSFÜHRUNG, QUALITÄTSSICHERUNG</b>	
<b>PANEL 10 // PODIUM 10</b>	<b>178</b>
<b>CONCRETE IN STRUCTURAL ENGINEERING // BETON IN DER TRAGWERKSPLANUNG</b>	
<b>PANEL 11 // PODIUM 11</b>	<b>200</b>
<b>PIPELINE CONSTRUCTION AND DRAINAGE TECHNOLOGY // ROHRLEITUNGSBAU UND ENTWÄSSERUNGSTECHNIK</b>	
<b>PANEL 12 // PODIUM 12</b>	<b>218</b>
<b>SMALL WASTEWATER TREATMENT SYSTEMS KLEINKLÄRANLAGEN</b>	
<b>EXHIBITORS LIST // AUSSTELLERVERZEICHNIS</b>	<b>229</b>



Betonwerk + Fertigteil-Technik // Concrete Plant + Precast Technology

**EDITORIAL // REDAKTION**

Fax: +49 5241 80 94114  
bft@bauverlag.de

**Dipl.-Ing. Andrea Janzen**  
Tel.: +49 5241 80 89363  
andrea.janzen@bauverlag.de

**Christoph Schulte**  
Tel.: +49 5241 80 89103  
christoph.schulte@bauverlag.de

**ADVERTISING // ANZEIGEN**

Fax: +49 5241 80 689278

**Jens Maurus**  
Tel.: +49 5241 80 89278  
jens.maurus@bauverlag.de

**Andrea Krabbe**  
Tel.: +49 5241 80 89393  
andrea.krabbe@bauverlag.de

**NEWS AND VIEWS // AKTUELLES UND EINBLICKE** 258

**PRODUCTS // PRODUKTE** 278

**COMPANIES // FIRMEN** 286

**PATENTS // PATENTE** 288

**IMPRINT // IMPRESSUM** 291

**EVENTS // VERANSTALTUNGEN** 292



AUTHOR //  
AUTOR

*H. Sommer*



**Harald Sommer**

**President of the Baden-Württemberg**

**Association of Concrete and Precast Plants //**

Präsident des Fachverbands Beton- und Fertig-  
teilwerke Baden-Württemberg e.V.

## **SUSTAINABLE INNOVATION – IT'S ALL ABOUT US ENTREPRENEURS!** **NACHHALTIGE INNOVATION – ES LIEGT AN UNS UNTERNEHMERN!**

► **“In all beginnings dwells a magic force,” says an old proverb. For us, it shows that change is the only constant that provides opportunities for the future. Innovation is the key, which is particularly relevant to the construction and building materials industries because we are often considered a sector that is not exactly forthcoming with ground-breaking innovations.**

**The year 2011 will offer many new opportunities in this regard: our sector has survived the economic downturns of the past two years with a certain degree of tenacity. There were no major job losses, and the latest figures indicating a moderate increase in building permits create better prospects for the immediate future. Our material demonstrates its environmentally friendly, sustainable features. We offer the concrete solutions and components to rise to the challenges of the future: we are paving the path to sustainability by building a sound renewable energy infrastructure and reducing carbon emissions in the production of input materials such as cement, but mainly by the longevity of the products we offer.**

**As entrepreneurs in our industry, it is all about us to seize these opportunities, to obtain new information and to make use of the relevant media in order to further develop our profile as suppliers of sustainable solutions with precast concrete components. The 55<sup>th</sup> BetonTage congress sets out to showcase these solutions together with our market partners. Please be invited to use this largest industry event to identify and seize your opportunities to generate sustainable innovation. ■**

► „Jedem Neuen wohnt ein Zauber inne,“ so heißt ein altes Sprichwort und für uns zeigt es auf, dass nur in der Veränderung, im Wandel die Chancen der Zukunft liegen. Der Schlüssel ist Innovation, die gerade in der Bau- und Baustoffindustrie von besonderer Bedeutung ist, gelten wir doch vielfach als eine Branche, die nicht gerade durch bahnbrechende Neuerungen auffällt.

Dabei wird das Jahr 2011 viele neue Chancen bieten: die konjunkturellen Einbrüche der vergangenen zwei Jahre hat unsere Branche mit einer gewissen Zähigkeit überstanden, es gab keine

brachialen Entlassungswellen und die jüngsten Zahlen zu moderat steigenden Baugenehmigungen schaffen bessere Voraussetzungen für die aktuelle Zukunft. Unser Baustoff zeigt sich von seiner umweltgerechten, seiner nachhaltigen Seite. Wir haben Lösungen und Betonbauteile für die Herausforderungen der Zukunft: für eine gute Infrastruktur erneuerbarer Energien, für weniger CO<sub>2</sub>-Ausstoß bei der Herstellung der Vorprodukte wie Zement, vor allem aber mit der Langlebigkeit unserer Produkte sind wir Trendsetter der unverzichtbaren Nachhaltigkeit.

Wir Unternehmer der Branche haben es in der Hand, diese Chancen zu nutzen, uns zu informieren und die entsprechenden Medien zu nutzen, um unser Profil als Anbieter nachhaltiger Lösungen mit vorgefertigten Betonbauteilen zu schärfen. Die 55. BetonTage möchten diese Lösungen aufzeigen, gemeinsam mit unseren Marktpartnern. Ich lade Sie ein, auf dem größten Branchentreff Ihre Chancen für nachhaltige Innovation zu erkennen und zu nutzen. ■

# Erfolge feiern

**Mit HeidelbergCement.** Ob Sport, Kultur oder Events – die SAP ARENA in Mannheim ist der ideale Ort, um Erfolge zu feiern. Wir lieferten den Rohstoff für Baden-Württembergs größte und modernste Multifunktionshalle: 16.000 m<sup>3</sup> Transportbeton sowie Aufbeton für 20.000 m<sup>2</sup> Beton-Deckenelemente.

HeidelbergCement - der Garant für Ihren Erfolg.



HEIDELBERG

**HEIDELBERGCEMENT**



AUTHOR //  
AUTOR



**Dr. Eike Bielack,**  
President of the German Precast  
Concrete Federation (BDB) //  
Präsident des Bundes-  
verbandes Betonbauteile Deutschland e.V.

## SUSTAINABLE INNOVATION – THE FUTURE OF AN INDUSTRY NACHHALTIGE INNOVATION – ZUKUNFT EINER BRANCHE

► The 55<sup>th</sup> BetonTage congress is held at a time when businesses are just getting off the emotional rollercoaster they had been on in the recent past. The financial crisis was followed by a market decline and economic recovery programs adopted by the governments, the weak euro, then by growth forecasts at “unprecedented levels”, a significant reduction in unemployment, the extension of the government-funded short-time work schemes, and the shift in the electorate’s support of our political parties.

All these ups and downs make it difficult to identify a clear trend. The businesses in our industry, most of them small and medium-sized enterprises, are faced with the new, complex task of creating a reliable basis on which to plan their own future. But this is precisely where the true strengths of our industry, of the SMEs lie: to rise to the challenge, to identify appropriate solutions and strategies. It is all the more encouraging to see, therefore, that this industry intends to agree on a new sense of unity and solidarity. For it is only by merging the efforts and dynamics of many players in an integrated whole that we can maintain the significant contribution of this important industry to our economy in the longer term. In doing so, however, we must continue to rely on the commitment and creativity, the drive and flexibility of the many small and medium-sized businesses in our industry.

“Sustainable Innovation”, the theme of the 55th BetonTage congress, appears to reflect topical ideas and concepts. Yet this is just the impression at first glance. Those who know our industry will recognize that sustainability, and thus taking

responsibility for what we do today and tomorrow, and innovation – not always as an “outburst” but as a constant, influential trend – have always been part of the strategy of this industry. In their endeavors, entrepreneurs in our industry have primarily been driven not by their profits but by their responsibility for the built environment.

Therefore I hope that this 55th BetonTage congress will offer – as always – a good forum for all parties involved in our built environment to come together and agree on a common position for the future. All those involved should also use this opportunity to celebrate their achievements because they made a big effort, and will continue to do so, to advocate sustainability – without any showing-off or “red carpets”.

I wish all of us a good and successful path towards a future worth living in, and an inspiring and innovative BetonTage congress. ■

► „Die 55. BetonTage finden in einer Zeit statt, in der der Unternehmer aus einem Wechselbad der Emotionen auftaucht. Finanzkrise, Markteinbruch, staatliche Konjunkturprogramme, Schwäche des Euro, Wachstumsprognosen „so gut wie nie“, deutlicher Rückgang der Arbeitslosenquote, Verlängerung der staatlich geförderten Kurzarbeitsprogramme und der Umbruch in der Wählergunst für unsere Volksparteien.

Bei all diesem Auf und Ab ist es schwer, eine klare Linie zu erkennen. Die Planbarkeit der Zukunft stellt die überwiegend mittelständischen Unternehmer unserer Branche vor eine neue und nicht einfache Aufgabe. Diese Aufgabe anzunehmen und Lösungen und Strategien zu finden, dafür ist der Mittelstand, ist un-

sere Branche bekannt, hier liegen ihre wahren Stärken. Umso erfreulicher ist es dann auch zu sehen, dass sich diese Branche auf eine neue Einigkeit und einen neuen Zusammenhalt verständigen will. Denn nur die Bündelung der Dynamik der Vielen zu einem einheitlichen Ganzen kann den festen und bedeutungsvollen wirtschaftlichen Stellenwert dieser volkswirtschaftlich bedeutenden Branche auf längere Sicht garantieren. Und dies ohne die Kraft und Kreativität, die Spontaneität und Flexibilität des Mittelstandes aufzugeben.

Das Leitthema der 55. BetonTage, „Nachhaltige Innovation“, scheint dabei Gedanken des aktuellen Zeitgeistes aufzunehmen. Dies ist aber nur scheinbar so. Wer diese Branche kennt, weiß, dass Nachhaltigkeit und damit die Übernahme der Verantwortung für das eigene Tun im Heute und Morgen und Innovation als beständige, nicht immer explodierende, aber stets und kraftvoll vorhandene Entwicklung schon immer Strategie dieser Branche waren und sind. Und dabei haben sich die Unternehmer nicht vorrangig nach eigenem Profitstreben, sondern vielmehr an ihrer Verantwortung für die gebaute Welt ausgerichtet.

Ich erhoffe mir daher, dass diese 55. BetonTage eine – wie stets – gute Plattform bieten, dass sich die Beteiligten und Betroffenen unserer gebauten Welt zusammensuchen und den Konsens für die Zukunft definieren können. Und nicht zuletzt dürfen sich die Protagonisten auch ein wenig selbst feiern, denn letztlich haben sie in der Vergangenheit für Nachhaltigkeit aktiv gearbeitet – und werden dies auch in der Zukunft tun –, und dies ohne Effekthascherei und „rote Teppiche“.

Uns allen wünsche ich einen guten und erfolgreichen Weg in eine lebenswerte Zukunft und spannende und innovative BetonTage. ■



AUTHOR //  
AUTOR

**Manfred Curbach,**  
**Chairman of the German Committee**  
**for Structural Concrete, Berlin //**  
Vorsitzender des Deutschen Ausschusses  
für Stahlbeton e. V. Berlin

## **NO PROGRESS WITHOUT RESEARCH, NO FUTURE WITHOUT HISTORY** **OHNE FORSCHUNG KEIN FORTSCHRITT, OHNE GESCHICHTE KEINE ZUKUNFT**

► **Research encompasses the methodical search for new findings and their systematic documentation and publication in academic papers. It is thus the opposite of random discovery. No progress would be possible without research, no future development would have a sound basis without the knowledge of the past.**

**The Deutsche Ausschuss für Stahlbeton (DAfStb; German Committee for Structural Concrete) interlinks these two principles in a unique manner. For over 100 years, it has been dealing with research in order to achieve this progress, which is necessary to continuously develop and improve concrete construction. The DAfStb issues its own guidelines and series of publications in order to contribute to documenting these technical advancements in concrete construction. For more than 100 years, the findings of both research projects directly funded by the Deutsche Ausschuss für Stahlbeton and of other (joint) research projects coordinated by DAfStb have been published in the "Green Series". Today, more than 600 issues of this publication exist, which reflect the entire history of concrete construction extending over a period of more than a century. The DAfStb is thus an important witness to the history of concrete construction, always driven by the curiosity to discover new facts and to make them usable for the general public.**

**The example of the evolution of reinforced concrete floors should illustrate the interdependence of research and progress in the historical context. These floor slabs account for**

**a major share in reinforced concrete components (approx. 30%). Right from the start, the research conducted by the DAfStb has dealt with their load-bearing characteristics.**

**A brief historical overview primarily illustrates the specific significance of research for the continuous development and improvement of concrete construction whilst clearly showing how innovations have led to long-term economic prosperity in our country.**

**I wish all attendees new insights and inspiration, and the organizers every success in running the event. ■**

► Forschung ist die planmäßige Suche von neuen Erkenntnissen sowie deren systematische Dokumentation und Veröffentlichung in Form von wissenschaftlichen Arbeiten. Sie steht damit im Gegensatz zum zufälligen Entdecken. Ohne Forschung ist Fortschritt nicht möglich, ohne Kenntnis der Geschichte fehlt die Grundlage für alle zukünftigen Entwicklungen.

Der Deutsche Ausschuss für Stahlbeton verknüpft beide Grundsätze in einzigartiger Art und Weise. Er beschäftigt sich seit über 100 Jahren damit, durch Forschung den Fortschritt zu erzielen, der für eine Weiterentwicklung und Verbesserung der Betonbauweise erforderlich ist. Zur Dokumentation dieser technischen Entwicklungen im Betonbau trägt die Herausgabe der Richtlinien sowie einer eigenen Schriftenreihe durch den DAfStb bei. In der Reihe der „grünen Hefte“ werden seit über 100 Jahren sowohl die Resultate der unmittelbar vom Deutschen Ausschuss für Stahlbeton geförderten

Forschungsprojekte als auch die Ergebnisse anderer (Verbund-)Forschungsvorhaben, die der DAfStb koordiniert hat, publiziert. In den nunmehr fast 600 „grünen Heften“ wird die gesamte Entwicklung des Betonbaus über einen Zeitraum von über 100 Jahren dokumentiert. Der DAfStb ist damit ein wichtiger Zeitzeuge in der Geschichte des Betonbaus, stets getrieben von der Neugier, Neues zu entdecken und für die Allgemeinheit anwendbar zu machen.

Verdeutlicht werden soll die Verknüpfung von Forschung und Fortschritt im historischen Kontext anhand der Entwicklung der Stahlbetondecken. Diese machen einen großen Teil der Stahlbetonbauteile – schätzungsweise etwa 30 % – aus. Die Forschung des DAfStb hat sich schon von Anfang an mit deren Tragverhalten befasst.

Ein kurzer historischer Abriss stellt die besondere Bedeutung der Forschung für die Weiterentwicklung des Betonbaus dar und zeigt anschaulich, wie durch Innovationen auch nachhaltig wirtschaftlicher Wohlstand in unserem Lande Einzug gehalten hat.

Ich wünsche den Teilnehmern Wissensmehrung und den Veranstaltern viel Erfolg bei der Durchführung! ■



AUTHOR //  
AUTOR

**Pierre Brousse**  
President of Bureau International  
du Béton Manufacturé (BIBM) //  
Président des Bureau International  
du Béton Manufacturé (BIBM)




## WHICH PLACE FOR EUROPE IN THE 21<sup>ST</sup> CENTURY? WELCHEN PLATZ NIMMT EUROPA IM 21. JAHRHUNDERT EIN?

► Today's main topics that determine the world's equilibrium appear to be so far away from our daily business. A currency fight is presently taking place between China and the US, with a direct impact on the euro and the import/export balance. The stabilization of public finance, especially in the EU and euro area, is underway with the associated austerity plans and debt restructuring. And the pressure that the famous BRICS states exert on global commerce (especially on manufactured goods) is extremely intense.

And within this uncertainty, people (and banks) are more cautious in investing in the housing market.

Against this background, the old Europe is forced to find its own position if it wants to remain the "leading" continent in terms of its socio-economic model and welfare.

Solutions exist to retain this privileged position, but they need to be supported at the highest political level and shared by the entire manufacturing sector. The precast concrete industry - shown on 55. BetonTage - plays an active part in this game and has the right cards in its hands to win the battle, provided that it aims at being:

**An industry of excellence, where quality and control linked to the application of industrial processes to the construction sector lead to achievements that would have been unthinkable even yesterday, and where innovation is part of the day-to-day business;**

**A competitive industry, bringing welfare to stakeholders as well as to shareholders, ca-**

**pable of perpetual value creation for a sustainable business in the long term;**

**An ambitious industry, proud of shaping the world we live in, looking for new solutions to new and existing needs, mastering the challenges of our generation and the generations to come.**

**Europe must find its place on this changing planet, benefiting from the possibilities that a globalized world has to offer in terms of the movement of ideas and capital.**

**Altogether, for a better future! ■**

► Die großen aktuellen Themen, die das globale Gleichgewicht bestimmen, erscheinen so weit entfernt von unserem Tagesgeschäft. Gegenwärtig erleben wir einen Währungskrieg zwischen China und den Vereinigten Staaten, der unmittelbaren Einfluss auf den Euro und die Import/Export-Bilanz hat. Die Stabilisierung der öffentlichen Haushalte, insbesondere in der EU und der Eurozone, schreitet voran - mit den damit verbundenen Sparprogrammen und Umschuldungen. Und der Druck, den die bekannten BRICS-Staaten auf den Welthandel ausüben (insbesondere auf Industriegüter) ist extrem hoch.

Und angesichts dieser Unsicherheit sind die Menschen (und Banken) vorsichtiger, wenn es um Investitionen in den Wohnungsmarkt geht.

Vor diesem Hintergrund ist das alte Europa gezwungen, eine eigenständige Position zu definieren, wenn es mit seinem sozio-ökonomischen Modell und dem Prinzip des Wohlfahrtsstaats weiterhin der "führende" Kontinent bleiben will.

Für die Bewahrung dieser privilegierten Stellung gibt es Lösungen; diese müssen jedoch auf höchster politischer Ebene unterstützt und von der gesamten verarbeitenden Industrie mitgetragen werden. Die Betonfertigteilebranche - präsentiert auf den 55. BetonTagen - ist aktiv daran beteiligt und kann dabei ihre Trumpfkarten ausspielen, um als Gewinner aus diesem Prozess hervorzugehen - unter der Voraussetzung, dass sie sich folgende Ziele setzt:

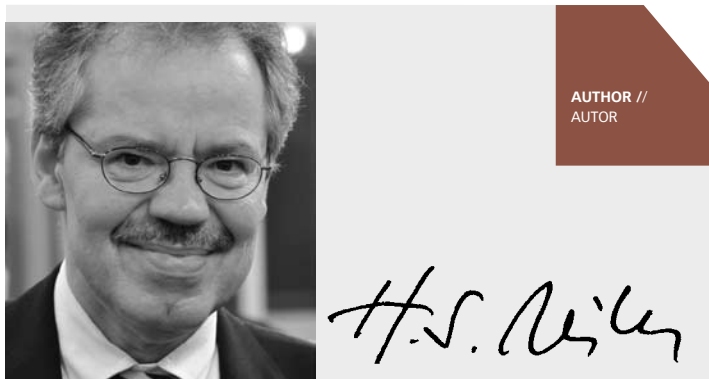
> Entwicklung zu einer Industrie der Exzellenz, in der Qualität und Qualitätssicherung bei der Anwendung industrieller Verfahren auf den Baubereich zu einer Leistungsfähigkeit führen, die gestern noch unvorstellbar war, und in der Innovation zum Tagesgeschäft gehört;

> Entwicklung zu einer wettbewerbsfähigen Industrie, die sowohl für Aktionäre und Anteilseigner als auch für alle anderen Beteiligten Wohlstand schafft und zu kontinuierlicher Wertschöpfung in der Lage ist, um so ein auf lange Sicht nachhaltiges Geschäft zu entwickeln;

> Entwicklung zu einer Industrie, die sich ehrgeizige Ziele setzt und stolz darauf ist, die Welt, in der wir leben, mitzugestalten, dabei stets nach innovativen Lösungen für bestehende Anforderungen und neue Bedürfnisse sucht und die Herausforderungen unserer und der nachfolgenden Generationen bewältigt.

Europa muss seinen Platz auf diesem sich verändernden Planeten finden und kann dabei die Chancen nutzen, die eine globalisierte Welt für die Freizügigkeit von Ideen und Kapital bietet.

Gemeinsam für eine bessere Zukunft! ■



**Univ.-Prof. Dr.-Ing. Harald S. Müller**  
**Member of the President Board of the**  
**Fédération Internationale du Béton (fib),**  
**Lausanne, Switzerland //**  
Mitglied des Präsidiums der Fédération  
Internationale du Béton (fib), Lausanne, Schweiz

## **INNOVATION? YES, PLEASE – BUT BE SUSTAINABLE!** **INNOVATION – JA, ABER NACHHALTIG!**

► **Ladies and Gentlemen, dear Readers,** The tagline of this year's BetonTage congress, "Sustainable Innovation", accurately reflects the needs of our society: the true value of an innovation must not be measured merely by its novelty or added value. Rather, it must be judged mainly on the basis of its reach and significance – in other words, its sustainability. The developments we have witnessed in the past two decades have clearly demonstrated the potential for innovation that concrete offers. Two outstanding examples worth noting are self-compacting and ultra-high performance concrete. Both types offer extraordinary performance parameters. However, the guidance provided by the vision of sustainability requires building materials to demonstrate a compelling holistic performance profile, which is characterized by the fact that technological and environmental criteria are considered equally significant. The development of the so-called "green concrete" fulfils this requirement in an outstanding manner. This material is a concrete for structural purposes that contains low amounts of cement or clinker but a large proportion of residual materials. Nonetheless, it provides good performance characteristics. Research in this field is still in its infancy but these concretes will dominate the future of construction.

In terms of their production, all state-of-the-art high-performance concretes are relatively sensitive. This fact offers a huge opportunity to the precast concrete industry. In addition, the precast industry should make every effort to

gain an even stronger foothold in the market of building in the context of existing structures. In the industrialized economies, this market will become the most significant construction segment in the long term.

I also expect another innovation launched in 2010 to make a major contribution to sustainability: in June 2010, the Fédération Internationale du Béton (fib) published the new fib Model Code (MC 2010). As regards the work on guidelines pertaining to concrete construction, the fib is the forum that also considers innovations.

In my capacity as a Member of the Presiding Board of the fib, I would like to congratulate the organizers of the 2011 BetonTage on having once again prepared such an outstanding program. May this year's event be an all-round success. ■

► Sehr geehrte Damen und Herren, liebe Leser, der diesjährige Leitgedanke der BetonTage, Nachhaltige Innovation, bringt die Bedürfnisse unserer Gesellschaft genau auf den Punkt: Der Wert einer Innovation darf nicht nur für sich allein an ihrer Neuheit oder am erzielten Mehrwert gemessen werden, sondern ist vor allem auch anhand ihrer Trag- und Reichweite – also anhand ihrer Nachhaltigkeit – zu beurteilen.

Welches Innovationspotenzial dem Werkstoff Beton innewohnt, haben die Entwicklungen der letzten beiden Jahrzehnte gezeigt. Als hervorragende Beispiele seien hier der selbstverdichtende Beton und der ultrahochfeste Beton erwähnt. Beide Betone

besitzen außergewöhnliche Leistungsmerkmale. Die Orientierung am Leitbild der Nachhaltigkeit verlangt von Baustoffen allerdings ein überzeugendes ganzheitliches Leistungsprofil. Dieses kennzeichnet, dass technologische und ökologische Kriterien gleichrangig nebeneinander stehen. Die Entwicklung des so genannten Green Concrete wird diesem Anspruch in besonderer Weise gerecht. Hierbei handelt es sich um zement- bzw. klinkerarme, dafür aber reststoffreiche Konstruktionsbetone, die (dennoch) gute technische Leistungsmerkmale aufweisen. Noch befindet sich die Forschung auf diesem Gebiet in den Anfängen, aber die Zukunft wird solchen Betonen gehören. Alle modernen Hochleistungsbetone sind hinsichtlich ihrer Herstellung vergleichsweise empfindlich. Dieses Faktum beinhaltet eine große Chance für die Betonfertigteilindustrie. Zudem muss die Betonfertigteilindustrie versuchen, mehr noch als bisher in das Marktsegment des Bauens im Bestand einzudringen. In den hochentwickelten Industrienationen wird dieses Segment auf Dauer den größten Anteil am Bauvolumen einnehmen. Von einer anderen Innovation des Jahres 2010 erhoffe ich ebenfalls eine große Nachhaltigkeit: Die Fédération Internationale du Béton (fib) hat im Juni 2010 den neuen fib Model Code (MC 2010) veröffentlicht. Hinsichtlich der Richtlinienarbeit im Bereich des Betonbaus bildet die fib das Forum, in dem Innovationen ihren Niederschlag finden.

In meiner Eigenschaft als Mitglied des Präsidiums der fib gratuliere ich den Organisatoren der BetonTage 2011 zu einem wiederum hervorragend gelungenen Programm und wünsche der diesjährigen Veranstaltung einen erfolgreichen Verlauf. ■



AUTHOR //  
AUTOR

**Prof. Dr. Marion A. Weissenberger-Eibl**  
 Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung, ISI, Karlsruhe //  
 Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung, ISI, Karlsruhe

## WASTED POTENTIAL FOR INNOVATIONS – THE OPPORTUNITIES AND CHALLENGES OF DEMOGRAPHY

### VERSCHENKTES POTENZIAL FÜR INNOVATIONEN – CHANCEN UND HERAUSFORDERUNGEN DER DEMOGRAFIE

► The declining population forecast for Germany is a demographic change which will affect both the size and make-up of the workforce in terms of age and qualification structures. This development will have an impact on the availability of skilled workers and on the human factor in the innovation process of companies.

Demographic change does not automatically imply negative effects on the innovation capacity of companies. To avoid these, however, it will be necessary to involve older workers in innovation processes to a greater extent than today. The compensation model, however, requires a differentiated assessment of the performance of older workers. Among others, older workers' strengths include their accumulated practical knowledge, implementation skills and leadership abilities. Compensating the demand for skilled workers by resorting to older workers should be complemented by continuing to mobilize the potential of female employees.

Reacting appropriately to demographic change starts by offsetting any weaknesses in the corporate environment as part of the corporate age management scheme in order to be able to tap the specific strengths of different employee groups. Building mixed-age teams is one way to integrate older workers in the innovation process and to utilize complementary, age-specific abilities. The younger team members contribute their more up-to-date knowledge, and the older ones their many years of experience in the sense of a transfer of knowledge. These teams rely on the support of company management, for instance to

overcome hurdles such as different working and communication styles. A high degree of heterogeneity with regard to the working team – in terms of nationality, disciplines and hierarchy levels – also has a positive effect. Systems with flat hierarchies which foster creativity as well as a good work/life balance help to tap the potential of female employees.

The innovation potential of employees does not depend on their age or sex. Alongside individual prerequisites, crucial starting points include a supportive and inclusive corporate working environment, the creation of balanced heterogeneous workforce structures and managing personnel and innovation in a way that takes demographic developments into account. ■

► Der demografische Wandel in Deutschland wird durch den prognostizierten Bevölkerungsrückgang zu Veränderungen im Umfang sowie in der Zusammensetzung der Alters- und Qualifikationsstrukturen der Erwerbstätigen führen. Diese Entwicklung wird sich auf die Verfügbarkeit von Fachkräften und auf den Faktor „Mensch“ im Innovationsprozess der Unternehmen auswirken.

Der demografische Wandel muss nicht zwangsläufig negative Effekte für die unternehmerische Innovationsleistung bedeuten. Dafür wird es künftig erforderlich sein, ältere Arbeitnehmer stärker als bisher in Innovationsprozesse zu integrieren. Die Kompensation des Fachkräftebedarfs durch den Rückgriff auf ältere Arbeitnehmer gilt es mit der Fortführung der Mobilisierung des weiblichen Arbeitskräftepotenzials zu ergänzen.

Als Ansatzpunkt einer adäquaten Reaktion auf den demografischen Wandel ist es notwendig, Schwächen unternehmerischer Rahmenbedingungen durch ein betriebliches Altersmanagement auszugleichen, um die Stärken der jeweiligen Beschäftigtengruppen erschließen zu können. Ein Lösungsansatz zur Integration älterer Arbeitnehmer in den Innovationsprozess und zur Nutzung der komplementären altersspezifischen Fähigkeiten sind altersgemischte Teams, in denen jüngere Teammitglieder ihr aktuelles Wissen und ältere Arbeitnehmer im Sinne des Wissenstransfers ihre langjährige Erfahrung einbringen. Diese Teams sind auf Unterstützung seitens der Unternehmensführung angewiesen, etwa um Hürden wie unterschiedliche Kommunikations- und Arbeitsstile zu überbrücken. Eine hohe Heterogenität hinsichtlich der Arbeitsteams – etwa in Bezug auf Nationalität, Fachdisziplinen und Hierarchieebenen – wirkt ebenfalls förderlich. Systeme mit flachen, die Kreativität fördernden Hierarchien sowie die Vereinbarkeit von Familie und Beruf ermöglichen die Erschließung des weiblichen Arbeitskräftepotenzials.

Das Innovationspotenzial von Mitarbeitern ist keine Frage des Alters oder des Geschlechts. Neben den individuellen Voraussetzungen sind vielmehr ein unterstützendes und integrierendes unternehmerisches Arbeitsumfeld, die Schaffung ausgewogener heterogener Belegschaftsstrukturen und ein die demografische Entwicklung berücksichtigendes Personal- und Innovationsmanagement die entscheidenden Ansätze. ■

**MC-  
PowerFlow  
für  
Beton-Fertigteile**

[www.mc-bauchemie.de](http://www.mc-bauchemie.de)



## **Sparen Sie Wasser, trinken Sie Champagner.**

*Weniger Wasser – mehr Erfolg. Dieses einfache Prinzip steckt in MC-PowerFlow. Das Beton-Zusatzmittel spart Wasser bei der Produktion von Fertigteilen. Das Ergebnis: maximale Frühfestigkeit und ein beschleunigter Ausschaltungstakt. Damit sind auch enge Zeitvorgaben kein Problem mehr. Sie sehen: Wasser ist ein wichtiger Erfolgsfaktor. Sie müssen ja nicht gleich damit anstoßen.*

INNOVATION IN BUILDING CHEMICALS





DAY 1: TUESDAY, 8<sup>TH</sup> FEBRUARY 2011 //

TAG 1: DIENSTAG 8. FEBRUAR 2011

## APPLICATION-ORIENTED RESEARCH FOR CONCRETE ANWENDUNGSGERECHTE FORSCHUNG FÜR BETON

Page // Seite

Title // Titel

PRESENTATION //  
MODERATION

Prof. Dr.-Ing.  
**Manfred Curbach**,  
Technische Universität Dresden

**Manfred.Curbach@  
tu-dresden.de**



Geb. 1956; 1977-1982 Studium der Fachrichtung Konstruktiver Ingenieurbau an der Universität Dortmund; 1987 Promotion in Karlsruhe; 1988-1994 Projektleiter und 1994-2004 Partner im Ingenieurbüro Köhler + Seitz, Nürnberg / Dresden / München; seit 1994 Professor für Massivbau der TU Dresden; seit 1999 Mitglied des wissenschaftlichen Beirats der Zeitschrift „Beton- und Stahlbetonbau“; seit 1999 Sprecher des Sonderforschungsbereichs 528 Textile Bewehrungen zur bautechnischen Verstärkung und Instandsetzung; 2002-2008 Mitglied des Senats der DFG; 2003-2008 Vorstandsvorsitzender der VDI-Gesellschaft Bautechnik; seit 2004 Sprecher des engeren Vorstands des DAfStb; seit 2010 Leiter der Deutschen Delegation des Internationalen Beton-Verbandes (fib)

- 12 THE NEW MODEL CODE FOR CONCRETE STRUCTURES – A NEW CONCEPT FOR BUILDING WITH CONCRETE**  
DER NEUE MODEL CODE FÜR BETONKONSTRUKTIONEN – EIN NEUES KONZEPT FÜR DAS BAUEN MIT BETON  
*Prof. Dr. Ir. Dr.-Ing. E.h. Joost Walraven*
- 14 THE TENSILE SPLITTING TEST – NEW INSIGHTS AND THEIR IMPLICATIONS**  
DER SPALTZUGVERSUCH – NEUE ERKENNTNISSE UND IHRE KONSEQUENZEN  
*Prof. Dr.-Ing. Harald S. Müller / Dr.-Ing. Eugen Dutulescu / Dr.-Ing. Viktória Malárics*
- 18 THE INFLUENCE OF RAW MATERIALS ON THE WORKABILITY AND DURABILITY OF ULTRA-HIGH STRENGTH CONCRETE**  
EINFLUSS DER AUSGANGSSTOFFE AUF DIE VERARBEITBARKEIT UND DIE DAUERHAFTIGKEIT VON ULTRAHOCHFESTEM BETON  
*Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Michael Schmidt / Dipl.-Ing. Heiko Möller*
- 22 STEADY SYSTEMS – SUPERABSORBENTS IN CONCRETE CONSTRUCTION**  
STABILE SYSTEME – SUPERABSORBER IM BETONBAU  
*Prof. Dr.-Ing. Viktor Mechtcherine / Dipl.-Chem. Christof Schröfl*
- 24 STATE-OF-THE-ART ACCELERATION TECHNOLOGIES FOR PRECAST CONCRETES**  
MODERNE BESCHLEUNIGUNGSTECHNOLOGIEN FÜR FERTIGTEILBETONE  
*Prof. Dr.-Ing. Horst-Michael Ludwig / Dipl.-Ing. Dennys Dressel / Dipl.-Ing. Simone Peters*
- 26 BEHAVIOR OF HIGH-PERFORMANCE CONCRETE IN THE EVENT OF FIRE**  
VERHALTEN VON HOCHLEISTUNGSBETON UNTER BRANDEINWIRKUNG  
*Prof. Dr.-Ing. Christian Große / Prof. Dr.-Ing. habil. Joško Ožbolt*

# EIN NEUER STERN FÜR GANZ EUROPA!

HALFEN HTA-CE: Die Ankerschiene mit ETA-Zulassung, CE-gekennzeichnet.



Seit Anfang 2010 besitzt die original Halfenschiene eine ETA-Zulassung, und jede Menge Vorteile, auf die Sie sich verlassen können! Profitieren Sie von einem internationalen System, das in 30 Ländern in Europa gilt. Von einer höheren Wirtschaftlichkeit durch angepasste Ankerlängen und Abstände. Von einem Bemessungsprogramm, das den Planer unterstützt.

Von mehr Planungssicherheit bei internationalen Projekten. Von der Sicherheit durch das CE-Kennzeichen. Von höchster Qualität durch detaillierte Eigen- und Fremdüberwachung – vor, während und nach dem Produktionsprozess. Und von einem umfassenden Service mit Katalogen, Montageanleitungen, Software und persönlicher Beratung.

*Die Produkte von HALFEN bedeuten Sicherheit, Qualität und Schutz – für Sie und Ihr Unternehmen.*

  
**HALFEN**  
YOUR BEST CONNECTIONS  
[www.halfen.de](http://www.halfen.de)

## THE NEW MODEL CODE FOR CONCRETE STRUCTURES – A NEW CONCEPT FOR BUILDING WITH CONCRETE

## DER NEUE MODEL CODE FÜR BETONKONSTRUKTIONEN – EIN NEUES KONZEPT FÜR DAS BAUEN MIT BETON

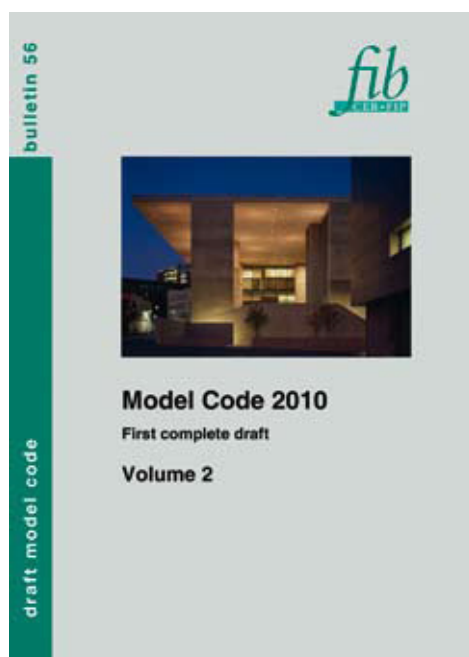
► **GENERAL** The fib Model Code for concrete structures is a recommendation for the design of concrete structures. The Model Code should be considered a guidance document for future codes. Previous Model Codes were published in 1978 and 1990. The first complete draft of the Model Code 2010 was published in May 2010. The most important new element of this code is the concept of “time” in correlation with life cycle design. In addition, the Model Code provides an extended state of the art for concrete and reinforcing steel and covers the properties of new types of reinforcement. Various loading conditions are considered, ranging from static to dynamic loading, including earthquake, fatigue, impact and explosion. Five methods are offered for verifying structural safety, which makes it possible to select the most appropriate method for any situation. Principles are given for the verification of limit states with regard to durability, robustness and sustainability. Moreover, a basis is provided for verifications of structural safety using nonlinear finite-element programs and for design by testing. Within the scope of life cycle design, the important role of the construction phase is taken into account. Furthermore, strategies for economical maintenance are described. In this context, maintenance management, surveys of existing structures and condition assessments, data analyses and decision making are dealt with.

► **ALLGEMEIN** Der fib Model Code für Betonkonstruktionen ist eine Modellvorschrift für das Entwerfen und Bemessen von Betonkonstruktionen. Der Model Code sollte ein Musterbeispiel für zukünftige Normen sein. Frühere Model Codes wurden 1978 und 1990 veröffentlicht. Die erste vollständige Fassung des MC2010 wurde im Mai 2010 publiziert. Das wichtigste neue Element im Model Code 2010 ist „Zeit“ im Sinne der Lebenszyklusbemessung. Zusätzlich bietet der Model Code einen erweiterten Kenntnisstand für die Baustoffe Beton und Bewehrungsstahl und behandelt die Eigenschaften neuer Bewehrungstypen. Unterschiedliche Arten der Belastung werden berücksichtigt, von statisch zu dynamisch, inklusive Erdbeben, Ermüdung, Stoß und Explosion. Fünf Methoden zum Nachweis der Tragsicherheit werden unterschieden, die für jede Situation die Wahl des geeignetsten Verfahrens erlauben. Es werden Prinzipien zum Nachweis von Grenzzuständen bezüglich Dauerhaftigkeit, Robustheit und Nachhaltigkeit behandelt. Weiterhin werden Grundlagen für den Nachweis mit der Methode der nichtlinearen finiten Elemente und für das Bemessen aufgrund von Versuchen gegeben. Im Rahmen des Bemessens auf Lebensdauer wird auch die wichtige Rolle der Ausführungsphase behandelt. Dazu werden Strategien für die kosten-

**THE MOST IMPORTANT NEW ELEMENTS OF THE MODEL CODE 2010** It is remarkable how design and construction technology have evolved during the last decades. New trends are observed and priorities have been developed which are reflected in the new Model Code, including the following key points:

- > **Life cycle design:** the structural safety and serviceability requirements for the design of new structures are now specified for a defined period. This means that a maintenance plan should be submitted together with the design, and that approaches to demolition and re-use should also be considered.
- > **Development and application of high-performance concretes:** this requires new design rules tailored to these materials. In the most general sense, the use of concretes with characteristics tailored to the specific application should be enabled.
- > **Application of high-performance computers and numerical programs:** although this hardware offers substantial opportunities for the analysis of concrete structures, its reliability continues to be a matter of concern. For this reason, the new Model Code includes reliability criteria for numerical analysis.

► FIG. 1 Model Code 2010 //  
ABB. 1 Model Code 2010





günstige Erhaltung beschrieben. In diesem Zusammenhang wird auf Instandhaltungsmanagement, Bestandsaufnahme, Auswertung von Daten und Entscheidungsfindung eingegangen.

**DIE WICHTIGSTEN NEUE ELEMENTE IM MODEL CODE 2010** Es ist beachtlich, wie Entwurf und Konstruktionstechnologie sich in den letzten Jahrzehnten geändert haben. Neue Tendenzen und Prioritäten zeichnen sich ab und werden deshalb in dem neuen Model Code berücksichtigt werden, wie:

- > Lebenszyklusbemessung: Bei dem Entwurf und der Bemessung von neuen Bauwerken geht es um Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit für einen im Vorfeld festgelegten Zeitraum. Das bedeutet, dass mit dem Entwurf ein Erhaltungsplan vorgelegt werden sollte und dass auch zum Rückbau und zur Wiederverwendung Ansätze entwickelt werden.
- > Entwicklung und Anwendung von Hochleistungsbetonen: Dies erfordert neue, auf diese Materialien zugeschnittene Bemessungsregeln. Im breitesten Sinne sollte der Einsatz von Betonen mit auf die Anwendung abgestimmten Eigenschaften ermöglicht werden.
- > Einsatz von Hochleistungsrechnern und numerischen Programmen: Obwohl diese Geräte große Möglichkeiten für die Analyse von Baukonstruktionen bieten, steht die Zuverlässigkeit noch immer in Frage. Im neuen Model Code werden deshalb Zuverlässigkeitskriterien für die numerische Analyse definiert.
- > Die meisten bestehenden Bauwerke wurden ohne Erhaltungsplan gebaut. Solche Erhaltungspläne müssen deshalb in das Lebenszyklusdenken mit aufgenommen werden. Nach Instandsetzung oder Ertüchtigung sollte auch für diese Bauten durch neu erstellte Inspektions- und Überwachungspläne eine Restlebenszeit definiert werden.
- > Nachhaltigkeit als Entwurfskriterium: Neue Projekte sollten im Vergleich zu früheren Projekten auch neuen, zusätzlichen Anforderungen genügen, wie beispielsweise einem verantwortungsvollen Einsatz von Ressourcen im Rahmen des Lebenszyklus, einer Beschränkung der CO<sub>2</sub>-Emissionen, einer minimierten Belastung der Umgebung durch das Bauen sowie zufriedenstellende Ästhetik. Zurzeit sind Quantifizierungsmodelle für Nachhaltigkeit noch in Entwicklung.

**STRUKTUR DES MODEL CODE 2010** Der Model Code ist in fünf Hauptteile gegliedert: Prinzipien, Entwurfsangaben, Entwurf, Ausführung, Erhaltung und Rückbau. In dieser Gliederung ist das Lebenszyklusdenken erkennbar. Die Hauptteile sind in zahlreiche

- > **Most of the existing structures were designed without a maintenance plan. Such maintenance plans must thus be included in the overall life cycle approach. Following any repair, refurbishment or upgrade, new maintenance and inspection plans should be drawn up also for these structures in order to determine their remaining service lives.**
- > **Sustainability as a design criterion: compared to previous projects, new projects should also meet new, additional requirements, such as the responsible use of resources over the entire life cycle, the reduction of CO<sub>2</sub> emissions, a minimized environmental impact of construction, and an at least satisfactory esthetic appeal. Quantification models for sustainability are still under development.**

**STRUCTURE OF THE MODEL CODE 2010** The Model Code is subdivided into five main parts: principles, design data, design, construction, maintenance and demolition. In this scheme, the life cycle approach is clearly visible. The main parts are subdivided into numerous chapters that contain state-of-the-art knowledge and, in some cases, aspects that are systematically dealt with in a building code for the first time. For example, the code includes a comprehensive updated chapter on the properties of structural materials, details on non-metallic reinforcement and fiber-reinforced concrete, a chapter about shear design using new approaches, guidance on the verification of robustness, but also subchapters about construction management and maintenance strategies. The Model Code 2010 provides a wealth of information for future standardization efforts and will lay the foundation for new ways of thinking. ■

**Prof. Dr. Ir. Dr.-Ing. E.h.  
Joost Walraven,**  
Technische Universität Delft,  
Niederlande

AUTHOR //  
AUTOR

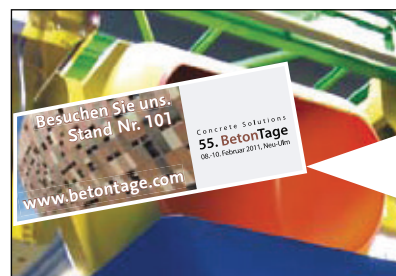
[j.c.walraven@tudelft.nl](mailto:j.c.walraven@tudelft.nl)



Geb. 1947;  
1971 Ingenieurdiplom  
an der Technischen  
Universität Delft,  
Niederlande;  
1972-1980 Wissen-  
schaftlicher Mitarbeiter  
an der TU Delft;  
1980 Promotion;  
1980-1985 Beratender  
Ingenieur bei Corsmit  
Consulting Engineers,

Den Haag; 1985-1989 Professor für Massivbau  
an der TU Darmstadt; seit 1989 Professor für  
Massivbau an der TU Delft

Kapitel unterteilt, die inhaltlich dem neuesten technischen Stand entsprechen und in einigen Fällen Aspekte enthalten, die zum ersten Mal systematisch in einer Baunorm behandelt werden. So gibt es einen ausführlichen aktualisierten Beitrag über die Eigenschaften der konstruktiven Materialien, Angaben zu nichtmetallischer Bewehrung und Faserbeton, ein Kapitel über die Schubbemessung mit neuen Ansätzen, Hinweise zum Nachweis der Robustheit, aber auch Abschnitte über Ausführungsmanagement und Erhaltungsstrategien. Der Model Code 2010 bietet für die zukünftige Normungsarbeit eine Fülle an Informationen und wird neue Denkanstöße geben. ■



**ES IST ROT,  
GIBT DAUERHAFTEN  
SCHUTZ UND  
IST EINFACH  
ZU REINIGEN.**

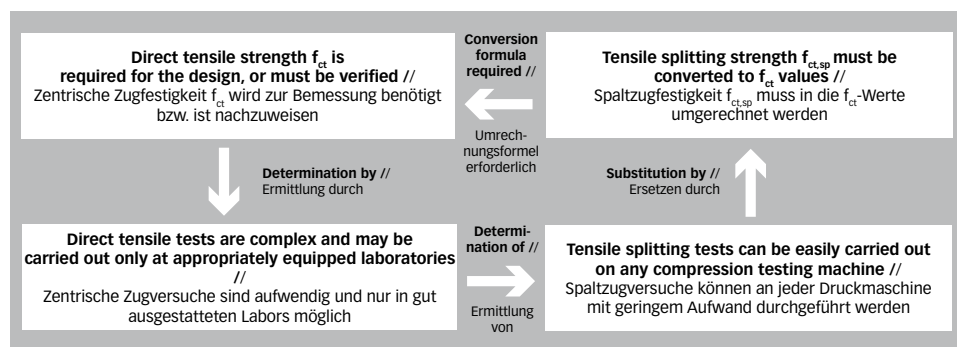
**KOBAFLEX  
POLYURETHAN-  
BESCHICHTUNG**

Keine lädierten Trichter,  
Wannen und Kübel  
durch Hammerschläge.  
Kürzere Sauberungszeiten.  
Minimaler verschleiß.

**KOBATO**  
PERFEKT IN ABRIEBFESTEM POLYURETHAN

DE MORS 118  
7631 AK OOTMARSUM - NL  
T +31 (0)541 - 291 681  
F +31 (0)541 - 293 247  
E INFO@KOBATO.NL  
WWW.KOBATO.NL

## THE TENSILE SPLITTING TEST – NEW INSIGHTS AND THEIR IMPLICATIONS DER SPALTZUGVERSUCH – NEUE ERKENNTNISSE UND IHRE KONSEQUENZEN



▲ FIG. 1 Direct tensile strength of concrete and its substitute determination from tensile splitting tests. // ABB. 1 Zentrische Zugfestigkeit von Beton und deren ersatzweise Ermittlung aus Spaltzugversuchen.

► **BACKGROUND** Unlike in compression, the determination of strength in tension is associated with a number of technical issues, especially in the case of direct tension. For this reason, the tensile strength of concrete is often derived, during suitability tests and quality control procedures, from the results of bending tension and tensile splitting tests in accordance with [2], using conversion formulae. The only option usually available for verifying the tensile strength of the structure is the tensile splitting test carried out at cores.

► **AUSGANGSSITUATION** Anders als bei Druckbeanspruchung ist die Bestimmung der Festigkeit bei Zugbeanspruchung, vor allem bei zentrischem Zug, mit einer Reihe technischer Probleme verbunden. Die Zugfestigkeit des Betons wird daher bei Eignungs- und Güteprüfungen vielfach sowohl aus den Ergebnissen von Biegezugversuchen als auch von Spaltzugversuchen nach [2] unter Verwendung von Umrechnungsformeln ermittelt. Für den Nachweis der Zugfestigkeit am Bauwerk kommt in der Regel nur der Spaltzugversuch an entnommenen Bohrkernen in Frage.

Die experimentelle Ermittlung der Spaltzugfestigkeit ist vergleichsweise einfach und kann in einer praxisüblichen Druckprüfmaschine erfolgen. Daher wird dieser Versuch in der Praxis häufig durchgeführt (ABB. 1). Die notwendige Umrechnung der ermittelten Spaltzugfestigkeit  $f_{ct,sp}$  in die zentrische Zugfestigkeit  $f_{ct}$  erfolgt gemäß DIN 1045-1 mit dem Faktor 0,9 ( $f_{ct} = 0,9 f_{ct,sp}$ ).

Verschiedene, punktuell gewonnene, experimentelle Ergebnisse an normalfesten und hochfesten Betonen legten den Schluss nahe, dass diese einfache Umrechnung nach DIN 1045-1 zu erheblichen Fehleinschätzungen führt. Dies bildete den Ausgangspunkt umfangreicher experimenteller und theoretisch-numerischer Untersuchungen am Institut für Massivbau und Baustofftechnologie des KIT [3].

**NEUE ERKENNTNISSE** Die genannten Untersuchungen und zielgerichtete Ergänzungen mündeten in eine wissenschaftliche Arbeit, in deren Rahmen u. a. geeignete Formeln für die Umrechnung der Spaltzugfestigkeit in die Zugfestigkeit entwickelt wurden [4]. ABB. 2 fasst einige wesent-

The experimental determination of tensile splitting strength is relatively simple and can be carried out in a usual compression testing machine. This test is thus frequently performed in practice (FIG. 1). The required conversion of the determined tensile splitting strength  $f_{ct,sp}$  to the concentric tensile strength  $f_{ct}$  is performed in accordance with DIN 1045-1, applying a factor of 0.9 ( $f_{ct} = 0.9 f_{ct,sp}$ ).

Various experimental results obtained in isolated cases for normal-strength and high-strength concretes suggested that this simple conversion specified in DIN 1045-1 leads to significant miscalculations. This situation was the starting point of comprehensive experimental and theoretical (numerical) tests and analyses performed at the KIT Institute for Concrete Structure and Building Materials Technology [3].

**NEW FINDINGS** The above tests and tailored supplementary activities gave rise to a research in which formulae suitable for the conversion of tensile splitting strength to tensile strength were developed [4]. FIG. 2 summarizes some of the key findings. These results show, in particular, that the conversion factor  $A = f_{ct}/f_{ct,sp}$  is not equal to 0.9 when using standardized specimens, as assumed in DIN 1045-1. Rather, it is always greater than 1.0 and may even reach values clearly in excess of 1.5 depending on compressive strength. In addition, different A values are obtained for core samples versus specimens covered with formwork, as well as for concretes with gravel versus chippings as aggregates and for cores of varying diameters. The theoretical framework for the findings and results obtained is provided in [4].

**PRACTICAL IMPLICATIONS** Firstly, the findings described in [4, 5] undisputedly demonstrate that the conversion factor  $A = \text{const.} = 0.9$  that DIN 1045-1 specifies for cylindrical specimens with a diameter/length of 150/300 mm is not accurate. This factor must thus be increased to  $A \geq 1.0$ . However, the question of how an improved or corrected standardized formula should be designed is difficult to answer. The findings arrived at are best described by the relationships shown in FIG. 2.

AUTHOR //  
AUTOR

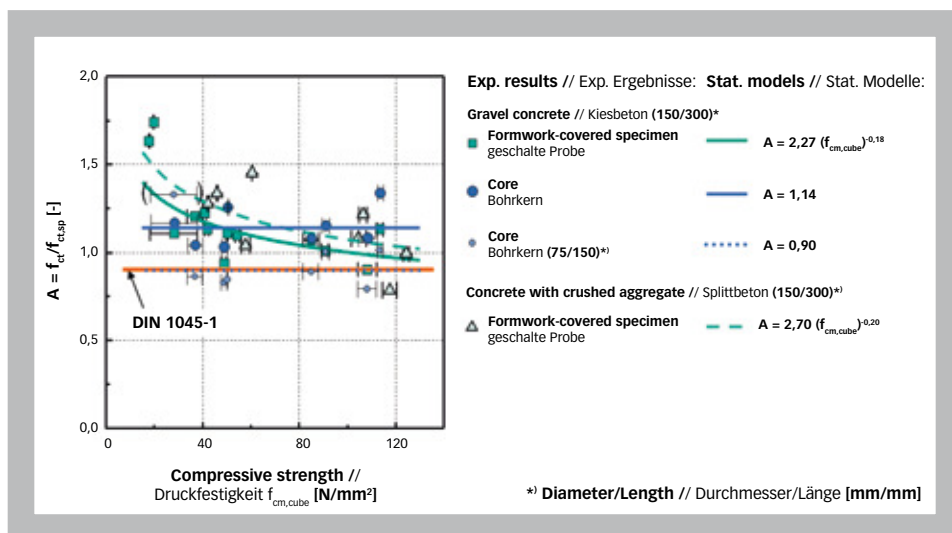
Prof. Dr.-Ing. Harald S. Müller,  
Karlsruher Institut für  
Technologie KIT

hsm@mpa.kit.edu

Geb. 1951;  
bis 1995 Direktor an  
der Bundesanstalt für  
Materialforschung und  
-prüfung, Berlin; seit  
1996 Leiter des  
Instituts für Massivbau  
und  
Baustofftechnologie  
und Direktor der  
Amtlichen Material-



prüfungsanstalt MPA Karlsruhe am Karlsruher  
Institut für Technologie (ehemals Universität  
Karlsruhe); ö.b.u.v. Sachverständiger für Beton-  
undMauerwerksbau, Bauschäden und Bau-  
physik; Partner der SMP Ingenieure im  
Bauwesen GmbH, Karlsruhe und Dresden



▲ FIG. 2 Influence of concrete strength on the magnitude of conversion factor A (ratio of direct tensile strength and tensile splitting strength) – experimental results, relationship in accordance with DIN 1045-1 and statistical models [4]. // ABB. 2 Einfluss der Betonfestigkeit auf die Größe des Umrechnungsfaktors A (Quotient aus zentrischer Zugfestigkeit und Spaltzugfestigkeit) – experimentelle Ergebnisse, Beziehung nach DIN 1045-1 und statistische Modelle [4].

liche Ergebnisse zusammen. Sie zeigen insbesondere, dass der Umrechnungsfaktor  $A = f_{ct}/f_{ct,sp}$  bei Verwendung normkonformer Probekörper nicht 0,9 beträgt wie DIN 1045-1 unterstellt, sondern stets größer 1,0 ist und in Abhängigkeit der Druckfestigkeit sogar Werte deutlich größer als 1,5 erreichen kann. Zudem erhält man unterschiedliche A-Werte für Bohrkern und geschalte Proben sowie für Kies- und Splittbetone und für Bohrkern verschiedenen Durchmessers. Die gewonnenen Ergebnisse und Erkenntnisse werden in [4] theoretisch untermauert.

**KONSEQUENZEN FÜR DIE PRAXIS** Zunächst belegen die Ergebnisse in [4, 5] unstrittig, dass der Umrechnungsfaktor  $A = \text{const.} = 0,9$  nach DIN 1045-1, der für Zylinderproben mit den Abmessungen Durchmesser/Länge = 150/300 mm/mm gilt, nicht zutrifft. Eine Anhebung dieses Faktors auf Werte  $A \geq 1,0$  muss daher vorgenommen werden. Schwierig zu beantworten ist jedoch die Frage, wie eine verbesserte bzw. korrigierte normative Beziehung aussehen soll. Die gefundenen Ergebnisse werden am besten durch die Beziehungen beschrieben, die in ABB. 2 aufgeführt sind.

Ferner ist die Nachweisführung im Stahlbetonbau zu betrachten. Dort geht die Zugfestigkeit teilweise direkt als Mittel- oder als 5 %-Fraktilewert ( $f_{ctm}, f_{ctm, 0,05}, f_{ctm, 0,95}$ ), teilweise aber auch indi-

**In addition, the verifications required in reinforced concrete construction must be considered. In this field, tensile strength is sometimes considered directly as a mean value or 5% fractile ( $f_{ctm}, f_{ctm, 0,05}, f_{ctm, 0,95}$ ), but also indirectly by introducing compressive strength with the power of 1/3 or 1/2 (as an approximation of tensile strength) in the equations used for verification purposes. Concrete tensile strength appears in all limit state verifications. The most important verifications relate to the following chapters of DIN 1045-1:**

- > 8.7.6 Anchoring areas for tendons with immediate bond
- > 10.3.3 Members without calculated shear reinforcement
- > 10.3.4 Members with calculated shear reinforcement
- > 10.3.6 Shear force transfer in joints
- > 10.3.7 Non-reinforced members
- > 11.2.2 Minimum reinforcement to limit crack width
- > 11.2.3 Limitation of crack width without direct calculation
- > 11.2.4 Calculation of crack width
- > 12.5 Design value of bond stress
- > 13.1.1 Minimum and maximum reinforcement

**By increasing the A value from  $A = 0.9$  to  $A \geq 1.0$ , higher values are estimated for direct ten-**

**Dr.-Ing. Eugen Dutulescu,**  
Karlsruher Institut für  
Technologie KIT

AUTHOR //  
AUTOR

Eugen.Dutulescu@  
ifmb.uni-karlsruhe.de

Geb. 1943; Studium des Bauingenieurwesens am Institut für Bauwesen (Fakultät für Eisenbahn-,



Straßen- und Brückenbau) in Bukarest; 1980 Promotion; nach weiteren beruflichen Stationen, seit 1987 Lehrstuhl für Massivbau am Karlsruher Institut für Technologie (ehemals Universität Karlsruhe); bis 2009 Dozent und Oberingenieur; heute: freier Mitarbeiter und Autor

rekt ein, indem die Druckfestigkeit, versehen mit der Potenz 1/3 oder 1/2 (als Näherung für die Zugfestigkeit), in den Nachweisformeln auftaucht. Dabei erscheint die Betonzugfestigkeit in den Nachweisen bei allen Grenzzuständen. Die wichtigsten Nachweise betreffen die folgenden Kapitel in DIN 1045-1:

- > 8.7.6 Verankerungsbereiche bei Spanngliedern im sofortigen Verbund
- > 10.3.3 Bauteile ohne rechnerisch erforderliche Querkraftbewehrung
- > 10.3.4 Bauteile mit rechnerisch erforderlicher Querkraftbewehrung
- > 10.3.6 Schubkraftübertragung in Fugen
- > 10.3.7 Unbewehrte Bauteile
- > 11.2.2 Mindestbewehrung für die Begrenzung der Rissbreite
- > 11.2.3 Begrenzung der Rissbreite ohne direkte Berechnung
- > 11.2.4 Berechnung der Rissbreite
- > 12.5 Bemessungswert der Verbundspannung
- > 13.1.1 Mindestbewehrung und Höchstbewehrung

Durch die Anhebung des A-Wertes von  $A = 0,9$  auf Werte von  $A \geq 1,0$  wird auf der Basis eines bestimmten experimentellen Wertes für die Spaltzugfestigkeit die zentrische Zugfestigkeit zu höheren Werten abgeschätzt. Dies wirkt sich bei Nachweisen u.a. ungünstig aus, wenn die Mindestbewehrung



AUTHOR //  
AUTOR

**Dr.-Ing. Viktória Malárics,**  
Technische Universität  
Darmstadt

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

Geb. 1977; 1996-2001 Bauingenieurstudium an der Technischen und Wirtschaftswissenschaftlichen Universität Budapest; 2010 Promotion am Institut für Massivbau und Baustofftechnologie des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT); 2002-2009 wissenschaftliche Assistentin; anschließend Tätigkeit an der MPA Karlsruhe, seit 2010 Oberingenieurin im Fachgebiet Werkstoffe im Bauwesen der Technischen Universität Darmstadt



rung zur Begrenzung der Rissbreite oder der Bewehrungsgehalt zur Sicherstellung eines duktilen Bauteilverhaltens betrachtet wird. So ist z. B. der erforderliche Mindestbewehrungsquerschnitt direkt proportional zur Zugfestigkeit.

**SCHLUSSFOLGERUNGEN** Aufgrund neuer Erkenntnisse muss eine Änderung der in DIN 1045-1 gegebenen Beziehung zwischen der zentrischen Zugfestigkeit und der Spaltzugfestigkeit vorgenommen werden. Hieraus ergeben sich keine Konsequenzen für die Nachweisführung im Betonbau, solange die Druckfestigkeit als bemessungsrelevanter Betonparameter herangezogen und damit auch die Zugfestigkeit aus der Druckfestigkeit errechnet wird, wie es DIN 1045-1 vorsieht. Wenn jedoch die Ergebnisse von Spaltzugprüfungen in die Nachweisführung Eingang finden, ergeben sich aus der höher errechneten Zugfestigkeit erhebliche Konsequenzen, die je nach Betrachtungsfall günstig oder ungünstig sein können. ■

#### REFERENCES // LITERATUR

- [1] DIN 1045-1:2008-08: Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 1: Bemessung und Konstruktion; Beuth Verlag; Berlin; 2008.
- [2] DIN EN 12390-6:2010-09: Prüfung von Festbeton – Teil 6: Spaltzugfestigkeit von Probekörpern; Beuth Verlag; Berlin; 2010.
- [3] Müller, H. S.; Malárics, V.: Ermittlung der Betonzugfestigkeit aus dem Spaltzugversuch bei festen und hochfesten Betonen. Schlussbericht zum DBV 244 Forschungsvorhaben; Auftraggeber: Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein e. V., Berlin; gefördert durch das BMWA über die AiF, Nr. 13619 N, Institut für Massivbau und Baustofftechnologie, Universität Karlsruhe, 2005.
- [4] Malárics, V.: Ermittlung der Betonzugfestigkeit aus dem Spaltzugversuch an zylindrischen Betonproben. Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Massivbau und Baustofftechnologie, Dissertation 2010.
- [5] Malárics, V.; Müller, H. S.: Evaluation of the splitting tension test for concrete from a fracture mechanical point of view. In: Proceedings of the 7th international conference on fracture mechanics of concrete and concrete structures, Oh, B. H. et al. (Hrsg.), Hanrimwon Co. Ltd., Seoul, Korea, CD: 05-06, 2010, S. 709-716.

**sile strength on the basis of a specific experimental value obtained for tensile splitting strength. This may adversely affect the verification, for instance when considering the minimum reinforcement for the limitation of crack widths or the reinforcement ratio needed to ensure a ductile behavior of the structural component. For example, the required minimum reinforcement cross-section is directly proportional to tensile strength.**

**CONCLUSIONS** As a result of new findings, the relationship between direct tensile strength and tensile splitting strength specified in DIN 1045-1 needs to be modified. This has no implications on the verifications to be carried out in concrete construction as long as compressive strength is used as a concrete parameter relevant to design, which also means that tensile strength is derived from compressive strength, as specified in DIN 1045-1. If, however, the results of tensile splitting tests are used as input parameters for verifications, then the greater calculated tensile strength results in material implications that may be favorable or unfavorable, depending on each specific case. ■



# THE INFLUENCE OF RAW MATERIALS ON THE WORKABILITY AND DURABILITY OF ULTRA-HIGH STRENGTH CONCRETE

## EINFLUSS DER AUSGANGSSTOFFE AUF DIE VERARBEITBARKEIT UND DIE DAUERHAFTIGKEIT VON ULTRAHOCHFESTEM BETON

► Aside from its high compressive strength, one of the characteristics of ultra-high performance concrete (UHPC) is its very dense structure without capillary pores. This structure results from a dense packing of the fine paste particles but also from a very low effective water/binder ratio (cement and silica fume) of only about 0.20. Considerable amounts of superplasticizers are needed to modify the workability of this material according to the job requirements.

► Ein charakteristisches Kennzeichen des Ultra-Hochleistungsbetons (UHPC) ist neben seiner hohen Druckfestigkeit ein sehr dichtes, kapillarporenfrees Gefüge. Es beruht zum Einen auf einer dichten Kornpackung der feinen Partikel des Zementsteins und zum Anderen auf einem sehr niedrigen effektiven Wasser-Bindemittelwert (Zement und Silikastaub) von nur noch 0,20. Um die Konsistenz dieses Baustoffes gezielt verarbeiten zu können, sind größere Mengen an Hochleistungs-Fließmitteln erforderlich.

At Kassel University, a research project funded by the Federal Ministry of Education and Research (BMBF) is currently underway in which UHPCs with a particularly high resistance to chemicals and ceramic-like properties are being developed. As part of this project, comprehensive evaluations were carried out in order to investigate the effect of various types of silica fume and plasticizer, as well as of seemingly minor changes to the water/binder ratio, on workability, the required mixing time, the de-aeration behavior of fresh concrete, and porosity and strength [1].


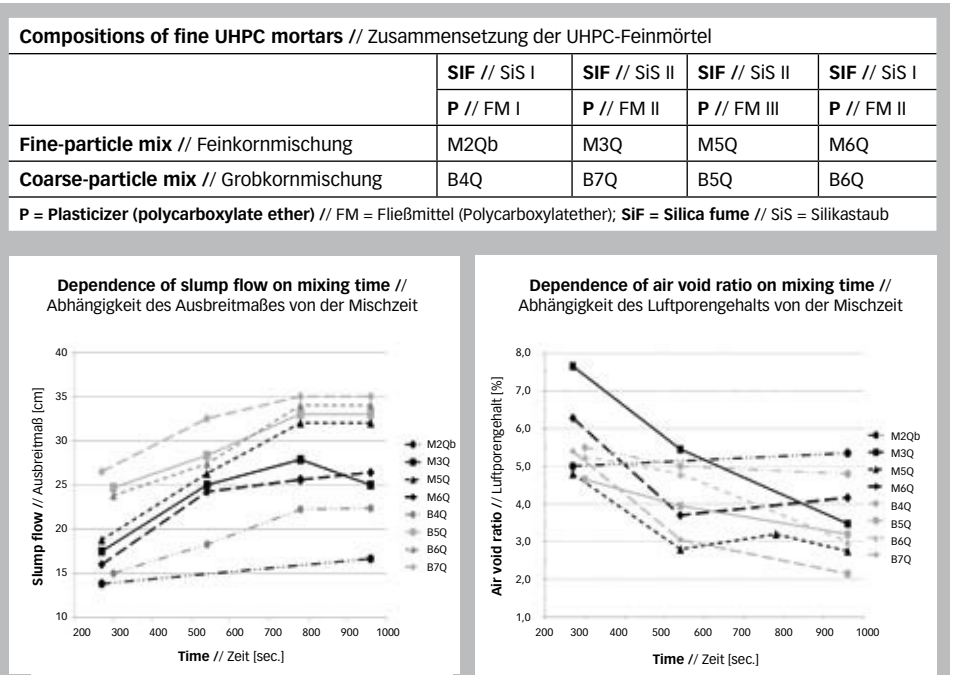
Initially, two fine UHPC mortars with a maximum particle size of 0.5 mm were tested, similar to those referred to in an earlier publication [2] and used as reference mixes in the UHPC priority program funded by the Deutsche Forschungsgemeinschaft (German Research Foundation) [3]. At an identical CEM I 52.5 R HS NA content of approx. 820 kg/m<sup>3</sup>, the mixes differed in their silica fume content (Mix B as shown in Fig. 1 approx. 220 kg/m<sup>3</sup>; Mix M approx. 130 kg/m<sup>3</sup>), in the proportion of quartz

An der Universität Kassel werden in einem Forschungsvorhaben des BMBF gegenwärtig UHPC mit besonders hohem chemischem Widerstand entwickelt, die keramikähnliche Eigenschaften aufweisen. Dabei wurde auch umfassend untersucht, wie sich unterschiedliche Silikastäube, verschiedene Fließmittel und scheinbar kleine Änderungen im Wasser-Bindemittelverhältnis auf die Verarbeitbarkeit, die erforderliche Mischzeit, auf das Entlüftungsverhalten des Frischbetons sowie auf die Porosität und die Festigkeit auswirken [1]. Untersucht wurden zunächst zwei UHPC-Feinmörtel mit einem Größtkorn von 0,5 mm, ähnlich de-

AUTHOR // AUTOR

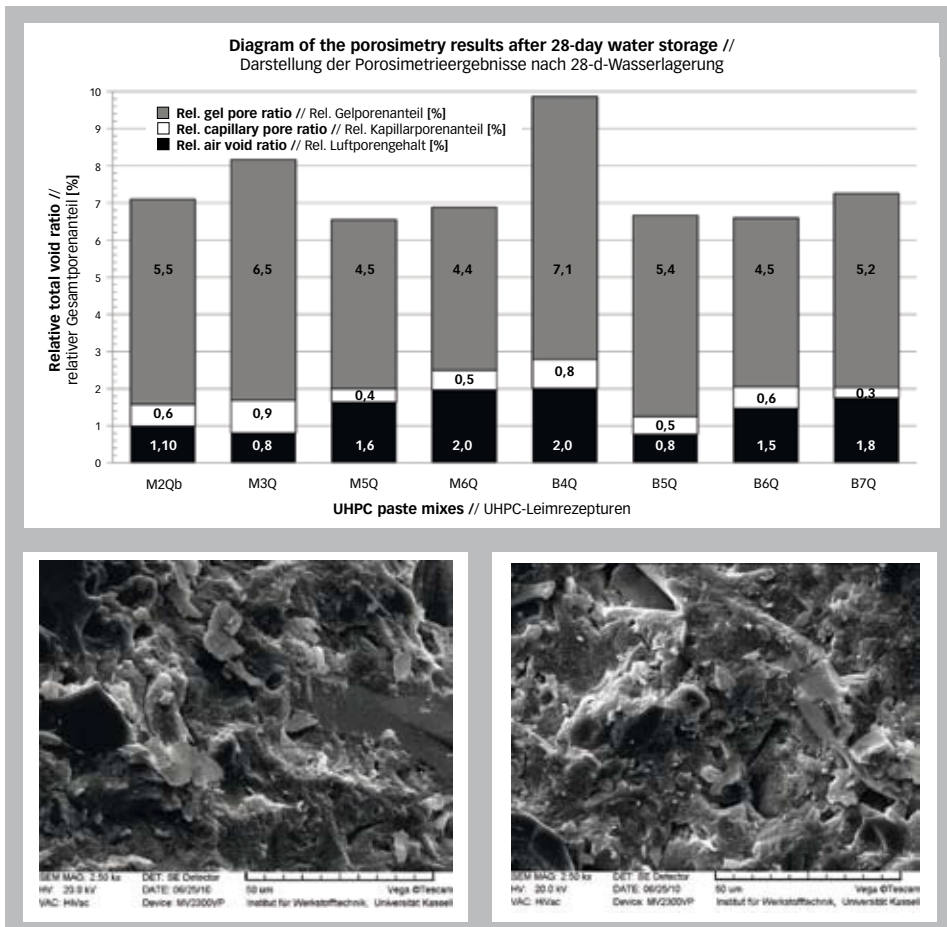
**Prof. Dr.-Ing. habil. Michael Schmidt,**  
Universität Kassel  
[m.schmidt@uni-kassel.de](mailto:m.schmidt@uni-kassel.de)

Geb. 1947; Studium Bauingenieurwesen TU Hannover; bis 1989 Referent im Forschungsinstitut der Zementindustrie in Düsseldorf; bis 1997 Leiter der Forschung, Entwicklung und Beratung der Heidelberger Zement; vereidigter Sachverständiger für Betontechnologie; seit 1999 Leiter des Fachgebiets Werkstoffe des Bauwesens, Geschäftsführender Direktor des Instituts für Konstruktiven Ingenieurbau und Direktor der Amtlichen Materialprüfanstalt (AMPA) der Universität Kassel; Partner und wissenschaftlicher Leiter des Ingenieurbüros Fehling & Jung-mann, Kassel

► FIG. 1 Compositions and mechanisms of action of the various fine UHPC mortars. // ABB. 1 Zusammensetzung und Wirkungsweise der unterschiedlichen UHPC-Feinmörtel.





◀ FIG. 2 Diagram of the porosimetry results after 28-day water storage. // ABB. 2 Darstellung der Porosimetrieergebnisse nach 28-d-Wasserlagerung.

nen, die in früheren Untersuchungen [2] dargestellt sind und die im Schwerpunktprogramm UHPC der Deutschen Forschungsgemeinschaft als Bezugsmischungen verwendet werden [3]. Bei gleichem Zementgehalt CEM I 52,5 R HS NA von etwa 820 kg/m<sup>3</sup> unterschieden sich die Mischungen im Gehalt an Silikastaub (Mischung B nach ABB. 1 ca. 220 kg/m<sup>3</sup>, Mischung M ca. 130 kg/m<sup>3</sup>), im Anteil an verschieden feinen Quarzmehlen und im effektiven w/z-Wert (B = 0,27, M = 0,22). Der effektive Wasser-Bindemittelwert war mit eff. w/b = 0,21 (B) bzw. 0,19 (M) nahezu gleich. In diesen Mischungen wurde die Wirksamkeit unterschiedlicher Silikastäube (SiS) (BET-Oberfläche: 19,50 m<sup>2</sup>/g (SiS I), 24,00 m<sup>2</sup>/g (SiS II)) und PCE-Fließmittel (FM) miteinander verglichen. Die Feinmörtel wurden mit einem Intensivmischer optimal gemischt. Nach unterschiedlichen Mischzeiten wurden Proben entnommen. Ausbreitmaß, Luftporengehalt, Umschlagpunkt der Fließmittel sowie die Temperaturentwicklung der Stoffgemische wurden gemessen. Die Druckfestigkeit wurde an Prismen ermittelt, die sehr unterschiedlich gelagert wurden. Neben der klassischen 28-tägigen Wasserlagerung bei 20 °C wurde eine weitere Serie nach 24 h Vorlagerung zwei Tage bei 90 °C wärmebehandelt und nach anschließender fünftägiger Lagerung bei Normklima (20 °C, 65 % rel. Luftfeuchte) geprüft.

**powders of varying fineness and in their effective w/c ratios (B = 0.27, M = 0.22). The effective water/binder ratio was almost identical (eff. w/c = 0.21 (B); eff. w/c 0.19 (M)). In these mixes, the effectiveness of various types of silica fume (SiF) (BET surface area: 19.50 m<sup>2</sup>/g (SiF I), 24.00 m<sup>2</sup>/g (SiF II)) and PCE plasticizers (P) was compared. The fine mortars were optimally mixed in a high-intensity mixer. Samples were taken after different mixing times. Slump flow, air void ratio, the transition points of the plasticizers and the temperatures of the mixes over time were measured. Compressive strength was determined for prisms subjected to greatly varying storage conditions. In addition to the conventional 28-day water storage at 20° C, another series of specimens was heat-treated at 90° C for two days after one day of preliminary storage. These specimens were tested after a subsequent five-day storage period in the standard climate (20° C, 65% relative humidity).**

**CEMENT PASTE TESTS** The FIG. 1 shows the tested variants. The left image illustrates that the effect of the plasticizers became more significant, as expected, as mixing time progressed and the amount of mixing energy in-

Dipl.-Ing. Heiko Möller,  
Universität Kassel

heimoe@web.de

AUTHOR //  
AUTOR



Geb. 1983; Studium des Bauingenieurwesens mit Vertiefung der Konstruktions- und Fertigungstechnik an der Universität Kassel; seit 2010 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fachgebiet Werkstoffe des Bauwesens und Bauchemie der Universität Kassel

**LEIMUNTERSUCHUNGEN** Die ABB. 1 enthält die untersuchten Varianten. Das linke Bild zeigt, dass die Wirkung der Fließmittel erwartungsgemäß bei allen Mischungen mit zunehmender Mischzeit und damit Mischenergie zunahm. Allerdings wurden deutlich unterschiedliche Maximalwerte des Ausbreitmaßes nach unterschiedlich langen Mischzeiten erreicht, d. h. die Fließmittel verflüssigten nicht nur sehr unterschiedlich, sondern sie wirkten auch unterschiedlich schnell. Der Silikastaub ist von geringerem Einfluss. ABB. 1 (rechts) zeigt

# WISSENSLÜCKEN SCHLIESSEN!

## BFT INTERNATIONAL 2 Ausgaben gratis!

Mit der BFT INTERNATIONAL, dem Fachorgan der Betonwerke, Betonfertigteilwerke, Betonsteinbetriebe und im Betonfertigbau tätigen Bauunternehmen, schließen wir seit über 75 Jahren Wissenslücken und informieren umfassend über die maschinelle Ausrüstung in den Werken, vom Mischprozess über die eigentliche Herstellung bis hin zum Transport der fertigen Produkte.

Sie können uns unter [leserservice@bauverlag.de](mailto:leserservice@bauverlag.de) per Mail oder im Netz unter [www.bft-online.info/probeabo](http://www.bft-online.info/probeabo) erreichen.



Bauverlag BV GmbH  
Avenwedder Str. 55 · 33311 Gütersloh · Germany  
Tel. +49 5241/80 69 08 80 · Fax +49 5241/8 09 08 84  
[www.bauverlag.de](http://www.bauverlag.de) · [leserservice@bauverlag.de](mailto:leserservice@bauverlag.de)

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

creased. However, the maximum slump flows attained after varying mixing times differed significantly, i.e. not only did the plasticizers have very different effects on workability; the periods after which their effects occurred were also different. Silica fume has a less significant influence. FIG. 1 (right) also shows that the effect of the plasticizer influences not only the workability but also the viscosity of the concrete. More flowable mixes were less "viscous" and could thus be de-aerated more easily by vibration in the test vessel, which is demonstrated by the fact that their air void ratio was much lower in some cases. Also, the mixes with a lower air void ratio showed higher 28-day compressive strengths.

Despite the different w/c ratios, the microstructure of both concretes was largely identical, as demonstrated by the SEM images and the very low air void and capillary pore ratios in FIG. 2.

The results show that plasticizers for UHPC must, in each specific case, be carefully adjusted to the type of cement and silica fume used, as well as to the high proportions of other inert or reactive admixtures. In this process, not only the absolute slump flow itself achievable by a certain mix design is of relevance. Rather, mixing time is an equally important parameter that should be kept as short as possible in order to reduce the relatively long total UHPC mixing period to the greatest extent possible. ■

zudem, dass die Wirkung des Fließmittels nicht nur die Fließfähigkeit, sondern auch die Viskosität beeinflusst. Fließfähigere Mischungen waren weniger „zäh“ und konnten deshalb durch Rütteln im LP-Topf leichter entlüftet werden, wie ihr z. T. deutlich niedrigerer LP-Gehalt belegt. Mischungen mit niedrigerem LP-Gehalt wiesen wiederum die höhere 28-d-Druckfestigkeit auf.

Trotz des unterschiedlichen w/z-Wertes war das Mikrogefüge beider Betone weitgehend gleich, wie die REM-Bilder und die insgesamt sehr niedrigen Luft- und Kapillarporengehalte in ABB. 2 zeigen.

Die Ergebnisse zeigen, dass Fließmittel für UHPC in jedem Einzelfall sorgfältig auf den jeweiligen Zement, den Silikastaub und auf die hohen Anteile an weiteren inerten oder reaktiven Zusatzstoffen abgestimmt werden müssen. Dabei ist nicht nur die Höhe des mit einer bestimmten Dosierung erreichbaren absoluten Fließmaßes zu beachten. Es sollte auch nach einer möglichst kurzen Mischzeit erreicht werden, um die bei UHPC immer recht lange Gesamtmischdauer möglichst zu verkürzen. ■

#### REFERENCES // LITERATUR

- [1] Möller, H.: Konzeption und Untersuchung erdfuchter Betone mit erhöhten Festigkeiten unter Verwendung von Hüttensand als Bindemittelkomponente, Diplomarbeit angefertigt am Fachgebiet Werkstoffe des Bauwesens und Bauchemie, 2010.
- [2] Schmidt, M., Fehling, E.: Entwicklung, Dauerhaftigkeit und Berechnung Ultra-Hochfester Betone (UHPC), Forschungsbericht DFG FE 497/1-1, Kassel University Press, 2005.
- [3] Nachhaltiges Bauen mit ultra-hochfestem Beton, DFG Schwerpunktprogramm SPP1182, Deutsche Forschungsgemeinschaft, 2009, <http://cms.uni-kassel.de/unicms/index.php?id=wbb>.

JORDAHL®  
PFEIFER

H  
BAU  
TECHNIK

DAS PFEIFER-SANDWICHANKERSYSTEM :

Mit PFEIFER darf es  
... dazwischen  
etwas mehr sein!



www.jp-bautechnik.de

Das nach DIN 1045-1 typenstatistisch geprüfte PFEIFER-Sandwichankersystem zur Verbindung von Dreischichtplatten bietet in allen Bereichen, wie der Planung, Produktion und Montage von Sandwichplatten-Elementen, deutliche Vorteile und stellt somit eine kostensparende Lösung dar:

- Einfachste Planung mit Bemessungssoftware
- **Neue Windnorm DIN 1055-4** berücksichtigt
- Keine Bemessung der Verbundnadeln nötig
- Dämmschichtstärken bis zu 20 cm möglich
- Einfachster Einbau
- Ausgereifte Produktpalette für jeden Anwendungsfall

Planen Sie mit uns.

Auf Ihren Anruf in einer unserer J & P-Niederlassungen freuen wir uns.

J & P : Die Baupartner.

Deutsche Kahneisen  
Gesellschaft mbH  
Nobelstraße 51  
D-12057 Berlin  
Tel. + 49 (0) 30/6 82 83-02  
Fax + 49 (0) 30/6 82 83-497  
info@jordahl.de  
www.jordahl.de

H-BAU  
Technik GmbH  
Am Güterbahnhof 20  
D-79771 Klettgau 1  
Tel. + 49 (0) 77 42/92 15-20  
Fax + 49 (0) 77 42/92 15-90  
info.klettgau@h-bau.de  
www.h-bau.de

Pfeifer  
Seil- und Hebeteknik GmbH  
Dr.-Karl-Lenz-Straße 66  
D-87700 Memmingen  
Tel. + 49 (0) 83 31/937-290  
Fax + 49 (0) 83 31/937-342  
bautechnik@pfeifer.de  
www.pfeifer.de

J & P Bautechnik  
Vertriebs-GmbH  
Nobelstraße 51  
D-12057 Berlin  
Postfach 44 05 49  
D-12005 Berlin  
www.jp-bautechnik.de



## STEADY SYSTEMS – SUPERABSORBENTS IN CONCRETE CONSTRUCTION STABILE SYSTEME – SUPERABSORBER IM BETONBAU

► **SUPERABSORBENTS AS A NEW CONCRETE ADDITIVE** Superabsorbent polymers (SAPs) are a new type of additive that can contribute to improving the properties of concrete in many ways. Particularly well suited to applications in concrete construction are covalent cross-linked copolymers consisting of acrylic acid and acrylamide. SAPs can be used to regulate the water content of the concrete in a targeted fashion during pouring, setting and hardening. This gives rise to various possible applications, for example as agents for the internal curing of concrete or for substituting shotcrete setting accelerators. SAPs also enable the formation of steady void systems in hardened concrete, which improves its frost resistance but also introduces micro-defects into the matrix that increase the ductility of fiber-reinforced concrete.

► **SUPERABSORBER ALS NEUES BETONZUSATZMITTEL** Superabsorbierende Polymere (SAP) sind eine neue Zusatzmittelart, welche in vielerlei Hinsicht zur Verbesserung der Betoneigenschaften beitragen kann. Für die Anwendung im Betonbau eignen sich vor allem kovalent quervernetzte Copolymere aus Acrylsäure und Acrylamid. SAP können zur gezielten Regulierung des Wasserhaushalts im Beton während der Verarbeitung, Erstarrung und Erhärtung eingesetzt werden. Daraus ergeben sich mögliche Anwendungen beispielweise als Mittel für die innere Nachbehandlung von Beton oder als Ersatz für Erstarrungsbeschleuniger beim Spritzen von Beton. Des Weiteren ermöglichen SAP die Ausbildung stabiler Porensysteme im Festbeton. Einerseits wird dadurch der Frostwiderstand erhöht, andererseits werden gezielt Mikrodefekte in die Matrix eingebracht, die bei Faserbetonen zur Duktilitätssteigerung beitragen.

**INTERNAL CURING OF CONCRETE** State-of-the-art high-performance concretes have a significant damage potential caused by autogenous shrinkage, which is due to their low water/binder ratios and the associated "self-desiccation" process. Even during the first few days after pouring, autogenous shrinkage may lead to high restraint stresses and thus crack formation in the concrete. Unlike drying shrinkage, autogenous shrinkage cannot be reduced significantly by external curing processes. One possible solution to this problem is internal curing triggered by inserting fine SAP particles that serve as small water reservoirs evenly distributed across the concrete volume when they have absorbed the water from the fresh concrete (FIG. 1). The first built example in the world using SAP-modified high-performance concrete is a pavilion consisting of slender precast elements that was constructed in Kaiserslautern [1], see FIG. 2. Tests recently carried out at Dresden University of Technology demonstrated that the addition of SAPs can also reduce the plastic shrinkage of both high-performance and conventional concrete.

**STEADY VOID SYSTEMS FOR INCREASED FROST RESISTANCE** Another challenge that modern concrete technology is facing is the specific design of the void structure in order to improve or optimize durability. To increase the frost resistance of concrete, air-entraining agents are used during the mixing process to create fine spherical voids. Such a void system is, however, often unstable depending on the type of plasticizer, concrete workability, temperature and pouring method so that a uniform distribution of air voids and the void size in the hardened concrete are extremely difficult to ensure. This problem can be resolved by adding SAP particles whose size and distribution are easy to control and whose behavior is very stable. After water release to the matrix, SAP particles create spherical voids (see FIG. 1) that act similarly to fine air voids. The positive effect of adding SAPs on the freeze-thaw resistance of normal concrete was demonstrated in [2]. Reference [3] described the increase in the freeze-thaw resistance of highly ductile short-fiber reinforced

**INNERE NACHBEHANDLUNG VON BETON** Moderne Hochleistungsbetone weisen ein erhebliches Schädigungspotenzial durch autogenes Schwinden auf, was auf ihre geringe Wasser-Bindemittel-Werte und die einhergehende „Selbstaustrocknung“ zurückzuführen ist. Autogenes Schwinden kann bereits in den ersten Tagen nach dem Betonieren zu hohen Zwangsspannungen und infolge dessen zu Rissbildungen im Beton führen. Im Gegensatz zum Trocknungsschwinden lässt sich das autogene Schwinden nicht durch äußere Nachbehandlungsmaßnahmen merklich verringern. Eine Lösung bietet eine innere Nachbehandlung durch Einbrin-

AUTHOR //  
AUTOR

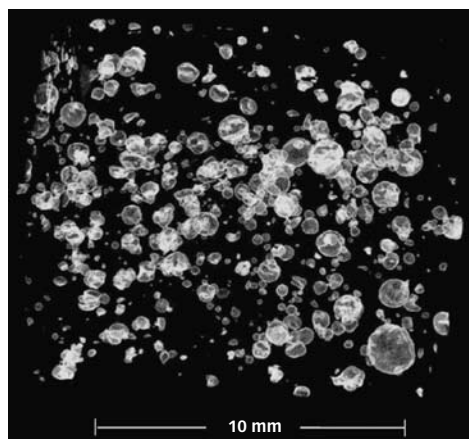
Prof. Dr.-Ing.  
Viktor Mechtcherine,  
Technische Universität Dresden

mechtcherine@tu-dresden.de

Geb. 1964;  
bis 1986 Studium an der  
Universität für Bauwesen  
und Architektur St.  
Petersburg;  
anschließend Tätigkeit in  
Ingenieurbüros, Bau-  
werksuntersuchungen  
und Planung von  
Instandsetzungs-  
maßnahmen;  
ab 1992 wissenschaft-  
licher 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 Bau-stoffe und  
Inhaber des Lehrstuhls für Baustoffe  
an der TU Dresden



▲ FIG. 1 CT scan of the SAP particle distribution in hardened concrete. // ABB. 1 Computertomographie-Aufnahme der Verteilung von SAP-Partikeln im Festbeton.



◀ FIG. 2 The first built example in the world using high-performance concrete internally cured by SAP addition: a pavilion in Kaiserslautern, Germany, constructed for the 2006 FIFA World Cup. //

ABB. 2 Die weltweit erste bauliche Anwendung von Hochleistungsbeton mit innerer Nachbehandlung durch SAP-Zugabe – Pavillon in Kaiserslautern (D), errichtet anlässlich der FIFA-Fußballweltmeisterschaft 2006.

gen von feinen SAP-Partikeln, die nach der Wasseraufnahme aus Frischbeton als kleine, über das Betonvolumen gleichmäßig verteilte Wasserspender dienen (ABB. 1). Das weltweit erste Beispiel der baulichen Anwendung von SAP-modifiziertem Hochleistungsbeton ist ein Pavillon aus filigranen Fertigteilen in Kaiserslautern [1], siehe ABB. 2. Neuere Untersuchungen an der TU Dresden zeigen, dass auch das plastische Schwinden sowohl von Hochleistungsbetonen als auch von herkömmlichem Beton durch SAP-Zugabe reduziert werden kann.

#### STABILE PORENSYSTEME FÜR FROSTWIDERSTAND

Eine weitere Herausforderung der modernen Betontechnologie ist die gezielte Gestaltung des Porengefüges, um die Dauerhaftigkeit zu verbessern bzw. zu optimieren. Zur Steigerung der Frostbeständigkeit von Beton werden unter Verwendung von Luftporenbildnern während des Mischvorganges feine sphärische Poren erzeugt. Jedoch ist ein solches Porensystem je nach Fließmittelart, Betonkonsistenz, Temperatur und Verarbeitungstechnik oftmals instabil, so dass sich die Gleichmäßigkeit der Luftporenverteilung und die Porengröße im Festbeton kaum garantieren lassen. Abhilfe kann die Zugabe von SAP-Partikeln schaffen, deren Größe und Verteilung sich gut kontrollieren lässt und die ein sehr stabiles Verhalten aufweisen. Nach der Wasserabgabe an die Matrix hinterlassen SAP-Partikel sphärische Hohlräume, vgl. ABB. 1, die ähnlich wie feine Luftporen wirken. Die positive Wirkung von SAP-Zugabe auf den Frosttausalz-Widerstand von herkömmlichem Beton

concrete. SPA was shown to fulfill additional functions in this material. SAPs are involved in implementing specific micro-defects in the material structure that contribute to activating fiber action. Moreover, the internal curing process supports the self-healing of concrete.

**OTHER FIELDS OF APPLICATION** Several other, very interesting applications for SAPs in concrete construction are listed in the forthcoming State-of-the-Art Report of the RILEM TC 225-SAP Technical Committee [4]. ■

#### REFERENCES // LITERATUR

- [1] Dudziak, L., Mechtcherine, V.: Mitigation of volume changes of ultra-high performance concrete (UHPC) by using super absorbent polymers, in: E. Fehling, M. Schmidt, S. Stürwald (Eds.), Ultra High Performance Concrete (UHPC) – Second International Symposium on Ultra High Performance Concrete, Kassel University Press, Kassel, 2008, p. 425-432.
- [2] Reinhardt, H.-W., Mönnig, S.: Ein Zusatzmittel zur Vergrößerung des Frost-Taumittelwiderstands von normal- und hochfestem Beton, BetonWerk International (2008), S. 70-80.
- [3] Brüdern, A.-E., Mechtcherine, V.: Multifunctional use of SAP in strain-hardening cement-based composites, In: Proceedings of International RILEM Conference on Use of Superabsorbent Polymers and Other New Additives in Concrete, Lyngby (DK), 15-18 August 2010, p. 11-22.
- [4] Mechtcherine, V., Reinhardt, H.-W. (Eds.): Application of superabsorbent polymers in concrete construction, State-of-the-Art Report of the RILEM TC 225-SAP, Springer, 2011, in print.

Dipl.-Chem. Christof Schröfl,  
Technische Universität Dresden

AUTHOR //  
AUTOR

Christof.Schroefl@  
tu-dresden.de

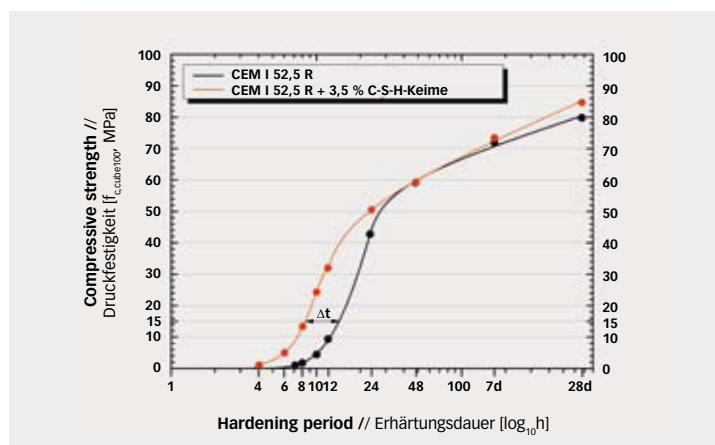
Geb. 1980; 2000-2005 Chemie-Studium an der Technischen Universität München; studienbegleitendes Industriepraktikum in einem Entwicklungslabor für Beton-Zusatzmittel in



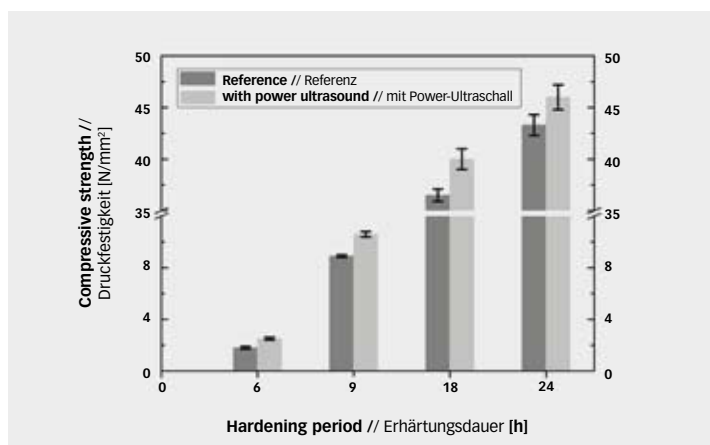
Chigasaki (Japan); 2005-2010 Promotion am Lehrstuhl für Bauchemie der TU München; im Zuge der Promotion zweimonatiger Forschungsaufenthalt am Tokyo Institute of Technology (Japan); seit September 2010 Leiter der Arbeitsgruppe Gefügemorphologie und Analytik am Institut für Baustoffe der TU Dresden

wurde in [2] nachgewiesen. In [3] wurde die Steigerung der Frost-Tausalz-Beständigkeit von hochduktilen Kurzfaserbeton vorgestellt. Hierbei wurde aufgezeigt, dass SAP in diesem Material weitere Funktionen übernimmt. Durch die SAP werden gezielt Mikrodefekte in das Gefüge implementiert, die zur Aktivierung der Faserwirkung beitragen. Des Weiteren wird durch innere Nachbehandlung eine Selbstheilung des Betons unterstützt.

**WEITERE ANWENDUNGSGEBIETE** Eine Reihe von weiteren interessanten Anwendungsgebieten für SAP im Betonbau sind dem in Kürze erscheinenden Sachstandsbericht des technischen Komitees RILEM TC 225-SAP zu entnehmen [4]. ■



▲ FIG. 1 Effect of synthetic C-S-H phases on the hardening process of a precast concrete mix. // ABB. 1 Wirkung von synthetischen C-S-H-Phasen auf den Erhärtungsverlauf eines beispielhaften Fertigteilbetons.



▲ FIG. 2 Development of compressive strength in mortar prisms depending on hydration progress and power ultrasound impact. // ABB. 2 Druckfestigkeitsentwicklung von Mörtelprismen in Abhängigkeit vom Hydrationsfortschritt und Einwirkung von Power-Ultraschall.

## STATE-OF-THE-ART ACCELERATION TECHNOLOGIES FOR PRECAST CONCRETES

### MODERNE BESCHLEUNIGUNGSTECHNOLOGIEN FÜR FERTIGTEILBETONE

► The composition of mixes for precast concrete elements is determined not only by the requirements defined for the finished product but, even more importantly, by the production process itself. The strength of the concrete after a very short hardening period is a key aspect of concrete design and the objective of an economical process. In the past few years, two developments have mainly contributed to achieving relevant early strength levels. Firstly, the use of superplasticizers made it possible to reduce the water/cement ratio to a level that had previously been unworkable. Secondly, innovative, rapid-setting cements contributed to a significant shortening of the required hardening period. This development aimed to reduce the period between pouring and the onset of hardening to a minimum even without heat treatment, which is considered questionable because of its high cost and energy consumption. In the meantime, new methods for accelerating the hardening of precast concretes have been developed that were to increase the effectiveness of acceleration whilst making the associated processes easier to manage. The approaches outlined below are based on the internal triggering of the hardening pro-

► Rezepturen für Betonfertigteile sind in ihrer Zusammensetzung nicht nur durch die Anforderungen an das spätere Bauteil bestimmt, sondern auch maßgeblich durch den Fertigungsprozess selbst geprägt. Die Belastbarkeit des Betons nach sehr kurzer Erhärtungsdauer ist Gegenstand der Betonprojektierung und Ziel eines wirtschaftlichen Prozessablaufes. In den vergangenen Jahren haben im Wesentlichen zwei Entwicklungen dazu beigetragen, relevante Frühfestigkeiten zu realisieren. Zum einen konnte durch die Anwendung von Hochleistungsfließmittel der Wasser/Zement-Wert in Regionen gesenkt werden, welche bis dato nicht verarbeitbar waren. Zum Anderen trugen neue Schnellzemente dazu bei, dass die Erhärtungsdauer deutlich reduziert werden konnte. Ziel dieser Entwicklung war es, auch ohne die kostenintensive und energetisch fragwürdige Warmbehandlung den Zeitabschnitt zwischen Verarbeitung und Erhärtungsbeginn auf ein Minimum zu reduzieren. Zwischenzeitlich wurden neue Ansätze zur Beschleunigung von Fertigteilbetonen entwickelt, welche die Effektivität der Beschleunigung erhöhen und die Steuerbarkeit der Beschleunigungsvorgänge verbessern sollten. Die nachstehend vorgestellten Ansätze basieren einerseits auf einer inneren Aktivierung des Erhärtungsbeginns

cess by adding C-S-H nuclei but also on external acceleration generated by power ultrasound.

Calcium silicate hydrates (C-S-H) are the primary products of the reaction occurring between Portland cement and water. They play a key role in building up strength in the concrete structure. C-S-H phases result from a crystallization process that usually begins with the formation of initial homogeneous or heterogeneous nuclei that emerge from the supersaturated solution. Normal concrete requires a period of several hours to form initial C-S-H nuclei. During this period, the concrete is setting but not yet hardening. Only the growth of the C-S-H nuclei will bridge gaps in the concrete structure, and a measurable strength will develop. An accelerating effect in concretes based on Portland cement can be achieved if this initial formation of nuclei is skipped by adding minute amounts of synthetic C-S-H phases (FIG. 1). Unlike other hardening accelerators, which are often disadvantageous with respect to protecting the reinforcing steel against corrosion, this type of acceleration relies on a growth of the added C-S-H nuclei and/or on



durch den Zusatz von C-S-H-Keimen, andererseits auf einer äußeren Beschleunigung durch Power-Ultraschall.

Calcium-Silikat-Hydrate (C-S-H) sind das Hauptreaktionsprodukt zwischen einem Portlandzement und Wasser. Sie sind maßgeblich für die Festigkeitsentwicklung im Betongefüge verantwortlich. Der Entstehung der C-S-H-Phasen liegt ein Kristallisationsprozess zu Grunde, welcher naturgemäß mit der Bildung erster homogener oder heterogener Kristallkeime aus der übersättigten Lösung einsetzt. Zur Entstehung erster C-S-H-Keime benötigt ein normaler Beton mehrere Stunden. In dieser Zeit ist am Beton ein Erstarren, jedoch noch kein Erhärten zu beobachten. Erst mit dem Wachstum der C-S-H-Keime werden Zwischenräume im Gefüge überbrückt und eine messbare Festigkeit baut sich auf. Eine beschleunigende Wirkung an Betonen auf Basis von Portlandzementen kann erzielt werden, wenn eine gezielte Zugabe von synthetischen C-S-H-Phasen diesen ersten Keimbildungsprozess überspringt (ABB. 1). Im Gegensatz zu anderen Erhärtsbeschleunigern, welche oft von Nachteilen hinsichtlich des Korrosionsschutzes der Stahlbewehrung begleitet sind, basiert diese Erhärtsbeschleunigung auf einem Wachstum der dosierten C-S-H-Keime bzw. auf einem Aufwachsen neuer C-S-H-Phasen auf deren Oberfläche. Mit diesem Beschleunigungssystem lässt sich der Erhär-

**the growth of new C-S-H phases on their surfaces. This acceleration system makes it possible to minutely control the process of concrete hardening during the first twelve hours after casting, which are particularly relevant to the precast industry.**

**Another option for managing the setting and hardening behavior of cement-containing systems is to apply power ultrasound. Power ultrasound refers to ultrasonic frequencies from 20 to 100 kHz. Long-established fields of use of this method are surface cleaning, the dispersion and homogenization of suspensions, and sonochemistry. Power ultrasound provides the opportunity of influencing the course of chemical reactions. In this respect, the most important effect is cavitation, i.e. the formation and collapse of cavities in liquids due to pressure fluctuations. It is assumed that the major short-term changes in pressure and temperature caused by cavitation influence the formation of nuclei and the crystallization process (hot-spot theory). In cementitious systems, power ultrasound can shorten the induction period of the alite reaction and positively influence the formation of C-S-H nuclei. Hence, an accelerated setting process and build-up of early strength in the first 24 hours after casting are possible (FIG. 2).** ■

tungsverlauf in dem für die Fertigteilindustrie relevanten Zeitraum der ersten 12 h gezielt steuern.

Eine weitere Möglichkeit zur Steuerung des Erstarrungs- und Erhärtsverhaltens von zementhaltigen Systemen ist die Applikation von Power-Ultraschall. Power-Ultraschall bezeichnet Ultraschall mit Frequenzen zwischen 20 und 100 kHz. Konventionelle Einsatzgebiete sind die Reinigung von Oberflächen, das Dispergieren und Homogenisieren von Suspensionen und die Sonochemie. Das Potenzial von Power-Ultraschall besteht darin, den Ablauf chemischer Reaktionen zu beeinflussen. Der wichtigste Effekt in diesem Zusammenhang ist die Kavitation (Bildung und Auflösung von Hohlräumen in Flüssigkeiten infolge von Druckschwankungen). Es wird angenommen, dass die bei der Kavitation entstehenden kurzzeitig hohen Druck- und Temperaturänderungen die Keimbildung und Kristallisation beeinflussen („Hot-Spot-Theorie“). In zementären Systemen kann durch Power-Ultraschall die Induktionsperiode der Alitreaktion verkürzt und die Keimbildung der C-S-H Phasen positiv beeinflusst werden. Ein beschleunigtes Erstarren und eine beschleunigte Frühfestigkeitsentwicklung bis 24 h sind somit möglich (ABB. 2). ■

**Prof. Dr.-Ing.  
 Horst-Michael Ludwig,**  
 Bauhaus-Universität Weimar

AUTHOR //  
 AUTOR

[horst-michael.ludwig@uni-weimar.de](mailto:horst-michael.ludwig@uni-weimar.de)



Geb. 1962; 1984-1989 Studium der Baustoffverfahrenstechnik an der Hochschule für Architektur und Bauwesen Weimar; 1989-1996 wissenschaftlicher Assistent an der Hochschule Weimar; 1996 Promotion; 1996-2008 Gesamtlaborleiter bei der Schwenk Zement KG, Karlsstadt; 2001-2008 Leiter Forschung und Entwicklung der gesamten Schwenkgruppe; 2002-2008 Geschäftsführer der ZEMBET Entwicklungsgesellschaft mbH; 2008-2009 Head of Research/Development and Innovation bei der HeidelbergCement AG, Leimen; 2008-2009 FH-Würzburg-Schweinfurt; seit 2009 Professor und Direktor des F.A. Finger-Institutes für Baustoffe an der Bauhaus-Universität Weimar

**Dipl.-Ing. Dennys Dressel,**  
 Bauhaus-Universität Weimar

AUTHOR //  
 AUTOR

[dennys.dressel@uni-weimar.de](mailto:dennys.dressel@uni-weimar.de)



Geb. 1978; 1999-2005 Studium des Bauingenieurwesens an der Bauhaus-Universität Weimar; 2005-2007 Prüfstellenleiter einer ständigen Betonprüfstelle der Berger Beton GmbH mit dem Verantwortungsbereich Sachsen/Sachsen-Anhalt/Thüringen und WPK-Bauftragter der Berger Rohstoffe GmbH; seit 2007 wissenschaftlicher Mitarbeiter am F.A. Finger-Institut für Baustoffkunde; Forschungsschwerpunkte: Grundlagenuntersuchungen zur Reaktivität von Hüttensanden, aktivierende Mahlhilfen für die Zementindustrie, CO<sub>2</sub>-optimierte Portlandzementklinker; diverse Fachpublikationen

**Dipl.-Ing. Simone Peters,**  
 Bauhaus-Universität Weimar

AUTHOR //  
 AUTOR

[simone.peters@uni-weimar.de](mailto:simone.peters@uni-weimar.de)



1999-2006 Studium des Bauingenieurwesens an der Bauhaus-Universität Weimar (Studienrichtung Baustoffe & Sanierung); seit 2009 wissenschaftliche Mitarbeiterin am F.A. Finger-Institut für Baustoffkunde an der Bauhaus-Universität Weimar

## BEHAVIOR OF HIGH-PERFORMANCE CONCRETE IN THE EVENT OF FIRE VERHALTEN VON HOCHLEISTUNGSBETON UNTER BRANDEINWIRKUNG

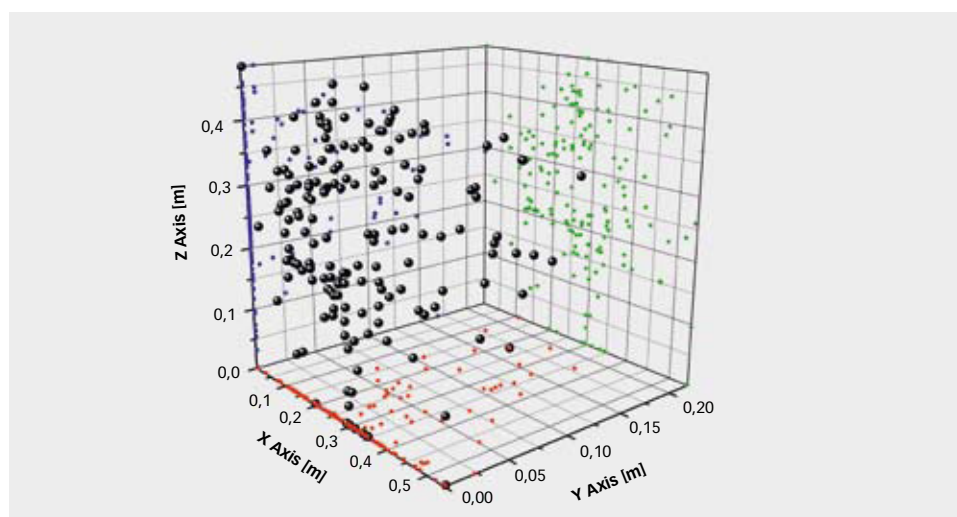
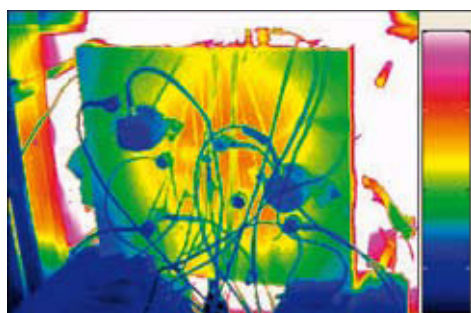
► **RATIONALE AND OBJECTIVES** The behavior of concrete changes if it is exposed to fire loads. Its mechanical characteristics such as strength and modulus of elasticity decrease significantly. In addition, internal stresses occur as a result of the temperature gradients. Also, the edges of a structural component may obstruct deformation due to thermal expansion, which generates reactive forces. Effects such as creep and relaxation play a key role in this process; each of them becomes more pronounced in the presence of elevated temperatures. Another relevant phenomenon is explosive concrete spalling, which may reduce the load-bearing capacity of structural components. This type of spalling presents an additional hazard if people are exposed to this process. High-performance concrete is particularly prone to explosive spalling due to its lower permeability and porosity. Lower porosity levels usually result in a higher internal pore pressure, which again promotes explosive spalling.

► **MOTIVATION UND ZIELE** Wird Beton Brandeinwirkungen ausgesetzt, ändert sich sein Verhalten. Die mechanischen Eigenschaften wie Festigkeit und Elastizitätsmodul nehmen deutlich ab. Zudem kommt es durch die auftretenden Temperaturgradienten zu Eigenspannungen. Die Randbegrenzungen eines Bauteils können zudem Verformungen infolge Wärmedehnung behindern, wodurch Zwangskräfte entstehen. Hierbei spielen Effekte wie Kriechen und Relaxation, die jeweils durch hohe Temperaturen vergrößert werden, eine wesentliche Rolle. Relevant sind auch explosivartige Betonabplatzungen, die zur Abnahme der Tragfähigkeit der Bauteile führen können. Sie stellen ein zusätzliches Gefährdungspotenzial dar, sollten Personen diesen Abplatzungen ausgesetzt sein. Hochleistungsbeton neigt besonders zu explosiven Abplatzungen aufgrund seiner niedrigeren Permeabilität und Porosität. Niedrige Porositätswerte bewirken in der Regel einen höheren Poreninnendruck, was wiederum ein explosives Abplatzen unterstützt.

**SCHÄDIGUNGSMECHANISMEN UND NUMERISCHE SIMULATION** Die o. g. Schädigungsmechanismen im Beton sind noch nicht ausreichend erforscht. Das liegt im Wesentlichen daran, dass experimentelle Untersuchungen sehr aufwändig sind und in der Regel nur an relativ kleinen Probekörpern durchgeführt werden können. Ziel numerischer Simulationen ist es, den experimentellen Aufwand zu minimieren. Um Probleme aus der Praxis in diesem Zusammenhang zu lösen, ist die Anwendung von dreidimensionalen thermo-hygro-mecha-

**DAMAGE MECHANISMS AND NUMERICAL SIMULATION** The above damage mechanisms in concrete are not yet fully understood. This is mainly due to the fact that experimental investigations are very complex and may be performed using only relatively small specimens. Numerical simulations aim to minimize the experimental effort. 3D thermo-hygro-mechanical models need to be employed in order to resolve related practical issues. These models consider the interaction between mechanical and non-mechanical properties of the concrete and thus enable a much more realistic prediction of its behavior under fire load. The model developed at the University of Stuttgart represents a complete coupling of the thermal, hygric and mechanical properties of concrete and can also simulate explosive concrete spalling under fire loads.

**EXPERIMENTAL INVESTIGATIONS USING NON-DESTRUCTIVE TESTING TECHNIQUES** The numerical simulation results are verified in two different series of experiments. Firstly, a modified permeability experiment measures the permeability of high-performance concrete (HPC) at elevated temperatures. Secondly, relative large test blocks are used to capture and monitor crack formation in HPC in the fire experiment. Since visual methods would deliver relatively meaningless results under the given experimental conditions, the acoustic emission analysis is employed for the observation of initial microcracking. In each experiment, this me-



► **FIG. 1** Result of the acoustic emission analysis with localization of the microcracks in the concrete block (right) and infrared thermography under fire load (above). // **ABB. 1** Ergebnis der Schallemissionsanalyse mit Ortung der Mikrorisse im Betonquader (rechts) und Infrarot-Thermografie während der Brandbelastung (oben).

nischen Modellen notwendig. Hierbei wird die Interaktion zwischen mechanischen und nicht-mechanischen Eigenschaften des Betons berücksichtigt und dadurch eine wesentlich realistischere Vorhersage des Verhaltens von Beton unter Brandbeanspruchung erreicht. Das an der Universität Stuttgart entwickelte Modell stellt eine vollständige Koppelung zwischen den thermischen, hygri-schen und mechanischen Eigenschaften des Betons dar und ist in der Lage, auch die explosive Abplatzung des Betons bei Brandbeanspruchungen zu simulieren.

**EXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNGEN MIT ZERSTÖRUNGSFREIEN PRÜFVERFAHREN** In zwei unterschiedlichen Experimenterserien werden die numerischen Ergebnisse verifiziert. Einerseits wird mit einem modifizierten Permeabilitätsexperiment die Permeabilität von Hochleistungsbeton (High Performance Concrete HPC) unter hohen Temperaturen gemessen. Andererseits wird an vergleichsweise großen Testquadern im Brandexperiment die Rissbildung im HPC beobachtet. Da visuelle Verfahren unter den experimentellen Umständen wenig brauchbare Ergebnisse liefern, wird die Schall-emissionsanalyse verwendet, um die initiale Mikrorissbildung zu beobachten. Dabei werden jeweils mindestens acht piezoelektrische Körperschallsensoren an den brandabgewandten Seiten der Betonquader befestigt. Werden diese Quader dann einer Brandbeanspruchung beispielsweise nach der Einheitstemperaturkurve (ETK) ausgesetzt, so entstehen Mikrorisse, die während des Risswachstums elastische Schallwellen aussenden. Die Schallwellen können durch die Sensorik hinsichtlich Quellort (Rissentstehung), Anzahl und Größe der Risse aufgezeichnet und ausgewertet werden. Die Schädigung, die schließlich zum Abplatzen (engl. spalling) führt, kann so indirekt beobachtet werden. Zusätzlich werden Ultraschallverfahren und die Infrarot-Thermografie angewandt, um die Ergebnisse weiter abzusichern.

**ZIEL** Die Ergebnisse der zerstörenden und zerstörungsfreien Prüfung (ABB 11) sowie der numerischen Simulation werden miteinander verglichen, um zu einer realistischen Beurteilung des Schädigungsverlaufs zu gelangen. In einer Parameterstudie werden Experimente an hochfesten Betonen mit verschiedenen thermo-hygro-mechanischen

**Prof. Dr.-Ing. Christian Große,**  
 Technische Universität München

[grosse@tum.de](mailto:grosse@tum.de)

AUTHOR //  
 AUTOR

Studium der Geophysik an der Universität Karlsruhe; 1996 Promotion an der Universität Stuttgart; 2005 Habilitation und Lehrbefugnis; 2005-2006 Gastwissenschaftler an der University of California in Berkeley, USA; 2007-2010 stellvertretender Direktor der Materialprüfungsanstalt an der Universität Stuttgart; 2008-2010 außerplan-



mäßiger Professor der Universität Stuttgart; 2008-2010 kommissarischer Direktor des Bauingenieurteils der MPA der Universität Stuttgart; seit 2010 Professor für das neue Fachgebiet „Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung“ an der TU München

**method uses at least eight piezoelectric sensors attached to the sides of the concrete blocks that are not exposed to the fire. When these blocks are subjected to a fire load, e.g. applying the standard temperature-time curve, micro-cracks are formed that radiate elastic waves. The installed sensors record the acoustic emissions waves and are later analyzed with respect to the initial location (crack formation), number and size of the cracks. The damage that ultimately leads to spalling can thus be observed indirectly. In addition, ultrasound techniques and infrared thermography are used to further verify the results.**

**OBJECTIVE** The outcomes of destructive and non-destructive testing (FIG. 1) are compared with the numerical simulation results in order to arrive at a realistic assessment of damage progression. In a parametric study, experiments are carried out for high-performance concretes with varying thermo-hygro-mechanical characteristics. Tests of loaded and unloaded specimens with varying temperature gradients are planned. Using this model and the observations derived from the acoustic emission analysis, the fracture mechanisms that occur during explosive spalling can be better understood. This research should ultimately result in a set of criteria for preventing explosive concrete failure under fire load. It is envisaged, in particular, to establish recommendations for the production of concretes that pose a low risk of explosive spalling. ■

**Prof. Dr.-Ing. habil. Joško Ožbolt,**  
 Universität Stuttgart

[ozbolt@iwb.uni-stuttgart.de](mailto:ozbolt@iwb.uni-stuttgart.de)

AUTHOR //  
 AUTOR

1982 Promotion an der Universität Zagreb, Kroatien; seit 1989 am Institut für Werkstoffe im Bauwesen der Universität Stuttgart, 1995 Habilitation; derzeit außerplanmäßiger Professor; Hauptaufgabengebiete: numerische Analysen von Beton und Stahlbetonkonstruktionen, die Bruchmechanik des Betons, das Verhalten des



Betons unter hohen Belastungsgeschwindigkeiten, die Modellierung des Betons unter hohen Temperaturen (Brandbeanspruchung), die Modellierung der Korrosion der Bewehrung im Beton sowie die Modellierung von Transportprozessen im Beton

Eigenschaften durchgeführt. Es sind Versuche an belasteten und unbelasteten Proben mit unterschiedlichen Temperaturgradienten vorgesehen. Mit Hilfe dieses Modells und den im Wesentlichen auf Schallemissionsanalyse beruhenden Beobachtungen können die Bruchmechanismen bei explosiven Abplatzungen besser verstanden werden. Als Endergebnis sollen Kriterien zur Vermeidung des explosionsartigen Versagens des Betons bei messtechnischer Brandbeanspruchung zusammengestellt werden. Insbesondere ist beabsichtigt, Empfehlungen zur Herstellung von Betonen mit niedrigem Risiko für explosionsartige Abplatzungen zu erstellen. ■

**REFERENCES // LITERATUR**

- [1] J. Ožbolt, I. Kožar, R. Eligehausen und G. Periškić: Instationäres 3D Thermo-mechanisches Modell für Beton, Beton- und Stahlbetonbau, Vol. 100, Heft 1, 2005, S. 39-51.
- [2] J. Ožbolt, G. Periškić, H.-W. Reinhardt and R. Eligehausen: Numerical analysis of spalling of concrete cover at high temperature, Comp.& Concrete, Vol. 5, No.4, 2008, S. 279-294.
- [3] C. Grosse, R. Richter, J. Ožbolt: Acoustic emission analysis used to investigate the spalling effect of concrete under fire load, Proc. of the 29th European Conference on Acoustic Emission Testing, EWGAE, Vienna, ISBN 978-3-200-01956-0, 2010, 6 p.



DAY 1: TUESDAY, 8<sup>TH</sup> FEBRUARY 2011 //

TAG 1: DIENSTAG 8. FEBRUAR 2011

## ROAD, LANDSCAPE AND GARDEN CONSTRUCTION STRASSEN-, LANDSCHAFTS- UND GARTENBAU

Page // Seite

Title // Titel

PRESENTATION //  
MODERATOR

**Dipl.-Ing. Martin Kronimus,**  
Betonverband Straße,  
Landschaft, Garten, Bonn

geschaeftsleitung@  
kronimus.de



Geb. 1961; Studium des Bauingenieurwesens an der Fachhochschule des Saarlandes; betriebswirtschaftliche Zusatzausbildung; seit 1989 Marketingleiter der Kronimus AG; ab 1991 Geschäftsführer verschiedener Tochtergesellschaften der Kronimus AG; seit 1997 Vorstandsvorsitzender der Kronimus AG, seit 2006 Vorsitzender des Betonverbands Straße, Landschaft, Garten, Bonn und Vorstand des Fachverbandes Beton- und Fertigteilwerke Baden-Württemberg; seit April 2010 Vorsitzender des sozialpolitischen Ausschusses des Industrieverbandes Steine und Erden Baden-Württemberg

- 30** **BLOCK PAVEMENTS IN INTERNATIONAL COMPARISON**  
DIE PFLASTERBAUWEISE IM INTERNATIONALEN VERGLEICH  
*Prof. Dr.-Ing. Frohmut Wellner*
- 32** **A BLESSING IN CONCRETE – REHABILITATION OF THE SPA SQUARE IN BAD GRIESBACH FOR USE OF PEOPLE OF ALL ABILITIES**  
EINE WOHLTAT IN BETON – BEHINDERTENGERECHTE SANIERUNG DES KURPLATZES BAD GRIESBACH  
*Dipl.-Ing. (FH) Hans Jörg Wagmann*
- 34** **FREEZE-THAW AND DEICING AGENT RESISTANCE OF CONCRETE PAVEMENTS – CORRELATION BETWEEN TESTING AND PERFORMANCE IN SERVICE**  
FROST-TAUSALZ-WIDERSTAND VON BETONPFLASTER – ZUSAMMENHANG ZWISCHEN PRÜFUNG UND VERHALTEN IN DER PRAXIS  
*Prof. Dr.-Ing. habil. Michael Schmidt / Torsten Braun*
- 36** **QUALITY ASSURANCE OF CONCRETE PRODUCTS ILLUSTRATED ON THE EXAMPLE OF A BLOCKMAKER**  
QUALITÄTSSICHERUNG VON BETONWAREN UND -FERTIGTEILEN AM BEISPIEL EINES BETONSTEINFERTIGERS  
*Dr.-Ing. Hubert Wächter*
- 38** **PROPERTIES OF GRAY PAVING BLOCKS – RESULTS OF PRODUCTION EIGENSCHAFTEN VON GRAUEN PFLASTERSTEINEN – ERGEBNISSE AUS TESTS FOCUSING ON THE SUBJECT OF “DIFFERENCES IN COLOR” AND OTHER CONCRETE PROPERTIES**  
EIGENSCHAFTEN VON GRAUEN PFLASTERSTEINEN – ERGEBNISSE AUS PRODUKTIONSVERSUCHEN ZUM THEMA „FARBDIFFERENZEN“ UND WEITERE BETONEIGENSCHAFTEN  
*Dipl.-Ing. Dagmar Küchlin*
- 40** **EUROPEAN STANDARDS AND CODES OF PRACTICE AT A TURNING POINT – A SITUATION REPORT**  
REGELWERKE IM UMBRUCH – AKTUELLER SACHSTAND  
*Dipl.-Ing. Dietmar Ulonska*



Concrete Solutions  
**55. BetonTage**  
 08.-10. Februar 2011, Neu-Ulm  
[www.betontage.com](http://www.betontage.com)

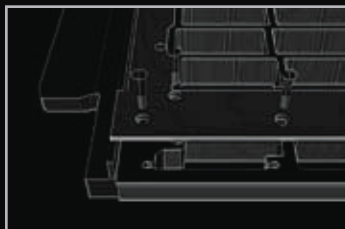
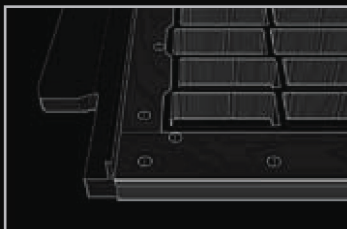


# KOBRA

## DIE BESTE SCHWEISSNAHT?

# KEINE SCHWEISSNAHT!

## KOBRA »Longlife™« FORMEN IN NEUER STANDARDHÄRTE 68 HRC.



FEATURE   
 Longlife™

### Unser Verständnis von dauerhafter Härte:

- **KOBRA »Longlife™«** - Formen besitzen konstruktive Leerfelder zwischen Steinfeld und Rahmenteilen. Sie ermöglichen einen optimalen Härteintrag und isolieren die Formkammern gegen direkte Schweißhitze. Gleichzeitig minimieren sie das Risiko einer Riss- und Bruchbildung.
- Im Vergleich zu herkömmlichen Betonsteinformen erreichen unsere Formen in der neuen Standardhärte »**carbo 68 plus™**« deutlich höhere Standzeiten bei geringem Kammerversleiß.
- Hochvergütete, geschraubte Deckbleche folgen der Steinfeldkontur sauber und exakt und begünstigen die Reparaturfähigkeit geschraubter oder geschweißter Rahmenvarianten jeder Pflastersteinform von **KOBRA** - standardmäßig.



**KOBRA. Wir bauen die Form um Ihren Stein.**

Detaillierte Informationen erhalten Sie von unserem Vertriebsteam.

**NEU!**

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

► **FIG. 1** Design variety for a sidewalk on the Lofoten and concrete block pavement in Sydney (approx. 10 years old). // **ABB. 1** Gestaltungsvariante für einen Gehweg auf den Lofoten und Betonpflasterfläche in Sydney (ca. 10 Jahre alt).



## BLOCK PAVEMENTS IN INTERNATIONAL COMPARISON DIE PFLASTERBAUWEISE IM INTERNATIONALEN VERGLEICH

► The construction of block pavements is one of the oldest construction methods for paving traffic areas. The oldest known witnesses to the art of block paving are today estimated as being approx. 5,000 to 8,000 years old. It is therefore small wonder that old and new block pavements in a wide variety of surface designs can be viewed the world over, and perform excellently under traffic. The fact that a large variety of architectural designs are available for block pavement surfacings is of special interest.

**FIG. 1** shows successful examples for the design of traffic areas with a variety of pavers. However, not all of these are suitable for supporting heavy traffic loads. The natural stone paving on the Lofoten Islands in Norway is not only loaded by heavy-duty traffic; the concrete block paving in the Olympic Park in Sydney, Australia, is so heavily frequented both by busses and delivery trucks that it can most likely be assigned to being the equivalent of construction class III or IV according to RStO 01. The joints of both pavement varieties were filled with sand; damages could not be detected.

► Die Pflasterbauweise ist die älteste und wird oft als die schönste Bauweise für Oberbauten für Verkehrsflächen bezeichnet. Die ältesten bekannten Zeugen der Pflasterbaukunst werden heute auf ca. 5.000 bis 8.000 Jahre alt geschätzt. Insofern ist es nicht verwunderlich, dass weltweit alte und neue Pflasterbefestigungen in einer Vielzahl verschiedener Oberflächengestaltungsvarianten zu besichtigen sind und unter Verkehr liegend gute Dienste tun. Das interessante an der Pflasterbauweise ist die Tatsache, dass für die architektonische Gestaltung der Verkehrsfläche eine sehr große Variantenvielfalt zur Verfügung steht.

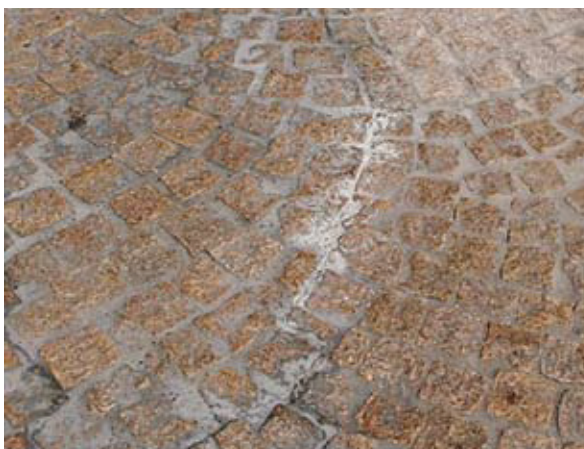
Die **ABB. 1** zeigt gelungene Beispiele für die Gestaltung von Verkehrsflächen mit verschiedenen Pflastervarianten, die jedoch nicht immer für schwere Verkehrsbelastungen geeignet sind. Die Natursteinpflasterbefestigung auf der Inselgruppe der Lofoten, Norwegen, wird nicht durch Fahrzeuge des Schwerverkehrs belastet, die Betonpflasterbefestigung im Olympiapark Sydney, Australien, wird sowohl mit Bussen als auch Lieferfahrzeugen mit Frequentierungen belastet, für die eine Zuordnung zu Belastungen entsprechend Bauklasse III oder IV gemäß RStO 01 wahrscheinlich scheint. Beide Pflasterbefestigungsvarianten hatten eine Fugenfüllung aus Sand, Schäden waren keine zu erkennen.

Wegen der architektonischen Gestaltungsmöglichkeiten werden Pflasterbefestigungen bevorzugt in Innenstadtbereichen eingesetzt. In rekon-

The possibilities of architectural design make block pavements the preferred choice for surfacing inner-city areas. In reconstructed areas of historic city centers, however, traffic loads that generate stresses are not infrequently encountered – particularly in the paving units, and partly also in the base courses – that these layers are no longer able to carry. This, again, often gives rise to the temptation to increase the resistance of the upper layers of the pavement by grouting the joints and by laying the blocks in a mortar bed to increase their resistance to heavy loadings. This, too, unfortunately leads worldwide to damage. The pavements are relatively quickly destroyed, especially when subjected to high loads and/or when trafficked in combination with the action of weather (frost, water) (**FIG. 2**). Here it can often be observed that the damage patterns that occurs worldwide are similar in form and manner. The causes are traced both to traffic and, in particular, to the action of water and frost.

In the lecture, a wide variety of paved surfaces will be shown in photos, described and assessed and, in conclusion, an attempt made to compare the structural design based on the requirements laid down in the standards of different countries for similar traffic loads. This, however, is difficult, as the climatic conditions, which crucially affect the structural design, differ as well. The basic principles known from the educational books of the beginning of





◀ **FIG. 2** Grouted pavements damaged by traffic loads and the effects of the climate (left: an area subjected to bus traffic in Germany; right: grouted pavement in front of Sydney Opera House, Australia). // **ABB. 2** Schäden infolge von Verkehrsbelastung und klimabedingter Belastungen in vermörtelten Pflasterdecken (links: Befestigung einer Busverkehrsfläche in Deutschland, rechts: vermörtelte Pflasterfläche vor dem Sydney Opera House, Australien).

truierten Gebieten alter Stadtkerne sind jedoch nicht selten Verkehrsbelastungen anzutreffen, die Beanspruchungen insbesondere in den Deckschichten, teilweise aber auch in den Trag-schichten erzeugen, welchen diese Schichten nicht mehr gewachsen sind. Dies wiederum verleitet oft dazu, die Pflasterdeckschichten durch Vermörtelung der Fuge und Verlegung der Steine auf ein Mörtelbett widerstandsfähiger gegenüber hohen Beanspruchungen auszubilden. Auch das führt weltweit leider nicht selten dazu, dass Schäden auftreten. Die so gestalteten Decken werden insbesondere bei hohen Belastungen bzw. Frequentierungen in Kombination mit der Einwirkung von Wettererscheinungen (Frost, Wasser) relativ schnell zerstört (ABB. 2). Dabei ist es allerdings nicht selten zu beobachten, dass Schäden weltweit in ähnlicher Art und Weise zu erkennen sind. Die Ursachen sind sowohl verkehrslastbedingt als auch insbesondere bedingt durch die Einwirkung von Wasser und Frost.

In dem Vortrag werden zunächst anhand von Fotos verschiedenste Varianten von Pflasterbefestigungen gezeigt, beschrieben und bewertet. Daran anschließend werden Schadensbilder gezeigt und analysiert um abschließend den Versuch zu unternehmen, die konstruktive Gestaltung anhand von Standardisierungsvorschriften aus verschiedenen Ländern für ähnliche Verkehrsbelastungen zu vergleichen. Dies ist allerdings schwierig, da sich die klimatischen Bedingungen ebenfalls unterscheiden, die letztlich maßgebende

**Prof. Dr.-Ing. Frohmut Wellner,**  
 Technische Universität Dresden

[frohmut.wellner@tu-dresden.de](mailto:frohmut.wellner@tu-dresden.de)



1977-1981 Studium des Bauingenieurwesens an der TU Dresden; 1981-1985 Wissenschaftlicher Assistent; 1986 Promotion; 1985-1987 Mitarbeiter und Gruppenleiter sowie stellvertretender Abteilungsleiter im Ingenieurtief- und Verkehrsbaukombinat, Karl-Marx-Stadt (heute Chemnitz); 1987-1996 Wissenschaftlicher Assistent; 1990-1996 Partner und Mitinhaber eines Planungsbüros; 1993 Habilitation; 1996-1999 Professur und Fachgebietsleiter an der Universität Hannover; 1996-1999 Partner der Ingenieurgesellschaft für Verkehrswegebau, Hannover; seit 1999 Tätigkeit als Sachverständiger; seit 1999 Professur und Lehrstuhlinhaber an der TU Dresden; 2000-2006 Prüfstellenleiter an der TU Dresden; seit 2005 Gastprofessor an der Chongqing Jiaotong University, VR China

**AUTHOR //**  
 AUTOR

**the 20th century are nevertheless used and recognized to this day as the basis of structural design:**

- 1. A pavement surfacing is only as good as its base courses.**
- 2. The stability of the pavement must be ensured.**
- 3. A pavement must be sufficiently drained.**

**If the basic principles are adhered to, the durability of the pavement is ensured. How this is done and attempted worldwide will also be illustrated in this lecture. ■**

Auswirkung auf die konstruktive Gestaltung haben. Trotzdem werden weltweit die bereits aus alten Lehrbüchern Anfang des 20. Jahrhunderts bekannten Grundprinzipien zur Grundlage der konstruktiven Gestaltung genommen und anerkannt:

1. Eine Pflasterdecke ist nicht besser als ihre Unterlage.
2. Die Stabilität der Pflasterdecke muss gewährleistet sein.
3. Eine Pflasterbefestigung muss ausreichend entwässert sein.

Werden diese Grundprinzipien eingehalten, ist die Dauerhaftigkeit der Pflasterbefestigung gewährleistet. Wie dies weltweit zu gewährleisten versucht wird, ist ebenfalls Inhalt des Vortrages. ■

## A BLESSING IN CONCRETE – REHABILITATION OF THE SPA SQUARE IN BAD GRIESBACH FOR USE OF PEOPLE OF ALL ABILITIES EINE WOHLTAT IN BETON – BEHINDERTENGERECHTE SANIERUNG DES KURPLATZES BAD GRIESBACH

► The much-cited basic planning principle of accessibility is not only restricted to the interior of buildings. “Freedom from barriers” starts with the evenness and walkability of pavements in streets and public places. Many planners have not yet realized that for construction projects in public places. In addition to aspects of design, usefulness and quality of public thoroughfare are becoming more and more important. These functional requirements can be implemented cost-efficiently and durably with concrete – even for the redevelopment of larger areas of natural stone.

**INITIAL SITUATION** An area of approximately 16,000 m<sup>2</sup> in the spa district of Bad Griesbach is paved with small granite paving stones. The walking comfort of this pavement is regrettably bad. While walking in elegant high heels might be possible, the many handicapped people in the spa district, who are reliant on wheelchairs or walking aids, are facing serious problems.

**VARIABLE LAYING PATTERN** For reasons of cost, a large area redevelopment was not possible. After an exact analysis of the flows of pedestrians, the planners thus developed an unusual linear solution: a loose arrangement of different stone and slab formats:

> The interlocking of concrete blocks with the existing natural stones provides a seamless transition between the two pavement types. A discrete delimitation of the block pavement to the existing pavement would otherwise have increased the visual separation of the square, which is already structured with red strips of pavement. Also, the natural stone is preserved in the new path in the form of isolated “patches”.

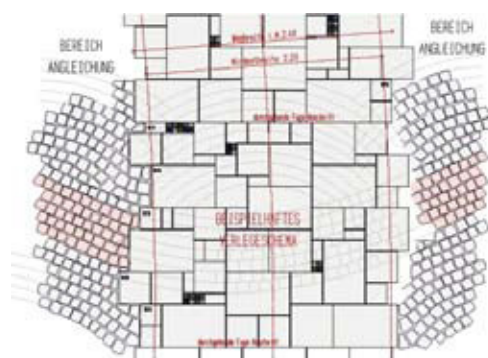
► Der vielzitierte Planungsgrundsatz „Barrierefreiheit“ darf nicht nur innerhalb von Gebäuden Geltung haben. Barrierefreiheit beginnt bei Straßen und Plätzen bereits bei der Ebenheit und Begehrbarkeit von Pflasterbelägen. Wie der Alltag zeigt, ist vielen Planern noch nicht bewusst, dass bei Bauvorhaben im öffentlichen Raum nicht nur gestalterische Aspekte zu berücksichtigen sind, sondern Zweckmäßigkeit und (Lebens-)Qualität von Verkehrsflächen einen immer größeren Stellenwert einnehmen.

Mit Betonpflaster lassen sich diese funktionellen Anforderungen kostengünstig und dauerhaft bewerkstelligen – auch bei Sanierungen von großflächigen Natursteinflächen.

> The random connection of blocks results in smooth transitions. Besides, random curved radii on intersections are possible. Planning principle: nobody completely walks along a 90° corner!

> In routing the path, all curved radii could be implemented while maintaining the orientation of the gap joints, thus avoiding gaping joints at the edge of the curve. The result is an even pavement.

▼ FIG. 1 The “concrete block band” at the spa square in Bad Griesbach. // ABB. 1 Das „Betonstein-Band“ am Kurplatz Bad Griesbach.



► FIG. 2 Variable laying pattern; paving blocks with five-fold protection against displacement. // ABB. 2 Variables Verlegeschema, Pflasterstein mit fünffacher Verschiebesicherung.



**AUSGANGSSITUATION** Im Kurgebiet Bad Griesbach ist auf ca. 16.000 m<sup>2</sup> Granitkleinsteinpflaster verlegt. Die Begehbarkeit des Belags ist bedauerlich schlecht. Im feinen Damenschuh ist ein Fortkommen noch möglich; schwieriger ist dies für die vielen gehbehinderten Menschen im Kurgebiet, die auf Rollstühle oder Gehhilfen angewiesen sind.

**VARIABLES VERLEGESCHEMA** Eine flächige Sanierung schied aus Kostengründen aus. Nach genauer Analyse der Fußgängerströme wurde von den Planern eine außergewöhnliche linienförmige Lösung entwickelt: Ein lockeres Verlegeschema aus verschiedenen Stein- und Plattenformaten:

- > Durch das Ineinandergreifen von Betonstein und bestehendem Naturstein ergibt sich ein fließender Übergang zwischen den beiden Belagsarten, eine diskrete Abgrenzung der Trasse zum Bestand hätte die optische Zerschneidung des Kurplatzes mit den vorhandenen farbigen Pflasterstreifen erheblich verstärkt. Der Naturstein findet sich im Weg vereinzelt in Kleinsteinpflaster-„Flecken“ wieder.



▲ FIG. 3 Successful companionship between concrete and granite pavement. // ABB. 3 Gelingendes Nebeneinander von Beton- und Granitpflaster.

- > Durch beliebiges Aneinanderfügen werden fließende Übergänge und beliebige Ausrundungsradien im Bereich von Wegkreuzungen möglich. (Planungsgrundsatz: Niemand geht eine 90°-Ecke aus!)
- > Bei der Wegtrassierung konnten sämtliche Krümmungsradien ohne die erforderliche Verziehung der Pflaster-Verlegerichtung und dadurch hervorgerufene „klaffende Fugen“ an der Kurvenaußenseite (Ebenheit!) ausgeführt werden.



Dipl.-Ing. (FH) Hans Jörg Wagmann,  
Wagmann Ingenieur GmbH  
Ingenieurbüro für Tiefbau, Fürstzell

[buero@wagmann-ing.de](mailto:buero@wagmann-ing.de)

Geb. 1979; 1999-2003 Studium des Bauingenieurwesens an der Hochschule Deggendorf; seit 1996 Mitarbeiter und seit 2004 Geschäftsführer der Wagmann Ingenieur GmbH; Objektplanung – Beratung – Bauüberwachung mit folgenden Schwerpunkten: Verkehrsanlagen, Stadt-/Ortssanierungen; Wasserbau, Hochwasserschutz; Siedlungswasserwirtschaft; Ingenieurbauwerke

AUTHOR //  
AUTOR

### CONCRETE STONE PLAYS TO ITS STRENGTHS

**Unbound pavement is always flexible under static and dynamic loads (e.g. delivery traffic). The deformation of the pavement is especially likely in the case of small granite stone pavement with joint widths over 10 mm present at this site, posing the risk that the concrete blocks drift apart when there is no "rigid" edging. Thus the stability and evenness of the pavement would no longer be ensured.**

**The solution to this central problem was found in a system of a concrete block pavement that is shift-proof. The denticulation of heavy-duty blocks of a thickness of 11 cm in all joining surfaces prevents the concrete blocks from "horizontal drifting". Additional lateral stability of the blocks is achieved through the secure grip of the blocks in the pavement thanks to deep grooves on their underside. Only with the described solution can the permanent stability of the entire system be ensured without rigid edging. This application illustrates the strength of concrete stone as a rather freely moldable material providing high stability and resistance.**

**CONCLUSIONS** Concerns such as "ease of walking", "walkability", "accessibility" or "design with access for the disabled" show that the needs of users have become increasingly important whenever building operations are being considered in public space; at the same time, the users themselves have become more sensitive and critical.

**Basic technical knowledge and an analytical approach are key to solutions that combine aesthetics and user-friendly implementation. Applying these principles, the presented project successfully combines new concrete and existing granite pavements in a highly functional and aesthetically pleasing way.** ■

### BETONSTEIN SPIELT SEINE STÄRKEN AUS

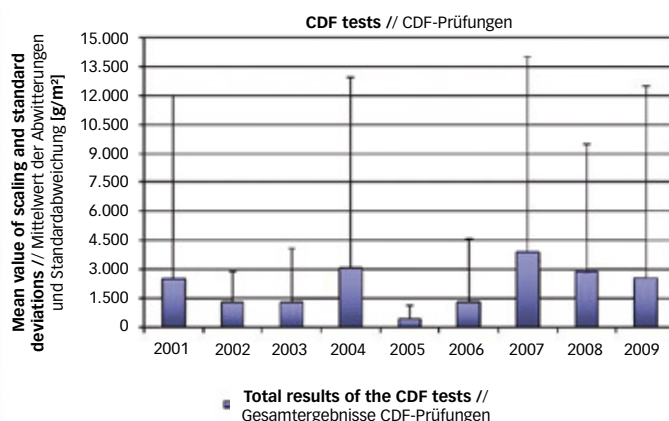
Ein in ungebundener Ausführung hergestellter Belag verhält sich bei statischen und dynamischen Belastungen (Lieferverkehr) stets flexibel. Durch die Verformungen des Belages – im vorliegenden Fall insbesondere des Granitkleinsteinpflasters mit Fugenbreiten > 10 mm – besteht beim Verzicht auf „starre“ Randeinfassungen die Gefahr, dass die Betonsteine auseinanderwandern und damit die Lagestabilität und die Ebenheit des Belages nicht mehr gewährleistet sind.

Die Lösung dieser zentralen Problemstellung wurde in einem verschiebesicheren Betonpflastersystem gefunden. Durch die Verzahnung der 11 cm starken Schwerlaststeine in allen Fugenflächen ist ein „Abwandern“ der Betonsteine senkrecht zur Wegrichtung ausgeschlossen. Zusätzliche Seitenstabilität bringt die Verkrallung der Steine im Pflasterbett durch tiefe Rillen an der Steinunterseite. Nur bei der angewandten Lösung ist das Gesamtsystem auch ohne starre Randeinfassungen dauerhaft stabil. Der Werkstoff Beton spielt hier seine Stärken der relativ freien Formgebung der Werkstücke und der hohen Festigkeit aus.

**FAZIT** Mit Themen wie „Gehfreundlichkeit“, „Begehbarkeit“, „Barrierefreiheit“ und „behinderten-gerechte Gestaltung“ rückt bei Baumaßnahmen im öffentlichen Raum immer mehr der Mensch in den Vordergrund, der zunehmend sensibler und kritischer wird.

Mit technischem Grundwissen und analytischem Vorgehen können durchaus Lösungen erarbeitet werden, die Ästhetik und nutzergerechte Ausführung vereinen. Dies ist im vorliegenden Projekt mit einem höchst funktionellen und optisch gelungenen Nebeneinander von Beton- und Granitpflaster gelungen. ■





► FIG. 1 Mean values of scaling from 2001-2007. // ABB. 1 Mittelwerte der Abwitterungen von 2001-2007.

## FREEZE-THAW AND DEICING AGENT RESISTANCE OF CONCRETE PAVEMENTS – CORRELATION BETWEEN TESTING AND PERFORMANCE IN SERVICE

### FROST-TAUSALZ-WIDERSTAND VON BETONPFLASTER – ZUSAMMENHANG ZWISCHEN PRÜFUNG UND VERHALTEN IN DER PRAXIS

► The durability, next to the strength and the visual properties, is the most essential criterion for concrete products used in road and transportation systems. Concrete paving blocks and curbstones are exposed to the natural weathering conditions as well as the seasonal- and regional-dependent action of freeze-thaw and de-icing agent. In recent years, a variety of tests were developed for a quick assessment of the freeze-thaw and deicing agent resistance of concrete products. The standards DIN EN 1338 [1] and DIN EN 1340 [2] specify the “slab test” for demonstrating an adequate frost resistance of class 3. Apart from that, the so-called CDF procedure is frequently required as well [3], to the most part by public clients and in part in addition to the slab test as quality assurance. The two procedures subject the test specimens to loadings of different intensity so that scaling of different magnitude occurs as a rule on the same concretes – some of them significant, up to ten-fold. The previously valid limit values for both systems differ relatively little from one another. This can lead to a different assessment of the fitness for use of one and the same product and can sometimes have the effect that products ready for shipment, or already installed, are rejected, citing the unsatisfactory test results that fall short of the requirements. The fact that this happens frequently for tests performed based on the CDF procedure show the mean values and the

► Die Dauerhaftigkeit ist neben der Festigkeit und den optischen Eigenschaften das wesentliche Kriterium für Betonwaren des Straßen- und Verkehrswegebau. Betonsteinpflaster und Bordsteine sind während ihrer gesamten Nutzungsdauer den natürlichen Witterungsverhältnissen sowie saisonal und regional bedingt dem Angriff durch Frost- und Tausalz ausgesetzt. Für die schnelle Beurteilung des Frost-Tausalz-Widerstandes von Betonbauteilen wurden in den letzten Jahren verschiedene Prüfverfahren entwickelt. Die Normen DIN EN 1338 [1] und DIN EN 1340 [2] sehen zum Nachweis des ausreichenden Frostwiderstandes der Klasse 3 den sog. „slab test“ vor. Daneben wird auch heute noch häufig das sog. CDF-Verfahren gefordert [3], meist von öffentlichen Auftraggebern und teilweise zusätzlich zum slab-test als Qualitätssicherung. Beide Verfahren beanspruchen die Prüfkörper während der Prüfung unterschiedlich intensiv, so dass bei den gleichen Betonen in der Regel auch signifikant – bis zu 10-fach – unterschiedlich hohe Abwitterungen auftreten. Die bisher geltenden Grenzwerte beider Verfahren unterscheiden sich dagegen nur relativ wenig. Dies kann zu einer unterschiedlichen Bewertung der Eignung der gleichen Produkte und u. U. dazu führen, dass zur Lieferung anstehende oder auch bereits verlegte Produkte unter Verweis auf die nicht anforderungsgerechten Prüfergebnisse nicht abgenommen werden. Dass dies bei der Prüfung mit dem CDF-Verfahren des Öfteren vorkommt, zeigen die Mittelwerte und die Standardabweichungen der Überwachungsprüfungen

standard deviations recorded during the surveillance tests carried out by an approved testing institute from 2001 to 2009 (FIG. 1). In the 1.176 tests performed, the assessment limit value of 1500 g/m<sup>2</sup> was exceeded no less than 225 times; either by excessive scaling on the frozen surface or because the facing of two-layered products had become totally or partly detached – two different phenomena caused by the material-specific properties of the concrete and/or the production technique used. In numerous apparent “failures” the question as to what the test results mean for the performance of the pavers in service arises automatically – in particular where two different procedures are available, both of which are implemented and well-founded. Many of the negatively assessed products were anyhow processed. Within the scope of a study, eleven such surfaces were inspected and their appearance visually documented two to eight years after their installation. Assessment criteria were surface-scaling due to weathering, pop-outs, individual spalling as well as separation of the facing and the destruction of individual paving blocks. FIG. 2 shows a still acceptable scaling in a six-year-old surface whose blocks, at 1.520 g/m<sup>2</sup>, barely failed the limit value of the CDF test. In this case, a correlation between the performance during the test and the performance in service could be recognized. For other surfaces this was not

einer amtlichen Prüfanstalt aus den Jahren 2001 bis 2009 (ABB. 1). Hier wurde der Beurteilungs-Grenzwert von 1500 g/m<sup>2</sup> bei insgesamt 1.176 Prüfungen nicht weniger als 225 Mal überschritten, entweder durch zu hohe Abwitterungen an der befestigten Oberfläche oder dadurch, dass sich bei zweischichtigen Produkten der Vorsatz ganz oder teilweise abgelöst hat – zwei unterschiedliche Erscheinungen, die verschiedene betontechnologische und/oder herstelltechnische Ursachen haben. Bei zahlreichen scheinbaren „Durchfallern“ stellt sich zwangsläufig die Frage, was die Prüfergebnisse über das praktische Verhalten aussagen – noch dazu, wenn zwei verschiedene Verfahren zur Verfügung stehen, die beide eingeführt und wohl begründet sind.

Zahlreiche der negativ beurteilten Produkte wurden dennoch verarbeitet. Im Rahmen einer Studie wurden elf solcher Flächen zwei bis acht Jahre nach ihrer Verlegung begangen und deren optischer Zustand visuell dokumentiert. Kriterien waren Oberflächenabwitterungen, Pop-Outs, einzelne Abplatzungen sowie das Ablösen des Vorsatzes und die Zerstörung einzelner Steine. Die ABB. 2 zeigt die noch akzeptablen Abwitterungen einer sechs Jahre alten Fläche, deren Steine im CDF-Test mit 1.520 g/m<sup>2</sup> den Grenzwert nur knapp verfehlten. Hier war ein Zusammenhang zwischen dem Verhalten in der Prüfung und in der Praxis zu erkennen. Bei anderen Flächen war dies zum Teil nicht der Fall. So hatte sich während der CDF-Prüfung der Vorsatz gelöst, die Abwitterungen waren mit bis zu etwa 17.000 g/m<sup>2</sup> entsprechend gravierend. In der Praxis war die Oberfläche der Steine zwar teilweise angewittert, der Vorsatz war dagegen nicht geschädigt.

Die orientierenden Betrachtungen der Studie ergaben insgesamt keinen aussagefähigen Zusammenhang zwischen den Ergebnissen der Laborprüfungen und dem Praxisverhalten. Es besteht demnach weiterer Erkenntnisbedarf, inwieweit die derzeitigen Verfahren und die ihnen zugeordneten Kriterien immer zu einer sachgerechten Beurteilung des Frost-Tausalz-Widerstandes in der Praxis führen und wie sie ggf. optimiert werden können. ■

#### REFERENCES // LITERATUR

- [1] DIN EN 1338:2003 Pflastersteine aus Beton – Anforderungen und Prüfverfahren
- [2] DIN EN 1340:2003 Bordsteine aus Beton – Anforderungen und Prüfverfahren
- [3] Setzer, M.J.; Fagerlund, G.: CDF-Test - Prüfverfahren des Frost-Tau-Widerstands von Beton - Prüfung mit Taumittel-Lösung. Betonwerk + Fertigteil-Technik, 1997, Heft 4, Rilem Recommendation

**Prof. Dr.-Ing. habil.  
Michael Schmidt,**  
Universität Kassel

AUTHOR //  
AUTOR

[m.schmidt@uni-kassel.de](mailto:m.schmidt@uni-kassel.de)



Geb. 1947; Studium Bauingenieurwesen TU Hannover; bis 1989 Referent im Forschungsinstitut der Zementindustrie in Düsseldorf; bis 1997 Leiter der Forschung, Entwicklung und Beratung der Heidelberger Zement AG; vereidigter Sachverständiger für Beton-technologie; seit 1999

Leiter des Fachgebiets Werkstoffe des Bauwesens, Geschäftsführender Direktor des Instituts für Konstruktiven Ingenieurbau und Direktor der Amtlichen Materialprüfanstalt (AMPA) der Universität Kassel; Partner und wissenschaftlicher Leiter des Ingenieurbüros Fehling & Jungmann, Kassel

**Torsten Braun,**  
Universität Kassel

AUTHOR //  
AUTOR

[torsten.braun@uni-kassel.de](mailto:torsten.braun@uni-kassel.de)



Geb. 1974; 2001-2009 Studium des Bauingenieurwesens an der Universität Kassel mit Vertiefungsrichtung Konstruktiver Ingenieurbau; seit 2009 wissenschaftlicher Mitarbeiter im Fachgebiet Werkstoffe des Bauwesens und Bauchemie der Universität Kassel



always the case. For example, where the facing became detached during the CDF test; the scaling of up to approximately 17.000 g/m<sup>2</sup> was accordingly serious. In service, the facing was not damaged, although some surfaces of the blocks showed signs of scaling.

The orientative examinations of the study all in all showed no concrete correlation between the results of the laboratory tests and the performance in service. There is therefore a continued need for research to establish to what extent the current procedures and the criteria allocated to them lead to a proper assessment of the freeze-thaw and deicing agent resistance in practice and how they can be optimized, if necessary. ■

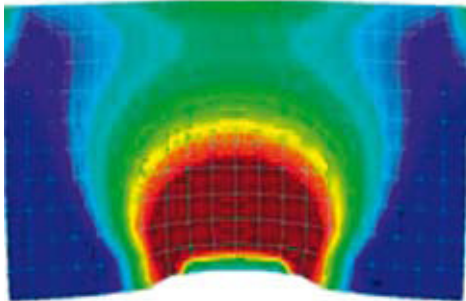
▲ FIG. 2 Slight surface-scaling, corresponds to approx. 70% of the pavement. // ABB. 2 Geringe, oberflächliche Abwitterung, entspricht ca. 70 % der Anlage.

AUTHOR //  
AUTOR

Dr.-Ing. Hubert Wächter,  
Institut für Fertigteiltechnik und Fertigtbau Weimar e.V.

[h.waechter@iff-weimar.de](mailto:h.waechter@iff-weimar.de)

Geb. 1954; 1975-1980 Studium an der Hochschule für Architektur und Bauwesen Weimar, Sektion Baustoffverfahrenstechnik; 1980-1987 Wissenschaftlicher Assistent und Aspirant an der Hochschule für Architektur und Bauwesen Weimar; 1987 Promotion; 1986-1989 Mitarbeiter der Abteilung „Forschung und Entwicklung“ des VEB Betonkombinat Magdeburg; 1990-1992 Dyckerhoff & Widmann AG, Düsseldorf; 1992-2008 Geschäftsführer des Bauunternehmens „E. Wächter GmbH“; 2008-2009 Wissenschaftlicher Mitarbeiter des IFF Weimar e.V.; seit 2009 Leiter des Forschungsbereichs „Fertigteiltechnik“ des IFF Weimar e.V.



▲ FIG. 1 Tension pattern of a pallet testing device .  
// ABB. 2 Spannungsbild Unterlagsplattenprüfgerät.

## QUALITY ASSURANCE OF CONCRETE PRODUCTS ILLUSTRATED ON THE EXAMPLE OF A BLOCKMAKER

### QUALITÄTSSICHERUNG VON BETONWAREN UND -FERTIGTEILEN AM BEISPIEL EINES BETONSTEINFERTIGERS

► Quality assurance is an essential criterion for assessing the durability of a product and its ability to assert itself in the market. The means available for implementing quality assurance measures are illustrated on the example of a blockmaker. These are the following: starting with the control of the concrete mix and ending with the check of the final product: the concrete paving block:

**CHECKING THE CONCRETE MIX FOR UNIFORM MIX PROPERTIES WITH THE MIQUATESTER IFF Weimar e. V.**, in collaboration with the company Eirich, is currently developing a measuring device for fully automated checking of the uniformity of concrete mixes. The measurement is carried out immediately following mixing and is to signal any deviation of the mix properties from the standard values.

**ANALYSIS OF THE FILLING PROCESS BY SIMULATION** Uniform filling of the mold compartments is an essential requisite for obtaining paving blocks of uniform quality. Differences in filling and the resulting differences in the density and height of the blocks cannot be compensated for later on.

► Die Qualitätssicherung stellt ein wesentliches Kriterium bei der Beurteilung der Nachhaltigkeit und der Fähigkeit, sich am Markt behaupten zu können, dar. Am Beispiel eines Betonsteinfertigers soll aufgezeigt werden, welche Möglichkeiten qualitätssichernder Maßnahmen bestehen. Beginnend bei der Kontrolle des Betongemenges bis zur Prüfung des Endproduktes – Betonstein – sind dies:

**UNTERSUCHUNG DES BETONGEMENGES AUF GLEICHBLEIBENDE GEMENGEEIGENSCHAFTEN MITTELS MIQUATESTER** In Zusammenarbeit mit der Firma Eirich entwickelt das IFF Weimar e. V. gegenwärtig eine Messeinrichtung zur vollautomatischen Überprüfung der Gleichmäßigkeit von Gemengen. Die Messung erfolgt unmittelbar nach dem Mischen und soll ein Abdriften der Gemengeeigenschaften von den Standardwerten signalisieren.

**ANALYSE DES FÜLLPROZESSES MIT HILFE VON SIMULATIONEN** Die gleichmäßige Befüllung der Formkammern stellt eine wesentliche Voraussetzung für eine gleichbleibende Qualität der Steine dar, da Unterschiede in der Befüllung und daraus folgend, in der Dichte oder Höhe der Steine, im weiteren Verlauf der Fertigung nicht mehr kompensiert werden können.

**MONITORING THE PARAMETERS OF THE COMPACTION PROCESS BY VIB-WATCHER** The compaction of the concrete mix can be regarded as the core process of block production. The effect of the compaction by vibration is determined by such known oscillatory parameters as, for example, acceleration and frequency. The Vib-Watcher monitors the known parameters, displays them and signals significant changes so that the operator can react.

**MOLD SUPERVISION BY MOLD CONTROLLER** For the mobile supervision of the compaction process, the company Rampf and IFF Weimar e. V. developed a wireless measuring module with which the compaction parameters can be quickly and simply controlled.

**MEASUREMENT OF TAMPING STRIP SPACING** The magnitude of the generated acceleration pulses on blockmakers that operate on the principle of shock vibration is primarily determined by the spacing of the tamping strips. If this changes from the set value, for example, due to wear, then the magnitude of the shock pulses changes as well. This has significant effects on the compaction process. With



**ÜBERWACHUNG DER KENNGRÖSSEN DES VERDICHTUNGSPROZESSES MITTELS VIB-WATCHER** Die Verdichtung des Betongemenges kann als der Kernprozess der Betonsteinfertigung angesehen werden. Die Wirkung der Vibrationsverdichtung wird durch die bekannten schwingungstechnischen Parameter Beschleunigung, Frequenz, u. ä. bestimmt. Der Vib-Watcher überwacht die genannten Größen, zeigt diese an und signalisiert signifikante Veränderungen, so dass der Anlagenfahrer reagieren kann.

**FORMÜBERWACHUNG MIT MOLD CONTROLLER** Für die mobile Überwachung des Verdichtungsprozesses wurde von der Fa. Rampf und dem IFF Weimar e. V. ein drahtloses Messmodul entwickelt, welches eine einfache und schnelle Kontrolle der Verdichtungskennwerte ermöglicht.

**KLOPFLEISTENABSTANDSMESSUNG** An Betonsteinfertigern, welche nach dem Prinzip der Schockvibration arbeiten, wird die Größe der erzeugten Beschleunigungsimpulse maßgebend durch den so genannten Klopfleistenabstand bestimmt. Verstellt sich dieser, beispielsweise durch Abnutzung, so ändert sich die Größe der Schockimpulse, was signifikante Auswirkungen auf den Verdichtungsvorgang hat. Mit modernen laserbasierten Abstandsmessgeräten kann der Klopfleistenabstand schnell und einfach auf einen Zehntel Millimeter genau eingestellt werden.

**ÜBERPRÜFUNG DER STATISCHEN UND DYNAMISCHEN FEDERKENNWERTE DER TISCHFEDERN** Messungen an Gummifedern haben gezeigt, dass Gummifedern gleicher Bauart und Shorehärte durchaus völlig verschiedene dynamische Federkennlinien aufweisen können. Zur Vermeidung unerwünschter Kippschwingungen während der Verdichtung empfiehlt es sich, Gummifedern mit zumindest annähernd gleichen dynamischen Kennlinien einzusetzen.

**PRÜFUNG DER DYNAMISCHEN EIGENSCHAFTEN DER UNTERLAGSPLATTEN** Unterlagsplatten unterliegen einem starken Verschleiß, wodurch sich auch deren dynamische Eigenschaften innerhalb des Vibrationsverbandes ändern. Das IFF Weimar e. V. entwickelte ein Prüfverfahren mit dem es möglich ist, die dynamischen Eigenschaften von Unterlagsplatten vergleichend zu messen. Dem Anwender wird so die Möglichkeit gegeben, verschlissene Platten rechtzeitig auszusortieren, aber auch einen gesamten Palettenbestand zu beurteilen und ggf. zu erneuern.

**modern laser-based measuring devices for measuring the distances between tamping strips the tamping strip spacing can be quickly and easily adjusted to a precision of tenths of a millimeter.**

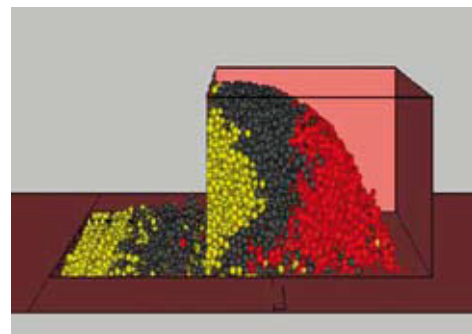
**CHECKING THE STATIC AND DYNAMIC SPRING PARAMETERS OF TABLE SPRINGS** Measurements on rubber springs have shown that spring parameters of the same type and shore hardness can still have completely different dynamic spring parameters. To prevent undesirable tilting oscillations during compaction, the use of rubber springs with at least approximately the same dynamic parameters is recommended.

**CHECKING THE DYNAMIC PROPERTIES OF THE PRODUCTION PALLETS** Production pallets are subject to heavy wear, resulting in a change of their dynamic properties. IFF Weimar e. V. developed a test method for carrying out comparative measurements of the dynamic properties of production pallets. This offers the user the possibility to identify and take out of circulation worn pallets in good time as well enabling him to assess of the entire pallet inventory and arrange for possible replacement.

**CHECKING THE DENSITY AND DIMENSIONAL ACCURACY OF THE END PRODUCT** At the end of the production process the properties of manufactured blocks can be checked. Blocks that exceed or fall below the permissible tolerances in height can be removed. At the same time, the density of the manufactured blocks can be determined by weighing.

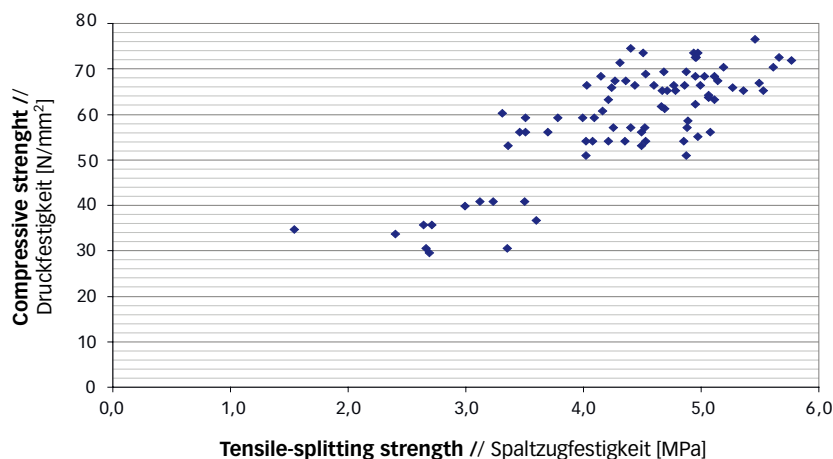
All of the systems presented are aimed at providing manufacturers of concrete products and/or the plant operator immediately with information on the production process to enable them to react instantly when the limit values are exceeded. The manufacturers of concrete products are in this way given a range of tools for assuring a uniform product quality. In this way, rejects and costs can be reduced and/or saved. ■

**PRÜFUNG DER DICHTHEIT UND MASSHALTIGKEIT DES ENDPRODUKTES** Am Ende des Fertigungsprozesses können die Eigenschaften der produzierten Steine überprüft werden. Mittels Höhenmessung können Steine herausgefiltert werden, welche die zulässigen Höhentoleranzen über- oder unterschreiten. Gleichzeitig lässt sich die Dichte der gefertigten Betonsteine durch Auswägung bestimmen.



▲ FIG. 2 Simulation filling. // ABB. 2 Simulation Befüllung.

Alle vorgestellten Systeme zielen darauf ab, dem Hersteller von Betonwaren bzw. dem Anlagenfahrer unmittelbar Informationen über den Fertigungsprozess zu liefern, um bei der Überschreitung von Grenzwerten reagieren zu können. Den Betonwarenherstellern stehen damit zahlreiche Werkzeuge zur Gewährleistung einer hohen, gleichbleibenden Qualität der Betonprodukte zur Verfügung. So können Ausschuss und Kosten reduziert bzw. eingespart werden. ■



► FIG. 1 Comparison of compressive and tensile-splitting strengths // ABB. 1 Vergleich von Druck- und Spaltzugfestigkeiten

## PROPERTIES OF GRAY PAVING BLOCKS – RESULTS OF PRODUCTION TESTS FOCUSING ON THE SUBJECT OF “DIFFERENCES IN COLOR” AND OTHER CONCRETE PROPERTIES

### EIGENSCHAFTEN VON GRAUEN PFLASTERSTEINEN – ERGEBNISSE AUS PRODUKTIONSVERSUCHEN ZUM THEMA „FARBDIFFERENZEN“ UND WEITERE BETONEIGENSCHAFTEN

► A joint working group “Quality of concrete products” of the German Cement Works Association (VDZ) and the German Precast Concrete Federation (BDB) currently discusses various quality-related subjects. The main discussion points focus on the influence of the cement on the uniformity of the color shade in gray concrete pavers, questions regarding durability testing, and the effect the implementation of DIN EN 1338 has on the paver quality.

Two day-long production tests were carried out jointly with Aicheler + Braun, Tübingen, and braun Ideen aus Stein, Amstetten, to examine these questions. The tests were performed on single-layer paving blocks, specifically manufactured for this purpose. The objective of the comprehensive tests was to change the properties of the concrete so that an answer to the above-stated questions could be found by making targeted changes to the concrete composition and the adjustments on the block plant. For this purpose, the density of the fresh concrete and the water-cement ratio were determined and, based on these, the actual composition of the concrete. The compressive strength and the tensile-splitting strength as well as the amount of scaling were investigated by means of the slab test, performed in

► Derzeit werden in dem gemeinsamen Arbeitskreis „Qualität von Betonbauteilen“ von VDZ und BDB verschiedene Qualitätsthemen diskutiert. Hauptdiskussionspunkte sind dabei der Einfluss des Zements auf die Farbtongleichmäßigkeit grauer Betonpflastersteine, Fragen zur Prüfung der Dauerhaftigkeit und zur Auswirkung der Einführung der DIN EN 1338 auf die Pflastersteinqualität.

Zu diesen Fragestellungen wurden gemeinsam mit den Unternehmen Aicheler + Braun, Tübingen und braun Ideen aus Stein, Amstetten zwei Werkversuche über je einen ganzen Produktionstag durchgeführt. Für die Versuche wurden einschichtige Pflastersteine hergestellt. Ziel der umfangreichen Versuche war es, den Einfluss von Betonzusammensetzung und Fertigerstellungen auf die genannten Fragen zu untersuchen. Dafür wurden am Frischbeton die Frischbetonrohddichte, der Wasserzementwert und daraus die Ist-Zusammensetzung des Betons ermittelt. Am Festbeton wurden die Druck- und Spaltzugfestigkeiten sowie die Abwitterung mittels Plattenverfahren nach DIN EN 1338 geprüft. Die Farbtongleichmäßigkeit wurde an jeweils ca. 1 m<sup>2</sup> Pflastersteine je Versuch direkt nach Herstellung sowie nach mehrmonatiger Auslagerung beurteilt. Die Proben wurden nach einem genau festgelegten Schema entnommen, so dass auch die Abhängigkeit der Ergebnisse von der Position auf dem Produktionsbrett ermittelt werden konnte.

accordance with DIN EN 1338. The uniformity of the color shade was assessed on always approx. 1 m<sup>2</sup> paving blocks in every test, directly following manufacture as well as after several months of storage. The specimens were removed following a carefully worked out scheme so that the results could also be determined depending on their position on the production pallet.

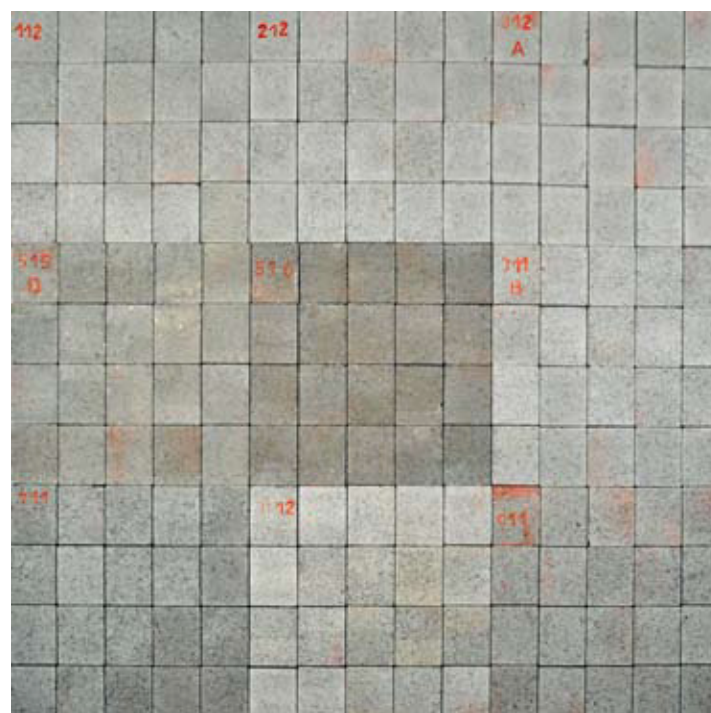
In addition, the constituent materials used were examined. The results of both tests showed good agreement, despite the long time interval of nearly a year that had elapsed between the two tests. The influence of the production conditions and the properties of the concrete, specifically the limit mix designs was significant. A dependence of the test results on the position of the specimens on the production pallet or the curing procedure could not be established in these tests. The strength tests confirmed [1, 2] that there is no correlation between compressive strength and splitting-tensile strength (FIG. 1). It was furthermore found that sufficiently high splitting-tensile strengths can also be achieved with compressive strengths that fall below the requirements of the previous DIN 18501. This shows that the quality requirements based on the old and new standard cannot be compared.

Des Weiteren wurden die verwendeten Ausgangsstoffe untersucht. Die Ergebnisse der beiden Versuchsreihen zeigten trotz des zeitlichen Abstandes von fast einem Jahr eine gute Übereinstimmung. Der Einfluss der Produktionsbedingungen auf die Betoneigenschaften insbesondere bei „Grenzrezepturen“ war signifikant. Eine Abhängigkeit der Prüfergebnisse von der Position auf dem Produktionsbrett oder der Nachbehandlung wurde in diesen Versuchen nicht gefunden. Die Ergebnisse der Festigkeitsprüfungen bestätigten [1, 2], dass es keine Korrelation zwischen Druck- und Spaltzugfestigkeit gibt (ABB. 1). Des Weiteren zeigte sich, dass ausreichend hohe Spaltzugfestigkeiten auch bei Druckfestigkeiten unterhalb der Anforderung der früheren DIN 18501 erreicht werden können. Dies zeigt, dass die Qualitätsanforderungen nach alter und neuer Norm nicht vergleichbar sind. In den Frost-Tausalzprüfungen bestätigte sich der Zusammenhang zwischen Betonrohddichte und Abwitterung [3]. Für die hier geprüften Betonzusammensetzungen zeigte sich, dass bei Erzielung von Festbetonrohddichten von ca. 2300 kg/m<sup>3</sup> auch mit w/z<sub>eq</sub>-Werten von ca. 0,4 das Abwitterungskriterium nach DIN EN 1338 eingehalten werden konnte. Die optische Beurteilung der Farbgleichmäßigkeit der Pflastersteine zeigte, dass eine ungleichmäßige Schläμβbildung an der Oberfläche zu einem fleckig-grauen Farbeindruck führt, bei dem die Schläμβbereiche hell und die „trockenen“ Bereiche dunkel erscheinen. Bei niedrigen w/z- bzw. w/z<sub>eq</sub>-Werten war keine sichtbare Schläμβbildung feststellbar, so dass hier der Gesamtfarbeindruck gleichmäßiger war. Erwartungsgemäß wirkte sich die Veränderung des w/z- bzw. w/z<sub>eq</sub>-Wertes erheblich auf den Grauton der Pflastersteine aus: hohe führten zu einem hellen, niedrige zu einem dunklen Grauton (ABB. 2). Die Werksversuche haben gezeigt, dass auch bei Verwendung nur einer Zementliefercharge die eingangs beschriebenen Fragestellungen durch gezielte Variation von Betonzusammensetzung und Produktionsbedingungen nachvollzogen werden konnten. ■

#### REFERENCES // LITERATUR

- [1] Wellenstein, R. (1995): Prüfung von Spaltzugfestigkeit oder Druckfestigkeit bei Pflastersteinen, BFT Betonwerk + Fertigteiltechnik, 5/1995, S. 109-114.
- [2] Mallwitz, K., Nast, R. (2000): Spaltzugfestigkeit als Beurteilungskriterium für Betonpflastersteine, BFT Betonwerk + Fertigteiltechnik, 9/2000, S. 104-110.
- [3] Sutej, B. (1994): Prüfung des Frost-Tausalz-Widerstandes von Betonpflastersteinen, BFT Betonwerk + Fertigteiltechnik, 3/1994, S. 78-84.

The frost and de-icing tests confirmed the correlation between the density of the concrete and the scaling [3]. For the concrete compositions here tested it was found that when a density of the hardened concrete of approx. ca. 2300 kg/m<sup>3</sup> was attained, the scaling criterion of approx. 0.4 specified in DIN EN 1338 could be adhered to, even with w/c<sub>eq</sub> ratios of approx. 0.4. The visual assessment of the color uniformity of the pavers showed that an irregular slurry formation on the surface leads to a spotty-gray color impression. The slurry areas are lighter in color and the “dry” areas darker. At low w/c and/or w/c<sub>eq</sub> ratios, no slurry formation was visible to the eye so that the overall impression was more uniform. As could be expected, the changes in the w/c and/or w/c<sub>eq</sub> ratio considerably affected the gray shade of the paving blocks: high ratios produced a lower ratios a darker shade of gray (FIG. 2).



▼ FIG. 2 Effect of a change in the concrete mix design and production on the color shade as well as the color uniformity of gray paving blocks. // ABB. 2 Auswirkung von Veränderung der Betonzusammensetzung und Fertigung auf den Farbton sowie die Farbtongleichmäßigkeit bei grauen Pflastersteinen.

Furthermore, yellowish-brown discolorations were observed on the surface of these specimens. The discolorations were limited to those areas on the surface that were covered with slurry. The discolorations could be prevented from occurring by exchanging the yellowish-brown sands, which were found to contain, among other fine particles, goethite (FeO(OH)). The production tests have demonstrated that the initially described questions could be answered by emulating a specific variation of concrete mix composition and production conditions also when using only one cement batch. ■

Dipl.-Ing. Dagmar Küchlin,  
HeidelbergCement, Leimen

AUTHOR //  
AUTOR

dagmar.kuechlin@  
heidelbergcement.com

Geb. 1965; 1984-1990 Studium an der Technischen Universität Kaiserslautern; 1990-1994 Fa. Addiment, Leimen; 1994-2002 Bauberatung in der Verkaufsregion



Südwest bei der HeidelbergCement AG, Mainz; 2002-2006 Koordination Bauberatung in der HeidelbergCement Technology Center GmbH, Leimen; seit 2006 Leiterin Bauberatung Süd bei der HeidelbergCement AG, Leimen



## EUROPEAN STANDARDS AND CODES OF PRACTICE AT A TURNING POINT – A SITUATION REPORT REGELWERKE IM UMBRUCH – AKTUELLER SACHSTAND

► This summary deals with a number of standards codes of practice of relevance to concrete pavement construction that are currently in preparation and/or are undergoing revision. It goes without saying that in this place, not all changes can be gone into or examined in detail.

► Diese Kurzfassung geht auf einige derzeit in Erarbeitung bzw. Überarbeitung befindliche, für Betonpflasterbauweisen relevante Regelwerke ein. Selbstverständlich können hier nicht alle Änderungen erwähnt oder Details behandelt werden.

**REGELWERKE ZU PRODUKTEN** Die Entwürfe zu den EN 1338, EN 1339 und EN 1340 gingen im August 2010 in die CEN-Umfrage. Die Einspruchsfrist auf europäischer Ebene endete im Dezember 2010. Wesentliche Änderungen werden voraussichtlich die Einführung von Klassen für den Gleit-/Rutschwiderstand und die Präzisierung des Prüfverfahrens für die Bestimmung des Frost-Tausalz-Widerstandes sein. Deutsche Vorstöße für „schärfere“ Klassen bei der Spaltzugfestigkeit von Pflastersteinen und bei der Frost-Tausalz-Widerstandsfähigkeit waren ebenso wenig durchsetzbar, wie der Antrag auf Aufnahme von haufwerksporigen Pflastersteinen in den Anwendungsbereich der EN 1338. Letzteres hat den BDB in Zusammenarbeit mit dem BV SLG dazu veranlasst, beim DIN einen Antrag auf nationale Normung dieser Produkte zu stellen, welcher zwischenzeitlich genehmigt wurde. Eine Überarbeitung der TL Pflaster-StB steht an, sobald die Neufassungen der erwähnten Normen in Sicht sind.

**PRODUCT STANDARDS** The proposals for EN 1338, EN 1339 and EN 1340 entered the CEN enquiry stage in August 2010. The period of objection on a European level ended in December. Significant changes are expected to be the introduction of classes for the slip/skip resistance and precise specifications for the test processes for determining the frost/de-icing salt resistance. German initiatives for “stricter” classes for the splitting/tensile strength of paving blocks and the resistance to frost/de-icing salt succeeded as little as the application for including paving blocks made of concrete with open structure in the application area of the EN 1338. The latter has prompted the German Precast Federation (BDB), in collaboration with the Trade Association Concrete Block Pavement for Road, Landscape and Garden Construction (BV SLG), to apply to the DIN institute for national standardization of these products, which by now has been approved. Accordingly, a revision of the TL Pflaster-StB will be carried out as soon as the new versions of the relevant standards are in sight.

**STANDARDS ON CONSTRUCTION METHODS** In the course of revising the code of practice for road and pavement construction (RStO), a new classification of the construction classes will in all likelihood be introduced. In this connection, the highest permissible construction class for block pavements of up to 3.2 million “equivalent to 10-t axle passes” will be approved (currently 3.0 million). The table of “road types” will become more detailed and open planners new possibilities for allocating the traffic areas they have to design. Critical is here that the increase of the axle factor and the collective load coefficient, recognized for federal highways in Germany, is to be principally applied to communal traffic areas. This is something that needs to be discussed further. The new version of the RStO (based on current estimations not before 2012) will be followed by a revision of nearly all road construction standards, alone because of the necessary editorial adaptations. For the pavement sector, a revision of ZTV Pflaster-StB is imminent.

**REGELWERKE ZU BAUWEISEN** Bei der Überarbeitung der RStO wird es voraussichtlich zu einer Neuordnung der Bauklassen kommen. Dabei wird die höchste für Pflasterdecken zulässige Bauklasse bis 3,2 Mio. „Äquivalente 10-t-Achsübergänge“ zugelassen (derzeit 3,0 Mio.). Die Tabelle „Straßenarten“ wird detaillierter, was eine bessere Zuordnungsmöglichkeit für den Planer bezüglich der von ihm zu entwerfenden Verkehrsfläche eröffnet. Kritisch ist zu sehen, dass die Anhebung von Achszahlfaktor und Lastkollektivkoeffizient, die für Bundesfernstraßen nachgewiesen ist, prinzipiell auf kommunale Verkehrsflächen „durchgereicht“ werden soll. Hierzu besteht noch Gesprächsbedarf. Die Neufassung der RStO (nach derzeitiger Einschätzung nicht vor 2012) wird die Überarbeitung nahezu aller Straßenbauregelwerke nach sich ziehen, schon allein aufgrund der erforderlichen redaktionellen Anpassungen. Für den Bereich Pflaster steht somit zu gegebener Zeit u.a. die Überarbeitung der ZTV Pflaster-StB an.

AUTHOR //  
AUTOR

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

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



Geb. 1958; Studium des Bauingenieurwesens an der Fachhochschule Hildesheim; Tätigkeiten in der Baustoffprüfung und in der Baustoffindustrie; seit 1999 Geschäftsführer des Betonverbands SLG; seit Oktober 2005 stellvertretender Vorsitzender des Vereins Qualitätssicherung Pflasterbauarbeiten e.V.; 2007-2010 Geschäftsführendes Vorstandsmitglied für den Fachbereich Technik im Bundesverband Betonbauteile Deutschland, Berlin

Die Neufassung der ATV DIN 18318 ist mit Ausgabedatum April 2010 erschienen und gilt bei vielen Fachleuten als die bisher praxisfremdeste Ausgabe. Für einige Bereiche ist die Kritik berechtigt. Bedauerlich ist insbesondere, dass der zuständige HAT mit Hinweis auf eine notwendige Vereinheitlichung von Formulierungen innerhalb der VOB/C den Empfehlungen des zuständigen Fachbelegtergremiums an einigen Stellen nicht gefolgt ist. Obwohl dem Straßen- und Galabauer Begriffe wie „Fugenfüllstoff“ und „Bettungsstoff“ im Zusammenhang mit Pflaster nicht geläufig sind, wurden diese anstelle der verinnerlichten Begriffe „Fugen- und Bettungsmaterial“ aufgenommen. Erwähnenswert ist auch die Neuregelung der Bettungsdicke von 30 bis 50 mm. „Zahlen bestimmter Größe werden eben in Millimeter und nicht in Zentimeter ausgedrückt“, lautete auch hier der Hinweis auf Formvorschriften. Dass dadurch die Anforderung an die Bettungsdicke um 25 % verschärft wurde (vorher zulässig 2,6 bis 5,4 cm; jetzt zulässig 29,6 bis 50,4 mm) und man damit Zahlung verweigernden Bauherren, die „das Haar in der Suppe suchen“, eine Steilvorlage gibt, wird wohl erst offenkundig, wenn die ersten Bauunternehmen eine mangelhafte Ausführung wegen einer Bettungsdicke von 51 mm „im Namen des Volkes“ bestätigt bekommen.

**WEITERE FGSV-REGELWERKE – RSTO GIBT DEN TAKT VOR** Das Merkblatt MFP1 wird derzeit umfangreich überarbeitet. Es soll übersichtlicher und praxisnäher werden. Mit der Neufassung wird an einigen Stellen der Versuch unternommen, Unklarheiten der ATV DIN 18318 zu beseitigen. Ein Merkblatt zu Bauweisen mit Großformaten ist weit fortgeschritten. Für diese Sonderbauweise wird die FGSV erstmals ein Regelwerk herausgeben. Lange überfällig war eine Überarbeitung des bereits 1998 erschienenen Merkblattes für wasserdurchlässige Verkehrsflächen. Das Entwurfspapier hierzu ist ebenfalls weit fortgeschritten. Zahlreiche Erfahrungen, die in den letzten Jahren mit versickerungsfähigen Bauweisen gesammelt wurden, sind hier mit eingeflossen. Für die Herausgabe der genannten Regelwerke ist es sinnvoll, zunächst die Neufassung der RStO abzuwarten. ■

**The new version of ATV DIN 18318 was published in April 2010 and is by many regarded as the so far most practice-related edition. For a number of areas some criticism is, however, justified. Regrettable is in particular that the responsible HAT, with reference to a necessary harmonization of formulations within the VOB/C, in a number of places did not follow the recommendations of the competent expert committee. Although those involved with road, garden and landscape construction are not really familiar with such terms as “joint filler” and “bedding materials” in connection with pavements, they were incorporated instead of the familiar terms “joint and bedding materials.” Also worthy mention is the new regulation of the bedding thickness of 30 to 50 mm. “Figures of a certain magnitude are expressed in millimeters rather than in centimeters” is stated in the formal requirements. The fact that this makes the requirements on the bedding thickness more stringent by 25% (previously 2.6 to 5.4 cm were permissible, compared to the new 29.6 to 50.4 mm), providing owners that look for a fly in the ointment a perfect opportunity to refuse payment, will probably only become clear when the first contractors’ claim for faulty execution, citing a bedding thickness of 51 mm, are confirmed “in the name of the people.”**

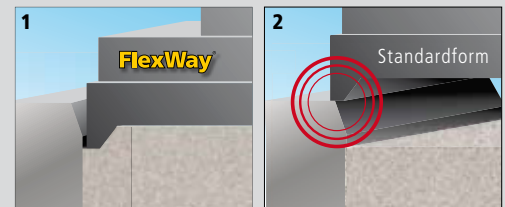
**FURTHER FGSV CODES OF PRACTICE – RSTO SET THE PACE** Merkblatt MFP1 is currently undergoing thorough revision. The aim is to organize this code more clearly and make it more practice-related. The new version attempts in some places to do away with ambiguities found in the ATV DIN 18318. A code of practice on large-scale construction methods is progressing well. For this type of special construction, the FGSV will for the first time publish a standard. Long overdue was a revision of the code on traffic areas permeable to water. The draft paper on this is likewise progressing well. Numerous experiences on permeable construction methods that were collected in recent years were incorporated in this code. It would, however, make good sense to await the publication of the revised version of the RStO before publishing the above-mentioned codes. ■

# FlexWay®

... die klügere Form!



Das neue RAMPF-Formgleitsystem für alle Pflastersteinformen ist eine Revolution für Ihre Produktion.



Mit dem neuen **FlexWay**-System tauchen die Druckstücke nahezu berührungslos in die Formwaben (Bild 1 + 2) und schützen so nachhaltig vor Verschleiß. **FlexWay** erhöht die Taktleistung und reduziert die Ausschussquote. **FlexWay** spart wertvolle Zeit und Produktionskosten durch extrem hohe Lebensdauer und schnelle Formwechsel.

# FlexWay®

... spart Kosten Form für Form!

## R RAMPF FORMEN®

→ WIR BRINGEN BETON IN FORM

**RAMPF FORMEN GMBH**

Altheimer Straße 1 · D-89604 Allmendingen  
Telefon +49 7391 505-0 · Fax +49 7391 505-187  
info@rampf.de · www.rampf.com

Germany · U.S.A. · Canada · Switzerland  
Hungary · Poland · China · Mexico

DAY 1: TUESDAY, 8<sup>TH</sup> FEBRUARY 2011 //

TAG 1: DIENSTAG 8. FEBRUAR 2011

## STRUCTURAL PRECAST CONSTRUCTION 1 BUILD EXAMPLES, TECHNICAL CONCEPTIONS KONSTRUKTIVER FERTIGTEILBAU 1 Gebaute Beispiele, Technische Konzeptionen

Page // Seite	Title // Titel
44	<b>ARCHITECTURAL CONCRETE – SURFACE DESIGN, EXECUTION, CURRENT PROJECT EXAMPLES</b> ARCHITEKTURBETON – OBERFLÄCHENGESTALTUNG, AUSFÜHRUNG, AKTUELLE BEISPIELE <i>Dipl.-Ing. Thomas Zutz</i>
46	<b>OPTIMIZATION OF PRETENSIONED UHPC BEAMS</b> OPTIMIERUNG VON VORGESPANNTEN TRÄGERN AUS UHPC <i>Dipl.-Ing. Guido Bertram / Prof. Dr.-Ing. Josef Hegger</i>
48	<b>PRECAST COLUMNS OF HIGH-PERFORMANCE AND ULTRA-HIGH PERFORMANCE CONCRETE</b> FERTIGTEILSTÜTZEN AUS HOCHLEISTUNGS- UND ULTRA-HOCHLEISTUNGSBETON <i>Prof. Dr.-Ing. Martin Empelmann</i>
52	<b>CONNECTIONS FOR PRECAST CONCRETE CONSTRUCTIONS – GUIDE FOR GOOD PRACTICE</b> KNOTENVERBINDUNGEN IM FERTIGTEILBAU – HILFSMITTEL FÜR DIE PRAXIS <i>Dipl.-Ing. Mathias Tillmann</i>
54	<b>PRETENSIONING – NEW POSSIBILITIES FOR PRETENSIONING MEMBERS IN PRECAST PLANTS</b> VORSPANNUNG OHNE VERBUND – NEUE MÖGLICHKEITEN FÜR VORGESPANNTE BAUTEILE IM FERTIGTEILWERK <i>Dipl.-Ing. (TH) Thomas Friedrich</i>
56	<b>FIRE PROTECTION OF PRECAST PRESTRESSED CONCRETE FLOORS – CURRENT STATE OF THE ART</b> BRANDSCHUTZ VON SPANNBETON-FERTIGDECKEN – AKTUELLER SACHSTAND <i>Dipl.-Ing. Hans-Peter Doser / Dipl.-Ing. Thomas Rüger</i>

PRESENTATION //  
MODERATION

**Dipl.-Ing. Elisabeth Hierlein,**  
Fachvereinigung Deutscher  
Betonfertigteilbau, Bonn

[hierlein@  
fdb-fertigteilbau.de](mailto:hierlein@fdb-fertigteilbau.de)



Studium des Konstruktiven Ingenieurbaus an der Universität Dortmund und Studium des Wirtschaftsingenieurwesens; 17 Jahre in der Tragwerksplanung in Kölner Ingenieurbüros tätig; seit 2006 für die Fachvereinigung Deutscher Betonfertigteilbau e.V. (FDB) tätig; seit 2007 Geschäftsführerin der FDB; Schwerpunktthemen: Konstruktiver Fertigteilbau, Fassaden, Architekturbeton, Bauphysik und Nachhaltig Bauen mit Beton



# X-SEED<sup>®</sup>

## Unser neuestes Konzept für nachhaltiges Bauen!

X-SEED<sup>®</sup> ermöglicht eine einzigartige Beschleunigung der Betonerhärtung, bei der die natürliche Hydratation unterstützt, langfristige Leistungswerte bei attraktiven Gesamtkosten garantiert und auf diese Weise CO<sub>2</sub>-Emissionen reduziert werden können. Mit X-SEED wird eine einzigartige Beschleunigung der Frühfestigkeit bei allen Temperaturen erzielt und die Langzeitfestigkeit des Betons wird beibehalten.

**BASF Construction Polymers GmbH** • Ernst-Thälmann-Str. 9 • D-39240 Glöthe  
Ansprechpartner: Herr Ronald König • Telefon +49 173 37988 60 • [www.basf-cc.de](http://www.basf-cc.de)

**BASF Construction Chemicals Europe AG** • Vulkanstrasse 110 • CH-8048 Zürich  
Ansprechpartner: Herr Philippe Jolly • Telefon +41 79 238 68 55 • [www.basf-admixtures.ch](http://www.basf-admixtures.ch)

**BASF Performance Products Austria GmbH** • Roseggerstrasse 101 • AT-8670 Krieglach  
Ansprechpartner: Herr Markus Kroneder • Telefon +43 664 2503044 • [www.basf-cc.at](http://www.basf-cc.at)

*Adding Value to Concrete*



## ARCHITECTURAL CONCRETE – SURFACE DESIGN, EXECUTION, CURRENT PROJECT EXAMPLES ARCHITEKTURBETON – OBERFLÄCHENGESTALTUNG, AUSFÜHRUNG, AKTUELLE BEISPIELE

► FIG. 1 Karostar  
St. Pauli, Hamburg. //  
ABB. 2 Karostar  
St. Pauli, Hamburg.



► In Merkblatt No. 8 (01/2009) in the code on structural precast components of architectural concrete published by the Fachvereinigung Deutscher Betonfertigteilebau e.V. (Trade Association German Precast Construction) the term “architectural concrete” relates both to its execution – aimed at obtaining a surface and color as close to perfection as possible as well as – here of equal significance – projects that permit or purposely emphasize the naturalness and liveliness of concrete. The precast components are conceived as elements of architectural design so that particular care must be given to the manufacture of their surface, color and shape.

Exemplary projects executed on that basis, using components of different shape, forming techniques, form liners and reliefs, surface processing methods and coloring, are presented during this presentation.

► Im Merkblatt Nr. 8 (01/2009) über Betonfertigteile aus Architekturbeton der Fachvereinigung Deutscher Betonfertigteilebau e.V. beinhaltet der Begriff „Architekturbeton“ sowohl die Ausführungen, die eine möglichst perfekte, einheitliche Oberfläche und Farbe zum Ziel haben, als auch – und hierzu gleichbedeutend – Projekte, bei denen die Natürlichkeit und Lebendigkeit des Baustoffs Beton zugelassen oder bewusst betont werden. Die Betonfertigteile sind als Gestaltungselement der Architektur konzipiert und müssen deshalb hinsichtlich der Oberfläche, Farbe und Form mit besonderer Sorgfalt hergestellt werden.

Auf der Grundlage dessen werden in diesem Vortrag an Hand von beispielhaften Projekten unterschiedliche Bauteilformen, Schaltechniken, Matrizen und Reliefs, Oberflächenbearbeitungen und Farbigkeiten dargestellt.

Entworfen von der Bürogemeinschaft Dalpiaz Giannetti Architekten, befindet sich das neue Musikhaus „Karostar“ im Stadtteil St. Pauli, dem kreativen Zentrum Hamburgs. Es stellt mit Produktionsstudios, Büros und Geschäften für junge Unternehmer aus der Musikwirtschaft ein weltweit einmaliges Projekt dar. Die Vorhangfassade weist eine ausgeprägte Wellenstruktur auf. Die rötliche Farbe wurde der gegenüberliegenden Alten Rinderschlachthalle angepasst.

Die Marinekaserne der niederländischen Nationalpolizei liegt im Zentrum von Amsterdam direkt am Nordseekanal und wurde von dem Kölner Architekturbüro Wansleben als eine Art Festung entworfen. Die 1.750 Fenster gleichen Schießscharten, die den wehrhaften Charakter des Gebäudes unterstreichen.

Designed by the architectural partnership of Dalpiaz Giannetti, the new Music House “Karostar” in St. Pauli, the creative center of Hamburg, with offices, production studios and shops for young entrepreneurs from the music business, is a unique project worldwide. Its façade features a marked wave-like structure. The reddish color shade was chosen to harmonize with the Old Slaughterhouse across the street.

The Marine Barracks of the Royal Dutch Police is located in the center of Amsterdam directly on the North Sea Canal and were designed by the Cologne architects of Wansleben as a kind of fortress: The 1.750 windows look like embrasures that emphasize the fortified character of the buildings. The dark surface of the façade results from the labradorite in the light gray concrete. It is structured and roughly washed out. Since October 2007, the city of Mannheim has its own new Protestant community center. The architects from netzwerkarchitekten in Darmstadt designed a façade of large glass elements with a curtain wall panel of white, smooth-formed precast parts shaped like windswept blades of grass that are to mirror the open character of the parish. Although these “blades” look very delicate, they are strong enough to carry the roof.

Located in the center of Almere is the public library. The idea for this spectacular building originated in the architectural firm of Meyer en Van Schooten, Amsterdam. This department store for literature and information was given



▲ FIG. 2 KMAR marine barracks, Amsterdam. //  
ABB. 2 KMAR Marinekaserne, Amsterdam.

Die dunkle Oberfläche der Fassade ergibt sich aus dem verwendeten Gestein Labrador in hellgrauem Beton. Sie ist strukturiert und grob gewaschen.

Seit Oktober 2007 besitzt Mannheim ein neues evangelisches Gemeindezentrum. Netzwerkarchitekten aus Darmstadt haben eine Fassade aus großformatigen Glaselementen mit vorgesetzten, weißen, glatt geschalteten Betonfertigteilen in Form von wehenden Grashalmen geschaffen, die den offenen Charakter der Gemeinde widerspiegeln sollen. Obwohl diese „Halme“ sehr filigran aussehen, übernehmen sie dennoch die Dachlasten.

Im Zentrum von Almere liegt die öffentliche Bibliothek. Die Idee zu diesem spektakulären Bauwerk entstand in den Büros der Architekten Meyer en Van Schooten, Amsterdam. Dieses Kaufhaus für Literatur und Information erhielt eine Sandwichfassade mit wellenförmiger Reliefstruktur. Der anthrazitfarbene Beton aus Basalt und Labrador wurde zusätzlich gewaschen und gesäuert – zwei unterschiedliche Oberflächen in einem Fertigteil. In Anlehnung an den bekannten niederländischen Maler Piet Mondriaan (1872-1944) entsteht in Den Haag ein Gebäude mit gleichem Namen. Nach dem Entwurf der LIAG Architekten, ebenfalls Den Haag, spiegelt die Sandwichfassade die abstrakten Werke des Künstlers wider, dessen Hauptmotiv rechteckige Flächen in den Grundfarben Rot, Blau und Gelb in der von ihm als Neoplastizismus bezeichneten Stilrichtung waren. Auf weißem Bildgrund leuchten diese Grundfarben aus farbigen Glasoberflächen, die in den Betonelementen enthalten sind.

**a sandwich façade with a wavelike relief structure. The anthracite gray concrete of basalt and labradorite was additionally washed and acidified – two different surfaces in one precast part.**

**Inspired by the well-known Dutch painter Piet Mondriaan (1872-1944), a building of the same name is now under construction in The Hague. Based on the design of LIAG architects, also of The Hague, the sandwich façade mirrors the abstract works of the artist, whose main motif were rectangular shapes in the primary colors red, blue and yellow in the style he himself called neoplasticism. These primary colors made of colored glass surfaces are cast against a white background into the concrete elements.**

**The former Danish embassy in Berlin is converted into a 5\* hotel. The façade will have a photo concrete surface in a floral-royal pattern. In this way, the architects of Axthelm want to do justice to the weightiness of the historic natural stone façade. Clad in this flamboyant "robe" the significance of this building is given special emphasis.**

**Brief mention will also be made of other reliefs, form linings (Düsseldorf Arcades, Essen, Cologne Zoo) and photo concrete surfaces (Reiter, Vorstand), as well as the challenges they pose, for example, when precast parts become three-dimensional. ■**

Dipl.-Ing. Thomas Zutz,  
Hering Bau, Burbach

AUTHOR //  
AUTOR

thomas.zutz@hering-bau.de

Geb. 1955; Studium des Bauingenieurwesens an der Universität Hannover; bis 2002 Leiter des



Technischen Büros im Betonsteinwerk Uetze; seit 2002 Mitarbeiter der Abteilung Vertrieb und Kalkulation bei Hering Bau GmbH & Co. KG in Burbach-Holzhausen; seit 2005 Leiter der Abteilung Vertrieb und Kalkulation bei Hering Bau GmbH & Co. KG in Burbach-Holzhausen

Die ehemalige Dänische Botschaft in Berlin wird zu einem 5\* Hotel umgebaut. Die Fassade des großzügigen Neubaus erhält eine Fotobeton-Oberfläche mit floral-royalem Muster. Damit möchte das Büro Axthelm Architekten der Schwere der historischen Natursteinfassade des Altbaus gerecht werden. Mit diesem auffälligen „Gewand“ soll die Wertigkeit dieses exquisiten Hotels noch zusätzlich hervorgehoben werden.

Kurz angerissen werden zudem weitere Reliefs, Matrizen (Düsseldorfer Arcaden, Essen, Kölner Zoo) und Fotobetonoberflächen (Reiter, Vorstand) sowie die Herausforderungen, die sich ergeben, wenn z. B. Fertigteile aus der Ebene heraustreten. ■

## FRANK | Egcobox® mit Gelenkdrucklager



Die Egcobox® GDL  
überzeugt mit:

- Verbesserter Wärmedämmung
- Rationellem Einbau im Fertigteilwerk
- Individueller Konfiguration einzelner Elemente



**Max Frank GmbH & Co. KG**  
Mitterweg 1 · 94339 Leiblfing  
Tel. +49 9427 189-0 · Fax +49 9427 1588  
info@maxfrank.de · www.maxfrank.de

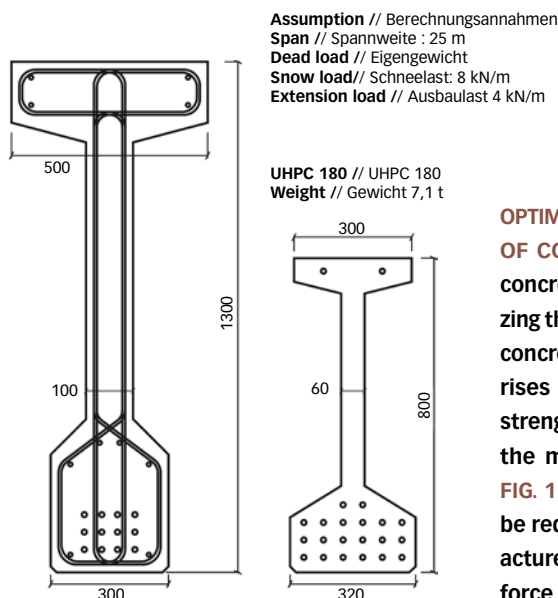
Besuchen  
Sie uns.  
Foyer OG  
Stand 6.

Concrete Solutions  
**55. BetonTage**  
08.-10. Februar 2011, Neu-Ulm



## OPTIMIZATION OF PRETENSIONED UHPC BEAMS OPTIMIERUNG VON VORGESPANNTEN TRÄGERN AUS UHPC

► Ultra-high-strength concrete (UHPC) is an innovative construction material that possesses about five times the compressive strength of normal concrete. Prestensioned concrete girders are therefore especially well suited for the use of UHPC, as very high prestressing forces can be applied. In small optimized cross-sections with small effective depths, the flexural tensile force and the compressive bending force as well as the shear stress are increased.



▲ FIG. 1 Prestressed-concrete girders made of C35/45 and UHPC ( $f_{ck} = 180$  MPa) with comparable bending capacity. // ABB. 1 Spann- betonbinder aus C35/45 und UHPC ( $f_{ck} = 180$  MPa) mit vergleichbaren Biegetragfähigkeiten.

**OPTIMIZATION OF THE COMPRESSIVE STRENGTH OF CONCRETE** The compressive strength of concrete is an essential parameter in optimizing the design of cross-sections of prestressed-concrete beams. Because the shear resistance rises with increasing compressive concrete strength, the web thickness and the height of the member can be reduced. The beam in FIG. 1 of 1.30 m height made of C35/45 could be reduced to a height of 80 cm when manufactured of UHPC. As a result, both the tensile force and the compressive bending force increase simultaneously, while subjected to the same bending moment loadings, requiring greater prestressing forces and, possibly, more prestressing reinforcement. This, however, is compensated by the markedly reduced self-weight of the UHPC beam; in particular for roof trusses with low portions of additional dead and live loads. The prestressing reinforcement is primarily determined by the decompression check and the ultimate limit state for bending. Short transfer length of the prestressing force – i.e. high bond strengths, the same as with UHPC – increase the shear resistance at the support. The lower chord, moreover, must take up the compressive stresses that arise from the release of prestress that high compressive strengths are required already at this early stage, even when the tensioning force is reversed at an earlier point of time.

**SHEAR REINFORCEMENT** In conventionally reinforced prestressed concrete beams, shear resistance is ensured through a stirrup reinforcement after the tensile strength of the concrete is exceeded. The stirrup reinforcement encloses the prestressing reinforcement so that the minimum concrete cover of the strands, ( $2.5 \varnothing$ ) as a rule, is not utilized. In addition, the minimum mandrel diameter of the stirrups determine the minimum dimensions of the chords and the thickness of the web. Shear reinforcement like stirrups can be entirely or in part substituted by steel fibers. In

► Ultra-Hochfester Beton (UHPC) ist ein innovativer Werkstoff, der im Vergleich zu Normalbeton etwa die fünffache Druckfestigkeit aufweist. Spannbetonbinder sind daher besonders für den Einsatz von UHPC geeignet, da sehr hohe Vorspannkkräfte eingeleitet werden können. Bei kleinen Nutzhöhen von optimierten Querschnitten steigen zudem die Biegezug- und Biegedruckkräfte sowie die Querkraftbeanspruchungen an.

**OPTIMIERUNG BETONDRUCKFESTIGKEIT** Die Betondruckfestigkeit ist ein maßgebender Parameter für die Optimierung der Querschnittsabmessungen von Spannbetonträgern. Aufgrund der steigenden Querkrafttragfähigkeiten mit zunehmender Betondruckfestigkeit kann die Stegdicke und die Bauteilhöhe reduziert werden. In ABB. 1 konnte der 1,30 m hohe Träger aus C35/45 durch die Verwendung von UHPC auf 80 cm verringert werden. Dadurch steigen bei gleicher Momentenbeanspruchung gleichzeitig die Biegezug- und Biegedruckkräfte, so dass größere Vorspannkkräfte und ggf. mehr Spannbewehrung erforderlich werden. Dies wird allerdings durch das deutlich verminderte Eigengewicht des UHPC-Trägers kompensiert, insbesondere bei Dachbindern mit geringen Ausba- und Verkehrslastanteilen. Die Spannbewehrung wird in erster Linie vom Dekompressionsnach-

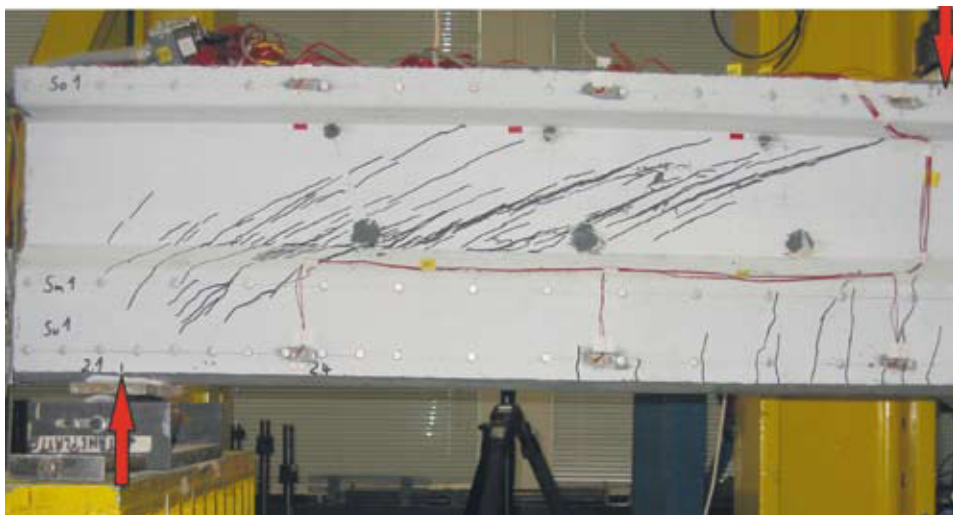
Prof. Dr.-Ing. Josef Hegger,  
RWTH Aachen

AUTHOR //  
AUTOR

heg@imb.rwth-aachen.de



Geb. 1954; 1973-1979 Studium des Bauingenieurwesens an der RWTH Aachen; 1984 Promotion an der TU Braunschweig; 1985-1993 Philipp Holzmann AG, Frankfurt; seit 1993 Leiter des Lehrstuhls und Instituts für Massivbau der RWTH Aachen; seit 1994 Prüflingenieur 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; 2004-2005 Vertreter des Normenausschusses NA 005-07-01, Entwicklung der Richtlinie „Massige Bauteile aus Beton“



◀ FIG. 2 Prestressed-concrete girders made of UHPC without shear reinforcement with marked shear crack formation. // ABB. 2 Spannbetonbinder ohne Querkraftbewehrung aus UHPC mit ausgeprägter Schubrissbildung.

weis und vom Grenzzustand der Tragfähigkeit für Biegung bestimmt. Kurze Übertragungslängen der Vorspannung – d. h. hohe Verbundfestigkeiten wie bei UHPC – steigern aufgrund der günstigen Betonlängsspannungen die Querkrafttragfähigkeit am Auflager. Während der Übertragung der Vorspannung muss der Untergurt zudem die Druckspannungen infolge Vorspannung aufnehmen, sodass auch bei frühen Umspannzeitpunkten bereits hohe Druckfestigkeiten erforderlich werden.

**OPTIMIERUNG QUERKRAFTBEWEHRUNG** In konventionell bewehrten Spannbetonträgern wird die Querkrafttragfähigkeit nach Überschreiten der Betontragfähigkeit durch Bügelbewehrung sichergestellt. Die Bügelbewehrung umschließt die Spannbewehrung, so dass die zulässige Mindestbetondeckung der Litzen (2,5 Ø) i. d. R. nicht ausgenutzt wird. Zudem bestimmen der Mindestbiegerollendurchmesser der Bügel die Mindestabmessungen der Gurte und die Stegdicke. Querkraftbewehrung aus Bügeln kann ganz oder teilweise durch Stahlfasern ersetzt werden. In UHPC werden hierfür hochfeste Mikro-stahlfasern dem Frischbeton zugegeben. Bereits geringe Mengen Stahlfasern verdoppeln bis verdreifachen die Querkrafttragfähigkeit und erzeugen fein verteilte Schubrisse (ABB. 2). Die Betondeckung der Litzen richtet sich dann nach der Mindestbetondeckung für eine rissfreie Spannkrafteinleitung. Die Stegdicke und der Fasergehalt werden gezielt so gewählt, dass keine Querkraftbewehrung erforderlich ist.

**FORSCHUNGSHINTERGRUND** Seit 2005 werden am Institut für Massivbau der RWTH Aachen Verbunduntersuchungen und Querkraftversuche an Spannbetonbindern aus UHPC von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) gefördert. Das Verbundverhalten von Litzen in UHPC wurde an Pull-Out- und Spannkrafteinleitungsversuchen ge-

**UHPC, high-strength micro-steel fibers are added to the fresh concrete. Already small amounts of steel fibers double or triple the shear resistance and generate finely distributed shear cracks (FIG. 2). The concrete cover to the strands is then determined based on the minimum concrete cover for a crack-free application of the prestressing force. The web thickness and the fiber content are so selected that no shear reinforcement is required.**

**RESEARCH BACKGROUND** At the Institute of Structural Concrete at RWTH Aachen University, bond and shear force tests on prestressed concrete girders made of UHPC have been funded by the German Research Foundation (DFG) since 2005. The bond behavior of strands in UHPC were tested in pull-out and small scale beam tests. The transfer lengths of 0.5" strands, at approximately 22 to 26 cm, correspond to only one third to the transfer lengths of normal concrete [1]. In 42 of a total of 66 shear tests performed on prestressed-concrete beams, the influence of the fiber content, the prestress, the shear slenderness and the local additional reinforcement both in solid beams as well as in beams with web openings of 40 cm height were investigated [2]. In the course of these investigations, the number and position of the web openings were systematically varied.

**OUTLOOK** The research project ends in November 2011. The remaining tests will primarily focus on the size effects of the height of members and the thickness of the web. Beam heights of 70 and 100 cm as well as prestressing forces of up to 3 MN enable shear resistances of up to 1000 kN. ■

Dipl.-Ing. Guido Bertram,  
RWTH Aachen

AUTHOR //  
AUTOR

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



Geb. 1969; 2000 Diplom an der RWTH Aachen; 2000-2005 Mitarbeiter im Ingenieurbüro Hegger und Partner, Aachen; seit 2006 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Massivbau der RWTH Aachen

testet. Die Übertragungslängen von 0,5"-Litzen entsprechen mit etwa 22 bis 26 cm nur einem Drittel der Übertragungslängen von Normalbeton [1]. In 42 von insgesamt 66 Querkraftversuchen an Spannbetonträgern wurde der Einfluss des Fasergehaltes, der Vorspannung, der Schubslankheit und von lokaler Zulagebewehrung sowohl in Vollwandträgern als auch in Trägern mit Stegöffnungen an 40 cm hohen Trägern untersucht [2]. Die Anzahl und Lage der Stegöffnungen wurden dabei systematisch variiert.

**AUSBLICK** Das Forschungsprojekt endet im November 2011. In den noch ausstehenden Versuchen werden in erster Linie Maßstabeffekte der Bauteilhöhe und der Stegdicke untersucht. Trägerhöhen von 70 und 100 cm sowie Vorspannkkräfte bis 3 MN ermöglichen Querkrafttragfähigkeiten bis 1000 kN. ■

#### REFERENCES // LITERATUR

- [1] Hegger, J.; Bertram, G.: Verbundverhalten von vorgespannten Litzen in UHPC – Teil 1, Versuche zur Verbundfestigkeit und zur Übertragungslänge, In: Beton- und Stahlbeton 105 (2010), Heft 6, S. 379 - 389.
- [2] Bertram, G.; Hegger, J.: Pretensioned UHPC Beams with and without Openings. Proceedings, 3<sup>rd</sup> International fib Congress & PCI Convention, Washington DC, USA in 2010, DVD ID: 236.

## PRECAST COLUMNS OF HIGH-PERFORMANCE AND ULTRA-HIGH PERFORMANCE CONCRETE FERTIGTEILSTÜTZEN AUS HOCHLEISTUNGS- UND ULTRA-HOCHLEISTUNGSBETON

► Columns for high-rise buildings aimed at achieving a light and airy architectural effect are frequently executed as composite steel-concrete columns to meet the high aesthetic requirements placed on them. This construction method combines the aim for small cross-sectional dimensions with a high bearing capacity. The high degree of slenderness for columns of high bearing capacity can currently not be realized by the reinforced-concrete construction method, due to the restraints imposed by the German national standards. However, using precast reinforced-concrete columns made of modern high-performance materials, such as, for example, ultra-high performance concretes and high-strength reinforcing bars, these requirements can be met and the potential of the reinforced-concrete construction method considerably extended with regard to great slenderness and high bearing capacities. In the following, a number of possibilities based on recently conducted research work are presented.

► Hochbaustützen mit hohen Anforderungen an eine filigrane, architektonische Wirkung werden oft als Stahl-Beton-Verbundstützen ausgeführt. Diese Bauweise verknüpft das Streben nach geringen Querschnittsabmessungen mit einer hohen Tragfähigkeit. Mit der Stahlbetonbauweise können aufgrund der Beschränkungen in nationalen Regelwerken die gewünschten großen Schlankheiten bei hohen Traglasten derzeit nicht erreicht werden. Durch den Einsatz von Fertigteil-Stahlbetonstützen mit modernen, hochleistungsfähigen Materialien, wie z. B. ultra-hochfesten Betonen und hochfesten Bewehrungsstäben, können diese Anforderungen aber erreicht werden und das Potenzial der Stahlbetonbauweise lässt sich in Bezug auf große Schlankheiten und hohe Tragfähigkeiten erheblich erweitern. Im Folgenden werden einige Möglichkeiten vorgestellt, die auf jüngst durchgeführten Forschungsarbeiten basieren.

**COLUMNS OF ULTRA-HIGH PERFORMANCE FIBER-REINFORCED CONCRETE AND HIGH-STRENGTH STEEL REINFORCEMENT** Within the scope of the priority program of the German Research Society "Sustainable building with ultra-high performance concrete" (SPP 1182), the structural and deformation behavior of columns made of ultra-high performance fiber-reinforced concrete (UHPRFC) were investigated at the iBMB at TU Braunschweig in two funding periods.

UHPC reaches compressive strengths of up to 200 MPa and compressive strains of failure of over 3‰ [1]. The very high compressive strength is however accompanied by an extremely brittle behavior. Members of unreinforced UHPC, e.g. columns, subjected to compression fail upon attaining their bearing capacity without advance warning, at a quasi explosive rate. Here, even the use of steel fibers helps only to a limited extent, since fiber-reinforced UHPRFC columns, compared to columns of normal and high-strength concretes, show a clearly steeper decline in their bearing capacity in the post-failure behavior. In order to ensure safe application of UHPRFC columns in concrete in practice, a ductile behavior of the members must be ensured, e.g. through the use of high-strength longitudinal reinforcement and the installation of effective transverse reinforcement in the form of stirrups.

A total of 17 large-scale experiments were carried out on centrally and uniaxially centrally compressed UHPC and UHPRFC columns up to a slenderness of  $\lambda=70$  (FIG. 1). For the purpose of comparison, a total of eight columns of normal- and high performance con-

**STÜTZEN AUS ULTRA-HOCHFESTEM FASERBEWEHRTEN BETON UND HOCHFESTER BETONSTAHLBEWEHRUNG** Innerhalb des Schwerpunktprogramms der Deutschen Forschungsgemeinschaft „Nachhaltiges Bauen mit ultra-hochfestem Beton“ (SPP 1182) wurden am iBMB der TU Braunschweig in zwei Förderperioden das Trag- und Verformungsverhalten von Stützen aus ultra-hochfestem faserbewehrten Beton (UHPRFC) untersucht.

UHPC erreicht Druckfestigkeiten von bis zu 200 MPa und Bruchstauchungen von über 3‰ [1]. Die sehr hohe Druckfestigkeit ist allerdings mit einem äußerst spröden Verhalten verbunden. Druckbeanspruchte Bauteile aus unbewehrtem UHPC, wie z. B. Stützen, versagen beim Erreichen der Tragfähigkeit ohne Vorankündigung quasi explosionsartig. Auch der Einsatz von Stahlfasern

AUTHOR //  
AUTOR

Prof. Dr.-Ing.  
Martin Empelmann,  
Technische Universität  
Braunschweig

[m.empelmann@ibmb.tu-bs.de](mailto:m.empelmann@ibmb.tu-bs.de)

Geb. 1963; 1988 Diplom an der RWTH Aachen; 1989-1995 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl und Institut für Massivbau an der RWTH Aachen; 1995 Promotion; 1996-2006 HOCHTIEF Construction AG; seit 2006 Leitung Fachgebiet Massivbau am Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz und Geschäftsführender Direktor der MPA für Bauwesen in Braunschweig

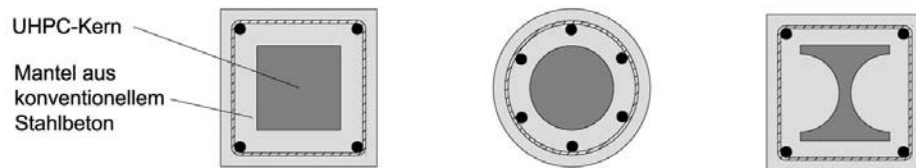


▲ FIG. 1 Experimental set-up and fracture pattern of the test specimens made of UHPRFC and high-strength longitudinal reinforcement. // ABB. 2 Versuchsstand und Bruchbilder der Versuchskörper aus UHPRFC und hochfester Längsbewehrung.



stellt nur eine begrenzte Abhilfe dar, denn auch faserbewehrte UHPFRC-Stützen zeigen im Vergleich zu Stützen aus normal- und hochfesten Betonen einen deutlich steileren Abfall der Tragfähigkeit im Nachbruchbereich. Für die sichere Anwendung von UHPFRC-Stützen in der Baupraxis ist ein duktileres Bauteilverhalten durch konstruktive Maßnahmen, wie z. B. der Einsatz hochfester Längsbewehrung und Einbau einer zweckmäßigen Querbewehrung aus Bügeln, sicherzustellen.

Als experimentelle Basis wurden insgesamt 17 großformatige Versuche an zentrisch und einachsiger exzentrisch gedrückten UHPC- und UHPFRC-Stützen mit Schlankheiten bis  $\lambda=70$  durchgeführt (ABB. 1). Zu Vergleichszwecken wurden insgesamt acht Stützen aus normal- und hochfestem Beton geprüft. Details des Versuchsprogramms sind in [2] enthalten. Auf Basis dieser experimentellen Versuche wurden umfangreiche theoretische und numerische Untersuchungen durchgeführt, um z. B. detaillierte Analysen und Interpretationen der Versuchsergebnisse sowie Parameterstudien für experimentell nicht abgeprüfte Stützenvarianten durchzuführen oder das Nachbruchverhalten von UHPFRC-Stützen durch die Definition einer



▲ FIG. 2 "CC-column" – possible design variety of the UHPC core. // ABB. 2 „CC-Stütze“ – mögliche Ausführungsvarianten des UHPC-Kerns.

crete were investigated. Details of the test program are given in [2]. Based on these experimental tests, comprehensive theoretical and numerical investigations were carried out, for example, in order to perform detailed analyses and interpretations of the test results as well as working out parameter studies for experimental untested column varieties, or to describe the post-cracking behavior of UHPFRC columns through the definition of the ductility in compression. Based on the results, design regulations were worked out with which the cross-sectional loadbearing capacity and the loadbearing capacity of the system of UHPFRC columns could be well estimated, using a non-linear process adapted from DIN 1045-1 [3]. In addition, design rules for a robust post-cra

Stauchungsduktilität zu beschreiben. Als Ergebnis wurden Bemessungsregeln erarbeitet, die die Querschnitts- und Systemtragfähigkeit von UHPFRC-Stützen mit einem aus DIN 1045-1 [3] adaptierten nichtlinearen Verfahren gut abschätzen. Des Weiteren wurden Konstruktionsregeln für ein robustes Nachbruchverhalten der UHPFRC-Stützen im Hinblick auf die Höhe der Stahlfaserzugabe, der Berücksichtigung einer hochfesten Stabbewehrung S670/800 und/oder der Größe des Bewehrungsgehaltes von Bügel- und Längsbewehrung aufgestellt. Innerhalb der dritten und letzten Förderperiode des SPP 1182 wird derzeit das Trag- und Verformungsverhalten von Kreisringquerschnitten unter kombinierter Momenten-, Querkraft- und Normalkraftbeanspruchung experimentell und theoretisch untersucht.



## Schritt für Schritt in die Zukunft

### Genormte Portlandkompositzemente für die Anforderungen von Morgen – CEM II/A-S 52,5 R und CEM II/A-LL 52,5 R

- Wirtschaftlicher als vergleichbare CEM I-Zemente bei absolut gleichwertigen Eigenschaften
- Vielfältig einsetzbar
- Rohstoffschonender, CO<sub>2</sub>-armer Herstellungsprozess
- Erfüllt bereits heute die Umwelanforderungen von Morgen

55. BetonTage  
Stand 108, 109  
Edwin-Scharff-Haus, Neu-Ulm

 **SCHWENK**

*Baustoffe fürs Leben*

**SCHWENK Zement KG**

Hindenburgring 15 · 89077 Ulm  
Telefon: (07 31) 93 41-4 09  
Telefax: (07 31) 93 41-3 98  
E-Mail: schwenk-zement.bauberatung@schwenk.de  
Internet: www.schwenk-zement.de

cking behavior of UHPFRC columns were established based on the addition of steel fibers, consideration of a high-strength bar reinforcement S670/800 and/or the percentage of reinforcement of stirrup and longitudinal reinforcement. During the third and last funding period of SPP 1182, the loadbearing and deformation behavior of circular ring cross-sections subjected to combined, moment, shear-force and normal-force loading are currently experimentally and theoretically investigated.

**COLUMNS OF HIGH-PERFORMANCE CONCRETE**  
In the past decades, the further development of high-performance concretes has been pushed forward worldwide. Owing to the denser concrete matrix, a higher percentage of stirrup reinforcement is frequently recommended also for columns of high-performance concrete (HPC) in order to ensure a sufficient robustness of these members. This was also confirmed by experimental investigations conducted at the iBMB of TU Braunschweig, where, for example, in columns made of C80/95, reinforced in accordance with the standard, brittle failure occurred without advance warning. Compared to that, a column made of fiber-reinforced concrete of strength class FRC70/85 exhibited a markedly more robust post-cracking behavior [4]. The "ductilization of the concrete" achieved through the addition of steel fibers to normal-strength and high-performance concrete that was observed during the tests resulted, at a concrete compression of 3 to 5 ‰ (compared to approximately 2.5 ‰ in normal- and high-performances concretes) in a quasi-plastic plateau, increasing at the same time the potential for commercial use of high-strength bar reinforcement, as here the compressive yield point of the high-strength steel bars can be fully exploited.

**STÜTZEN AUS HOCHLEISTUNGSBETON** In den letzten Jahrzehnten wurde weltweit die Weiterentwicklung der Hochleistungsbetone vorangetrieben. Aufgrund der dichteren Betonmatrix wird auch bei Stützen aus hochfestem Beton (HPC) oft eine erhöhte Bügelbewehrung empfohlen, um eine ausreichende Bauteilrobustheit sicherzustellen. Dies wurde durch experimentelle Untersuchungen am iBMB der TU Braunschweig bestätigt, wo z. B. eine normgemäß bewehrte Stütze aus C80/95 schlagartig versagte. Im Vergleich dazu zeigt die Stütze aus dem faserbewehrten Beton der Festigkeitsklasse FRC70/85 ein deutlich robusteres Nachbruchverhalten [4]. Die in den Versuchen festgestellte „Duktilisierung des Betons“ durch die Zugabe von Stahlfasern bei normalfestem und hochfestem Beton mit der Erzielung eines quasiplastischen Plateaus bei Betonstauchungen von 3 bis 5 ‰ (gegenüber etwa 2,5 ‰ bei normal- und hochfesten Betonen) verbessert auch die wirtschaftliche Verwendung von hochfester Stabbe- wehrung, da die Quetschgrenze der hochfesten Stähle im Grenzzustand der Tragfähigkeit vollständig ausgenutzt werden kann.

**„CC-STÜTZEN“** Die „CC-Stütze“ ist eine neuartige Beton-Beton-Verbundstütze, die den Baustoff UHPC mit konventionellen Stahlbetonstützen kombiniert. Durch die industrielle Werksfertigung des UHPC-Kerns in „Meterware“ ergibt sich eine sehr praxisgerechte und baustellentaugliche Verwendung. Der Querschnitt des UHPC-Kerns kann beliebige Ausführungen annehmen, so dass auch stahlbauähnliche Profilformen denkbar sind (ABB. 2). Durch die Kombination von UHPC mit der konventionellen Stahlbetonbauweise ergeben sich hochtragfähige Stützen, die gegenüber Stützen aus reinem UHPFRC und HPC Vorteile hinsichtlich des Brandverhaltens besitzen, da der Mantel aus konventionellem Stahlbeton den Wärmeeintrag in den UHPC-Kern reduziert [4]. ■


**„CC-COLUMNS“** The "CC-column" is an innovative composite concrete-concrete column that combines UHPC with conventional reinforced-concrete columns. The industrially manufactured UHPC core, produced "by the meter" results in a very practice-oriented solution, suitable for use at the construction site. The cross-section of the UHPC core can be manufactured in any desired form so that profiled shapes similar to those found in steel construction are conceivable (FIG. 2). The combination of UHPC with the conventional reinforced-concrete construction method results in columns of high loadbearing capacity that, moreover, compared to columns purely made of UHPFRC and HPC, provide for a better fire performance, since the outer covering of conventional reinforced concrete reduces the ingress of heat in the UHPC core [4]. ■

REFERENCES // LITERATUR

- [1] Schmidt, M. et al.: Sachstandsbericht Ultrahochfester Beton, Deutscher Ausschuss für Stahlbeton, Heft 561, 2008.
- [2] Steven, G.: Tragverhalten und Robustheit von Druckgliedern aus ultrahochfestem Stahlfaserbeton, Dissertation, Technische Universität Braunschweig, in Vorbereitung.
- [3] DIN 1045-1:2008-08: Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Bemessung und Konstruktion.
- [4] Empelmann, M.; Müller, C.: Fertigteil-Stützen – Neue betontechnologische Möglichkeiten, Betonwerk + Fertigteil-Technik 75 (2009), Nr. 10, S. 4–12.

Specialists in safe transport engineering


Flatliner



Precast transportation on preloaded racks provides the highest level of safety for products and operators. Quick loading and unloading without the use of cranes. Increased efficiency lead to shorter construction times.

For internal transportation


Safe and quick transportation of the most common flats. Two axle lines assure a small turning radius as well as a quick raising and lowering.



NEW

www.langendorf.de

Langendorf



High Tech on wheels

Loading safety

Zertifikat gem. VDI-Richtlinie 2700

TUV NORD

Mobilität

Langendorf GmbH · Bahnhofstrasse 115 · 45731 Waltrop · Phone +49/2309/938-0 · Fax +49/2309/938-190












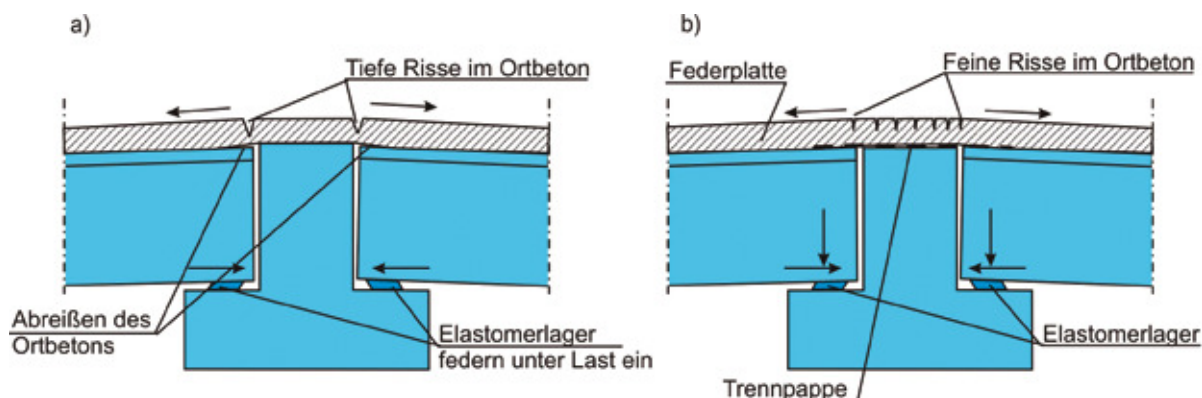
## We put concrete into shape

A long-term policy of continuous innovation and the uncompromising application of future-oriented technologies are what help maintain the Hess Group's current position as a major supplier of complete systems to the concrete industry on a worldwide scale.

Our wholly-owned overseas production facilities play a key role in this respect, as do our strong and independent subsidiaries, all of which contribute their own specific expertise to the innovative products produced by the Hess Group as a whole.

-  **Concrete block machines**
-  **Surface treatment**
-  **Concrete pipe making systems**
-  **Concrete mixing systems**
-  **Autoclaved aerated concrete systems**
-  **Transfer and handling systems**
-  **Mould construction**





▲ FIG. 1 a Deep cracks in a cast-in-situ topped ribbed element, 1 b Uniformly distribution of cracks with the help of “spring plates”.  
 // ABB. 1 a Tiefe Risse bei ortbetonergänzten TT-Platten, 1 b Gleichmäßige Verteilung der Risse durch Federplatten

## CONNECTIONS FOR PRECAST CONCRETE CONSTRUCTIONS – GUIDE FOR GOOD PRACTICE KNOTENVERBINDUNGEN IM FERTIGTEILBAU – HILFSMITTEL FÜR DIE PRAXIS

► Design and detailing of connections of precast concrete elements is different from those in cast-in-situ constructions. The new brochure “Connections for precast concrete constructions – Guide for design and detailing” [1] gives important hints and rules and also detailing drafts that should help engineers to design economic connections for precast concrete constructions. Rules for detailing of reinforcement and detailing of members according to DIN EN 1992-1-1 (Eurocode 2 part 1-1 or EC2 part 1-1 together with the National Annex DIN EN 1992-1-1/NA) [2] are compared with those in DIN 1045-1 [3] and similarities and differences were described in detail.

**HALF JOINTS** Half joints should be calculated by a combination of strut and tie models where the first one has an inclined strut and the second one has an inclined tie. Both models can also be combined according to EC2 part 1-1, 10.9.4.6.

► Das Bemessen und Konstruieren von Knotenverbindungen ist ein Aspekt, in dem sich das Bauen mit Stahlbeton- und Spannbetonfertigteilen von der monolithischen Bauweise unterscheidet. Die neue Broschüre „Knotenverbindungen für Betonfertigteile – Hinweise für Bemessung und Konstruktion“ [1] enthält neben wichtigen Anmerkungen und Hinweisen auch Konstruktionsskizzen, die das Bemessen und Konstruieren von Knotenverbindungen im Betonfertigteilbau erleichtern sollen. Dabei wurde insbesondere darauf geachtet, Konstruktions- und Bewehrungsregeln nach DIN EN 1992-1-1 (Eurocode 2 (EC2) Teil 1-1, in Verbindung mit dem Nationalen Anhang DIN EN 1992-1-1/NA) [2] den Regelungen nach DIN 1045-1 [3] gegenüberzustellen und Gemeinsamkeiten bzw. Unterschiede herauszuarbeiten.

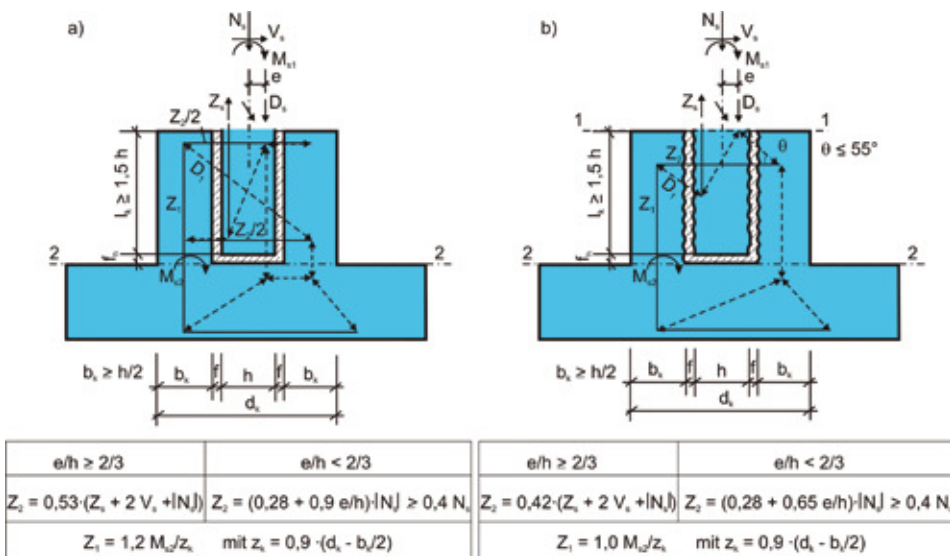
**AUSGEKLINKTE AUFLAGER** Für ausgeklinkte Auflager haben sich zwei Stabwerkmodelle mit schräger Druckstrebe bzw. mit schräger Zugstrebe bewährt, deren Überlagerung eine ausreichende Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit von ausgeklinkten Auflagern sicherstellt. Auch nach EC2 Teil 1-1, 10.9.4.6 dürfen beide Modelle miteinander kombiniert werden.

Aus den Kippsicherheitsnachweisen weit gespannter Träger resultieren Auflagertorsionsmomente, für die das ausgeklinkte Auflager zu bemessen ist. Dies ist auch der Fall bei Pfetten auf geneigten oder satteldachförmig ausgebildeten Dachbindern. In diesen Fällen entstehen exzent-

**Torsional moments due to lateral instability of wide spanned beams must be considered when half joints are calculated. This has also to be done when purlins with half joints are supported on inclined roof beams. In these cases the longitudinal reinforcement only in the compression zone is under transverse compressive stress due to the eccentric bearing stresses. At angles with more than 6° the purlins should be calculated considering biaxial bending and additional shear forces on the bolts shall be taken into account.**

**SUPPORTS OF RIBBED ELEMENTS** When ribbed elements supported on corbels of T-beams are topped with a cast-in-situ concrete layer often nor the deformation of the neoprene bearing neither the rotation of the floor plates are considered, so that deep cracks in the cast-in-situ layer may occur (FIG. 1 a).

In these cases joints in the topped layer or so-called “spring plates” in the interface between the concrete layers shall be incorporated (FIG. 1 b). The length of the spring plate follows from the crack width and the crack width distance. The partial restraining moment in the slab has to be resisted and the equilibrium of the horizontal loads is ensured both by the resistance and the friction of the neoprene bearing. The support reaction is partially carried by the shear resistance of the topped cast-in-situ layer, which depends on the rein-



▲ FIG. 2 Load distribution and design of pocket foundations a) with smooth surfaces, a) with keyed surfaces. // ABB. 2 Kräfteverlauf und Bemessung eines Köcherfundaments a) mit glatter Innenwandung b) mit verzahnter Innenwandung.

rische Lagerpressungen, so dass lediglich die Bewehrung in der gedrückten Zone Querdruck erhält. Bei Dachneigungen von  $\alpha > 6^\circ$  (ca. 10 %) ist für Pfetten zusätzlich ein Nachweis für schiefe Biegung erforderlich. Der mittig angeordnete Dollen wird dabei durch zusätzliche Querkräfte beansprucht.

**AUFLAGERUNG VON TT-PLATTEN** Mehrfeldrige TT-Platten werden auf Konsolen eines Hauptträgers gelagert und dann oftmals durch eine Ortbetonschicht ergänzt, ohne die Einfederung des Elastomerlagers und die Verdrehung des Nebenträgers zu beachten. Bei solchen Ausführungen besteht die Gefahr, dass die Ortbetonplatte neben dem Unterzugrand abreißt und sich tiefe Risse in der Ortbetonschicht bilden (ABB. 1 a).

In solchen Fällen können Sollrissfugen im Ortbeton oder eine Lage Pappstreifen als so genannte „Federplatte“ vorgesehen werden, die zwischen Fertigteil und Ortbeton angeordnet wird (ABB. 1 b). Die Länge der Federplatte ergibt sich aus der maximalen Rissbreite und dem Rissbreitenabstand. Dadurch entsteht eine Teileinspannung, bei der das Gleichgewicht der Horizontalkräfte über die Rückstellkraft des Lagers und über einen Reibungsanteil sichergestellt wird. Die Auflagerkraft wird anteilig auf die Querkrafttragfähigkeit der Ortbetonergänzung aufgeteilt, die wiederum vom Bewehrungsgrad der Ortbetonergänzung abhängig ist. Der Unterzug kann in solchen Fällen allerdings nicht als Plattenbalken bemessen und ausgebildet werden.

**forcement ratio of the topped layer. However the supporting beam cannot be calculated as a T-beam.**

**FOUNDATIONS Connections between precast concrete columns and foundations are realized by pocket foundations, monolithically foundations and column shoes.**

**In cases of pocket foundations it has to be considered that in most cases the longitudinal reinforcement of the column and the reinforcement of the foundation have different diameters and that column and foundation have different concrete strength classes. Therefore both the lap length and the anchorage length of the longitudinal reinforcement of the column and the reinforcement of the pocket foundation has to be calculated separately, whichever is the greater. Because the required depth of the connection is estimated from the lap length and the anchorage length the value of  $l_k \geq 1,5 h$  (FIG. 2) is only a recommendation. ■**

REFERENCES // LITERATUR

- [1] Fachvereinigung Deutscher Betonfertigteilbau e.V.: Knotenverbindungen für Betonfertigteile – Hinweise für Bemessung und Konstruktion, 2011.
- [2] 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 und DIN EN 1992-1-1/NA:2011-01 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] DIN 1045-1:2008-08 Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 1: Bemessung und Konstruktion.

Dipl.-Ing. Mathias Tillmann,  
Fachvereinigung Deutscher  
Betonfertigteilbau e.V., Bonn

AUTHOR //  
AUTOR

tillmann@fdb-fertigteilbau.de

Geb. 1970; Studium des Bauingenieurwesens an der RWTH Aachen mit der Vertiefungsrichtung konstruktiver Ingenieurbau; ab 1999 Tragwerksplaner im Raum Köln; seit 2007 bei der Fachvereinigung Deutscher Betonfertigteilbau e.V. (FDB)



für den Bereich Technik und Normung zuständig, zunächst als technischer Referent, seit 2008 als technischer Geschäftsführer; Mitglied in nationalen und internationalen Ausschüssen im CEN, DIN, DIBt, fib und VDI

**FUNDAMENTE** Die Einspannung von Fertigteilstützen in Fundamente erfolgt über Köcher- oder Blockfundamente, angeformte Fundamente oder Stützenschuhe. Bei Köcher- und Blockfundamenten muss berücksichtigt werden, dass in der Regel nicht nur unterschiedliche Stabdurchmesser, sondern auch unterschiedliche Betonfestigkeitsklassen in Stütze und Köcher vorhanden sind. Die Übergreifungslängen müssen daher für Stützenlängsbewehrung und Köcherbewehrung getrennt ermittelt werden. Die größere Übergreifungslänge ist maßgebend. Da die erforderliche Einbindetiefe über Verankerungs- bzw. Übergreifungslängen ermittelt wird, stellt der Wert  $l_k \geq 1,5 h$  (ABB. 2) lediglich eine Empfehlung dar. ■

## PRETENSIONING – NEW POSSIBILITIES FOR PRETENSIONING MEMBERS IN PRECAST PLANTS

### VORSPANNUNG OHNE VERBUND – NEUE MÖGLICHKEITEN FÜR VORGESPANNTE BAUTEILE IM FERTIGTEILWERK

► **CURRENT PRETENSIONING TECHNIQUES IN USE IN TODAY'S PRECAST PLANTS** Pretensioning techniques are fairly widely used in precast plants where structural components are manufactured. To pretension these members in the plant, a stationary prestressing bed together with the appropriate production line is required. Due to the arrangement of the stationary prestressing equipment at the end of the prestressing bed, the prestressed reinforcement can generally only be laid in a straight line. Adjustments to the subsequent flow of internal forces are therefore not possible.

Following tensioning of the tendons in the prestressing bed, subsequent casting of the concrete and its hardening, the prestressed reinforcement acts in a rigid bond with the surrounding concrete. All externally applied loads directly affect the cross-section of the bonded prestressing reinforcement by accumulating additional stress. The stress in the

► **AKTUELLE VORSPANNTECHNIK IN HEUTIGEN FERTIGTEILWERKEN** Traditionell hat die Vorspanntechnik eine recht weite Verbreitung in den Fertigteilwerken, die konstruktive Fertigteile herstellen. Um diese Bauteile im Werk vorzuspannen, ist ein fest installiertes Spannbett in Verbindung mit einer entsprechenden Bahn erforderlich. Aufgrund der Anordnung der festen Spanneinrichtungen an den Enden der Bahn, lässt sich die vorgespannte Bewehrung i. d. R. im Bauteil nur gradlinig führen. Anpassungen an den späteren Schnittkraftverlauf sind damit ausgeschlossen.

Nach dem Spannen der Litzen im Spannbett, dem nachfolgenden Einbringen des Betons und dessen Erhärtung, wirkt die vorgespannte Bewehrung im starren Verbund mit dem umgebenden Beton. Sämtliche Einwirkungen aus äußeren Lasten wirken sich am Querschnitt unmittelbar auf die im Verbund stehende vorgespannte Bewehrung in Form von zusätzlichen Spannungszuwächsen aus. Entsprechend vergrößert sich die Spannung im vorgespannten Stahl z. B. infolge der Einwirkungen

prestressing steel increases accordingly, e.g. under the action of self-weight and live loads. The stress that may be applied to non-prestressed and prestressed reinforcement is limited by the applicable standards. DIN 1045-1, for example, requires that the tensile stresses in prestressing steel must be calculated under the quasi permanent combined actions after deduction of the loss of prestressing force and limited to the value  $0.65 f_{pk}$  (e.g. for a St 1570/1770 = 1150 N/mm<sup>2</sup>). For the usual ratios of self-weight to live loads of common precast parts, the quasi-permanent actions imposed generate an increase of stress of generally approx. 300.0 to 400.0 N/mm<sup>2</sup>. From this follows that the initial stress in prestressing steel in the prestressing bed must be restricted to a value of approx. 800.0 N/mm<sup>2</sup>. This limitation applies in general to the application of prestress in a prestressing bed, even if – according to DIN 1045-1 – the stress to be applied immediately following prestress transfer and after releasing the tendon into the concrete may have the following values:

$$\sigma_{p,pmo,max} = 0.75 f_{pk} \text{ (e.g. for a St1570/1770 = 1327.50 N/mm}^2\text{)}$$

$$\sigma_{p,pmo,max} = 0.85 f_{p0,1k} \text{ (e.g. for a St 1570/1770 = 1275.0 N/mm}^2\text{)}$$

As a result, the potential of the prestressing steel in the prestressing bed cannot be fully utilized.

**UNBONDED PRESTRESS WITH MONO-STRAND TENDONS** In contrast to posttensioning (prestressing bed, tendons tensioned after the concrete has hardened), unbonded prestressing in lubricated PE-sheathed tendons does not take place in direct rigid bond within a given cross-section. Expansions at the cross-section induced by actions imposed on the level of the tendon position lead to no stress increases whatsoever, as there exists no bond between concrete and prestressing steel. A given tendon enters into a rigid bond with the member only via the anchor position on the supports. Therefore, solely the deformations



▲ FIG. 1 Arrangement of mono strands for a ribbed floor slab with wide span. // ABB.1 Eingelegte Monolitzen für eine Rippenplattendecke großer Spannweite.



aus Eigen- und Verkehrslasten. Gemäß den Normen werden die Spannungen für schlaffe und vorgespannte Bewehrung begrenzt. So wird in der DIN 1045-1 gefordert, dass die Zugspannungen im Spannstahl unter der quasi-ständigen Einwirkungskombination nach Abzug der Spannkraftverluste zu berechnen und auf den Wert  $0,65 f_{pk}$  (z. B. für einen St 1570/1770 = 1150 N/mm<sup>2</sup>) zu begrenzen sind. Bei den üblichen Verhältnissen von Eigengewicht zu Verkehrslast bei den gängigen Fertigteilen erzeugen die quasi-ständigen Einwirkungen Spannungszuwächse von i. d. R. ca. 300.0 bis 400.0 N/mm<sup>2</sup>. Das wiederum bedeutet, dass die initialen Spannungen im Vorspannstahl innerhalb des Spannbetts auf einen Wert von ca. 800.0 N/mm<sup>2</sup> zu begrenzen sind.

Diese Begrenzung wird bei der Spannbettvorspannung i. d. R. maßgebend, selbst wenn nach der Norm DIN 1045-1 die aufzubringende Spannung unmittelbar nach dem Spannvorgang nach dem Absetzen des Spannglieds auf den Beton folgende Werte betragen darf:

$$\sigma_{p,pmo,max} = 0,75 f_{pk} \quad (\text{z. B. für einen St1570/1770} = 1327,50 \text{ N/mm}^2)$$

$$\sigma_{p,pmo,max} = 0,85 f_{p0,1k} \quad (\text{z. B. für einen St 1570/1770} = 1275,0 \text{ N/mm}^2)$$

Demzufolge kann der Spannstahl im Spannbett nicht gemäß seinen Möglichkeiten ausgenutzt werden.

**VERBUNDLOSE VORSPANNUNG MIT MONOLITZEN-SPANNGLIEDERN** Im Gegensatz zur Vorspannung mit Verbund (Spannbett, Vorspannung mit nachträglichem Verbund) steht die verbundlose Vorspannung in gefetteten PE-Hüllrohren nicht in unmittelbarem starren Verbund mit dem Beton innerhalb des jeweiligen Querschnitts. Dehnungen am Querschnitt infolge Einwirkungen in Höhe der Spanngliedlage verursachen keinerlei Spannungszuwächse, da kein Verbund zwischen Beton und Spannstahl vorhanden ist. Ausschließlich über die Ankerstellen an den Auflagern steht das jeweilige Spannglied mit dem Bauteil in starrem Verbund. Nur die Verformungen am Tragsystem erzeugen somit Längenänderungen im eingelegten Spannglied, die jedoch marginal sind. Folglich steht die volle unmittelbar nach dem Spannvorgang auf den Beton abgesetzte Vorspannkraft zur weiteren Berechnung am Querschnitt zur Verfügung. Im Vergleich zu der Spannbettvorspannung können somit die Zugspannungen im Spannstahl bei der verbundlosen Vorspannung um ca. 50 % höher genutzt werden. Damit relativiert sich der Preisunterschied zwischen den beiden Vorspannarten und ermöglicht der verbundlosen Vorspannung aufgrund dieser Wirtschaftlichkeit ein neues attraktives Anwendungsgebiet im Fertigteilwerk.

**on the loadbearing system cause the (only marginal) longitudinal changes in the inserted tendon. Accordingly, the full prestressing force released on the concrete directly following prestressing is available for further calculation on the cross-section. Compared to the prestressing applied in a bed, the tensile stresses that exist in the prestressing steel following unbonded prestressing can be utilized by approx. 50% more. This relativizes the price difference between the two types of prestressing and enables unbonded prestressing thanks to the economy of this new attractive application in the precast plant.**



▲ FIG. 2 Application of prestress for precast girders. // ABB. 2 Aufbringen der Vorspannung für Fertigteilbinder.

**ADVANTAGES OF PRESTRESSING WITH UNBONDED TENDONS** Apart from a better utilization of the prestress tension in the tendon, prestressing with unbonded tendons can be arranged in almost any desired geometry in members of any kind, independent of the stationary equipment. Thanks to the orientation of the cable geometry at the flow of internal forces, this can be nearly fully compensated. This not only enables an exact adjustment to the flow of moments. It also, moreover, relieves the shear forces produced by an inclined arrangement of the tendons. This results in considerable savings in longitudinal and shear reinforcement. Installation of the mono strands takes place independent of other facilities directly together with the customary reinforcing cage. The prestress can be applied in the plant or also following erection, in particular where the prestress is utilized via its anchor plates in addition to connecting the individual elements. ■

**VORZÜGE DER VERBUNDLOSEN VORSPANNUNG** Neben der höheren Ausnutzung der Spannstahlspannungen lässt sich die verbundlose Vorspannung in Bauteile jeglicher Art in nahezu beliebiger Geometrie unabhängig von festen Einrichtungen verlegen. Dank der Orientierung der Kabelgeometrie an dem Schnittkraftverlauf lässt sich dieser nahezu exakt kompensieren. Damit gelingt nicht nur die exakte Anpassung an den Momentenverlauf, sondern auch die Entlastung der Querkräfte infolge des geneigten Spanngliedverlaufs. Maßgebliche Einsparungen an Längs- und Schubbewehrung sind die Folge. Der Einbau der Monolitzen erfolgt unabhängig von sonstigen Einrichtungen direkt in Verbindung mit dem üblichen Bewehrungskorb. Das Aufbringen der Vorspannung kann im Werk erfolgen, aber auch nach der Montage, insbesondere wenn die Vorspannung über Ihre Ankerplatten zusätzlich zum Verbinden von einzelnen Elementen genutzt wird. ■

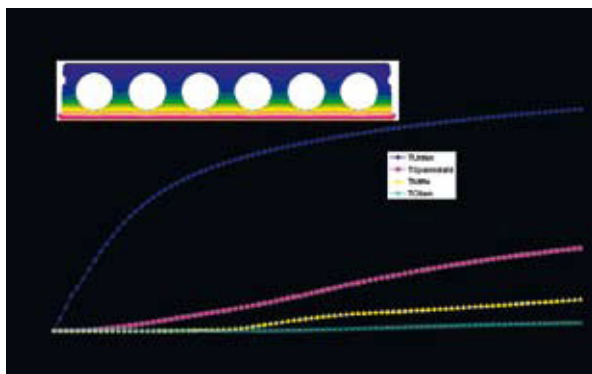
Dipl.-Ing. (TH)  
Thomas Friedrich,  
Domostatik, Bernkastel

AUTHOR //  
AUTOR

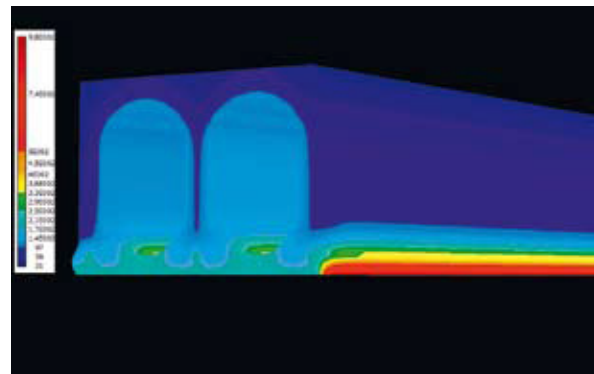
Th.Friedrich@  
domostatik.com



Studium des Bauingenieurwesens an der RWTH Aachen und an der ETH-Zürich; Projektgenieur bei der Vorspannfirma Stahlton/BBR, Zürich; 1988 Gründung der Ingenieurgesellschaft Domostatik und seitdem Geschäftsführer, seit 2008 Lehrbeauftragter für Sonderkapitel des Massivbaus an der TU Kaiserslautern



► FIG. 1 Temperature curve. // ABB. 1 Temperaturverlauf.



▲ FIG. 2 Temperature distribution  $t = 90 \text{ min.}$  // ABB. 2 Temperaturverteilung  $t = 90 \text{ Min.}$

## FIRE PROTECTION OF PRECAST PRESTRESSED CONCRETE FLOORS – CURRENT STATE OF THE ART BRANDSCHUTZ VON SPANNBETON-FERTIGDECKEN – AKTUELLER SACHSTAND

► The design of precast prestressed concrete hollowcore floor slabs exposed to the action of fire has been newly regulated. The change to the new standard did not take place without complications.

► Die Bemessung von Spannbeton-Hohlplatten unter Brandeinwirkung ist neu reglementiert worden. Die Umstellung auf das neue Regelwerk verlief nicht ohne Komplikationen.

**EINLEITUNG** Spannbeton-Fertigdecken (Spannbeton-Hohlplatten) werden seit über 40 Jahren in Deutschland als wirtschaftliche Deckenkonstruktion eingesetzt. Während dieser Zeit wurde das Bauteil nach den Regelungen der DIN 4102 für Stahlbeton-Hohlplatten in Verbindung mit den entsprechenden Regelungen für Spannritzten und -drähte für die erforderliche Feuerwiderstandsklasse bemessen. Während der Umstellungsphase der AbZ (Allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen) durch das DIBt auf das europäische Regelwerk wurden die Regelungen zum konstruktiven Brandschutz aus den Zulassungen herausgenommen. Der Aufschrei in der Baubranche auch bezüglich der Rechtssicherheit beim Einsatz der Bauteile führte kurzfristig zu verschärften Regelungen zur Querkrafttragfähigkeit, die nun eine sichere Bemessung ermöglichen.

**INTRODUCTION** Precast prestressed concrete floors (prestressed concrete hollowcore concrete slabs) have been used in Germany as cost-efficient floor construction for more than 40 years. During this time, the component part was designed in accordance with the regulations of German DIN 4102 for hollowcore reinforced concrete slabs in connection with the relevant regulations for prestressing strands and wires for the required fire resistance rating. During the transition period of the AbZ (national general approvals) through the German Institute for Construction Engineering (DIBt) to the European standard, the regulations relating to structural fire protection were taken out of the approvals. The outcry this provoked in the construction industry – also with regard to the legal certainty for the use of these component parts – led to short-time more stringent regulations on the shear resistance, for which a safe and reliable design is now possible.

**BACKGROUND** The structural fire protection of slabs is regulated in DIN 4102, which is here limited to the design of the flexural capacity. The shear resistance of slabs is generally not considered in fire design. For precast prestressed concrete floors, however, this general regulation must be critically looked at. These members are reinforced exclusively with prestressing steel so that here the customary surface reinforcement with reinforcing steel that results in additional transverse distributi-

**AUTHOR // AUTOR**  
Dipl.-Ing. Thomas Rüger,  
Forschungsgesellschaft VMM-  
Spannbetonplatten, Kerpen  
[thomas.ruger@echobel.com](mailto:thomas.ruger@echobel.com)



Geb. 1972; Studium des Bauingenieurwesens an der Fachhochschule Köln; seit 2001 leitender Angestellter bei der Echo Betonfertigteile GmbH in Frechen als Statiker; seit 2001 Mitglied im Bundesverband Spannbeton-Fertigdecken und in der Forschungsgesellschaft VMM, seit 2005 Vorsitzender; seit 2002 anwendungstechnische, selbstständige Beratungen bei Ingenieurbüros, Architekturbüros, Bauunternehmen, Bauträgern, etc.

**HINTERGRUND** Der konstruktive Brandschutz von Plattenbauteilen wird in DIN 4102 geregelt. Dabei beschränkt sich die Bemessung auf die Biegetragfähigkeit. Die Querkrafttragfähigkeit von Plattenbauteilen wird im Allgemeinen für den Brandfall nicht betrachtet. Für Spannbeton-Fertigdecken muss diese pauschale Regelung jedoch kritisch betrachtet werden. Diese Bauteile weisen ausschließlich eine Bewehrung aus Spannstahl auf. Damit entfällt die übliche Oberflächenbewehrung

aus Betonstahl, die eine zusätzliche Querverteilung ermöglicht. Die Spannkraften werden durch sofortigen Verbund im Bauteilende auf den Beton übertragen. Dadurch ergeben sich neben den Schubspannungen aus Querkraft zusätzlich Schubspannungsanteile aus Spannkrafteinleitung. Im Auflagerbereich stellt sich ein räumlicher Spannungszustand bei gleichzeitig fehlender Betonstahlbewehrung ein. Die Tragfähigkeit basiert hier im Wesentlichen auf der Zugfestigkeit des Betons.

Unter Brandbeanspruchung kommt es nun zu sehr komplexen Dehnungs- und Spannungszuständen in der Decke. Die starke Erhitzung der Plattenunterseite führt zu einer Zwangsbeanspruchung, die sich mit dem nichtlinearen Materialverhalten unter höheren Temperaturen überlagert. Unter hohen Temperaturen ändern sich die Festigkeiten des verbauten Spannstahls und des Betons.

Im Rahmen der Umstellungen auf das europäische Regelwerk wurde diese Fragestellung näher beleuchtet und festgestellt, dass die pauschale Brandchutzregelung der Plattenbauteile zur Querkrafttragfähigkeit für Spannbeton-Hohlplatten nicht gelten kann.

**on is not provided. The pretensioning forces are directly transmitted into the concrete through the bond at the end of the member. This results, aside from the shear forces produced by the transverse force, in additional shear force components induced by the application of the prestress. In the absence of reinforcing steel, a spatial state of tension is created in the areas of support. The bearing capacity is here primarily derived from the tensile strength of the concrete.**

**In floors exposed to fire, very complex states of extension and stress arise. The strong heating of the underside of the floors leads to a restraint action that superimposes the non-linear behavior of the material under higher temperatures. In high temperatures, the strength of the prestressing steel installed in the concrete changes.**

**Within the scope of the change to the European standard, this question was examined more closely and it was found that the general fire protection regulations of slabs cannot apply to the shear resistance of prestressed hollow-core concrete slabs.**

Aufgrund der Historie liegen nur sehr wenige Brandversuche zum Querkrafttragverhalten vor, die hier weitere Klärung herbeiführen würden. Die nun in der Zulassung verankerte Regelung stellt eine eindeutige Verschärfung des bisherigen Bemessungsniveaus dar, aber langjährige gute Erfahrung mit Spannbeton-Hohlplatten unter Brandbeanspruchung zeigt, dass hier offenbar keine Sicherheitsdefizite vorhanden waren. Daher trägt die nun gefundene Regelung dem Forschungsdefizit zum Tragverhalten in diesem Bereich Rechnung. Es sind bereits Forschungsvorhaben in Planung, die weitere Aufschlüsse zu dieser Problematik bringen sollen. Es wird damit gerechnet, dass die hieraus gewonnenen Erkenntnisse wieder zu einer wirtschaftlicheren Bemessung führen können.

Nachweis zum Tragverhalten unter Brandbeanspruchung gemäss aktueller AbZ

(1) Decken und Dächer aus Spannbeton-Hohlplatten dürfen maximal in die Feuerwiderstandsklasse F90 eingestuft werden.

## Max Baustahl Bindemaschine

MAX®

### Produktvorteile

- 2 bis 5 mal schneller binden
- Einfache Bedienung
- Einhandbedienung
- Kein Drahtabfall
- Kein Drahtverlust
- Schnelle Amortisierung
- Erspart Arbeitsgänge
- Kontinuierliche Qualität
- Flexibel, auch für vertikale Bewehrung

### Kontaktieren Sie uns für einen kostenlosen Test

"Wir haben sechs Maschinen angeschafft, um Stahlmatten zu verrödeln – und zum Befestigen von Leerrohren für den Elektriker – dies ist vielfach schneller als mit den Kabelbindern."

Ingo Krause, Stevers Deckenwerk GMBH & Co. KG, Lürschau

Besuchen Sie uns auf den  
55. BetonTage in Neu-Ulm  
08.-10. Februar 2011 – Stand Nr. 43

"Wir verwenden die Maschine meistens dort, wo das Binden am lohnintensivsten ist. Wir binden jetzt vielfach schneller, als im Vergleich zur Arbeit ohne die Max Bindemaschine."

Dipl. Ing. (FH)/ Betriebsleiter Oswald Brandl, Massivbau GmbH & Co. Fertigbau KG, Lichtenfels

"Bisher arbeiten wir mit den Bindemaschinen 2-3 mal schneller als früher mit der Bindezange. Die neue RB 397 arbeitet noch zuverlässiger und ist wartungsfreundlicher, welches uns mehr Sicherheit in der Effizienz der Fertigungsabläufe bringt."

Andemacher Bimswerke, Bedburg  
Betriebsleiter Willibald Fundneider



AUTHOR //  
AUTOR

Dipl.-Ing. Hans-Peter Doser,  
H+P Ingenieure, Aachen

info@huping.de



Geb. 1973; 1992-1995 Ausbildung zum Zimmerer mit einjähriger Berufspraxis; 1996-2002 Studium des Bauingenieurwesens an der RWTH-Aachen; 2002-2005 Mitarbeiter im Ingenieurbüro Hegger und Partner, Aachen; seit 2005 Mitarbeiter bei H+P Ingenieure GmbH & Co. KG und seit 2007 Projektleiter

Due to the history, only very few fire tests on the shear resistance that could help clarify the problem have been carried out. The new regulation now anchored in the approval is a definite more stringent design level than the previously applicable. But many years of good experience with prestressed concrete hollow-core slabs exposed to fire show that here obviously no safety deficiencies existed. The now found regulation takes this research deficit on the loadbearing capacity into account. Research projects aimed at providing further insights into this problem are already now being planned. It is assumed that the findings gained from this research can again lead to an economical design.

For the verification of the loadbearing capacity in fire according to the current AbZ

- (1) Floors and roofs constructed of prestressed hollowcore slab may be classified no higher than in fire resistance class F90.
- (2) For the minimum center-to-center distances and the prestressing reinforcement depending on the fire resistance class, the requirements laid down in DIN 4102-4, subsection 3.5 (hollowcore reinforced concrete floor planks), Table 14 apply. For the installation of the prestressing wire and/or prestressing tendons, correction factor  $\Delta u$  per DIN 4102-4 and/or DIN 4102-22, Table 1 has to be applied, unless a check in accordance with the general design procedures in accordance with DIN V ENV 1992-1-2 in connection with DIN, technical report "Fachbericht 92" is performed. In this check, reduction  $\Delta u$  has

- (2) Bezüglich der einzuhaltenden Mindestachsabstände und der Spannstahlbewehrung in Abhängigkeit von der Feuerwiderstandsklasse gelten die Ausführungen nach DIN 4102-4, Abschnitt 3.5 (Stahlbetonhohldielen), Tabelle 14. Beim Einbau der Spanndrähte bzw. Spannglieder ist der Korrekturwert  $\Delta u$  nach DIN 4102-4 bzw. DIN 4102-22, Tabelle 1 vorzusehen, wenn nicht ein Nachweis nach dem allgemeinen Berechnungsverfahren nach DIN V ENV 1992-1-2 in Verbindung mit DIN Fachbericht 92 geführt wird. Bei diesem Nachweis darf die Abminderung von  $\Delta u$  in Abhängigkeit vom Ausnutzungsgrad berücksichtigt werden.
  - (3) Der Bemessungswert der einwirkenden Querkraft ist auf 60 % der Querkrafttragfähigkeit  $V_{rd,ct}$  nach DIN 1045-1, Gleichung (70) zu reduzieren, wobei die volle Vorspannung berücksichtigt werden darf.
  - (4) Für den Nachweis der Verankerung der Spannglieder nach DIN 1045-1, Abschnitt 8.7.6 ist der Bemessungswert der Verbundfestigkeit auf 65 % zu reduzieren. Die hierfür maßgebliche Einwirkung ist  $E_{d,fi}$  gemäß DIN V ENV 1992-1-2 oder  $E_{dA}$  gemäß DIN 4102-22.
  - (5) Eine Auflagerung auf biegeeweiche Träger ist nur unter folgenden Randbedingungen zulässig:
    1. Es muss der Nachweis erbracht werden, dass die Durchbiegung des Auflagerträgers unter Brandeinwirkung entsprechend der Einheits-Temperaturzeitkurve (ETK) für die angenommene Feuerwiderstandsdauer den Wert  $l/100$  nicht überschreitet. Die hierfür maßgebliche Einwirkung ist  $E_{d,fi}$  gemäß DIN V ENV 1992-1-2 oder  $E_{dA}$  gemäß DIN 4102-22.
    2. Der Bemessungswert der einwirkenden Querkraft ist wie folgt zu begrenzen:  $v_{Ed} < 50 \% v_{rd,ct}$  (Hauptspannungsgleichung nach AbZ)  $v_{Ed} < 60 \% v_{rd,ct}$  (Gl. 70 nach DIN 1045-1). Der kleinere Wert ist maßgebend.
    3. Das reduzierte Verankerungsverhalten ist nach Abschnitt (4) zu berücksichtigen.
  - (6) Folgende konstruktive Regelungen sind zu beachten:
    1. Es ist umlaufend ein Ringanker mit mindestens 2Ø14 BSt 500 anzuordnen.
    2. Aussparungen in den Decken bzw. Dächern sind konstruktiv so auszuführen, dass die unter Brandeinwirkung zusätzlich auftretenden Querdehnungen der Platten behindert werden. ■
- to be considered, depending on the degree of utilization.
- (3) The design value of the applied shear force must be reduced to 60 % of the shear resistance  $V_{rd,ct}$  per DIN 1045-1, equation (70), for which the entire prestress must be considered.
  - (4) For checking the anchorage of the prestressing tendons in accordance with DIN 1045-1, subsection 8.7.6, the design value of the bond strength must be reduced to 65 %. The relevant action for this is here  $E_{d,fi}$  as specified in DIN V ENV 1992-1-2 or  $E_{dA}$  as in DIN 4102-22.
  - (5) A support on flexible beams is permissible only under the following boundary conditions:
    1. A check must be performed to demonstrate the deflection of the support beam does not exceed the value of  $l/100$  of the relevant standard fire curve for the assumed fire-resistance rating. The relevant action for this is  $E_{d,fi}$  as provided in for in DIN V ENV 1992-1-2 or  $E_{dA}$  as in DIN 4102-22.
    2. The design value of the applied shear force must be limited as follows:  
 $v_{Ed} < 50 \% v_{rd,ct}$  (principal stress equation according to AbZ)  
 $v_{Ed} < 60 \% v_{rd,ct}$  (Eq. 70 in accordance with DIN 1045-1). The lowest value is relevant.
    3. The reduced anchorage behavior must be taken into account as specified in section (4).
  - (6) The following design rules must be considered:
    1. A continuous ring anchor of at least 2Ø14 BSt 500 must be provided
    2. Blockouts in the floors and/pr roofs must be so designed and constructed that the additional lateral strains that occur in the slabs when subjected to the action of fire are restrained. ■

#### REFERENCES // LITERATUR

- [1] Z-15.10-276 : Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung von Spannbeton-Hohlplatten nach DIN EN 1168:2008-10 und DIN 1045-1:2008-08 System VMM – Deutsches Institut für Bautechnik.
- [2] Brandverhalten von Spannbeton-Hohlplatten unter Brandeinwirkung von Dr. Kerkeni, H+P Ingenieure GmbH & Co. KG, Aachen, 2010.
- [3] Schubtragfähigkeit von Spannbetonfertigdecken von Arnold van Acker, BWI – BetonWerk International, Heft 1, Februar 2010.

DAY 1: TUESDAY, 8<sup>TH</sup> FEBRUARY 2011 //  
TAG 1: DIENSTAG 8. FEBRUAR 2011

## ECONOMY AND LAW WIRTSCHAFT UND RECHT

Title // Titel	Page // Seite
<b>PRACTICE REPORT ON TEMPORARY EMPLOYMENT IN THE PRECAST INDUSTRY</b> PRAXISBERICHT LEIHARBEIT IN DER BETONFERTIGTEILINDUSTRIE <i>RA Hans-Jürgen Günther</i>	60
<b>TRENDS IN THE BUILDING MATERIALS INDUSTRY – CHALLENGES AND POTENTIAL REACTIONS</b> TRENDS IN DER BAUSTOFFINDUSTRIE – HERAUSFORDERUNGEN UND ANSATZPUNKTE <i>Axel Schäfer</i>	62
<b>BUSINESSES ON THE INTERNET – COMMERCIAL OPPORTUNITIES AND RISKS OF ONLINE COMMUNICATIONS FOR THE CONCRETE AND PRECAST INDUSTRY</b> UNTERNEHMEN IM INTERNET – WIRTSCHAFTLICHE CHANCEN UND RISIKEN DER ONLINEKOMMUNIKATION FÜR DIE BETON- UND FERTIGTEILINDUSTRIE <i>Ralf Mense</i>	64

**RA Hans-Jürgen Günther,**  
Verband Beton- und  
Fertigteilindustrie Nord,  
Burgwedel

PRESENTATION //  
MODERATION

[guenther@betonverbaende-nord.de](mailto:guenther@betonverbaende-nord.de)

Geb. 1951; 1974-1979 Studium der Rechtswissenschaft an der Universität Bielefeld; Fachanwalt für Arbeitsrecht; Rechtsanwalt in Herford, ab 1986 in Hannover; seit 1986 Leiter der Rechtsabteilung im Gesamtverband Verkehrsgewerbe Niedersachsen;



seit 1993 Geschäftsführer des Verbands Beton- und Fertigteilindustrie Nord, Burgwedel; 2005-2010 Geschäftsführendes Vorstandsmitglied des Bundesverband Betonbauteile Deutschland, Bonn und Berlin

## PRACTICE REPORT ON TEMPORARY EMPLOYMENT IN THE PRECAST INDUSTRY PRAXISBERICHT LEIHARBEIT IN DER BETONFERTIGTEILINDUSTRIE

► According to statistics published by the temporary work industry, about one million temporary workers are already being employed in Germany. Whereas 923,000 temporary workers had been employed in October 2010, their number shows an average monthly increase by 4% (as published in the *Hannoversche Allgemeine Zeitung* of 31 December 2010). The concrete and precast industry also employs temporary staff. Such employment is required to cater to seasonal peaks but also for the purpose of retaining people at more favorable terms: temporary staff are not entitled to vacation, Christmas bonuses and overtime compensation. Even in the event of sick leave, businesses in which temporary workers are placed need not continue to pay wages or salaries. Yet temporary work also has its pitfalls!

Starting in January 2011, seasonal workers from the Central and Eastern European countries that joined the EU in 2004 (excluding Bulgaria and Romania) are granted access to the labor market without work permit. From this point in time, citizens of Estonia, Latvia, Lithuania, Poland, Slovakia, Slovenia, the Czech Republic and Hungary who intend to work as seasonal employees in Germany pursuant to section 18 Beschäftigungsverordnung (German employment regulation) no longer require a work permit pursuant to section 284 (I) SGB III (Sozialgesetzbuch – Social Code, Part III).

However, freedom of movement for all employees from the member states that joined the EU in 2004 will take full effect only from 1 May 2011. For this reason, it is important, in the first four months of 2011, to clearly distinguish between seasonal employment pursuant to section 18 Beschäftigungsverordnung and any other employment.

### LEGAL BASES FOR TEMPORARY EMPLOYMENT

**CONTRACTS** The basis for any legal employment of a temporary worker is an employment contract with the temporary agency that was granted a permit by the regional office of the BfA (Bundesanstalt für Arbeit; Federal Labor Agency) for the hiring-out of labor. If no such permit exists, the employment contract entered into between the temporary worker

► In Deutschland sind nach Angaben der Zeitarbeitsbranche bereits rund eine Million Leiharbeiter beschäftigt. Waren es im Oktober noch 923.000 Leiharbeiter, so steigt deren Zahl im Schnitt monatlich um 4 % (HAZ vom 31.12.2010). Auch in der Beton- und Fertigteilindustrie werden Leiharbeitskräfte eingesetzt. Als Unterstützung in Spitzenzeiten findet sich Bedarf, aber auch um zu günstigeren Bedingungen die Arbeitskraft zu erhalten, die zudem keine Ansprüche auf Urlaub, Weihnachtsgeld oder Überstundenausgleich hat. Selbst eine Krankheit fällt dem Entleiher nicht als Entgeltfortzahlung zur Last. Aber die Leiharbeit hat auch ihre Tücken!

Ab Januar 2011 erhalten Saisonarbeitskräfte aus den der EU im Jahre 2004 beigetretenen Mitgliedsstaaten Mittel- und Osteuropas (nicht Bulgarien und Rumänien) einen Arbeitsmarktzugang ohne Arbeitsgenehmigung. Ab diesem Zeitpunkt benötigen Angehörige der Staaten Estland, Lettland, Litauen, Polen, Slowakei, Slowenien, Tschechien und Ungarn, die in Deutschland eine Saisonbeschäftigung nach § 18 Beschäftigungsverordnung ausüben möchten, keine Arbeitsgenehmigung nach § 284 Abs. I SGB III mehr.

Die volle Arbeitnehmerfreizügigkeit für alle Beschäftigten aus den im Jahre 2004 beigetretenen Mitgliedsstaaten gilt erst ab dem 01. Mai 2011. Deshalb ist es in den ersten vier Monaten des Jahres 2011 wichtig, genau zwischen Saisonbeschäftigung nach § 18 Beschäftigungsverordnung und einer sonstigen Beschäftigung zu unterscheiden.

### GRUNDLAGEN DES LEIH-ARBEITSVERHÄLTNISSSES

Grundlage der erlaubten Tätigkeit eines Leiharbeitnehmers ist der Abschluss eines Arbeitsvertrages mit dem Verleiher, der eine Erlaubnis der Regionaldirektion der BfA zur gewerbsmäßigen Überlassung von Arbeitnehmern hat. Fehlt die Erlaubnis, ist der Arbeitsvertrag zwischen dem Leiharbeitnehmer und dem Verleiher unwirksam.

Ein Leiharbeitsverhältnis liegt vor, wenn der Arbeitnehmer mit seiner Zustimmung von dem Arbeitgeber (dem Verleiher), der mit ihm im eigenen Namen einen Arbeitsvertrag geschlossen hat, an einen anderen Arbeitgeber (den Entleiher) zur Erbringung einer Arbeitsleistung überlassen (ausgeliehen) wird. Zwischen „Verleiher“ und „Entleiher“ besteht ein zumeist entgeltlicher Vertrag eigener Art über die Arbeitnehmerüberlassung. Leiharbeit

and the temporary agency is null and void. A temporary employment (subcontracted) relationship exists if the employee is hired out, with his/her consent, by the employer (the temporary employment business that entered into an employment contract with him/her for his/her own account), to another employer (the business in which the temporary worker is placed) in order to carry out work or provide a service. The temporary employment company and the business in which the temporary worker is placed usually enter into a separate agreement that governs the hiring-out of labor against payment of a fee.

Temporary workers mainly include staff recruited by temporary agencies and hired out to other companies.

The activity of companies whose business is the hiring-out of labor on a commercial basis is governed by the Arbeitnehmerüberlassungsgesetz (AÜG; German Act on the Supply of Workers by Temporary Agencies).

In its employer capacity, the temporary agency must generally perform all duties of an employer. In particular, it is under the obligation to pay a remuneration. Any agreement that includes material terms, including remuneration, less favorable for the temporary worker during the hiring-out period compared to his/her employment with the temporary work agency is null and void (equal pay principle).

Notwithstanding any exceptions, the employee must perform his/her work for the temporary employment business. He/she must comply with the instructions issued by the temporary agency (right to give instructions); temporary work is always performed in accordance with the instructions of the temporary employment company. For this reason, the AÜG does not apply if an employee performs work in accordance with the instructions of his/her employer at the premises of another employer on the basis of a contract for work or services.

If the temporary employment business has no permit to hire out labor (as required), then an employment relationship with the business in which the temporary worker is placed is deemed to have taken effect.



nehmer sind vor allem die von Zeitarbeitsunternehmen eingestellten und an andere Unternehmen überlassenen Arbeitskräfte.

Die Tätigkeit der Unternehmen, die gewerbsmäßig Arbeitnehmerüberlassung betreiben, ist durch das Arbeitnehmerüberlassungsgesetz (AÜG) geregelt. Dem Verleih-Arbeitgeber obliegen grundsätzlich alle Arbeitgeberpflichten. Er ist vor allem zur Entgeltzahlung verpflichtet. Unwirksam sind Vereinbarungen, die für den Leiharbeiter für die Zeit der Überlassung schlechtere als die im Betrieb des Entleihers geltenden wesentlichen Arbeitsbedingungen einschließlich des Arbeitsentgeltes vorsehen (Grundsatz des „equal pay“).

Der Arbeitnehmer ist verpflichtet, seine Arbeitsleistung dem Entleiher zu erbringen, von Ausnahmen abgesehen. Er hat den Weisungen des Entleihers nachzukommen (Direktionsrecht); Leiharbeit wird stets nach Weisungen des Entleihers durchgeführt. Daher gilt das AÜG nicht, wenn ein Arbeitnehmer nach Weisungen seines Arbeitgebers im Rahmen eines Werkvertrages oder Dienstvertrages bei einem anderen Arbeitgeber tätig ist.

Wenn dem Verleiher die erforderliche Erlaubnis zur Arbeitnehmerüberlassung fehlt, gilt ein Arbeitsverhältnis mit dem Entleiher als zustande gekommen.

**BESCHLUSS DES BUNDESARBEITSGERICHTS VOM 14. DEZEMBER 2010** Nach der Entscheidung des Bundesarbeitsgerichts (BAG) steht fest, dass die Tarifgemeinschaft Christlicher Gewerkschaften für Zeitarbeit und Personalserviceagenturen (CGZP) nicht tariffähig ist. Nach wohl herrschender Meinung hat dies zur Folge, dass die CGZP keine wirksamen Tarifverträge vereinbaren konnte.

Sollte demnach ein Arbeitnehmer von Zeitarbeitsunternehmen, die dem Anwendungsbereich des Tarifvertrages mit der CGZP unterliegen, den Differenzbetrag zwischen der tatsächlich gezahlten und der gesetzlich geschuldeten Vergütung gem. § 10 Abs. IV AÜG gerichtlich geltend machen, richtet sich dieser Anspruch gegen den Vertragsarbeitgeber. Der Einsatzbetrieb, also der Entleiher, haftet dem Zeitarbeiter nicht für den Differenzentgeltanspruch.

Unabhängig davon, ob der einzelne Arbeitnehmer seinen Anspruch gerichtlich geltend macht, können Sozialversicherungsträger von den Unternehmen

**DECISION OF THE BUNDESARBEITSGERICHT (FEDERAL LABOR COURT) OF 14 DECEMBER 2010** The decision of the Bundesarbeitsgericht (BAG; Federal Labor Court) stipulates that the **Tarifgemeinschaft Christlicher Gewerkschaften (CGZP; Association of Christian Unions for Temporary Work and Personnel Service Agencies) is not in a capacity to negotiate and enter into collective agreements. According to the prevailing legal opinion, this apparently means that the CGZP was not in a position to enter into legally valid collective agreements. If, according to this view, any employee on the payroll of a temporary agency covered by the collective agreement with the CGZP resorts to the courts in order to claim the difference between the remuneration actually paid and the amount owed pursuant to section 10 (IV) AÜG, this claim exists vis-à-vis the temporary employment business, i.e. the employer with which the employee had entered into the contract. The business where the employee works, i.e. where he/she has been placed, is not liable for the difference owed to the temporary worker.**

**Regardless of whether the individual employee asserts his/her claim in court, social security agencies may claim the total social security contribution (employee and employer share) payable on the remuneration difference from temporary employment businesses. However, businesses in which temporary employees are placed may also be liable pursuant to section 28 e (II) SGB IV in a capacity similar to that of directly liable guarantors. As it stands now, it is not possible to predict the implications that this regulation may have for those companies.**

**PREVENTION OF ABUSE OF CONTRACT STAFFING/HIRING-OUT OF LABOR** In practice, cases of abuse of contract staffing have occurred that cannot be prevented by applying the Act on the Supply of Workers by Temporary Agencies and collective agreements alone. **Moreover, Directive 2008/104/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on temporary agency work took effect**

**RA Hans-Jürgen Günther,**  
Verband Beton- und  
Fertigteilindustrie Nord,  
Burgwedel

AUTHOR //  
AUTOR

[gunther@betonverbaende-nord.de](mailto:gunther@betonverbaende-nord.de)

Geb. 1951; 1974-1979 Studium der Rechtswissenschaft an der Universität Bielefeld; Fachanwalt für Arbeitsrecht; Rechtsanwalt in Herford, ab 1986 in Hannover; seit 1986 Leiter der Rechtsabteilung im Gesamtverband Verkehrsgewerbe Niedersachsen;



seit 1993 Geschäftsführer des Verbands Beton- und Fertigteilindustrie Nord, Burgwedel; 2005-2010 Geschäftsführendes Vorstandsmitglied des Bundesverband Beton-bauteile Deutschland, Bonn und Berlin

der Zeitarbeitsbranche den Gesamtsozialversicherungsbeitrag (Arbeitgeber- und Arbeitnehmeranteil) einfordern, der auf die Differenz des Entgelts entfallen würde. Allerdings können gem. § 28 e Abs. II SGB IV hierfür auch – wie selbstschuldnerische Bürgen – die Einsatzbetriebe haften. Welche Folgen sich für die Einsatzbetriebe tatsächlich aus dieser Regelung ergeben, lässt sich zum heutigen Zeitpunkt nicht abschätzen.

**VERHINDERUNG VON MISSBRAUCH DER ARBEITNEHMERÜBERLASSUNG** In der Praxis sind Fälle des missbräuchlichen Einsatzes von Arbeitnehmerüberlassung bekannt geworden, die mit dem Arbeitnehmerüberlassungsgesetz und allein mit tarifvertraglichen Regelungen nicht zu unterbinden sind. Zudem ist die Richtlinie 2008/104/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. November 2008 über Leiharbeit (Leiharbeitsrichtlinie) am 5. Dezember 2008 in Kraft getreten. Sie ist von der Bundesrepublik Deutschland spätestens bis zum 5. Dezember 2011 in deutsches Recht umzusetzen.

Durch die nun vorliegende Einführung einer gesetzlichen Regelung (sog. Drehtürklausel) soll verhindert werden, dass Arbeitnehmer entlassen oder nicht weiter beschäftigt werden und anschließend unmittelbar oder nach kurzer Zeit als Leiharbeiter zu schlechteren Arbeitsbedingungen als die Arbeitnehmer des Entleihers wieder in ihrem ehemaligen Unternehmen eingesetzt werden.

on 5 December 2008. The Federal Republic of Germany must transpose this directive into national law by 5 December 2011.

The present implementation of a statutory provision (the so-called "revolving door" provision) should prevent employees from being made redundant and hired again by their former employers as temporary workers immediately or shortly thereafter at less favorable terms compared to the permanent employees of the business in which they are placed.

Die „Drehtürklausel“ sieht vor, dass eine vom Gleichstellungsgrundsatz abweichende tarifliche Regelung nicht für Leiharbeitnehmer gelten soll, die in den letzten sechs Monaten vor der Überlassung an den Entleiher aus einem Arbeitsverhältnis ausgeschieden sind. Grundvoraussetzung für die Arbeitnehmerüberlassung ist, dass diese nur „vorübergehend“ erfolgt. ■

The "revolving door" provision stipulates that any collective agreement that deviates from the equal pay principle does not apply to temporary workers whose previous employment was terminated within the last six months before they are hired out. The basic precondition for any hiring-out of labor is that it must always be "temporary". ■

## TRENDS IN THE BUILDING MATERIALS INDUSTRY – CHALLENGES AND POTENTIAL REACTIONS

### TRENDS IN DER BAUSTOFFINDUSTRIE – HERAUSFORDERUNGEN UND ANSATZPUNKTE

► This presentation outlines the key challenges the building materials industry is currently facing and provides a brief overview of possible ways for businesses to react.

**HIGH MARKET PRESSURE** As a result of the global crisis, construction activity decreased significantly in 2009 both at national and international level. German building construction output saw a 2% decrease in 2009 and an even steeper decline by 6% in the new construction segment. In new private residential construction, a recovery was seen already in 2010 whereas the level of new commercial projects will not stabilize before 2011. Overall, the market will be unable to compensate the lost output before 2012.

Even market segments that had been stable in the past few years despite the decline in new construction, such as the market for pre-cast products, have come under pressure as a result of the preceding market downturn and a delayed recovery. Overcapacities continue to exist while there are no prospects for an increase in utilization.

► Der Vortrag beschäftigt sich mit den zentralen Herausforderungen für die Baustoffindustrie und gibt einen kurzen Überblick über Inhalt und Ziele möglicher Ansatzpunkte für Unternehmen.

**HOHER MARKTDRUCK** Ausgelöst durch die weltweite Krise sind die Bauaktivitäten international wie national im Jahr 2009 deutlich zurück gegangen. Die Bauleistungen im deutschen Hochbau waren 2009 mit -2 % rückläufig, im Neubaubereich sogar mit -6 %. Im privaten Wohnungsneubau zeigte sich 2010 schon eine Erholung, der Wirtschaftsneubau wird sich erst 2011 stabilisieren. In Summe wird der Markt das verlorene Volumen bis 2012 nicht wieder aufholen.

Selbst Marktsegmente, die sich in den vergangenen Jahren trotz rückläufigen Neubauvolumens stabil gezeigt haben, wie beispielsweise der Markt für Betonfertigteile, sind durch den vorangegangenen Marktückgang und das fehlende Wachstum unter Druck geraten. Nach wie vor gibt es Überkapazitäten, und eine Steigerung der Auslastung ist nicht in Sicht.

#### INCREASINGLY FIERCE COMPETITIVE ENVIRONMENT

The industry has been experiencing a significant consolidation trend for in the past years: since 2000, the number of construction suppliers has decreased by about 10%. The increasing market pressure will accelerate this process even more – further companies will go out of business due to insufficient capacity utilization. Other consolidation drivers include the efforts of especially major market players who react to the cost pressure by realizing economies of scale through mergers and business combinations as well as succession issues in small and medium-sized enterprises, which may ultimately result in their sale.

These factors lead to a shift in the market's balance of power. The competitive environment is becoming increasingly polarized between large groups of companies that operate across regions on the one hand and small, regional or product-oriented niche players on the other. In this competitive environment, the challenge is to capitalize on the specific competitive advantages in order to gain or secure market share.

**WEITER STEIGENDE WETTBEWERBSINTENSITÄT** Seit einiger Zeit zeigt die Branche deutliche Konsolidierungsbewegungen; die Zahl der Bauzulieferunternehmen ist seit 2000 um ca. 10 % zurück gegangen. Der steigende Marktdruck wird diesen Trend noch beschleunigen, weitere Unternehmen werden wegen mangelnder Auslastung ausscheiden. Zusätzliche Konsolidierungstreiber sind das – auch vor der Krise schon vorhandene – Bestreben gerade größerer Spieler, durch Zusammenschlüsse Skaleneffekte zu realisieren und so dem Kostendruck zu begegnen, und die im Mittelstand immer wieder auftretende Nachfolgeproblematik, die letztlich zum Verkauf führen kann.

Als Folge verändern sich die Machtverhältnisse im Markt. Es findet eine zunehmende Polarisierung des Wettbewerbs zwischen großen, überregionalen Konzernen und kleinen, regional- oder produktorientierten Nischenanbietern statt. In diesem Spannungsfeld besteht die Herausforderung darin, die jeweiligen Wettbewerbsvorteile zu realisieren, um Marktanteile zu gewinnen bzw. abzusichern.

**STEIGENDE LEISTUNGSANFORDERUNGEN** Die fortschreitende Professionalisierung am Bau sowie generelle gesellschaftliche Trends resultieren in steigenden Anforderungen an Produkte und Services: Um Fertigstellungszeiten und -kosten zu senken, werden Prozesse am Bau immer stärker verzahnt und effizienter gestaltet, wozu z. B. Projektmanagement-Plattformen und andere Instrumente eingesetzt werden. Entsprechend steigt nicht nur die Bedeutung von Systemlösungen und montagefertigen Produkten; die Hersteller müssen zunehmend auch in der Lage sein, die komplexen prozessualen Anforderungen zur nahtlosen Einbindung ihrer Produkte zu bedienen.

Höhere Leistungsanforderungen an Bauprodukte resultieren auch aus dem grundlegenden gesellschaftlichen Trend zu Nachhaltigkeit. Dabei werden neben hoher Umweltverträglichkeit auch hohe Individualität und Qualität verlangt. Dies bietet neben erhöhter Komplexität aber auch Chancen durch zunehmende Preisbereitschaft.

**HOHE KOMPLEXITÄT IN DER KUNDENANSPRACHE** Die wegen der Vielzahl der Beteiligten (Architekten, Fachplaner, Bauunternehmer etc.) traditionell hohe Komplexität von Entscheidungsprozessen bei Bauvorhaben nimmt aufgrund steigender Spezialisierung der Entscheider weiter zu. Dies erfordert von der Zulieferindustrie einen differenzierten Vertriebsprozess mit individueller Kundenansprache. Ein Erfordernis, auf das viele Unternehmen bis heute nicht ausreichend reagiert haben.

#### INCREASINGLY DEMANDING REQUIREMENTS

**Both the ongoing process of professionalization in construction and general societal trends lead to more and more demanding requirements on products and services: construction-related processes become increasingly integrated and streamlined to achieve a decrease completion time and reduce costs. Project management platforms are an example for tools used to support this purpose. Hence, integrated systems and products ready for assembly are becoming more and more important. In addition, manufacturers need to demonstrate their capability of meeting the complex requirements related to a smooth integration of their products into the processes at the construction site.**

**Higher performance requirements for construction products also result from the general societal trend towards sustainability. Customers and users not only look for environmentally friendly products but also a distinct design and high quality standards. This trend represents a challenge but also an opportunity as customers are prepared to pay the corresponding prices.**

**HIGH COMPLEXITY OF SALES APPROACH** **The large number of parties involved (architects, technical designers, building contractors etc.) traditionally results in complex decision-making processes in the construction sector. This complexity continues to increase driven by the growing level of specialization of decision makers. The supplier industry thus needs to differentiate its sales approach in order to account for the needs of each specific customer group. Many players have not yet adequately addressed this requirement.**

**POTENTIAL REACTIONS** **Businesses need to respond to increasingly demanding requirements both at the strategic and the operating level. While a broad range of different measures can be applied to improve the financial room to maneuver in the short term, strategic activities must primarily be aimed at achieving a clear and competitive market positioning of the business. Even in a highly competitive sector such as the building materials industry, this positioning is not necessarily all about market power or price, but mainly about finding a positioning that leverages the individual strengths of a company in its specific market segment. ■**

**Axel Schäfer,**  
OC&C Strategy Consultants,  
Düsseldorf

**AUTHOR //**  
AUTOR

[axel.schaefer@ocstrategy.de](mailto:axel.schaefer@ocstrategy.de)



Geb. 1966; Studium der Biologie an der Universität des Saarlandes; nach dem Abschluss als Diplom-Biologe Tätigkeit am Lehrstuhl für Angewandte Mikrobiologie; seit 1997 als Berater bei OC&C Strategy Consultants und seit 2005 als Partner verantwortlich für die Practice Group Construction

**MÖGLICHE ANSATZPUNKTE** Auf die wachsenden Herausforderungen müssen Unternehmen sowohl auf strategischer als auch auf operativer Ebene reagieren. Während auf operativer Ebene eine Vielzahl von Maßnahmen geeignet ist, die Profitabilität zu sichern bzw. zu steigern, um kurzfristig notwendige Freiräume zu schaffen, muss auf strategischer Ebene vor allem die Definition einer klaren Positionierung erreicht werden. Dabei geht es auch in einem hoch kompetitiven Markt wie der Baustoffindustrie nicht zwingend um Größe oder Preis, sondern vor allem darum, dass die Positionierung zum Unternehmen mit seinen Fähigkeiten, Produkten und Kunden passt. ■



## BUSINESSES ON THE INTERNET – COMMERCIAL OPPORTUNITIES AND RISKS OF ONLINE COMMUNICATIONS FOR THE CONCRETE AND PRECAST INDUSTRY

### UNTERNEHMEN IM INTERNET – WIRTSCHAFTLICHE CHANCEN UND RISIKEN DER ONLINEKOMMUNIKATION FÜR DIE BETON- UND FERTIGTEILINDUSTRIE

► The concept of online marketing did not even exist at the initial stages of the World Wide Web. "We need a website" was all that companies had in mind at the outset while banner ads were mere adaptations of conventional advertising campaigns. But this situation has changed completely. Online communications have become a truly independent and almost indispensable activity.

**EVOLUTION OF ONLINE COMMUNICATIONS**  
How can the increasing significance and media reach of online communications be explained? When looking back, we recognize that an exponential development has taken place in the past 100 years in the field of technology and information:

- > The performance of our IT systems doubles roughly every three years.
- > The amount of technical information doubles about every two years.
- > The bandwidth for data transmission triples about every six months.

► In den Anfängen des World Wide Web war der Begriff Online-Marketing noch gar nicht existent. „Wir brauchen eine Website“ war die maximale Forderung der ersten Tage, und Bannerwerbungen waren reine Adaptionen klassischer Werbekampagnen. Doch das hat sich grundlegend geändert. Onlinekommunikation hat sich zu einer völlig eigenständigen und nahezu unverzichtbaren Disziplin entwickelt.

**ENTWICKLUNG DER ONLINEKOMMUNIKATION** Aber wie ist die zunehmende Bedeutung und die mediale Kraft der Onlinekommunikation zu erklären? Ein Blick zurück zeigt uns: In den vergangenen 100 Jahren hat sich eine exponentielle Entwicklung auf technologischer und informationsbezogener Ebene vollzogen:

- > etwa alle drei Jahre verdoppelt sich die Leistungsfähigkeit unserer Informationstechnologie,
- > etwa alle zwei Jahre verdoppelt sich die Menge an technischen Informationen und
- > etwa alle sechs Monate verdreifacht sich die Bandbreite für Datenübertragungen.

Zudem hat sich die Geschwindigkeit, mit der Menschenmassen erreicht werden, revolutioniert. Benötigte das Medium Fernsehen noch ganze 13 Jahre, um 50 Mio. Menschen vor den Bildschirm zu ziehen, gelang dies der „Social Media“-Plattform Facebook in gerade einmal zwei Jahren.

In addition, the speed at which information can be transferred to huge crowds of people has been revolutionized. While it took television no fewer than thirteen years to attract an audience of 50 million, Facebook, the social media platform, achieved this reach within just two years.

**WEB 2.0 – THE COLLABORATIVE INTERNET** In 2008 alone, a total of about 40 trillion bytes of unique information were generated – more than during the last 5,000 years [1]. Accordingly, the number of Internet users has increased very rapidly. In 1997, there were 4.1 million users in Germany. In 2009, this number had risen to 42.2 million, and the trend continues [2].

The secrets of this success story are certainly the continuous improvement of web technologies and the integration of interactive mechanisms. Initially, the fields of use of the Internet were limited to the simple provision of information. As a result of the technology innovations that gave rise to Web 2.0, Internet users can contribute to the online world interactively and produce and publish their own content.

**THE SIGNIFICANCE OF AN INTERNET PRESENCE WITHIN THE ONLINE MARKETING MIX** When a user enters one of the 20 largest brands in one of the commonly used search engines, about 25% of the search results will show content that was generated by other users and cannot be controlled by the brands.

In addition, about 34% of the operators of weblogs publish their opinions about brands and products directly and without any editorial rework. On the other hand, a relatively large percentage of users (nearly 78%) consider the opinions and recommendations published on the Internet credible [3] whereas a mere 23% still trust in advertising claims [4].

Any business must thus closely analyze its own presence on the Internet. This analysis should

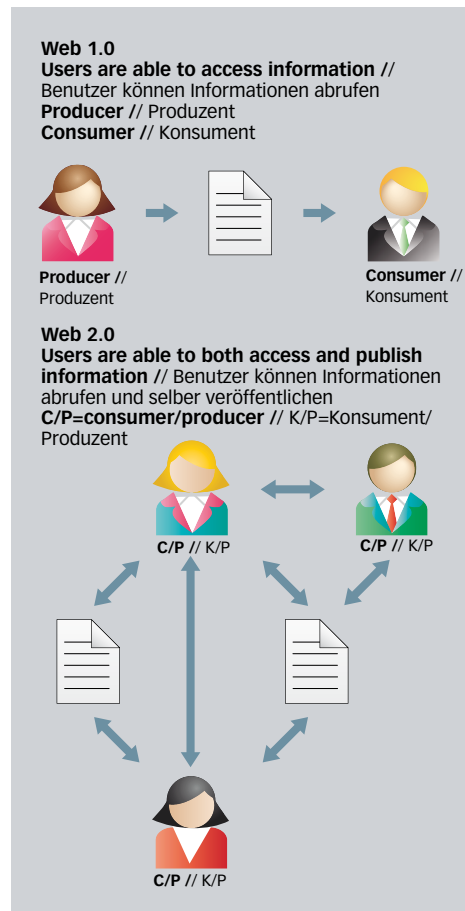


► FIG. 1. // ABB. 1.

**WEB 2.0 – DAS MITMACHINTERNET** Alleine im Jahr 2008 wurden insgesamt etwa 40 Trillionen Bytes an eindeutigen Informationen erzeugt – mehr als in den letzten 5.000 Jahren [1]. Demzufolge hat sich auch die Nutzerschaft des Internets rasant erhöht. 1997 lag die Zahl bei 4,1 Mio. Usern in Deutschland. 2009 waren es 42,2 Mio. Personen, und die Tendenz ist weiterhin steigend [2]. Das Geheimnis dieser Erfolgsgeschichte liegt sicherlich in der Weiterentwicklung von Webtechnologien und der Einbindung interaktiver Mechanismen. Die ersten Einsatzgebiete des Internets als Massenmedium beschränkten sich auf die einfache Bereitstellung von Informationen. Im Zuge der technologischen Neuerungen des Web 2.0 kann der Internetanwender am Onlinegeschehen interaktiv teilnehmen sowie eigenständige Inhalte produzieren und veröffentlichen.

**DIE BEDEUTUNG DER INTERNETPRÄSENZ IM ONLINE-MARKETING-MIX** Gibt ein User heute eine der 20 größten Marken über eine der bekannten Suchmaschinen ein, so werden ca. 25 % der ermittelten Suchergebnisse Inhalte zeigen, die von anderen Benutzern generiert wurden und nicht von den Marken kontrolliert werden können. Darüber hinaus veröffentlichen etwa 34 % der Betreiber von Internetblogs direkte und offene Meinungen zu Marken und den jeweiligen Produkten. Dem gegenüber steht ein recht großes Vertrauen der Nutzer von fast 78 % in die Glaubwürdigkeit der im Internet dargestellten Meinungen und Empfehlungen [3] – nur noch 23 % schenken Werbeaussagen ihr Vertrauen [4]. Unternehmen müssen sich deshalb intensiv mit der eigenen Darstellung im Netz auseinandersetzen. Diese umfasst nicht nur die eigene Website, sondern das ganzheitliche Bild, das sich durch die Meinungen der User über die Zeit gezeichnet hat.

**CHANCEN UND RISIKEN DER MODERNEN ONLINE-KOMMUNIKATION** Onlinekommunikation liegt nicht mehr allein in der Hand eines Unternehmens. Eigenständige Informationsquellen zum Unternehmen



▲ FIG. 2. // ABB. 2.

**not only cover the website but also the overall image that has been created over time by the opinions of the users.**

**OPPORTUNITIES AND RISKS OF STATE-OF-THE-ART ONLINE COMMUNICATIONS** Online communications ceases to be exclusively in the hands of the business. Independent sources of information pertaining to the company need to be tracked on an ongoing basis. It is helpful, especially with respect to the results displayed by search engines such as Google, to also monitor more remote topics and areas of interest.

**The new technical features that the Web 2.0 environment provides can help businesses enter into a successful dialog with their target audience – on equal footing with each other. The right strategy does not only enable businesses to place information specifically and to generate consumer insights. It also supports the positioning of a company very effectively and on long term.**

**Ralf Mense,**  
mensemedia, Düsseldorf

AUTHOR //  
AUTOR

[Ralf.Mense@mensemedia.net](mailto:Ralf.Mense@mensemedia.net)



seit 2001 nach Gründung als geschäftsführender Gesellschafter der mensemedia Gesellschaft für Neue Medien mbH; Leistungsportfolio: Beratungsleistungen und multimediale Softwareentwicklung, strategische Beratung, Softwarekonzeption und -implementierung sowie Online-Marketing

müssen kontinuierlich verfolgt werden. Gerade im Hinblick auf die Suchergebnisse bei Suchmaschinen wie Google ist es hilfreich, auch entferntere Themenbereiche und Rubriken zu beleuchten.

Die neuen technologischen Möglichkeiten des Web 2.0 können helfen, erfolgreich in einen echten Dialog mit der Zielgruppe zu treten – und zwar auf Augenhöhe. Mit der richtigen Strategie ist es nicht nur möglich, gezielt Informationen zu platzieren oder wertvolle Einblicke in die Konsumentenwelt zu bekommen, sondern auch die Positionierung eines Unternehmens wirkungsvoll und nachhaltig zu unterstützen. ■

**REFERENCES // LITERATUR**

- [1] IDC Digital Universe, sponsored by EMC, Mai 2009.
- [2] ARD-Onlinestudie 1997, ARD/ZDF-Onlinestudie 1998-2009.
- [3] Nielsen, „Word-of-Mouth the Most Powerful Selling Tool“, October 2007.
- [4] ARAG Vertrauensmonitor 2010.

## A: CELITEMENT: A POSSIBLE SUCCESSOR TO CONVENTIONAL CEMENT GRADES? – CONCEPT, PRODUCTION AND PROPERTIES

### A: CELITEMENT: EIN MÖGLICHER NACHFOLGER DER KLASSISCHEN ZEMENTE? – KONZEPT, HERSTELLUNG UND EIGENSCHAFTEN

► **INTRODUCTION** For quite some time, a growing number of publications on so-called “green cements” have been addressed to the public, containing the information that building materials such as concrete and cement had a considerable “environmental footprint” at least on the public perception level – although these basic materials can be used to construct buildings that have a very low environmental impact when considering their entire life cycle. For this reason, the whole industry has long been looking for commercially viable solutions that reduce the environmental impact of cement, which is a commodity product, and thus also of concrete. However, no revolutionary breakthroughs had been reported previously. In this respect, the statement made, at the beginning of 2009, that the Celitement binder was used to develop a revolutionary, innovative “cement” that offered potential CO<sub>2</sub> and energy savings of up to 50% received much attention both in the industry and the general public (FIG. 1).

► **EINLEITUNG** Seit einiger Zeit wird die Öffentlichkeit durch eine steigende Anzahl von Veröffentlichungen zu so genannten „grünen“ Zementen darüber informiert, dass Baustoffe wie Zement und Beton einen durchaus beachtlichen „ökologischen Rucksack“ in der öffentlichen Wahrnehmung mit sich herumtragen – obwohl aus diesen Grundstoffen über den Lebenszyklus betrachtet sehr ökologische Bauwerke erstellt werden können.

Die gesamte Industrie sucht daher schon länger nach wirtschaftlich praktikablen Lösungen zur Verbesserung der Ökobilanz des Massenprodukts Zement und damit auch des Betons. Wirklich revolutionäre Durchbrüche waren hier bislang aber nicht zu vermelden.

Insofern hat die Aussage zu Beginn des Jahres 2009, das mit dem Bindemittel Celitement ein revolutionär neuer „Zement“ mit Einsparpotenzialen von bis zu 50 % an CO<sub>2</sub> und Energie entwickelt wurde, in Fachkreisen und der breiten Öffentlichkeit sehr viel Aufmerksamkeit erfahren (ABB. 1).

**WARUM ERST JETZT?** Letztlich beruht die Entwicklung von Celitement auf völlig neuen Erkenntnissen über die Hydratation klassischer Zemente. Die Forscher am KIT haben den Hebel bei den rohstoffbedingten Emissionen der klassischen Klinker- bzw. Zementherstellung angesetzt. Dies wurde durch Einsatz neuester Verfahren zur detaillierten Aufklärung der Erhärtung von Zement und der Identifikation bislang unbekannter Zwischenphasen der Zementhydratation ermöglicht (ABB. 2).

**WIE FUNKTIONIERT ES?** Der Prozess der Hydratation von klassischem Zement findet in zwei Stufen statt: Zuerst laugt das umgebende Wasser aus einer dünnen, nur wenige Nanometer starken Schicht der Klinkerpartikel, Calcium-Ionen aus den Hauptklinkerphasen heraus und ersetzt sie durch Protonen. Die so gebildete extrem dünne Schicht ist „arm“ an Calcium. In einem zweiten Reaktionsschritt mit Wasser entstehen aus dem „ausgelaugten“ Vorprodukt die so genannten Calcium-Silikat-Hydrat-Phasen (CSH). Diese sind letztendlich für die Festigkeit des Zementsteins entscheidend. Die Idee war nun, ein neu gefundenes Vorprodukt der CSH-Phasenbildung, „die ausgelaugte Schicht“,

**WHY NOT EARLIER?** Ultimately, the development of Celitement relies on completely new findings regarding the hydration of conventional cements. The KIT researchers have utilized their leverage on the emissions generated by the raw materials used in conventional clinker and cement production. This approach was enabled by state-of-the-art methods that were applied in order to get detailed insights into the setting process of cement and the identification of previously unknown intermediate phases in cement hydration (FIG. 2).

**HOW DOES IT WORK?** The hydration process of conventional cement proceeds in two stages: first, the surrounding water leaches calcium ions out of the main clinker phases, from a clinker particle layer of only a few nanometers, and replaces them with protons.

The resulting, extremely thin layer is “low” in calcium. In a second step, a reaction with water occurs in which the “leached” intermediate product is converted to the so-called calcium-silicate-hydrate phases (CSH), which are crucial for the strength of the cement paste. Researchers thus developed the idea of directly producing a newly found intermediate product of the CSH phase formation, i.e. the “leached layer”.

In a system as complex as cement, the investigation of low-crystalline or non-crystalline phases in extremely thin layers imposes very demanding requirements on the analytical equipment and the expertise of those carrying out the analyzes. Hence, it does not come as a surprise that only the large-scale research framework provided by the Helmholtz Association made it possible to arrive at these findings from cement hydration and to implement them in a new process.

The idea to use a prehydrated product low in calcium as a cement and to eliminate the clinker burning step almost inevitably results in the necessity of employing an autoclave system. Such units are used, for instance, in the production of aerated concrete and are thus widely known in the building materials industry.

AUTHOR //  
AUTOR

Dr. rer. nat. Hendrik Möller,  
Schwenk Zement, Ulm

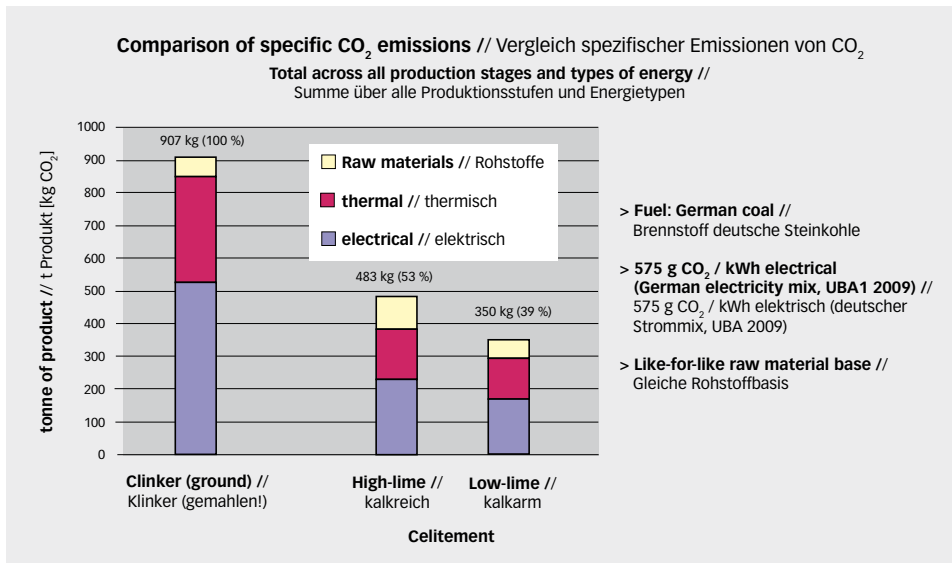
Moeller.Hendrik@  
Schwenk.de

Geb. 1965; 1985-1990 Studium der Chemie an der Universität Siegen und Orléans; 1993 Promotion; danach Projekt- und Laborleiter im Forschungszentrum der Thyssen Krupp Polysius AG; seit 2000 Mitarbeiter der Schwenk Zement KG, Ulm; als Bereichsleiter Produkttechnik Mitglied der Geschäftsleitung der Schwenk Zement KG; Geschäftsführer der Schwenk Spezialbaustoffe und seit 2009 der Celitement GmbH; Mitglied diverser Gremien und Ausschüsse im Baustoffbereich





direkt herzustellen. Die Untersuchung von wenig oder überhaupt nicht kristallinen Phasen in dünnen Schichten in einem so komplexen System wie Zement, stellt sehr hohe Anforderungen an die apparative analytische Ausrüstung und Kompetenz. So ist wenig verwunderlich, dass es erst den Großforschungsstrukturen der Helmholtz-Gesellschaft möglich war, diese Erkenntnisse aus der Hydratation von Zement zu erlangen und in ein neues Verfahren umzusetzen. Aus der Idee ein vorhydratisiertes, kalkarmes Produkt als Zement einzusetzen und auf das Brennen eines Zementklinkers zu verzichten, ergibt sich fast zwangsläufig der Einsatz eines Autoklaven. Diese sind beispielsweise aus der Porenbetonproduktion auch in der Baustoffindustrie hinlänglich bekannt und erlauben schnelle Reaktionen unter Beteiligung von flüssigem Wasser bei Temperaturen bis ca. 220 °C. Für die Herstellung des neuen Bindemittels Celitement werden die Rohstoffe in einem Autoklaven mit Wasser zur Reaktion gebracht. Dabei entsteht ein Vorprodukt, das noch keine Zementeigenschaften zeigt. Damit ein Zement entsteht, der mit Wasser reagieren und abbinden kann, muss das Vorprodukt mechanisch aktiviert werden. Dies stellt den entscheidenden



▲ FIG. 1 Carbon footprint of ground cement clinker and two different types of Celitement // ABB. 1 CO<sub>2</sub>-Bilanz gemahlener Zementklinkers und zwei unterschiedlicher Celitement-Typen.

**They permit rapid reactions involving liquid water at temperatures of up to approx. 220° C. For the purpose of producing the new Celitement binder, a reaction of the raw materials**

zweiten Prozessschritt zur Produktion von Celitement dar. Das im Autoklaven gebildete Vorprodukt wird dabei mit SiO<sub>2</sub>-reichen Rohstoffen in einer speziellen Mahlung (tribochemisch) weiter umgesetzt.

Dabei bildet sich das neue zementäre Material als dünne Schicht homogen auf der Oberfläche des auch als Stützkorn wirkenden Silikaträgers.

**Seit 50 Jahren bringen wir Farbe in den Beton.**

Dosieranlagen für Betonzusatzmittel  
 Betonfarben . Flüssigkeiten . Pulver  
 Compact Pigmente . Microsilica  
 Zuverlässig und präzise

**For 50 years we put colour into concrete**

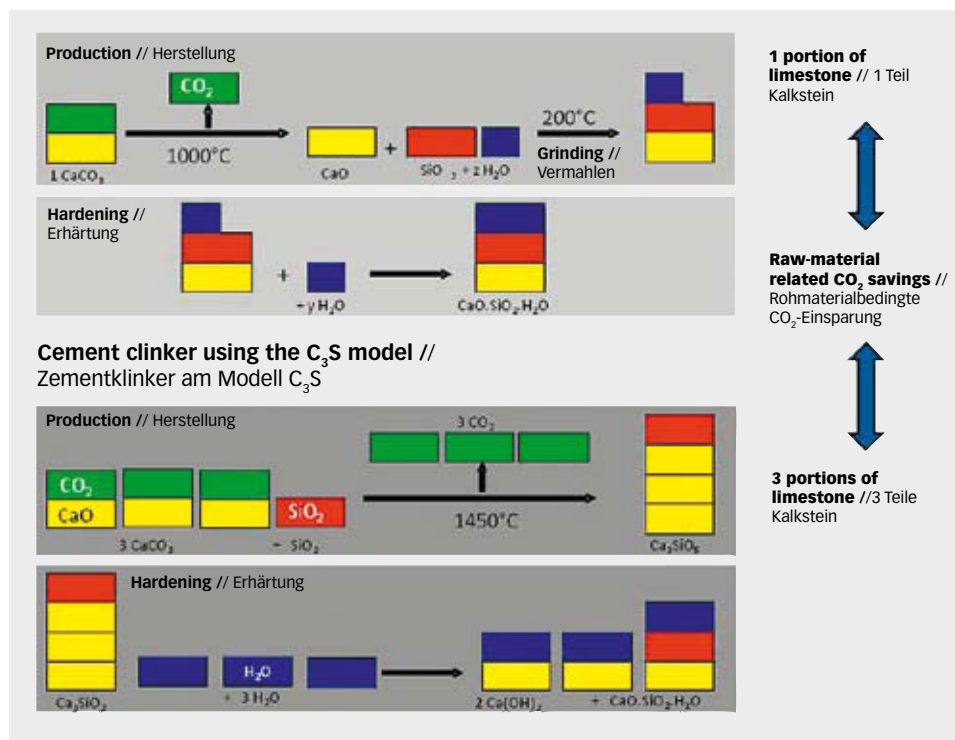
**Metering Systems** for Admixtures  
 Concrete colours . Liquids . Powder  
 Granule Compact . Pigment . Microsilica  
 Reliable and accurate

**WÜRSCHUM**

**Würschum GmbH**  
 P.O. Box 4144  
 D-73744 Ostfildern

Tel +49 (0)711 448 13 0  
 Fax +49 (0)711 448 13 110  
 info@wuerschum.com  
 www.wuerschum.com

► **FIG. 2** Principle of raw material related carbon emission reduction in the production process of Celitement compared to Portland cement. // **ABB. 2** Prinzip der rohstoffbedingten CO<sub>2</sub>-Einsparung im Herstellungsprozess von Celitement verglichen mit Portlandzement.



with water is triggered in an autoclave. This process step results in an intermediate product that has no cementitious characteristics yet. The intermediate needs to be activated mechanically in order to produce a cement capable of reacting with water and setting, which is the crucial second process step in the production of Celitement. At this stage, the intermediate created in the autoclave is converted further by adding specially (tribochemically) milled materials rich in SiO<sub>2</sub>.

This step leads to the formation of the new cementitious material as a thin layer homogeneously distributed over the surface of the silicate carrier, which also acts as a supporting particle structure.

**THE BUSINESS MODEL** The composition of the new cement and the process steps employed for its production have been patented and registered under the “Celitement” trademark. Aside from the company name, Celitement also designates a complete range of innovative cementitious binders. These can be distinguished by the type and quantity of silicate carrier used and the composition of the intermediate product that results from the autoclave process.

**THE BENEFITS** The major benefit of both the manufacturing process and the product itself is that they are very close to existing processes in terms of the raw materials and technologies used, which makes it possible to utilize the expertise and technologies provided by the cement, lime and aerated concrete industries. Celitement products can be manufactured in large quantities using domestic raw material resources.

At the end of the day, Celitement is just another, completely different route taken towards creating the CSH phases known from cement hydration. Other mineral phases that would otherwise be required for the high-

**DAS GESCHÄFTSMODELL** Mittlerweile sind die Zusammensetzung des neuen Zements und die Prozessschritte zu seiner Herstellung durch Patente abgesichert und unter der Bezeichnung „Celitement“ geschützt. Celitement stellt neben dem Firmennamen auch den Namen für eine ganze Familie völlig neuer zementärer Bindemittel dar. Diese unterscheiden sich sowohl durch Art und Menge des verwendeten Silikatträgers als auch in der Rezeptur des im Autoklavenprozess hergestellten Vorproduktes.

**DIE VORTEILE** Der große Vorteil, sowohl des Herstellverfahrens als auch des Produktes, sind die rohstoffliche und technologische Nähe zu bekannten Prozessen. Damit ist es möglich, auf Erfahrungen und Technik der Zement-, Kalk- und Porenbetonindustrie zurückzugreifen. Celimente können aus heimischen Rohstofflagerstätten in großen Mengen hergestellt werden. Mit Celitement ist letztlich „nur“ ein völlig anderer Weg zur Ausbildung der, aus der Zementhydratation hinlänglich bekannten, CSH-Phasen beschrieben worden. Andere Mineralphasen, die prozessbedingt für den Hochtemperaturbrennprozess der Klinkerproduktion nötig sind, können entfallen. Celitement ist somit stofflich einfacher und dabei doch ebenso universell einsetzbar wie klassischer Zement. Eine Tonne Celitement kann eine Tonne hochwertigen Portlandzement ersetzen und zumindest gleiche, in einigen Aspekten der Dauerhaftigkeit auch bessere, Eigenschaften aufweisen. Der angesprochene „ökologische Rucksack“ des Baustoffes ist dabei aber signifikant leichter.

temperature clinker burning process are no longer needed. As a result, Celitement offers greater simplicity in terms of its constituents but is just as versatile as conventional cement. One tonne of Celitement can replace one tonne of premium Portland cement whilst providing at least identical if not improved (regarding some aspects of durability) characteristics. However, the material’s “environmental footprint” referred to above has been reduced significantly.

**WHAT ARE THE NEXT STEPS?** From mid-2011, a pilot plant will be available in Karlsruhe, which will enable the production of about 100 kg per day exactly to specification. Even the simplest type of Celitement should stand its ground against the best CEM I 52.5 R forming part of the Schwenk range of cement grades. Depending on the experience gained during pilot plant operation, the commissioning of an industrial-scale plant for the production of Celitement is envisaged for 2014/15. Celitement GmbH is determined to licence this innovative cementitious binder to a broad range of producers and users in the next few years. However, the practical introduction of a new binder will take several years according to previous experience, irrespective of its commercial and technical potential. Regardless of its reaction mechanisms, which are very similar to conventional cement as far as hydration is concerned, Celitement is not a regular cement as defined in European standards (EN 197).



**WIE GEHT ES WEITER?** Ab Mitte 2011 wird in Karlsruhe eine Pilotanlage zur Verfügung stehen, die eine zielsichere Herstellung im Bereich von 100 kg pro Tag ermöglicht. Die einfachste Variante von Celitement soll keinen Vergleich mit dem besten CEM I 52,5 R aus dem Schwenk Zement Produktsortiment scheuen. Abhängig von den Erfahrungen mit der Pilotanlage soll voraussichtlich ab 2014/2015 eine Anlage zur großindustriellen Herstellung von Celitement in Betrieb gehen.

Es ist das erklärte Ziel der Celitement GmbH, dieses neue zementäre Bindemittel in den nächsten Jahren an einen breiten Hersteller- und Nutzerkreis zu lizenzieren. Die praktische Einführung eines neuen Bindemittels dauert aber, unabhängig von seinem wirtschaftlichen oder technischen Potenzial, erfahrungsgemäß einige Jahre. So stellt Celitement, ungeachtet der letztlich sehr ähnlichen Reaktionsmechanismen bei der Hydratation, keinen regulären Zement im Sinne der europäischen Normung (EN 197) dar.

Vor dem Einsatz in konstruktiven Bauteilen wird Celitement den Markteintritt daher vermutlich zuerst im Bereich der Spezialbaustoffe, also Produkten wie Putzen, Mörteln, Fliesenklebern etc., finden. Celitement bietet dann mittel- und langfristig die Möglichkeit, parallel zu den bewährten Produktionsverfahren und Konzepten der klassischen Zementproduktion, einen völlig neuen Ansatz zur Herstellung eines zementähnlichen, mineralischen Bindemittels im Markt zu etablieren. Die Marktnähe und Praxistauglichkeit bei der Einführung ist durch die Einbindung des Industriepartners Schwenk Zement, die Forschungskompetenz durch das KIT gewährleistet. Die sich derzeit abzeichnenden Potenziale rechtfertigen damit auch die Höhe der bislang investierten Mittel. So finanziert Schwenk Zement die Pilotanlage mit fast 5 Mio. Euro und die öffentliche Hand (BMBF) unterstützt die notwendige Begleitforschung mit Förderzusagen in Höhe von über 4 Mio. Euro. ■

**For this reason, Celitement will presumably initially be launched for use in special building materials, such as renders, mortars or tile adhesives, before being used in structural precast. Following this initial step, Celitement will offer the opportunity, in the medium to long term, to implement a completely different approach to producing a cement-like mineral binder, which will complement the long-established manufacturing processes and concepts used for the production of conventional cement.**

**The close ties to the market and suitability for practical application upon product launch will be ensured by the involvement of Schwenk Zement as an industry partner whilst the research experience and expertise is provided by KIT. The currently identified potentials also justify the amounts invested to date. For instance, Schwenk Zement provides almost 5 million euros for the funding of the pilot plant whereas the government (BMBF; Federal Ministry of Education and Research) has committed to granting more than 4 million euros for the related research activities. ■**

## Effiziente Technologien für das Fertigteilwerk

Efficient technologies for the precast plant

**2x  
NEU**

### MagFly® AP & FlyFrame®



#### Leichtes Schalen durch leichte Schalung

- Preiswert
- Sehr hohe Haftkraft - 2,2 to
- Extrem leicht! Keine Handlingkräne notwendig.
- Schnelles und exaktes Arbeiten
- Millimetergenaues Positionieren durch die patentierte MagFly® Technologie
- Kein Schrauben zwischen Magnet und Schalung - Magneten werden einfach eingehängt
- Schnelle Amortisation

#### Effortless forming through lightweight formwork

- Reasonably priced
- High adhesive force 2.2 to
- Extremely lightweight! No handling cranes are needed.
- Fast and precise work
- Accurate positioning through the patented MagFly® technology.
- No screwing between magnet and formwork needed. The magnets are easy to hang up.
- Fast amortisation

Wir stellen aus! Bitte besuchen Sie uns!

**7. Innovationstag**  
"Zukunft am Bau"  
03. Februar 2011, Magdeburg  
www.innovationstag.info

Concrete Solutions  
**55. BetonTage**  
08.-10. Februar 2011, Neu-Ulm  
Stand 40

**BT**  
innovation

B.T. innovation GmbH  
Ebendorfer Straße 19/20  
D-39108 Magdeburg  
T +49 391 7352 0  
F +49 391 7352 52  
info@bt-innovation.de



AUTHOR //  
AUTOR

Prof. Dr. rer. nat. Johann Plank,  
Technische Universität München

sekretariat@bauchemie.ch.tum.de

Geb. 1952; 1973-1978 Chemiestudium in Regensburg; 1980 Promotion; 1980-1986 Forschungsschemiker bei der SKW Trostberg AG im Bereich Bau- und Ölfeldpolymere; 1986-1997 Gruppenleiter im Bereich Bauchemie; 1997-2001 Forschungsleiter und Geschäftsführer der SKW Polymers GmbH; 1995-2000 Lehrauftrag „Chemie-Management“ an der TU München; seit 2001 Inhaber des Lehrstuhls für Bauchemie der TU München und Sprecher des Lehrbereichs Anorganische Chemie; Mitglied der GDCh-Fachgruppe „Bauchemie“



## B: CEMENTING DEEPWATER WELLS – WHAT WENT WRONG IN THE BP CASE?

### B: ZEMENTIERUNG VON TIEFSEEBOHRUNGEN – WAS LIEF SCHIEF BEI BP?

► On 20 April 2010, a gas blowout with a subsequent explosion occurred on the Deepwater Horizon BP oil drilling platform in the US Gulf of Mexico. As a result, eleven workers were killed and an enormous amount of oil spilled into the sea. Documents of the involved companies BP, Transocean and Halliburton that were published on the US Congress website [1] prove that the disaster was triggered by a failed cement job performed across the oil reservoir.

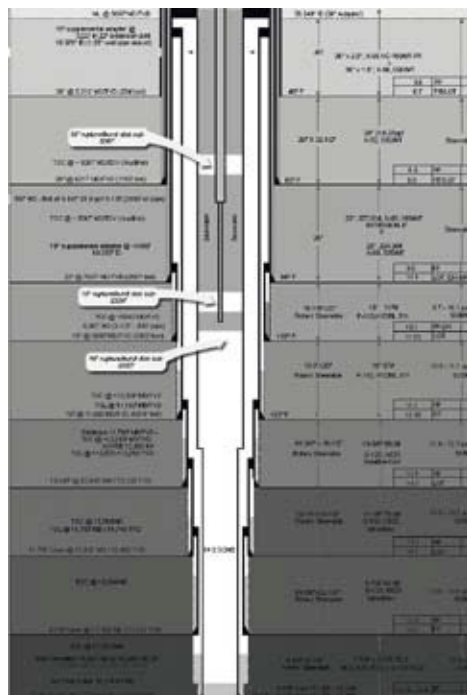
Initially, the Macondo #1 well drilled by BP had been used for exploration purposes to verify the presence of oil and gas reservoirs in the Mississippi Canyon Block 252 drilling area. From a water depth of 1,500 meters, the well was drilled to a final depth of approx. 5,600 meters. At depths ranging from 5,512 to 5,528 meters, a pacific oil and gas reservoir with a pressure of 900 bar was found. In order to begin with production as quickly as possible, the exploration well was converted to a production well, and a production string (also referred to as "long string") was used that extended from the bottom of the hole to the well head located on the seafloor (FIG. 1). This method is unusu-

► Am 20. April 2010 kam es zu einem Gasausbruch und nachfolgender Explosion auf der BP-Ölbohrplattform Deepwater Horizon im US Golf von Mexiko, in deren Folge elf Bohrarbeiter getötet wurden und eine gewaltige Ölverschmutzung eintrat. Dokumente der beteiligten Firmen BP, Transocean und Halliburton, veröffentlicht auf einer Webseite des US-Kongresses [1], belegen, dass der Ausgangspunkt der Katastrophe eine fehlerhafte Abdichtung der Öllagerstätte mit Zement war. Die BP-Bohrung mit dem Namen Macondo #1 war zunächst eine Explorationsbohrung, mit der man das Vorhanden-

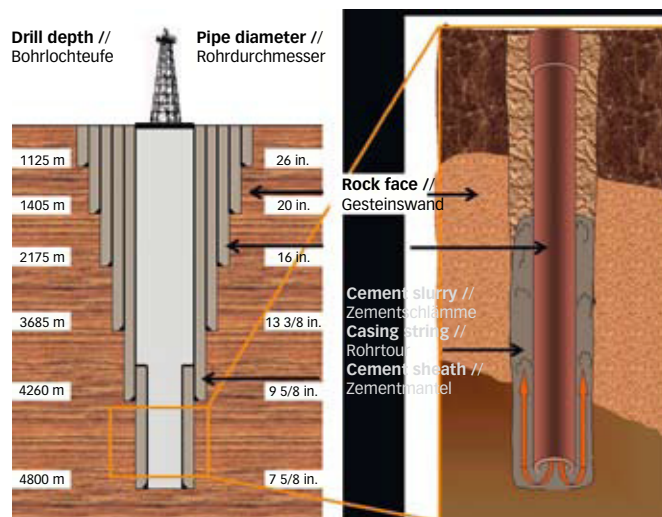
al and risky because the oil or gas may immediately flow to the surface in the event of any leakage of the cement seal in the reservoir area.

FIG. 2 shows the principle of a deep-oil cementing scheme. A foam cement was chosen to cement the long string, which is another unusual feature. Halliburton, the contractor commissioned with cementing, issued an urgent warning not to use this type of cement, which was overridden by the final BP decision. Due to insufficient centering of the long string, the foam cement got mixed with the oil-based drilling fluid still present in the borehole which has an anti-foaming effect. This contamination led to the partial collapse of the foam. Oil and gas were able to flow into the well through the resulting voids.

Transocean and Halliburton documents also show that the cement used for this purpose was overretarded. Even 24 hours after pumping, it had not developed any strength. Unfortunately, the Transocean drilling crew replaced the heavy oil mud in the well bore (with a density of approx. 2.0 kg/l) with plain seawater (approximate density 1.02 kg/l) only ten hours after cementing had been carried out. This decision resulted in a loss of the hydrostatic back pressure, which would otherwise keep the oil and gas in the reservoir. The blend of oil and gas that had accumulated in the voids flowed through the (still plastic) cement slurry into the well and could immediately rise to the sur-



► FIG. 1 Casing and cementing scheme of the BP Macondo #1 deep-water well in the Gulf of Mexico [1]. // ABB. 1 Verrohrungs- und Zementierungsschema der Tiefseebohrung BP Macondo #1 im Golf von Mexiko [1].



◀ FIG. 2 Principle of deep-well cementing; left: typical casing scheme with several cemented pipes that become narrower as depth increases; right: pumping of the cement slurry to backfill the casing in the well. // ABB. 2 Prinzip der Tiefbohrzementierung; links: typisches Verrohrungsschema mit mehreren einzementierten, mit zunehmender Tiefe sich verjüngenden Rohren; rechts: Einpumpen der Zementschlämme zur Hinterfüllung der Verrohrung im Bohrloch.

sein von Öl oder Gas im Bohrgebiet Mississippi Canyon Block 252 überprüfen wollte. Die Bohrung wurde in 1.500 m Wassertiefe auf eine Endteufe von etwa 5.600 m abgeteuft. Im Bereich von 5.512 - 5.528 m traf man auf eine sehr ergiebige Öl- und Gaslagerstätte mit einem Druck von 900 bar. Um möglichst rasch fördern zu können, wurde die Explorationsbohrung in eine Produktionsbohrung umgewandelt und ein Förderstrang (sog. „long string“) eingesetzt, der von der Bohrlochsole bis zum Bohrlochkopf auf dem Meeresboden reichte (ABB. 1). Diese Vorgehensweise ist ungewöhnlich und riskant, da im Falle einer Undichtigkeit der Zementierung im Lagerstättenbereich das Öl bzw. Gas sofort bis zur Oberfläche aufsteigen kann.

Das Prinzip einer Tiefbohrzementierung zeigt ABB. 2. Für die Einzementierung des „long string“ wurde – ebenfalls ungewöhnlich – ein Schaumzement gewählt. Die ausführende Zementierungsfirma Halliburton warnte eindringlich vor der Verwendung dieses Zements, wurde jedoch von BP überstimmt. Der Schaumzement vermischte sich aufgrund ungenügender Zentrierung des „long strings“ mit der im Bohrloch noch befindlichen Öl-basierten Bohrflüssigkeit, die als Entschäumer wirkt. Durch diese Kontamination brach der Schaum teilweise zusammen, durch die Hohlräume konnten Öl und Gas an das Bohrloch heran fließen.

Unterlagen von Transocean und Halliburton zeigen des Weiteren, dass der verwendete Zement überverzögert war und selbst 24 Stunden nach dem Einpumpen in das Bohrloch noch keine Festigkeit aufwies. Unglücklicherweise wechselte die Bohr-

face in the long string. However, the blowout preventer located at the end of the string failed due to poor maintenance and damage, which enabled the gas to flow further up to the platform where a spark triggered the explosion. The drilling crew failed to notice the clear signs of the pressure increase in the long string prior to the explosion.

The BP well disaster is thus attributable to a series of factors including poor knowledge and expertise of the drilling crew, risky behavior and defective equipment. As admitted by BP managers, time and cost pressure played a major role [2, 3]. The starting point of the disaster was an incorrectly selected and composed cement slurry. This slurry failed to seal the oil and gas reservoir, which had been under a very high pressure. MMS, the US regulatory authority, had approved the entire process despite the risks that appeared obvious to any expert. ■

#### REFERENCES // LITERATUR

- [1] [http://energycommerce.house.gov/index.php?option=com\\_content&view=article&id=2043:chairmen-send-letter-to-bp-ceo-prior-to-hearing&catid=122:media-advisories&Itemid=55](http://energycommerce.house.gov/index.php?option=com_content&view=article&id=2043:chairmen-send-letter-to-bp-ceo-prior-to-hearing&catid=122:media-advisories&Itemid=55)
- [2] Schmidt, J., „Oil execs: BP didn't meet standards“, USA Today, June 16 (2010), 1
- [3] Snow, N., „Senators grill industry witnesses at oil spill hearings“, Oil & Gas Journal, May 17 (2010), 26-29

mannschaft von Transocean bereits zehn Stunden nach der Zementierung die im Bohrloch befindliche, schwere Ölspülung (Dichte ~ 2,0 kg/L) gegen einfaches Meerwasser (Dichte ~ 1,02 kg/L) aus. Dadurch ging der hydrostatische Gegendruck, der das Öl bzw. Gas in der Lagerstätte zurückhält, verloren. Das in den Hohlräumen angesammelte Öl-/Gasgemisch strömte durch die noch plastischen Zementschlämme in das Bohrloch und konnte im „long string“ sofort bis zur Oberfläche aufsteigen. Der dort befindliche Verschlussmechanismus (blow out preventer) versagte jedoch aufgrund schlechter Wartung und Beschädigung, so dass das Gas zur Bohrplattform gelangte und ein Funke dort zur Explosion führte. Eindeutige Anzeichen für den Druckanstieg im „long string“ vor der Explosion waren von der Bohrmannschaft nicht beachtet worden.

Die Katastrophe auf der BP-Bohrung ist somit auf eine Verkettung von mangelnder Fachkenntnis der Bohrmannschaft, risikoreicher Vorgehensweise und nicht funktionierender Ausrüstung zurückzuführen. Zeit- und Kostendruck spielten dabei eine große Rolle, wie die BP-Manager eingestanden [2, 3]. Ausgangspunkt war eine falsch ausgewählte und zusammengesetzte Zementschlämme. Mit ihr schlug die Abdichtung der unter sehr hohem Druck stehenden Öl- und Gaslagerstätte fehl. Die US-Aufsichtsbehörde MMS hatte trotz der für Fachleute offenkundigen Risiken die gesamte Vorgehensweise genehmigt. ■

## C: SUSTAINABLE CONCRETE SOLUTIONS – PRECAST ELEMENTS FOR WIND POWER

### C: NACHHALTIGE LÖSUNGEN IN BETON – BETONFERTIGTEILE FÜR DIE WINDENERGIE

► In most cases, precast components are the right choice for construction projects whenever certain underlying conditions need to be met. This relates to both the requirement of the shortest possible completion time and a high degree of repetition. At the planning stage, precast elements require a greater degree of detail in the design, and thus longer lead times prior to actual construction work.

Although the precast element presented in this contribution appears to be an extraordinary example, the above conditions are all met in an almost ideal scenario. To date, the ambitious climate policy targets of the German government resulted in the approval of almost 5,400 wind turbines in 31 offshore wind parks

► Betonfertigteile sind für eine Bauaufgabe meist dann die richtige Wahl, wenn bestimmte Rahmenbedingungen zusammentreffen. Dies ist zum Einen die Erfordernis einer kurzen Ausführungszeit eines Projektes und zum Anderen eine möglichst hohe Wiederholungsrate. Betonfertigteile benötigen in der Planungsphase eine größere Planungstiefe und demzufolge mehr Zeit im Vorlauf vor der eigentlichen Bauausführung.

Obgleich es sich im vorliegenden Fall wohl um ein außergewöhnliches Betonfertigteil handelt, so sind doch die genannten Randbedingungen in geradezu idealer Weise erfüllt. Die ehrgeizigen klimapolitischen Ziele führten bislang dazu, dass allein in der deutschen Nord- und Ostsee knapp 5.400 Windkraftanlagen in 31 Offshore Windparks genehmigt worden sind und sich dieselbe Anzahl Windräder aktuell noch im Genehmigungsprozess befinden. Insgesamt sollen sich zukünftig also knapp 11.000 Windräder in deutschen Gewässern drehen. Europaweit sind es etwa drei Mal so viele. Unter der Annahme, dass diese Windkraftanlagen alle im Rahmen des europäischen Konzeptes „Energie 2050“ entstehen, sind pro Jahr über 800 Anlagen zu errichten. Tatsächlich gebaut wurden in Deutschland bislang 24 Offshore Windräder. Der derzeit am schnellsten wachsende Windpark in der Nordsee ist BARD I. Dort wurden seit April 2010 zwölf Windkraftanlagen errichtet (Stand Oktober 2010). Das sind knapp zwei Anlagen pro Monat – hochgerechnet also 24 Stück pro Jahr, wobei in den Wintermonaten zum Teil nicht gebaut werden kann.

Der Bau von 12 Anlagen im Windpark alpha ventus dauerte etwa neun Monate – in den Sommermonaten ebenfalls mit zwei teilweise parallel arbeitenden Installationseinheiten. Sowohl die Gründungslösung von BARD I (ein Stahl-Tripile) als auch von alpha ventus (Stahl-Jacket und Stahl-Tripod) haben vor allem eines gemeinsam: sie erfordern

in the German North Sea and the Baltic Sea alone whereas an identical number of turbines are currently going through the permit process. This means that a total of almost 11,000 wind turbines should be installed in German waters in the future. Across Europe, this figure is three times as high. Assuming that all of these wind turbines will be built as part of the European “Energy 2050” roadmap, over 800 units need to be erected each year. Only 24 offshore wind turbines have actually been built to date in Germany. The fastest-growing wind park in the North Sea is currently BARD I where twelve units have been installed since April 2010 (as of October 2010). This number is equivalent to nearly two units per month, i.e. 24 wind turbines per year. However, no construction activity is possible during certain parts of the winter season.

The erection of twelve turbines of the alpha ventus wind park lasted about nine months – with a partially simultaneous activity of two installation units during the summer months. The foundation design developed for BARD I (a steel tripile) and the alpha ventus solution (steel jacket and steel tripod) have one crucial feature in common: they require many individual work steps to be carried out at sea. Moreover, these activities can often not be performed directly one after another, for example because mortar-grouted bond joints need to harden. In addition, each of the individual work steps requires favorable periods of several days during which very demanding specifications exist regarding the prevailing weather conditions (i.e. wind force and state of the sea).

This means that either the required and/or available equipment may be used or the work itself be carried out only in the presence of significant wave heights smaller than 0.8 m. Such conditions prevail on only about 18% of all days of the year. If such conditions are required even for three days in a row, the number of periods available per year is reduced to about 20.



Material: concrete //  
Material: Beton  
Weight: 6,000 tonnes //  
Masse 6.000 Tonnen  
Height: 65 m // Höhe: 65 m  
Base: 40x40 m //  
Basis: 40x40 m

◀ FIG. 1 Assembled turnkey wind turbine prior to sea transport; precast prestressed concrete foundation pad with steel tower, generator and rotor mounted on top. // ABB. 1 Schlüsselfertig montierte Windkraftanlage vor dem Seetransport; Spannbeton-Fertigteil-Fundament mit aufgesetztem Stahlurm, Generator und Rotor.



zahlreiche einzelne Arbeitsschritte auf hoher See. Diese Arbeitsschritte können zudem oftmals nicht direkt nacheinander ausgeführt werden – weil beispielsweise mit Mörtel verpresste Verbundfugen aushärten müssen. Die einzelnen Arbeitsschritte erfordern weiterhin Zeitfenster von jeweils bis zu mehreren Tagen, an die sehr hohe Anforderungen an die Wetterbedingungen (Wind und Seegang) zu stellen sind.

Entweder die erforderlichen und verfügbaren Arbeitsgeräte oder aber die Arbeiten selbst sind nur bei signifikanten Wellenhöhen kleiner 0,8 m einsetzbar bzw. ausführbar. Solche Bedingungen herrschen an nur etwa 18 % der Tage im Jahr. Sind solche Bedingungen gar über einen Zeitraum von drei Tagen erforderlich, so reduziert sich die Zahl der Zeitfenster auf etwa 20 pro Jahr.

Die Offshore-Windenergie steht nach wie vor am Anfang. Und wir können zukünftig mit einer Lernkurve sowie Weiterentwicklung der Gründungstechnologien rechnen. Dennoch steht zu erwarten, dass mit den beschriebenen Technologien die erforderliche Anzahl an Windkraftanlagen auch in Zukunft nicht errichtet werden kann. Die in der Zentralen Technik der Ed. Züblin AG, Stuttgart für die Strabag Offshore Wind GmbH entwickelte Gründungstechnologie trägt diesen Randbedingungen Rechnung. Sie minimiert die Offshore-Einsätze bei der Errichtung der Windräder, indem sie die gesamte Logistik-Kette betrachtet und dafür ein durchgängiges Konzept verfolgt. In einem „Fertigteilwerk“ an der Küste (in Cuxhaven) können pro Jahr etwa 100 Gründungs-Fertigteile in einer industriellen Serienfertigung produziert werden. Dort werden die Windräder komplett zusammengebaut und bereits zum Teil in Betrieb genommen. Diese „schlüsselfertigen“ Windkraftanlagen werden mit einem eigens dafür konzipierten Installationsschiff an ihren Offshore-Standort transportiert und dort innerhalb kurzer Zeit auf dem vorbereiteten Meeresgrund abgesetzt. Das Installationsschiff kann bei bis zu 2,5 m signifikanter Wellenhöhe arbeiten und deckt damit knapp 80 % aller Wettersituationen in der Nordsee ab. Für den Absetzvorgang benötigt das Schiff etwa 12 Stunden. Damit sind im Hinblick auf die erforderlichen Wetterfenster in der Nordsee etwa 100 Installationen pro Jahr möglich.

Die Anwendung eines Beton-Fertigteiles und die damit verbundene mögliche Minimierung der Offshore-Arbeiten ist ein maßgeblicher Schritt zu erheblich höheren Installationsleistungen für Offshore-Windkraftanlagen. Dieser Vorteil, kombiniert mit der für Fertigteile günstigen hohen Wiederholungsrate und einem für die erforderlichen Arbeiten und Wetterbedingungen abgestimmten und optimierten Installationsschiff, machen das vorgestell-

**Offshore wind power is still in its infancy. What we can anticipate for the future is a learning curve and continuous improvement of foundation technologies. However, we should expect that the technologies described above will not enable the erection of the required number of wind turbines in the future. The foundation technology developed at the Central Technical Department of Ed. Züblin AG, Stuttgart, for Strabag Offshore Wind GmbH responds to the above conditions. It minimizes the number of offshore jobs needed during the assembly and erection of wind turbines by taking the entire logistics chain into account and applying an end-to-end concept. At an onshore "precast plant" located in Cuxhaven, about 100 precast foundation components can be manufactured per year in an industrial-scale series production setup. The wind turbines are completely assembled at the plant, and partially commissioned. These "turnkey" wind turbines are shipped to their final offshore destinations using a specially designed installation vessel and put onto the prepared seafloor within only a short period. The installation vessel may be operated at significant wave heights of up to 2.5 m and is thus fit for nearly 80% of all weather situations occurring in the North Sea. The vessel requires a period of about twelve hours to unload and position the turbine. This approach enables approx. 100 installations per year when taking the required fair weather spells in the North Sea into account.**

**The use of a precast concrete element and the associated effect of minimizing offshore work is a major step towards a significantly increased wind turbine installation rate. Combined with the high degree of repetition, which favors precast, and the specially designed installation vessel optimally adjusted to the required work steps and weather conditions, this benefit makes the concept presented in this contribution a key element to achieve the German climate policy objectives. Moreover - and this has not been mentioned yet - concrete offers the unrivaled advantage of highly durable offshore structures. In this respect, the great weight of the heavyweight foundation does pose a certain challenge. However, solutions that adequately respond to this situation whilst also being commercially viable have already been developed, especially with a view to the series production setup and the high degree of repetition. ■**

Dr.-Ing. Christian Dehlinger,  
Ed. Züblin, Stuttgart

AUTHOR //  
AUTOR

[christian.dehlinger@zueblin.de](mailto:christian.dehlinger@zueblin.de)



Geb. 1969; 1990-1995 Studium an der Universität Stuttgart; dazwischen Studium an der University of Calgary / Kanada; 1995 Eintritt bei der Ed. Züblin AG, Abteilung TBT, Stuttgart; 1999-2004 wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Universität Stuttgart; 2004 Promotion; 2004-2005 Gruppen- bzw. Projektleiter und bis 2009 Bereichsleiter bei der Ed. Züblin AG, Abteilung TBK, Stuttgart; seit 2009 Direktionsleiter der Ed. Züblin AG; Vorsitzender des Hauptausschusses Forschung sowie Mitglied im Hauptausschuss Bauausführung des DBV; Mitglied in der IABSE International Association for Bridge and Structural Engineering

te Konzept zu einem wichtigen Baustein in der Umsetzung der klimapolitischen Ziele. Hinzu kommt – davon war bislang noch gar nicht die Rede – der unschlagbare Vorteil des Werkstoffes Beton im Hinblick auf die Dauerhaftigkeit der Offshore Bauwerke. Dabei stellt das hohe Gewicht einer Schwergewichtsgründung sicher eine Herausforderung dar, für die jedoch vor dem Hintergrund der Serienfertigung und der hohen Wiederholungsrate bereits adäquate und wirtschaftliche Lösungen entwickelt werden konnten. ■

## THE SWISS CONSTRUCTION MARKET – CHARACTERISTICS AND PARTICULAR FEATURES DER BAUMARKT SCHWEIZ – MERKMALE UND BESONDERHEITEN

► **Despite the financial crisis, the Swiss construction sector remained stable in 2009 and 2010. However, a downward trend should be expected in the future.**

**Many things are different in Switzerland although the weather conditions under which construction activity takes place are similar to those in Germany. This starts already with the national currency and its fluctuations. In addition, the political environment in Switzerland raises the awareness of empowerment among the people, which is also clearly reflected in the day-to-day business. Aside from the Federal government, there are 26 cantons that are largely autonomous in their activities. They also reveal significant differences in some of their laws. A firm footing in the local communities and an extensive network of contacts are thus basic prerequisites for business success in the Swiss market.**

► **Trotz Finanzkrise war die Bauwirtschaft in der Schweiz in den Jahren 2009 und 2010 stabil, wobei künftig mit einer Abschwächung zu rechnen ist.**

Es ist vieles anders in der Schweiz, obwohl unter ähnlichen klimatischen Bedingungen wie in Deutschland gebaut wird. Schon die Währung und ihr Verlauf stellen eine Besonderheit dar. Das politische Gebilde der Schweiz fördert zudem das Bewusstsein für die Selbstverantwortlichkeit, was sich im geschäftlichen Alltag deutlich zeigt. Neben der Bundesregierung gibt es 26 Kantone, die weitgehend autark agieren und zum Teil erhebliche Unterschiede in ihrer Gesetzgebung aufweisen. Eine lokale Verankerung sowie ein gutes Netzwerk sind daher Grundvoraussetzungen für ein erfolgreiches Agieren auf dem Schweizer Markt.

Auch das wirtschaftliche Umfeld hat sich im Rahmen der Weltwirtschaftskrise anders verhalten als in vielen anderen Staaten. Die Schweizer Bauindustrie konnte volle Auftragsbücher und erfolgreiche Geschäftsergebnisse vorweisen. Dies bezieht sich indes vor allem auf die Siedlungsräume Genf, Basel, Zürich und Bern.

Die Schweizer Bauwirtschaft weist ein Gesamtinvestitionsvolumen von ca. 53 Mrd. Schweizer Franken pro Jahr auf. Davon fließen rund 24 Milliarden in den privaten Wohnungsbau, 10 Mrd. in den gewerblichen Bau und 19 Mrd. in den Infrastrukturbau. In dieser Summe enthalten sind auch die Konjunkturstützprogramme des Bundes, mit denen große Infrastrukturprojekte, wie der längste Eisenbahntunnel der Welt – der Gotthard-Basistunnel – finanziert werden. Daneben begünstigen die tiefen Hypothekenzinsen von unter 3 % den Wohnungsbau.

Analysten gehen davon aus, dass die Bauindustrie mittel- bis langfristig aber eine Abschwächung erfahren wird. Indikatoren dafür sind die Baugesuche, Baubewilligungen sowie die Submissionen der öffentlichen Hand. Auch geraten die Preise in den Grenzregionen wegen Beton- und Zementlieferungen aus Deutschland und Italien zunehmend unter Druck. Die Schweiz ist attraktiv wegen ihrer positiven Baumarktentwicklung der letzten Jahre, des höheren Betonpreises und des schwachen Euros.

**During the global economic crisis, the Swiss economy also showed patterns that were different from those in many other countries. The Swiss construction industry reported full order books and outstanding results. This, however, relates mainly to the Geneva, Basel, Zurich and Berne regions.**

**The Swiss construction sector reports a total annual investment of approx. 53 billion Swiss francs. Of this grand total, 24 billion francs are invested in private residential construction while 10 billion francs are spent in commercial construction and a share of 19 billion francs goes into projects related to the country's infrastructure. The above total amount also includes the economic support programs of the Federal government that are used for the funding of major infrastructural projects, such as the longest railway tunnel in the world, the "Gotthard-Basistunnel". Also, low mortgage interest rates of less than 3% have a favorable effect on residential construction.**

**However, analysts expect the construction industry to experience a downward trend in the medium to long term. Related indicators are the number of building applications, building permits and public-sector tenders. In addition, prices are increasingly coming under pressure in the border regions due to concrete and cement deliveries from Germany and Italy. Switzerland is an attractive market because of its positive construction industry trend seen in the past few years, the higher concrete price and the weak euro.**

**SUSTAINABILITY – THE KEY ISSUE IN SWISS CONCRETE CONSTRUCTION** Building sustainably is becoming more and more important in Switzerland. For example, the Canton of Zurich increasingly specifies concepts to implement recycling solutions when awarding contracts. Concrete has also changed considerably in the past 20 years. Whereas Portland cements had been the only grades that were used in Switzerland at the beginning of the 1990s, the current CEM I share amounts to only 22%.

AUTHOR //  
AUTOR

Dipl.-Ing. Jörg Berli,  
BETONSUISSE Marketing AG,  
Bern

joerg.berli@  
betonsuisse.ch



Geb. 1955; Studium des Bauingenieurwesens an der FH Brugg-Windisch; Studium des Wirtschaftsingenieurwesens an der FH St. Gallen; Projekt-Ingenieur in Ingenieurbüros der Schweiz; Verkaufsleiter in der Betonfertigteilmaterie; Geschäftsführer mehrerer Kies- und Betonwerke; seit 2009 Geschäftsführer der BETONSUISSE Marketing AG

**NACHHALTIGKEIT – DAS ZENTRALE THEMA IM SCHWEIZER BETONBAU** Nachhaltiges Bauen ist in der Schweiz von zunehmender Bedeutung. So fordert der Kanton Zürich bei der Vergabe von Aufträgen z. B. vermehrt Konzepte für Recyclinglösungen. Auch der Baustoff Beton hat sich in den letzten 20 Jahren deutlich verändert. Wurden zu Beginn der 1990er-Jahre in der Schweiz noch ausschließlich Portlandzemente eingesetzt, liegt der Anteil an CEM I heute bei 22 %.

Der wachsende Gebäudebestand führt überdies dazu, dass bei Rückbauten vermehrt Beton- und Mischgranulat in den Bauprozess zurückgeführt werden, um natürliche Ressourcen zu schonen.

Die Betonindustrie ist gefordert, alternative Rohstoffe bei der Produktion von Beton einzusetzen, um einen Beitrag zum nachhaltigen Bauen zu leisten. Dazu gehören Aufbereitungsanlagen für rezyklierte Gesteinskörnungen, Leichtbetone mit Altglas oder Zemente mit einem reduzierten Klinkeranteil.

**BETON ALS HAUPTSÄCHLICHER BAUSTOFF** Eine Besonderheit in der Schweiz ist die hohe Bedeutung von Beton. Allein der Pro-Kopf-Verbrauch von Zement mit 590 kg pro Einwohner und Jahr zeigt, dass die Schweiz ein Betonmarkt ist – Deutschland liegt im Vergleich dazu nur bei rund 350 kg pro Einwohner und Jahr. Diese Nachfrage decken über 400 Kies- und Betonwerke, sechs Zementwerke sowie Werke der Betonvorfabrikation ab. So prägen sowohl im Einfamilienhaus-Sektor wie im gewerblichen Bau Betonbauten das Landschaftsbild. Die verwendeten natürlichen Ressourcen, die hohe Funktionalität und Flexibilität in der Nutzung, aber auch die Dauerhaftigkeit, die Gestaltungsmöglichkeiten und Sicherheit, die Beton bietet, machen ihn zu einem prägenden Bestandteil des Schweizer Bauwesens. Dies bezieht sich primär auf den Hochbau. Im Tief-, insbesondere im Straßenbau, sind Betonstraßen trotz guter Argumente noch von untergeordneter Bedeutung. Heute wird Beton vornehmlich für Betonkreisel oder Bushaltestellen eingesetzt.

**VERMITTLUNG DES BAUSTOFFS BETON** Die BETONSUISSE Marketing AG versteht sich als DIE Schweizer Informationsplattform für den Baustoff Beton. Die Gründung erfolgte vor vier Jahren durch die maßgebenden Verbände der Baustoffindustrie. Zu den Zielgruppen gehören Architekten und Bauingenieure. Wissenstransfer und Erfahrungsaustausch stehen im Mittelpunkt des Leistungspakets, welches sich der Medien Website, Fachpublikationen und -veranstaltungen, Architekturwettbewerben sowie auch Sponsoring bedient. ■

Moreover, the increasing number of existing buildings leads to a growing share of concrete and mixed recycled materials being fed back into the construction process in the course of demolition in order to drive down the consumption of natural resources.

It is imperative for the concrete industry to rely on alternative raw materials for the production of concrete in order to contribute to sustainable construction, which requires the use of processing plants for recycled mineral aggregates, lightweight concretes with recycled glass and cement grades with reduced clinker content.

#### CONCRETE AS THE MAIN BUILDING MATERIAL

A particular feature of the Swiss market is the high significance of concrete. The per-capita cement consumption of 590 kg per year alone shows that Switzerland is a concrete market – Germany only reports about 350 kg per capita per year. This demand is met by more than 400 sand and gravel quarries and concrete plants, six cement works and a number of pre-cast plants. As a result, concrete buildings dominate the landscape both in the single-family home segment and in commercial construction. Concrete has become one of the hallmarks of the Swiss construction sector due to the natural resources used and its high degree of functionality and flexibility in use but also because of its durability, versatile design options and safety. This primarily applies to building construction. In civil engineering, especially in road construction, roads built in concrete are still relatively insignificant despite the arguments in favor of this material. Today, concrete is used mainly for roundabouts and bus stops.

#### MARKETING AND ADVERTISING OF CONCRETE

**BETONSUISSE Marketing AG** positions itself as THE Swiss information platform for concrete. The organization was founded four years ago by the major associations of the Swiss building materials industry. Its target audience includes architects and construction engineers. The service offering concentrates on the transfer of knowledge and sharing of experience by using the organization's own website, industry-related publications and events, architectural competitions and sponsoring activities. ■



▲ FIG. 1 Schaulager Münchenstein; architects: Herzog & de Meuron, Basel. // ABB. 1 Schaulager Münchenstein, Architekten: Herzog & de Meuron, Basel.



▲ FIG. 2 "Titan" extension to the Bern Historical Museum; architects: mlzd, Biel. // ABB. 2 Erweiterungsbau Titan des Historischen Museums Bern, Architekten: mlzd, Biel.



## SWISSBETON AND THE SWISS MARKET FOR CONCRETE PRODUCTS SWISSBETON UND DER SCHWEIZER MARKT FÜR BETONPRODUKTE

► About 72 companies serve the entire Swiss market for concrete products and precast elements. The French-speaking part of the country is covered by the association UFPB with ten members, which means that SwissBeton reaches approx. 65% of the market.

The Swiss customer base is very diverse. Some of the particular features of the Swiss market are due to its small-scale regional and geographical structure; other characteristics result from the clients' approaches, which differ significantly.

► Im gesamten Betonwaren- und Fertigteil-Markt Schweiz sind ca. 72 Firmen aktiv, wobei der französisch sprechende Teil durch den Verband UFPB mit zehn Mitgliedern abgedeckt wird, d. h. SwissBeton deckt ca. 65 % des Marktes ab.

Sehr unterschiedlich präsentiert sich die Kundenstruktur in der Schweiz. Einerseits liegen in der Kleinräumigkeit und geografischen Gliederung verschiedene Eigenheiten, andererseits auch in der Unterschiedlichkeit der Auftraggeber und deren Verhaltensweisen.

In der französisch-sprechenden Romandie findet man eine andere Mentalität als im italienisch-sprechenden Tessin und auch in der deutsch-sprechenden Schweiz. Auch die Geographie spielt eine Rolle: Märkte wie das Wallis oder das Bündnerland sind topographisch stark in sich geschlossene Märkte.

Als Auftraggeber treten vom privaten Bauherrn über Bau- und Gartenbauunternehmer, Architekt, Ingenieur bis zum General-Unternehmer alle am Bau involvierten Institutionen auf. Die Mehrheit der Aufträge an unsere Mitglieder wird vom Bauunternehmer vergeben.

Die Stärke der SwissBeton-Mitglieder liegt einerseits in der großen Sortiments-Breite, andererseits in der Flexibilität und dem Know-How, auf die in der Schweiz ausgeprägt vorhandene Individualität der Kundenwünsche eingehen zu können. Vom Massen-Produkt eines grauen 20/20-Pflastersteines bis zum Einzelstück eines Design-Brunnens nach Architektenwunsch kann die gesamte Palette angeboten werden. Der Fachverband SwissBeton wurde vor mehr als 20 Jahren gegründet und hat heute 43 Mitglieder mit 61 Produktionsstätten

In the French-speaking part, the Romandie, the mentality of people is different from those in the Italian-speaking Ticino and in the German-speaking part of Switzerland. The geography of the country is also important: markets such as the Valais or the Bündnerland are self-contained to a large extent.

Clients include all parties involved in construction, i.e. private individuals, building and gardening contractors, architects, engineers, and general contractors. Our members get the major share of their contracts from construction contractors.

The strengths of the SwissBeton members include the wide product range they offer but also their flexibility, expertise and ability to respond to specific customer needs, which are particularly apparent in Switzerland. The entire range is readily available – from gray 20/20 concrete pavers as a commodity product to a custom-made designer well produced to the architect's specification. Established more than 20 years ago, SwissBeton is the industry federation that provides services to the manufacturers of concrete products. Today, it has 43 members operating 61 production sites and employing over 1,900 people. All members are small and medium-sized enterprises with ten to 600 employees. Some members exclusively manufacture either smaller, stored products (concrete products such as pavers, slabs, pipes, light wells, masonry blocks) or large-scale products (precast elements such as floor slabs, walls, façade panels, columns, beams, stairs, noise barriers, prefabricated garages). Others offer both of these ranges. The broad diversification of many businesses is certainly a feature typical of the Swiss market. Some companies, both large and small, offer a very wide product range covering everything from landscaping to skeleton construction. The range often includes several hundred products or even thousands of different items.

All those contributing to the federation's diverse bodies and institutions (excluding its head office) work on a voluntary basis; they are seconded by the members of the federation. The federation is managed by full-time professionals working from the head office. Its

AUTHOR //  
AUTOR

**Alexander Antenen,**  
SwissBeton – Fachverband  
für Schweizer Betonprodukte,  
Hunzenschwil

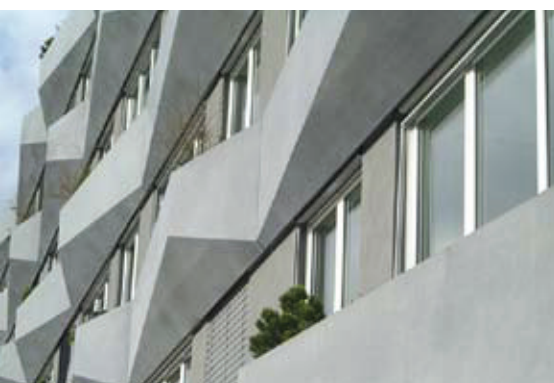
[alexander.antenen@smagr.ch](mailto:alexander.antenen@smagr.ch)

Geb. 1955; Eisenbeton-Zeichner-Lehre; Master of Business Administration (MBA); 1980-1985 Bauführung bzw. Bauleitung; 1986-1987 Verkauf von Bauprodukten im Außendienst;

1987-1992 Technischer Leiter in der Betonwarenfabrikation; seit 1990 diverse Verwaltungsratsmandate; 1990-2003 Geschäftsführer einer Beratungs-Unternehmung für Managementsysteme in der Baubranche; seit 2003 Projektleiter bei der Müller-Steinag Gruppe; seit 2005 Präsident bei SwissBeton – Fachverband für Schweizer Betonprodukte



▲ FIG. 1 St. Johann school building, Basel. // ABB. 1 Schulhaus St. Johann, Basel.



▲ FIG. 2 Stadtturmstrasse, Baden. // ABB. 2 Stadtturmstraße, Baden.

und über 1.900 Mitarbeitern. Alle Mitglieder sind im Bereich der KMU-Firmen mit einer Bandbreite von ca. zehn bis 600 Mitarbeitern anzusiedeln. Es gibt Mitglieder, die ausschließlich Lagerprodukte (Betonwaren wie u. a. Pflastersteine, Platten, Rohre, Lichtschächte, Mauersteine) respektive Planprodukte (Fertigteile wie u. a. Decken, Wände, Fassaden, Stützen, Träger, Treppen, Lärmschutzelemente, Fertiggaragen) produzieren und Mitglieder, die in beiden Sparten tätig sind. Man kann die breite Diversifizierung vieler Betriebe in der Schweiz sicherlich als Eigenheit bezeichnen. Verschiedene große wie auch kleinere Firmen bieten ein sehr breites Sortiment vom Landschaftsbau bis zum Skelettbau an. Dies umfasst nicht selten von einigen Hundert bis mehreren Tausend verschiedener Produkte. Sämtliche Mitarbeitenden in den diversen Gremien mit Ausnahme der Geschäftsstelle arbeiten im Milizsystem und werden von den Mitgliedern gestellt.

Die Geschäftsführung wird von einem Profi-Büro in einem 100 %-Penusum wahrgenommen. Die Organisations-Struktur des Verbandes gliedert sich in einen Vorstand mit drei Vertretern, der Geschäftsstelle sowie fünf Fachgruppen, welche sich mit den entsprechenden Themen befassen: Marketing (Qualitätsimage, schwerpunktmäßig gemeinsam kommuniziert mit BETONSUISSE), Technik (bei den verantwortlichen Normeninstitutionen SIA, VSS, etc.), Ausbildung (dreijährige Berufslehre,

organizational structure comprises a board with three members, the head office and five specialist groups covering the following fields: marketing (in relation to the quality image, which is a key aspect communicated jointly with BETONSUISSE), engineering and technology (involvement in the relevant standard-setting bodies such as SIA, VSS etc.), education and training (three-year vocational training, block courses, continuing training), services as an employers' association (collective agreement between the two employers' associations SwissBeton and UFPB and the associated companies manufacturing concrete products on the one hand and the two trade unions UNIA and SYNA and all of their members on the other), and health and safety (industry solution involving a safety coordinator, training courses, information events). ■

Blockkurse, Weiterbildung), Arbeitgeberverbandsleistungen (Gesamtarbeitsvertrag zwischen den beiden Arbeitgeberverbänden SwissBeton und UFPB für sich und die ihnen angeschlossenen Betonwaren-Fabrikanten einerseits und den zwei Arbeitnehmerverbänden UNIA und SYNA für sich und alle ihnen angeschlossenen Mitglieder andererseits) und Arbeitssicherheit (Branchenlösung mit Sicherheitskoordinator, Schulungen, Informationsveranstaltungen). ■

# EINHEITSGRÖSSEN PASSEN NICHT ALLEN

**Kein Betonwerk ist wie das andere. Daher passen wir jede unserer Anlagen an die individuellen Gegebenheiten und Bedürfnisse unserer Kunden in aller Welt an.**

Stellen Sie uns auf die Probe, damit wir Ihnen zeigen, wie Sie mit innovativen Anlagenkonzepten Ihren Gewinn steigern und Ihre Kosten verringern können.

**Wiggert® + Co.**  
KABAG®

Advanced Mixing Technology

Tel: +49 (0) 721 94346-0  
email: [info@wiggert.com](mailto:info@wiggert.com)  
[www.wiggert.com](http://www.wiggert.com)



## CONCRETE CONSTRUCTION IN SWITZERLAND – SPECTACULAR STRUCTURES

### BETONBAU IN DER SCHWEIZ – SPEKTAKULÄRE BAUTEN

► Apart in most other countries, the quality of concrete construction is very high in Switzerland, and concrete is widely accepted as a building material. What are the reasons for this situation?

The current standard governing concrete structures (SIA 262) has been in effect since 1 January 2003. This code represents the latest stage of a 100-year tradition that has been marked by a continuous stream of revisions and new components. Swiss structural engineering codes have earned a sound international reputation due to their pioneering role, compact layout and general nature, and also because they provide room for innovations and deviations. In this respect, SIA 262, Article 0.3.1 is a particularly striking example:

“Exceptions to the present code are permissible, provided they are justified by new developments or knowledge in the field or if they are well-founded theoretically or through tests.”

SIA 262 meets the harmonization requirement in relation to European standards but also ensures consistency with the Swiss tradition of standardization. A marked difference between Swiss standards and the Eurocodes becomes apparent already when looking at the number of pages: SIA 262 contains 90 pages whereas Eurocode 2 has 227 pages just for the general part pertaining to buildings and engineering structures.

► In der Schweiz ist die Qualität des Betonbaus, wie kaum in einem anderen Land, sehr ausgeprägt und der Baustoff Beton stößt auf eine breite Akzeptanz. Was sind die Gründe dafür?

Die aktuelle Norm für Betonbau (SIA 262) ist seit dem 1. Januar 2003 in Kraft. Diese Norm repräsentiert die jüngste Etappe einer hundertjährigen Tradition, in welcher regelmäßig Erneuerungen stattfanden. Die Schweizer Tragwerksnormen sind international anerkannt für ihre Vorreiterrolle, für ihre Kompaktheit und ihren allgemeinen Charakter sowie für die Ermöglichung von Innovationen und Abweichungen. Der Artikel SIA 262 0.3.1 ist dafür ein zutreffendes Beispiel:

„Ausnahmen von der vorliegenden Norm sind zulässig, wenn sie durch Theorie oder Versuche ausreichend begründet werden oder wenn neue Entwicklungen und Erkenntnisse dies rechtfertigen.“ In der SIA 262 wird einerseits das Harmonisierungsbedürfnis bezüglich der europäischen Normen erfüllt und andererseits die Bündigkeit der Schweizer Normtradition vollzogen. Der folgende Vergleich zeigt bereits einen deutlichen Unterschied zwischen den Schweizer Normen und den Eurocodes: die SIA 262 enthält 90 Seiten, der Eurocode 2 besteht allein für den allgemeinen Teil für Hoch- und Ingenieurbauten aus 227 Seiten.

In Switzerland, research on concrete has been considered, from a very early stage, a multi-disciplinary activity that goes far beyond the construction field. Current cement and concrete-related research mainly deals with safety, durability and sustainability, concentrating on carbon emission reduction, recycling and energy management using concrete. In addition, novel building materials are being investigated, such as high-performance fiber-reinforced concretes (HPFRC), that meet the user specifications whilst consuming a lower amount of cement and other materials, or permit shorter construction processes and the realization of highly durable, low-maintenance structures.

The history of concrete buildings and structures in Switzerland encompasses the early reinforced concrete designs realized in and around 1900, the pioneering bridges of the 1920s conceived by Robert Maillart, the Atelier five residential buildings of the 1960s, the concrete churches of the 1970s by Walter Förderer, the architectural regions of Ticino, Basel and Graubünden that enjoyed a high degree of attention one after another, and contemporary designs. Examples of new architectural trends in the residential sector include the Gartmann singly-family home (2003) in Chur and the National Park Center (2008) in Zerne (GR) designed by Valerio Olgiati. Both buildings are composed of single-layer walls consisting of so-called heat-insulating concrete.

Neither the engineering achievements of the past nor those of the present would be conceivable without the continuously evolving concrete construction sector in Switzerland, as demonstrated by many infrastructural projects such as tunnels, dams and bridges. The masterpieces of concrete architecture that were realized in Switzerland are also the result of a fruitful and creative collaboration between architects and construction engineers. One of the prime examples of this approach (which was practiced in many other projects) is the cooperation of architect Christian Kerez and engineer Joseph Schwartz in the planning and design of the Forsterstrasse apartment building (2003) in Zurich.

AUTHOR //  
AUTOR

**Dr. sc. techn. Peter Lunk,**  
Holcim (Schweiz) AG,  
Zürich (Schweiz)

[peter.lunk@holcim.com](mailto:peter.lunk@holcim.com)



Geb. 1960; Studium des Bauingenieurwesens an der TU Braunschweig; Promotion an der ETH Zürich; Projekt-Ingenieur in Ingenieurbüros in Deutschland und der Schweiz; Technischer Geschäftsführer der MBT AG (Schweiz); seit 2002 Leiter Produktentwicklung und -management bei der Holcim (Schweiz) AG; seit 2006 Mitglied der Geschäftsleitung der Betonsuisse Marketing AG



Betonforschung in der Schweiz wurde schon sehr früh als interdisziplinäre Forschung verstanden, die weit über den Baubereich hinausreicht. Gegenstand der aktuellen Zement- und Betonforschung sind insbesondere Sicherheit, Dauerhaftigkeit und Nachhaltigkeit, wobei Fragen zur Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen, des Recyclings und des Energiemanagements mit Beton im Mittelpunkt stehen. Des Weiteren wird an neuartigen Baustoffen, wie hochleistungsfähigen Faserbetonen (UHFB), geforscht, mit denen die Nutzungsanforderungen bei einem geringeren Einsatz von Zement und anderen Baustoffen erfüllt oder mit schnelleren Bauvorgängen und dauerhaften, unterhaltsarmen Bauwerken realisiert werden können.

Der historische Bogen von Betonbauten in der Schweiz spannt sich von den frühen Stahlbetonkonstruktionen der Zeit um 1900 über die wegweisenden Brücken der 1920er-Jahre von Robert Maillart, die Siedlungsbauten von Atelier fünf aus den Sechzigern, die Betonkirchen von Walter Förderer aus den Siebzigern und die anschließend nacheinander ins Rampenlicht tretenden Architekturregionen Tessin, Basel und Graubünden bis hin zur Gegenwart. Neue architektonische Impulse für Wohnbauten sind beispielsweise das Einfamilienhaus Gartmann (2003) in Chur oder das Nationalparkzentrum (2008) von Valerio Olgiati in Zernez (GR), welche beide mit einem einschichtigen Wandaufbau aus so genanntem Wärmedämmbeton realisiert wurden.

Die vergangene wie die aktuelle Ingenieurbaukunst wäre ohne den sich stets weiterentwickelnden Betonbau in der Schweiz nicht denkbar, wie die zahlreichen Infrastrukturbauten (Tunnel, Staudämme und Brücken) zeigen. Die herausragende Betonarchitektur in der Schweiz ist auch dank einer intensiven und kreativen Zusammenarbeit zwischen Architekten und Bauingenieuren entstanden. Stellvertretend für viele Bauwerke steht die Kooperation des Architekten Christian Kerez und des Bauingenieurs Joseph Schwartz beim Mehrfamilienhaus Forsterstraße (2003) in Zürich.

Im Jahr 1977 wurde der Architekturpreis Beton erstmals seitens der Schweizerischen Zementindustrie vergeben. Das Anliegen der Organisatoren ist – damals wie heute – sowohl das besondere Können der Architekten und Ingenieure als auch der Bauausführenden an beispielhaften und vorbildlichen Bauwerken aus Beton zu zeigen. Die vergangenen neun Wettbewerbe haben das hohe Niveau der schweizerischen Betonarchitektur eindrücklich bestätigt. ■

**In 1977, the Swiss cement industry awarded the "Architekturpreis Beton" (Architectural Prize for Concrete) for the first time. The organizers' intent was – and still is – to demonstrate the artistic skill and workmanship of both architects and engineers and those actually realizing the projects by showcasing exemplary, best-practice concrete structures. The past nine competitions have confirmed the high level of sophistication of Swiss concrete architecture in an impressive fashion. ■**

The advertisement for PAUL Maschinenfabrik GmbH & Co. KG features a large background image of several wind turbines. The company logo, consisting of the word 'PAUL' in a stylized font with horizontal lines above and below, is positioned in the top right corner. Below the logo, the text 'Maschinenfabrik GmbH & Co. KG' is written. The main headline 'Stability.' is prominently displayed in the center. Below this, the sub-headline 'Stressing of towers and poles' is written in a blue font. A list of services provided by PAUL is included, followed by the text 'The experts in Prestressed Concrete Technology.' At the bottom of the advertisement, there are four small inset images: a high-speed train, a bridge under construction, a building under construction, and a large concrete structure being lifted.

**PAUL**  
Maschinenfabrik GmbH & Co. KG

## Stability.

### Stressing of towers and poles

#### PAUL supplies

- Prestressing installations incl. planning work
- Anchor grips
- Prestressing machinery (single-/multi-stressing jacks)
- Strand pushing and cutting equipment
- Automatic prestressing machines for railway sleepers
- Prestressing equipment for bridge construction (prestressing cables and stay cables)

The experts in  
Prestressed Concrete Technology.



Max-Paul-Straße 1  
88525 Dürmentingen / Germany  
[www.paul.eu](http://www.paul.eu)

Phone: +49 (0) 73 71/5 00 - 0  
Fax: +49 (0) 73 71/5 00 - 111  
Mail: [stressing@paul.eu](mailto:stressing@paul.eu)

DAY 2: WEDNESDAY, 9<sup>TH</sup> FEBRUARY 2011 //  
TAG 2: MITTWOCH 9. FEBRUAR 2011

## FROM RESEARCH TO PRACTICE VON DER FORSCHUNG ZUR PRAXIS

PRESENTATION //  
MODERATION

**Prof. Dr.-Ing. Harald S. Müller,**  
Karlsruher Institut für  
Technologie KIT

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

Geb. 1951; bis 1995 Direktor an der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, Berlin; seit 1996 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

Page // Seite

Title // Titel

- 82 LOW-CEMENT "ECO-CONCRETES" FOR THE PRODUCTION OF PRECAST ELEMENTS**  
ZEMENTREDUZIERTE ÖKOBETONE FÜR DIE HERSTELLUNG VON BETONFERTIGTEILEN  
*Prof. Dr.-Ing. Carl-Alexander Graubner / Dipl.-Ing. Stefan Hainer / Dr.-Ing. Tilo Proske*
- 86 CEMENT GRADES WITH A LOW PORTLAND CEMENT CLINKER RATIO FOR THE CONCRETES OF THE FUTURE**  
ZEMENTE MIT GERINGEM PORTLANDZEMENTKLINKERANTEIL FÜR DIE BETONE DER ZUKUNFT  
*Dr. Christoph Müller / Dr. Sebastian Palm*
- 90 FLY-ASH CONTAINING COMPOSITE CEMENTS – HIGH PERFORMANCE AND UNIFORMITY**  
FLUGASCHEHALTIGE KOMPOSITZEMENTE – HOHE LEISTUNGSFÄHIGKEIT UND GLEICHMÄSSIGKEIT  
*Dr.-Ing. Ditmar Hornung, / Dr. rer. nat. Josef Strunge*
- 92 COMPETITION ON "CONCRETE AS AN ENERGY STORAGE MATERIAL" – OBJECTIVES, RESULTS, OUTLOOK**  
WETTBEWERB „ENERGIESPEICHER BETON“ – ZIELSTELLUNG, ERGEBNISSE, AUSBLICK  
*Dr.techn. Frank Huber*
- 94 TEXTILE-REINFORCED CONCRETE – A BUILDING MATERIAL SUCCESS STORY: NEW DEVELOPMENTS, PRACTICAL EXAMPLES**  
ERFOLGSBAUSTOFF TEXTILBETON – NEUE ENTWICKLUNGEN, PRAKTISCHE BEISPIELE  
*Prof. Dr.-Ing. Manfred Curbach / Dr.-Ing. Frank Jesse*
- 96 SPECIAL CONCRETES FOR TUNNEL LINING SEGMENTS – DESIGN AND PRACTICAL EXAMPLES**  
SONDERBERTONE FÜR TÜBBINGE - ENTWURF UND PRAXISBEISPIELE  
*Univ.Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Brameshuber*

**RATEC**  
Meet the better ideas!



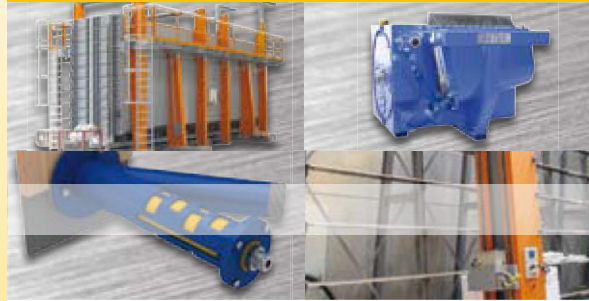
➤ **RATEC.**  
**Innovation leader for magnet based shuttering systems**

Since years the RATEC shuttering systems are used at the precast concrete production and are proven by usage. Through continuous development of shuttering and magnet technique RATEC developed a systematic construction set. This can be used flexible, fast, secure and efficient in all areas. Also the RATEC product range offers a customized special shuttering construction (small shuttering and molds).

- Shuttering magnet
- Shuttering systems
- Shuttering handling
- Adapter
- Assembly magnets
- Assembly parts
- Additional products
- Special shuttering

➤ [www.ratec.org](http://www.ratec.org)  
Phone +49 6205 9407 29

**upcrete®**



➤ **upcrete®.** Cost-effective production of complex, all sides smooth and extreme high-quality precast concrete elements

The innovative technology with intelligent mold technique and a powerful pump technology in connection with the die-cast-flush-rising-concrete-system offers a high efficiency, flexible and modern production system. The well-engineered upcrete plant solution allows to produce precast concrete parts with extreme high quality under cost-effective conditions.

- UBS. upcrete® battery system
- UPP. upcrete® peristaltic pump
- UCI. upcrete® universal concrete inlet
- UBS. upcrete® work station system
- upcrete® special molds

➤ [www.upcrete.com](http://www.upcrete.com)  
Phone +49 6205 9407 29

**REYMANN  
TECHNIK**



➤ **REYMANN-TECHNIK.**  
**Engineering and realization of production plants**

As one of the worldwide most experienced engineering companies for the development and realization of highly modern precast concrete plants, Reymann Technik stands for innovative Detail- as well as economic collective solutions. The independence from single machine producers makes it possible for us to always develop optimal and individual customized systems.

- Development of new production plants
- Project management: planning + commissioning
- Realization of complete turn-key solutions
- Analysis of existing production plants
- Delivery of technical system components
- Continuous research and development

➤ [www.reymann-technik.de](http://www.reymann-technik.de)  
Phone +49 6205 9407 11

**Meet the better ideas!**

Concrete Solutions  
**55. BetonTage**  
08.-10. February 2011, Neu-Ulm



## LOW-CEMENT "ECO-CONCRETES" FOR THE PRODUCTION OF PRECAST ELEMENTS

### ZEMENTREDUZIERTER ÖKOBETONE FÜR DIE HERSTELLUNG VON BETONFERTIGTEILEN

► The tremendous importance of concrete construction for achieving the national and international climate protection targets is demonstrated by the fact that the production of cement (clinker) as one of the raw materials is associated with carbon emissions that account for about five per cent of world-wide emissions, which makes the cement industry the third-largest single source of emission. Against this background, it is no longer sufficient to just consider technical and economic parameters when designing and erecting concrete structures. Environmental impact needs to be assessed as well. "Eco-concretes" developed to mitigate environmental impact are also referred to as "green concretes" [1].

► Die enorme Bedeutung des Betonbaus bei der Verwirklichung der national und international angestrebten Ziele zum Klimaschutz wird durch die Tatsache verdeutlicht, dass die Herstellung des Ausgangsstoffes Zement(-klinker) mit einem Kohlendioxidausstoß von etwa fünf Prozent der weltweiten Emission verbunden und die Zementindustrie damit drittgrößter Einzelemittent ist. Vor diesem Hintergrund ist es nicht mehr ausreichend, bei der Herstellung von Betonbauwerken lediglich die technischen und wirtschaftlichen Randbedingungen zu berücksichtigen. Auch die ökologischen Auswirkungen müssen betrachtet werden. Unter dem Gesichtspunkt der Verringerung der Umweltwirkung entwickelte „Ökobetone“ werden auch als „Green Concretes“ bezeichnet [1].

Großes Potenzial für die Reduzierung der Umweltbelastung und des Ressourcenverbrauchs besteht in der Übertragung der Erkenntnisse aus dem Bereich der hochfesten und ultrahochfesten Betone auf konventionelle Konstruktionsbetone [2]. Eine deutliche Verbesserung der Ökobilanz des Betons ist dabei durch die Verringerung des Anteils an Portlandzementklinker bei Sicherstellung der notwendigen Verarbeitbarkeits- und Festbetoneigenschaften möglich. ABB. 1 verdeutlicht, dass durch

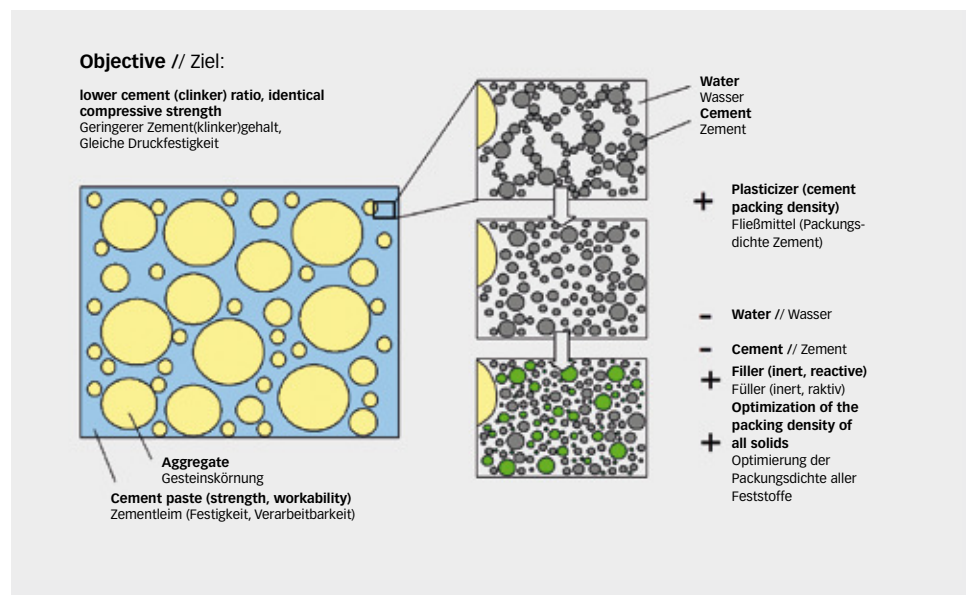
The transfer of the knowledge and expertise gained for high-performance and ultra-high performance concretes to conventional structural concretes offers a huge potential for reducing environmental impact and resource consumption [2]. The environmental impact of concrete can be lowered significantly by reducing the proportion of Portland cement clinker whilst ensuring the required workability characteristics and properties of the hardened concrete. FIG. 1 illustrates that the water/powder ratio required for making the concrete workable can be reduced considerably by optimizing the particle size distribution using superplasticizers. This approach makes it possible to replace cement clinker with environmentally friendly powder constituents, e.g. inert rock powders or reactive by-products such as coal fly ash or blast-furnace slag powders, where the issue of resource availability needs to be considered especially for the reactive constituents. Tests carried out at Technische Universität Darmstadt showed that a cement ratio of under 150 kg of cement per cubic meter of concrete is sufficient for producing standard structural concretes (C25/30)

AUTHOR // AUTOR

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

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

Geb. 1957; 1977-1982 Studium des Bauingenieurwesens an der TU München; 1988 Promotion; 1994 Anerkennung als Prüfingenieur für Baustatik; 1997 Ernennung zum Universitätsprofessor für Massivbau an der TU Darmstadt; 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

▲ FIG. 1 Development of low-cement "eco-concretes" from conventional concrete mixes. // ABB. 1 Entwicklung von zementreduziertem "Ökobeton" aus traditionellen Betonmischungen.

die Optimierung der Korngrößenverteilung unter Verwendung von Hochleistungsfließmitteln der zur Verarbeitbarkeit notwendige Wasser-/Mehlkorngehalt deutlich verringert werden kann. Dies ermöglicht die Substitution des Zementklinkers durch umweltfreundliche Mehlkornbestandteile, wie z. B. inerte Gesteinsmehle oder reaktive Abfallprodukte wie Steinkohlenflugasche oder Hütensandmehle, wobei insbesondere bei den reaktiven Bestandteilen die Ressourcenverfügbarkeit berücksichtigt werden muss. An der TU Darmstadt durchgeführte Untersuchungen zeigen, dass zur Herstellung üblicher Konstruktionsbetone (C25/30) ein Zementgehalt von weniger als 150 kg je m<sup>3</sup> Beton ohne Umstellung der üblichen Anlagentechnik ausreichend ist. Selbst die Anforderungen an die Dauerhaftigkeit bei Vorliegen der Expositions-kategorie XC4 und XF1 (Außenbauteil mit Frostbeanspruchung, bei mäßiger Wassersättigung ohne Taumittel) sind erreichbar [3].

Im Rahmen eines durch die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e.V. (AiF) geförderten Forschungsprojektes wird vom Institut für Massivbau der TU

**without requiring any modification or conversion of the commonly used equipment. Even the durability specifications for exposure classes XC4 and XF1 can be met (external structural component exposed to frost at moderate water saturation levels without de-icing agent) [3].**

**As part of a research project funded by the Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e.V. (AiF; Federation of Industrial Research Organizations), the „Institut für Massivbau der Technischen Universität Darmstadt“ is cooperating with Beton Kemmler in order to advance the development of low-cement concretes suitable for use in the precast industry. Materials research at Darmstadt University of Technology is being conducted jointly by the Department of Concrete and Masonry Structures (chaired by Prof. Dr.-Ing. C.-A. Graubner) and the Department of Materials in Civil Engineering (chaired by Prof. Dr.-Ing. H. Garrecht). This project aims to develop and produce precast components for prefabricated construction**

Dipl.-Ing. Stefan Hainer,  
Technische Universität  
Darmstadt

AUTHOR //  
AUTOR

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



Geb. 1985;  
2004-2010 Studium  
des Bauingenieur-  
wesens an der TU  
Darmstadt; seit 2010  
Wissenschaftlicher  
Mitarbeiter am Institut  
für Massivbau der TU  
Darmstadt

Darmstadt in Zusammenarbeit mit der Firma Beton Kemmler die Entwicklung von zementreduzierten Betonen für die Fertigteilindustrie vorangetrieben. Die Materialforschung an der TU Darmstadt erfolgt gemeinsam durch das Fachgebiet Massivbau (geleitet von Prof. Dr.-Ing. C.-A. Graubner) und das Fachgebiet Werkstoffe im Bau-



# BETOCARB®

Our Minerals Your Advantage

## Innovative solutions for complex issues.

Omya is a global producer of calcium carbonate. With over 120 years experience in mineral sourcing and production Omya's knowledge of ultrafine calcium carbonate and its use in concrete applications are unparalleled. Omya's Applied Technology Services will help you to improve your performance. We understand your needs. Worldwide.



[www.omya.com](http://www.omya.com)  
[info.construction@omya.com](mailto:info.construction@omya.com)



AUTHOR //  
AUTOR

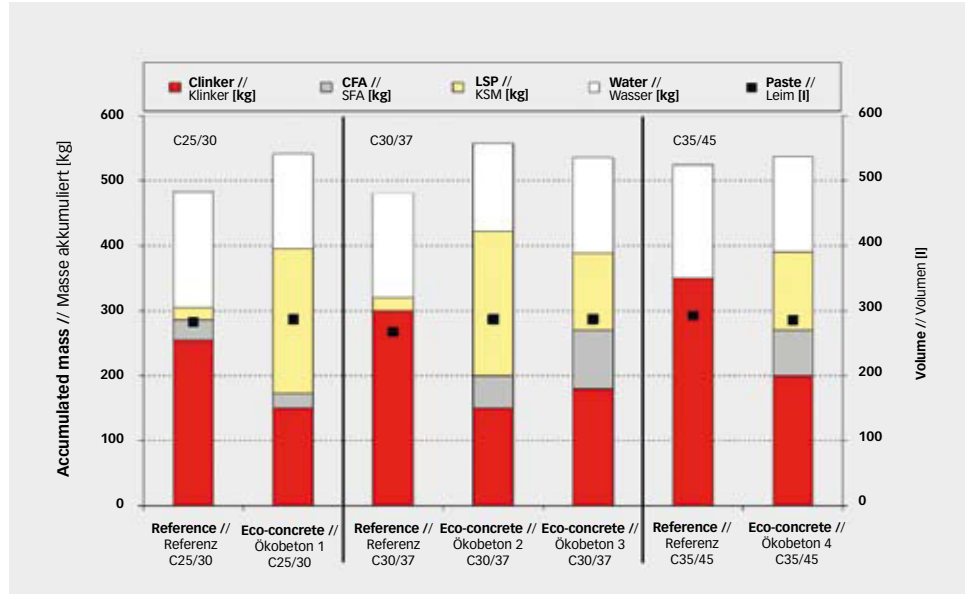
**Dr.-Ing. Tilo Proske,**  
Technische Universität  
Darmstadt

proske@massivbau.tu-  
darmstadt.de

Geb. 1973;  
1992-1998 Studium des  
Bauingenieurwesens an  
der Bauhaus-Universität  
Weimar; 1999-2001  
Technische Projekt-  
leitung im Ingenieurbüro  
Prof. Dr.-Ing. Scholz und  
Partner in München;  
2001-2007 Wissen-  
schaftlicher Mitarbeiter  
am Institut für Massiv-



bau der TU Darmstadt; 2007 Promotion;  
seit 2008 Leitender Mitarbeiter am Institut für  
Massivbau der TU Darmstadt; Mitglied in ver-  
schiedenen nationalen und internationalen Nor-  
mungsgremien auf dem Gebiet des Betonbaus



▲ FIG. 2 Composition of the pastes of reference and "eco-concretes". // ABB. 2 Zusammensetzung des Leims der Referenzbetone und der „Ökobeton“.

applying industrial manufacturing processes. This objective provides the basis from which the specific requirements for the workability and early strength of the concretes are derived. After a 5-hour heat treatment at 50 °C, an early strength of approx. 8 N/mm<sup>2</sup> is specified. The concretes should be used for both internal and external structural components; most of the components will consist of concretes in strength classes C25/30 or C30/37.

wesen (geleitet von Prof. Dr.-Ing. H. Garrecht). Ziel ist die Entwicklung und Herstellung von Betonbauteilen für die Elementbauweise bei industrieller Fertigung. Hieraus leiten sich die spezifischen Anforderungen an die Verarbeitbarkeit und die Frühfestigkeit der Betone ab. Nach einer 5-stündigen Wärmebehandlung mit 50 °C wird eine Frühfestigkeit von ca. 8 N/mm<sup>2</sup> gefordert. Die Betone sollen sowohl als Innen- als auch Außenbauteil Anwendung finden, wobei die Elemente überwiegend in Festigkeitsklasse C25/30 bzw. C30/37 ausgeführt werden.

When developing and designing the concretes, locally available, low-cost raw materials are preferred (cement, limestone dust, aggregates). Mixes are optimized on the basis of the usual reference concretes, replacing cement with limestone dust and coal fly ash. In addition, the grading curve of the aggregates is optimized. A particular challenge is the identification of a suitable plasticizer to ensure concrete workability within the required period of up to 45 minutes without any loss of the specified early strength. Moreover, the mechanical pro-



► FIG. 3 Factory-produced prototype precast floor slabs (by Beton Kemmler GmbH) consisting of "eco-concrete" with reduced cement content. //

ABB. 3 Werksmäßig (bei der Firma Beton Kemmler GmbH) hergestellte Prototyp Elementdecken aus zementreduziertem „Ökobeton“.



# BESCHLEUNIGT DEN PULS.

## KOSTENEFFIZIENZ UND UMWELTSCHUTZ BEI DER BETONHERSTELLUNG

Bei zahlreichen Herstellern von Transportbeton und Betonfertigteilen beweisen wir täglich, dass sich auch in Beton wertvolle Schätze finden lassen. Mit unseren Recyclinganlagen für flüssigen Restbeton lassen sich die Rohstoffe wiederverwenden. Dies führt zu signifikanten Einsparungen, bei den Rohstoff- und Wasserkosten ebenso wie bei den Kosten für die Entsorgung des Restbetons – und wirkt sich so nicht nur positiv auf die Umwelt, sondern vor allem auch nachhaltig auf die Bilanz unserer Kunden aus.



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

BIBKO® Umwelttechnik & Beratung GmbH,  
Steinbeisstraße 1–2, 71717 Beilstein, Germany, T: +49 (0) 70 62 / 92 64-0,  
[bibko@bibko.com](mailto:bibko@bibko.com)

**BIBKO**  
SYSTEM  
PATENTE. INNOVATIONEN. FÜR UMWELT UND ZUKUNFT.

Bei der Betonentwicklung werden bevorzugt lokal verfügbare und preisgünstige Ausgangsstoffe (Zement, Kalksteinmehl, Gesteinskörnungen) verwendet. Die Mischungsoptimierung erfolgt auf Basis der üblicherweise eingesetzten Referenzbetone durch Substitution von Zement durch Kalksteinmehl und Steinkohlenflugasche. Zusätzlich wird die Sieblinie der Gesteinskörnungen optimiert. Eine besondere Herausforderung besteht in der Identifikation eines geeigneten Fließmittels zur Sicherstellung der Verarbeitbarkeit innerhalb des geforderten Zeitfensters von bis zu 45 Minuten ohne Verlust der geforderten Frühfestigkeit. Des Weiteren sind die bemessungsrelevanten mechanischen Festbetoneigenschaften sowie die Dauerhaftigkeit der Konstruktionsbetone nachzuweisen. **ABB. 2** verdeutlicht, dass durch die Reduktion des Wassergehaltes, die Umstellung auf ein Hochleistungsfließmittel und eine deutliche Erhöhung des Kalksteinmehlgehaltes eine signifikante Verringerung des Klinkeranteils erreicht wird. Insgesamt weisen die zementreduzierten „Ökobetone“ gegenüber den herkömmlich

**properties of the hardened concrete relevant to the design must be verified, as well as the durability of the structural concretes. FIG. 2 illustrates that the reduction of the water content, the shift to a superplasticizer and a considerable increase in the quantity of limestone dust lead to a significantly decreasing clinker ratio. Overall, the global warming potential of the low-cement “eco-concretes” is 30% lower compared to conventional mixes. The cement industry considers the development and production of such clinker-reduced binders beneficial as quality control can be improved. Any large-scale implementation would, however, require additional standards and guidelines, especially with respect to the concrete technology parameters, that complement the currently applicable standards. ■**

eingesetzten Betonen ein um ca. 30 Prozent verringertes Treibhauspotenzial auf. Zur Verbesserung der Qualitätssicherung wird die Entwicklung und Herstellung derartig zusammengesetzter, klinker-reduzierter Bindemittel durch die Zementindustrie als vorteilhaft betrachtet. Für eine allgemeine Umsetzung sind allerdings ergänzende Regelungen, insbesondere hinsichtlich der betontechnologischen Randbedingungen, gegenüber dem derzeitigen Normungsstand unabdingbar. ■

#### REFERENCES // LITERATUR

- [1] Nielsen, C. V.; Glavind, M.: Danish Experience with a Decade of Green Concrete. Journal of Advanced Concrete Technology, Vol. 5, No. 1, 2007: 3-12.
- [2] Proske, T., Graubner, C.-A.: Green Concrete. Darmstadt Concrete - Annual Journal on Concrete and Concrete Structures, Vol. 23, Darmstadt, 2008.
- [3] Proske, T.: Carbonatisierung von Beton mit reduziertem Zementgehalt. In: Tagungsband 17. Internationale Baustofftagung (ibausil), Bauhaus-Universität Weimar, 2009: 2-0717-2-0722.

## CEMENT GRADES WITH A LOW PORTLAND CEMENT CLINKER RATIO FOR THE CONCRETES OF THE FUTURE ZEMENTE MIT GERINGEM PORTLANDZEMENTKLINKERANTEIL FÜR DIE BETONE DER ZUKUNFT

► In Germany, the production of high-performance cements to build safe concrete structures has always been based on regionally available raw materials. The use of cements with several main constituents has thus a long and successful tradition in Germany. CEM II/S Portland slag cements (formerly referred to as iron Portland cements) and CEM III blast-furnace cements have been industrially produced for more than a century, and they have also been standardized for almost 100 years. Today, CEM III/A blast-furnace cements are used as standard cements in some regions for producing ready-mixed concrete for civil engineering and building construction purposes. CEM II/A-LL Portland limestone cements, which have been standardized for about 35 years in France, have been produced and used in concrete in Germany since the beginning of the 1980s. They were initially introduced by the granting of national technical approvals. In 1994, Portland limestone cements were standardized in Germany together with other Portland composite cements. Portland shale cement has been produced in Germany since 1943, using suitable, regionally available oil shale resources. Following a period of use on the basis of a national technical approval, this type of cement was standardized in Germany in 1989.

Several German cement producers have developed and launched CEM II/A-M and CEM II/B-M Portland composite cements in accordance with DIN EN 197-1 [1]. On the basis of a national technical approval for application, CEM II/B-M (S-LL), CEM II/B-M (V-LL) and CEM II/B-M (T-LL) cements may be used for all exposure classes specified in DIN 1045. In 2010, the first-ever national technical approval for application was granted in Germany to a CEM II/B-LL cement containing up to 35 wt.-% of limestone. As a result, this grade may also be used for all exposure classes. In the course of these procedures, the cement producers have made comprehensive development efforts in order to optimize the new cements and associated manufacturing processes with respect to raw materials and process workflows. These approval procedures have thus defined a new

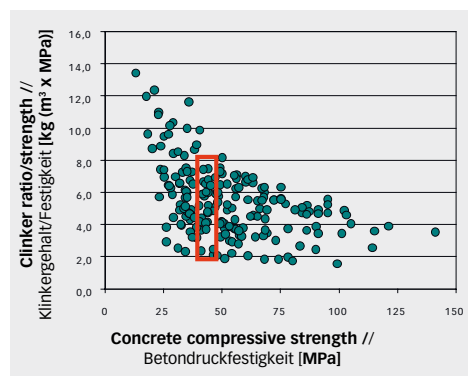
► Zu allen Zeiten wurden in Deutschland auf Basis der regional verfügbaren Rohstoffe leistungsfähige Zemente für eine sichere Betonbauweise hergestellt. Insofern hat die Verwendung von Zementen mit mehreren Hauptbestandteilen in Deutschland eine lange und erfolgreiche Tradition. Portlandhüttenzemente CEM II/S (früher: Eisenportlandzemente) und Hochofenzemente CEM III werden seit mehr als einem Jahrhundert industriell hergestellt und sind seit fast 100 Jahren genormt. Heute werden Hochofenzemente CEM III/A in einigen Regionen als Regelzemente für die Herstellung von Transportbeton im Hoch- und Ingenieurbau verwendet. Portlandkalksteinzemente CEM II/A-LL – in Frankreich bereits seit rd. 35 Jahren genormt – werden in Deutschland seit Beginn der 1980er Jahre hergestellt und im Beton eingesetzt. Die Einführung erfolgte zunächst über allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen, im Jahre 1994 wurden Portlandkalksteinzemente in Deutschland gemeinsam mit weiteren Portlandkompositzementen genormt. Portlandschieferzement wird in Deutschland auf der Basis geeigneter, regional verfügbarer Ölschiefer-vorkommen seit 1943 produziert, und nach Anwendung mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung wurde Portlandschieferzement in Deutschland 1989 genormt.

Eine Reihe deutscher Zementhersteller haben Portlandkompositzemente CEM II/A-M und CEM II/B-M

benchmark for further developments in terms of technology and testing. The continuous reduction in the clinker ratio of the cement has led to an improvement of the specific material profiles of cement and concrete, particularly with respect to their global warming potentials. The consistent trend toward domestic supply covering an increasing number of cement grades contributed to a significant reduction in the clinker/cement ratio, which amounted to 86% in 1987 and was lowered to 73% in 2008.

The objective to drive this trend further also results in the necessity of developing new types of cement. Of particular interest in this regard are cements containing 10 to 25 wt.-% of limestone (LL) in combination with 10 to 40 wt.-% of fly ash (V) or blast-furnace slag (S). Investigations carried out at the Forschungsinstitut der Zementindustrie (FIZ; Research Institute of the Cement Industry) show that concretes containing such cements (which were tailored to their specific purpose granulometrically and/or from a chemical/mineralogical point of view) meet the relevant durability requirements [2]. The same applies to concretes containing CEM II/B-LL. The findings arrived at in this research cannot yet be applied generally but may be used as a basis for further development work.

To date, the research and development activities of the cement industry have concentrated on determining the laboratory-scale performance of cements in concretes conforming to DIN EN 206-1 and DIN 1045-2. The associated tests investigate the properties of the concrete that are relevant to durability, such as carbonation or freeze-thaw resistance. The composition of the concrete mixes usually corresponds to the limit values specified in the concrete standard for the relevant exposure class whilst defining a maximum water/cement ratio (max w/c) and minimum cement content (min c) in accordance with DIN EN 206-1/DIN 1045-2. Future research will continue to focus on determining the performance characteristics of new cements under these conditions as one of the major fields of activity.



▲ FIG. 1 Correlation between the compressive-strength related clinker ratio and concrete compressive strength (literature and own research); highlighted area: concretes with compressive strengths of  $40 \pm 5 \text{ N/mm}^2$ . //

ABB. 1 Zusammenhang zwischen dem auf die Betondruckfestigkeit bezogenen Klinkergehalt und der Betondruckfestigkeit (Literatur und eigene Untersuchungen) – markierter Bereich: Betone mit Betondruckfestigkeiten  $40 \pm 5 \text{ N/mm}^2$ .



**Dr. Christoph Müller,**  
Verein Deutscher Zementwerke,  
Düsseldorf

AUTHOR //  
AUTOR

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

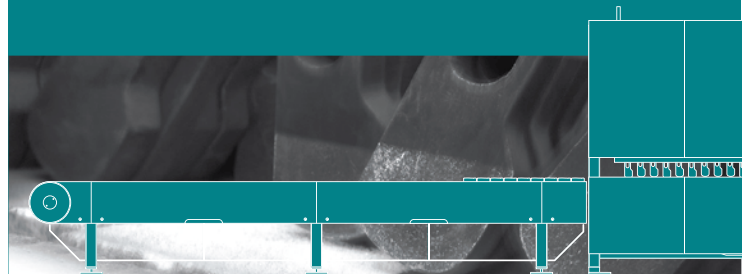


Geb. 1967; Studium des Bauingenieurwesens an der RWTH Aachen; anschließend wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Bauforschung der RWTH Aachen (ibac); 2000 Promotion; seit 2000 Forschungsinstitut der Zementindustrie (FIZ), Düsseldorf in der Abteilung Betontechnik; Themenschwerpunkte: Betontechnologie, insbesondere Dauerhaftigkeit von Beton; Mitglied in zahlreichen nationalen und internationalen Normungsgremien des Betonbaus; seit 2007 Leiter der Abteilung Betontechnik

nach DIN EN 197-1 entwickelt und in den Markt eingeführt [1]. Mit einer allgemeinen bauaufsichtlichen Anwendungszulassung (AZ) können CEM II/B-M (S-LL), CEM II/B-M (V-LL) und CEM II/B-M (T-LL) in allen Expositionsklassen nach DIN 1045 eingesetzt werden. Im Jahr 2010 wurde erstmals in Deutschland eine allgemeine bauaufsichtliche Anwendungszulassung für einen CEM II/B-LL mit bis zu 35 M.-% Kalkstein erteilt, der damit ebenfalls in allen Expositionsklassen eingesetzt werden kann. Im Zuge dieser Verfahren haben die betroffenen Zementhersteller intensive Entwicklungsarbeiten durchgeführt, um die neuen Zemente und ihre Herstellverfahren in stofflicher und in verfahrenstechnischer Hinsicht zu optimieren. In den Zulassungsverfahren wurden damit technologische und prüftechnische Maßstäbe für weitere Entwicklungen gesetzt. Die kontinuierliche Reduzierung des Portlandzementklinkergehaltes im Zement hat zu einer Verbesserung der spezifischen Baustoffprofile für Zement und Beton insbesondere im Hinblick auf das Treibhauspotential geführt. Die konsequente Entwicklung des Inlandsversandes zu immer mehr Zementen mit mehreren Hauptbestandteilen trug zu einer deutlichen Reduzierung des Klinker/Zement-Faktors bei. Dieser betrug im Jahr 1987 86 % und wurde bis zum Jahr 2008 auf 73 % vermindert.

Aus dem Ziel, diesen Weg konsequent weiter zu beschreiten, erwächst auch die Frage nach neuen Zementarten. Hier sind z. B. Zemente mit 10-25 M.-% Kalkstein (LL) in Kombination mit 10-40 M.-% Flugasche (V) bzw. Hüttensand (S) von Interesse. Untersuchungen im Forschungsinstitut der Zementindustrie (FIZ) zeigen, dass Betone mit solchen Zementen – die entsprechend ihrer vorgesehenen Verwendung chemisch-mineralogisch bzw. granulometrisch optimiert wurden – dauerhaftigkeitsrelevanten Anforderungen genügen können [2]. Gleiches gilt z. B. auch für Betone mit CEM II/B-LL. Die erzielten Ergebnisse können derzeit nicht verallgemeinert werden. Sie können aber als Grundlage für weitere Entwicklungsarbeiten genutzt werden.

Bisher konzentrierten sich die Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten der Zementindustrie auf die Ermittlung der Labor-Leistungsfähigkeit von Zementen in Beton nach DIN EN 206-1 und DIN 1045-2. Hierbei werden dauerhaftigkeitsrelevante Betonei-



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  
Einöde 2  
D-87760 Lachen  
Telefon +49 (0) 83 31-95 03-0  
Telefax +49 (0) 83 31-95 03-20  
[maschinen@k-b-h.de](mailto:maschinen@k-b-h.de)  
[www.k-b-h.de](http://www.k-b-h.de)





The above technical modifications will probably not suffice to achieve a further significant reduction in the mean clinker/cement ratio in Germany. Among other reasons, this is due to the limited availability of some main cement constituents, such as blast-furnace slag and fly ash, but also due to the technical limitations of using limestone as one of the main cement constituents under the conditions described above. In future, it will thus be a major challenge to use the Portland cement clinker of the cement contained in the concrete more and more efficiently, covering an ever-broader range of applications. The Portland cement clinker ratio may be correlated with specific performance parameters (specific clinker ratio). A first step in this direction is to correlate the Portland cement clinker ratio to compressive strength. An analysis of results published in the literature and of own research findings was carried out at the Research Institute of the Cement Industry. This analysis identified the potentials that exist in theory, i.e. in relation to producing mortars and concretes under laboratory conditions whilst considering concrete compressive strength as the sole criterion. **FIG. 1** illustrates the correlation between the clinker ratio of the cement and the compressive strength of the concrete.

The correlation shown in the diagram considers additional parameters, i.e. cement content, cement strength class, cement composition (constituents other than clinker), and the equivalent water/cement ratio. The specific clinker ratio (i.e. the ratio correlated with concrete compressive strength) decreases as compressive strength increases. In the cases considered, clinker is thus used more effectively in relation to compressive strength if compressive strength is greater. The reasons for this correlation are well-established from the point of view of concrete technology: the granulometric optimization of the main cement constituents, particularly clinker, a reduction in the effective water/cement ratio, and the use of effective concrete admixtures. An analysis of the compressive strength range of  $40 \pm 5$  N/mm<sup>2</sup> reveals, for example, significantly differing cement compositions (clinker ratios) upon achieving the specified strength level.

Mix designs typically used for concrete compressive strength classes C25/30 and C30/37 in the ready-mixed concrete sector contain an average of 290 and 320 kg/m<sup>3</sup> of cement, respectively [3]. If a CEM III/A 42.5 N blast-furnace cement containing approx. 50% of blast-fur-

genschaften wie die Carbonatisierung oder der Frost-Widerstand i. d. R. in der Grenzzusammensetzung der Betonnorm in Abhängigkeit der jeweiligen Expositionsklasse bei festgelegtem maximalem Wasserzementwert (max w/z) und minimalem Zementgehalt (min z) nach DIN EN 206-1/DIN 1045-2 untersucht. Die Ermittlung der Leistungsfähigkeit neuer Zemente unter diesen Randbedingungen wird auch in Zukunft ein wesentlicher Baustein der Forschung sein.

Mit den zuvor beschriebenen technischen Maßnahmen wird sich eine weitere deutliche Reduzierung des mittleren Klinker/Zement-Faktors in Deutschland vermutlich nicht realisieren lassen. Gründe liegen z. B. in der begrenzten Verfügbarkeit einiger Zementhauptbestandteile wie Hüttensand und Flugasche auf der einen Seite und in den technischen Grenzen der Einsatzmöglichkeiten des Kalksteins als Zementhauptbestandteil unter den oben beschriebenen Randbedingungen auf der anderen Seite.

Die Aufgabe der Zukunft ist es, den Portlandzementklinker des Zements im Beton in der breiten Anwendung immer effizienter einzusetzen. Dabei kann der Portlandzementklinkergehalt auf spezifische Leistungsmerkmale bezogen werden (spezifischer Klinkergehalt). Ein erster Schritt in diese Richtung ist der Bezug des Portlandzementklinkergehalts auf die Druckfestigkeit. Eine im Forschungsinstitut der Zementindustrie durchgeführte Auswertung von Literaturergebnissen und eigenen Untersuchungsergebnissen zeigt, welche Potentiale in der Theorie – und damit ist hier die Herstellung von Mörteln und Betonen unter den idealisierten Bedingungen eines Labors bei gleichzeitiger Begrenzung auf die Eigenschaft Betondruckfestigkeit gemeint – gegeben sind. **ABB. 1** zeigt den Zusammenhang zwischen dem auf die Betondruckfestigkeit bezogenen Klinkergehalt des Zements und der Betondruckfestigkeit.

In den dargestellten Zusammenhang gehen als weitere Parameter der Zementgehalt, die Zementfestigkeitsklasse, die Zusammensetzung des Zements neben Klinker und der äquivalente Wasserzementwert ein. Der spezifische, in diesem Fall auf das Leistungsmerkmal Betondruckfestigkeit bezogene Klinkergehalt nimmt mit steigender Druckfestigkeit ab. Bezogen auf die Druckfestigkeit wird der Klinker in den dargestellten Fällen damit effektiver eingesetzt, wenn die Druckfestigkeit höher ist. Die betontechnischen Gründe für diesen Zusammenhang sind bekannt: Optimierung der Granulometrie der Zementhauptbestandteile, insbesondere auch des Klinkers, Reduzierung des effektiven Wasserzementwerts und Einsatz wirksamer Betonzusatzmittel. Analysiert man in dieser

nace slag is used for the production of such concretes, this results in clinker ratios between 130 und 150 kg/m<sup>3</sup> when considering secondary constituents and sulfate carriers. For the above mean clinker/cement ratio of 73% achieved in 2008, these values range from 212 to 234 kg/m<sup>3</sup>. This means that the ready-mixed concrete produced today lies, on average, in the center of the area highlighted in **FIG. 1** (i.e. compressive-strength related clinker ratios between 5 and 6 kg/(m<sup>3</sup> x MPa)). In the regions where cements containing a higher amount of blast-furnace slag are available on a commercially viable and environmentally compatible basis, concrete mix designs have a clinker ratio of 3.5 to 4.0 in relation to compressive strength. The approximate theoretical minimum that can be derived from the results shown in **FIG. 1** is 2, which was also achieved by adding a high ratio of (unburnt) limestone in the laboratory tests. The water/cement ratio of this concrete mix was 0.32.

One of the major challenges will be to identify those laboratory-scale options that can actually be translated into robust solutions suitable for the industrial production of cement and concrete. The Research Institute of the Cement Industry will collaborate with partners from research and industry to tackle this challenge. In this respect, it is inappropriate to restrict this research to the single aspect of "(laboratory) compressive strength". Other key parameters to be considered are the uniformity of concrete raw materials, the robustness of concrete in construction practice (particularly its workability), and concrete durability.

From the point of view of concrete technology, the conditions under which the above requirements can be met must be (re)defined.

Only solutions that meet all the above criteria to a sufficient extent, or resolve the above-mentioned issues, can be considered "sustainable". ■

#### REFERENCES // LITERATUR

- [1] CEM II- und CEM III/A-Zemente im Betonbau – Nachhaltige Lösungen für das Bauen mit Beton, Herausgeber: Verein Deutscher Zementwerke e.V.; Düsseldorf 2008
- [2] Müller, C.; Severins, K.; Hauer, B.: Neue Erkenntnisse zur Leistungsfähigkeit von Zementen mit den Hauptbestandteilen Kalkstein, Hüttensand und Flugasche. Teil 1, Teil 2. beton 59 (2009) Nr. 10, S. 469-478, Nr. 11, S. 531-537
- [3] Ökobilanzielle Baustoffprofile von Transportbetonen der Druckfestigkeitsklassen C20/25, C25/30 und C30/37 – Bundesverband der Deutschen Transportbetonindustrie, BTB (Hrsg.) – Duisburg 2007.

**Dr. Sebastian Palm,**  
Forschungsinstitut der Zement-  
industrie (FIZ), Düsseldorf

ps@vdz-online.de

AUTHOR //  
AUTOR



Geb. 1979; Studium der Glas-Keramik-Bindemittel an der TU Clausthal; anschließend wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Nichtmetallische Werkstoffe; 2009 Promotion; seit 2009 Forschungsinstitut der Zementindustrie (FIZ), Düsseldorf in der Abteilung Betontechnik; Themenschwerpunkte: Betontechnologie, Dauerhaftigkeit von Beton

Darstellung beispielhaft den Bereich der Druckfestigkeit von  $40 \pm 5$  N/mm<sup>2</sup>, ergeben sich deutlich unterschiedliche Zementzusammensetzungen (Klinkergehalte) bei Erreichen des genannten Festigkeitsniveaus.

Typische Betonrezepturen für die Betondruckfestigkeitsklassen C25/30 bzw. C30/37 in der aktuellen Transportbetonpraxis enthalten im Mittel 290 bzw. 320 kg/m<sup>3</sup> Zement [3]. Wird zur Herstellung dieser Betone heute ein Hochofenzement CEM III/A 42,5 N mit rd. 50 % Hüttensand verwendet, ergeben sich unter Berücksichtigung von Nebenbestandteilen und Sulfatträger Klinkergehalte zwischen rd. 130 und 150 kg/m<sup>3</sup>. Für den o. g. mittleren Klinker/Zement-Faktor des Jahres 2008 von 73 % liegen die Werte zwischen rd. 212 und 234 kg/m<sup>3</sup>. Damit bewegt sich die heute gängige Transportbetonpraxis im Durchschnitt in der Mitte des in **ABB. 1** markierten Bereichs (Klinkergehalt bezogen auf die Druckfestigkeit zwischen 5 und 6 kg/(m<sup>3</sup> x MPa)). In den Regionen, in denen hüttensandhaltige Zemente mit höheren Hüttensandgehalten ökonomisch wie ökologisch sinnvoll verfügbar sind, liegen die Betonrezepturen etwa bei einem auf die Druckfestigkeit bezogenen Klinkergehalt von 3,5 bis 4,0. Die aus den in **ABB. 1** dargestellten Ergebnissen ableitbare theoretische Untergrenze liegt bei etwa 2. Diese wurde in den Laborversuchen auch mit einem hohen Anteil an (ungebranntem) Kalkstein erreicht. In dieser Betonzusammensetzung betrug der Wasserzementwert 0,32.

Herausarbeiten, welcher Anteil dieser in der labortechnischen Theorie nachweisbaren Möglichkeiten in robuste, praxistaugliche Lösungen für die großtechnische Herstellung von Zement und Beton umsetzbar ist, ist eine der Herausforderungen der Zukunft, der sich das Forschungsinstitut der Zementindustrie gemeinsam mit Partnern aus Wissenschaft und Industrie in seiner weiteren Arbeit annehmen wird. Dabei ist die Verkürzung des Themas auf den Aspekt „Druckfestigkeit (im Labor)“ nicht zielführend. Die Gleichmäßigkeit der Betonausgangsstoffe, die Robustheit des Betons im Baubetrieb – insbesondere auch in der Verarbeitbarkeit – und die Dauerhaftigkeit des Betons sind weitere entscheidende Parameter.

Die betontechnischen Randbedingungen, unter denen die zuvor genannten Anforderungen erreicht werden können, sind (ggf. neu) zu definieren.

Nur Lösungen, die in angemessenem Umfang alle zuvor genannten Kriterien erfüllen bzw. Fragen beantworten können, verdienen das Prädikat „nachhaltig“. ■

# ROTHO AUSHÄRTE- ANLAGEN: FÜR JEDEN FALL DIE PASSENDE SYSTEMVARIANTE



Bandverzinkt bis  
Stückverzinkt – immer der  
richtige Oberflächenschutz

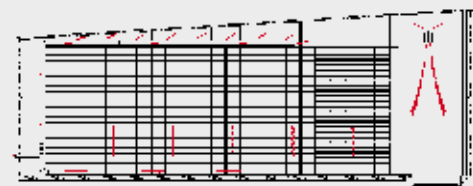


Das ROTHO CLIP-IN™  
System

Aushärteanlagen  
im Großraumkammer-  
konzept



Luftzirkulations-  
System mit  
Feuchtigkeits-  
kontrolle



ROTHO Robert Thomas Metall- und Elektrowerke GmbH & Co. KG  
Emilienstraße 13 · 57290 Neunkirchen/Germany  
Tel.: +49(0)2735/788-543 · Fax +49(0)2735/788-559  
Internet: www.rotho.de · e-mail: info@rotho.de

**ROTHO**

## FLY-ASH CONTAINING COMPOSITE CEMENTS – HIGH PERFORMANCE AND UNIFORMITY FLUGASCHEHALTIGE KOMPOSITZEMENTE – HOHE LEISTUNGSFÄHIGKEIT UND GLEICHMÄSSIGKEIT

► The implementation of the Kyoto Protocol and its follow-up instruments has prompted the cement industry to consider, at a very early stage, reducing the CO<sub>2</sub> emissions generated during cement production by manufacturing cements with a lower Portland cement clinker ratio. As composite constituents of cement and concrete, blast-furnace slag, limestone dust and coal fly ash have been successfully used for decades.

In the past few years, tests have shown that Portland cement clinker may not be replaced by just a single component. Rather, an intelligent combination of several components with different particle size distributions and hardening characteristics appeared to be a promising approach. Cements combining the use of blast-furnace slag and limestone have become a generally accepted option in all market segments (e.g. CEM II/B-M (S-LL) 42.5 R). This presentation reports on the extension of this concept to coal fly ash.

► Die Umsetzung des Kyoto-Protokolls und der nachfolgenden Protokolle führte in der Zementindustrie bereits sehr früh zu Überlegungen, die CO<sub>2</sub>-Emissionen bei der Zementproduktion zu reduzieren, indem Zemente mit einem geringeren Portlandklinkeranteil hergestellt werden. Als Kompositbestandteile im Zement und Beton haben sich Hüttensandmehl, Kalksteinmehl und Steinkohlenflugasche seit Jahrzehnten bewährt.

In den zurückliegenden Jahren konnte durch Untersuchungen festgestellt werden, dass der Portlandklinker nicht nur durch eine Komponente ersetzt werden kann, sondern dass die intelligente Kombination von mehreren Komponenten mit unterschiedlichen Kornverteilungen und unterschiedlichen Erhärtungscharakteristiken hier Lösungsansätze ergab. Zemente mit der Kombination aus Hüttensand und Kalkstein sind mittlerweile in allen Anwendungsbereichen am Markt etabliert (z. B. CEM II/B-M (S-LL) 42,5 R). Im Rahmen des Vortrages wird über eine Erweiterung dieses Konzeptes auf Steinkohlenflugaschen berichtet.

Der Einsatz der Steinkohlenflugaschen direkt im Beton ist gängige Praxis, hierbei werden jedoch alle Qualitätsschwankungen der Steinkohlenflugasche mit in den Beton getragen. Aus Untersuchungen ist bekannt, dass neben den stofflichen Schwankungen eine starke Varianz der Kornverteilungen, insbesondere ein deutlich unterschiedlicher Anteil an groben Flugascheteilchen, vorliegen kann, der zu Schwankungen in den Verarbeitungseigenschaften des Betons führt.

Hier setzen die Produktionsbedingungen bei der Zementherstellung mit dem Ziel einer Vergleichmäßigung der Flugaschekornverteilungen an. Die Flugasche wird über einen Windsichter in die Umlaufmahlanlage gegeben (ABB. 1). Die groben Teilchen werden von dem Windsichter einer Mühle zugeführt und damit einer weiteren Zerkleinerung ausgesetzt. Die bereits in Zementfeinheit vorliegenden Flugascheteilchen werden dem fertig gemahlten Portlandzementklinker direkt beigemischt. Durch diese Vorgehensweise wird eine für die jeweilige Steinkohlenflugasche optimale Kornverteilung und durch den Mahlvorgang eine Aktivierung eines Anteils dieser Komponenten

The direct addition of various types of coal fly ash to concrete is common practice; however, any quality fluctuations of the coal fly ash will also affect the quality of the concrete. Tests revealed that a strong particle size distribution variance may exist in addition to material fluctuations, especially a significantly differing ratio of coarse fly ash particles, which leads to concrete workability fluctuations.

At this point, the cement production process conditions need to be modified with the aim of achieving a more uniform distribution of fly ash particles. Fly ash is fed into the rotary mill through an air separator (FIG. 1). The air separator conveys the coarse particles to a mill where they are subjected to an additional grinding process. Fly ash particles that are fine enough to be used in the cement are directly added to the finished Portland cement clinker. This method ensures an optimal particle size distribution for each type of coal fly ash used whilst activating a certain portion of this component by the grinding process. At the same time, the feed of the fly ash into the rotary mills, which also act as mixers, results in a more uniform nature of the fly ash used.

Limestone is of particular importance as an additional component used in the so-called M cements. Fine grinding of the limestone together with the Portland cement clinker results in an extremely finely ground limestone component in the cement due to the fact that this mix is easier to grind. This extreme fineness may make such cements sticky. The aim is thus to establish a defined particle size distribution also for these components for the purpose of using them in the cement.

Tests carried out at the Bauhaus University of Weimar have shown that the limestone component with its very fine particles is involved in the hydration reactions, especially of the tricalcium phase. The conversion rate of the calcium silicate hydrate phases formed during hydration can be increased by adding hydration nuclei. FIG. 2 shows how the limestone particles are occupied by such calcium silicate hydrate phases.

AUTHOR //  
AUTOR

Dr.-Ing. Ditmar Hornung,  
Dyckerhoff AG, Wiesbaden

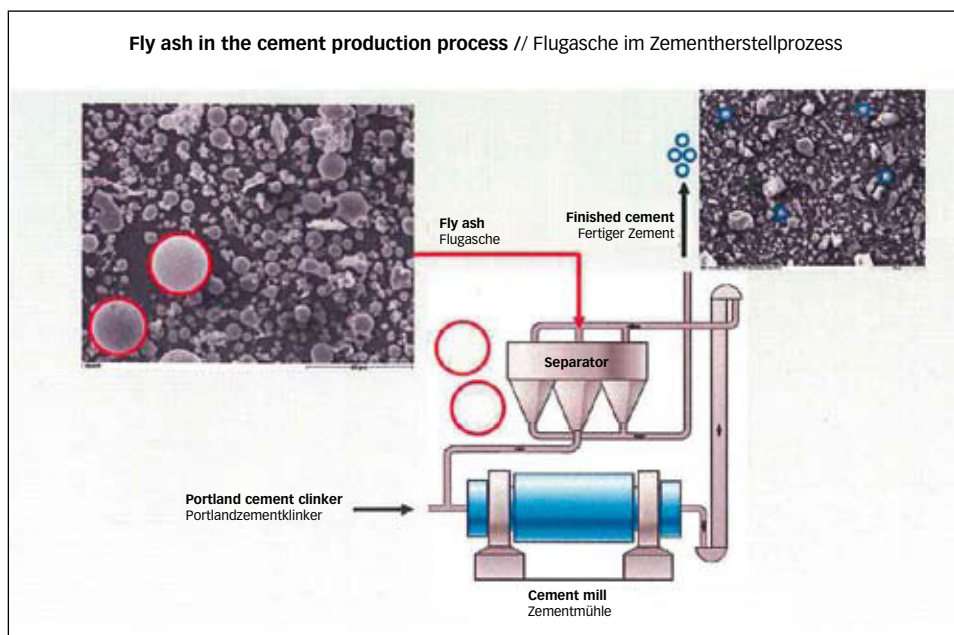
ditmar.hornung@  
dyckerhoff.com

Geb. 1950; 1968-1975 Studium der Verfahrenstechnik an der TU Dresden; 1975 Promotion; 1975-1990 verschiedene technische Leitungsfunktionen im Zement-

werk Deuna/Thüringen; 1991-2004 verantwortlich für Produktqualität, Produktentwicklung bei der Deuna Zement GmbH (Dyckerhoff AG); seit 2005 Leiter Portfoliomanagement und Anwendungsberatung Zement bei der Dyckerhoff AG, Vertrieb







▲ FIG. 1 Schematic view of the production of fly-ash containing cement. // ABB. 1 Schema der Flugaschezementherstellung.

te erreicht. Gleichzeitig erfolgt über die Einbeziehung der Flugasche in die Umlaufmahlanlagen, die ebenfalls als Mischaggregat wirken, eine stoffliche Vergleichmäßigung der verwendeten Flugasche.

Eine besondere Bedeutung kommt dem Kalkstein als weitere Komponente der so genannten M-Zemente zu. Eine gemeinsame Feinmahlung des Kalksteins zusammen mit dem Portlandzementklinker führt auf Grund der leichteren Mahlbarkeit zu einer extrem aufgemahlene Kalksteinkomponente im Zement. Diese extreme Feinheit kann zu einem Klebeverhalten dieser Zemente führen. Es ist somit das Ziel, diese Komponenten ebenfalls mit einer definierten Kornverteilung im Zement einzusetzen.

Untersuchungen an der Bauhaus-Universität Weimar haben gezeigt, dass die Kalksteinkomponente mit ihren sehr feinen Teilchen an den Hydratationsreaktionen insbesondere der Tricalciumphase teilnimmt. Die sich während der Hydratation bildenden Calciumsilikathydratphasen können in ihrem Umsatz durch die Bereitstellung von Hydratationskeimen erhöht werden. ABB. 2 zeigt die Belegung der Kalksteinpartikel mit solchen Calciumsilikathydratphasen.

Hieraus lässt sich erkennen, dass neben der granulometrischen Optimierung der Zementkomponenten auch eine reaktionskinetische Optimierung vorgenommen werden kann.

Diese konsequente Anwendung von Erkenntnissen aus der Forschung ermöglicht es, Zemente mit hoher Leistungsfähigkeit und guter Dauerhaf-

► FIG. 2 Calcium silicate hydrate outgrowth from limestone particles. // ABB. 2 Calciumsilikathydrate auf Kalksteinpartikel aufgewachsen.



**Consequently, the cement components can be optimized not only granulometrically but also with respect to their chemical kinetics.**

**This consistent practical application of research findings makes it possible to produce high-performance, highly durable cements with a reduced Portland cement clinker ratio.**

**For the purpose of optimizing the workability characteristics of the new fly-ash containing CEM II/B-M(V-LL) cements, rheological measuring methods were used because the standard workability parameters commonly applied to cement (water demand, commencement of setting) do not permit any assessment of cement workability in relation to concrete production. Viscosity measurements were performed for cement pastes, i.e. the fluid phase of concrete, in order to define and optimize concrete-related parameters for the stiffening and loss of flow of the fluid concrete phase.**

**The research demonstrates how the rheological assessment of cement pastes and mortars can be successfully used as a tool for optimizing the development of new cements and as a method for evaluating the uniformity of cement workability under real-life conditions. ■**

**Dr. rer. nat. Josef Strunge,**  
Dyckerhoff, Wiesbaden

josef.strunge@  
dyckerhoff.com

AUTHOR //  
AUTOR

Geb. 1948; Ausbildung zum Baustoffpüfer; Studium der Verfahrenstechnik mit den Schwerpunkten Baustofftechnologie und -chemie; Studium der Mineralogie; Promotion an der Universität Marburg; seit 1986 bei der Dyckerhoff AG als Leiter der Abteilung Mineralogie und als Laborleiter des Werkes Amöneburg; seit 2002 Leiter des Wilhelm Dyckerhoff Instituts für Baustofftechnologie Wiesbaden



seit 1986 bei der Dyckerhoff AG als Leiter der Abteilung Mineralogie und als Laborleiter des Werkes Amöneburg; seit 2002 Leiter des Wilhelm Dyckerhoff Instituts für Baustofftechnologie Wiesbaden

tigkeit mit einem verringerten Portlandzementklinkeranteil zu produzieren.

Bei der Optimierung der Verarbeitungseigenschaften der neuen flugaschehaltigen CEM II/B-M(V-LL)-Zemente kamen rheologische Messmethoden zum Einsatz, da die traditionellen Normverarbeitungsparameter der Zemente (Wasserbedarf, Erstarrungsbeginn) keine praxisrelevante betonbezogene Verarbeitungsbeurteilung der Zemente erlauben. Mit Viskositätsmessungen an Zementleimen, der fluiden Phase des Betons, wurden betonbezogene Parameter für das Ansteifen und Rücksteifen der fluiden Phase des Betons definiert und optimiert.

Es wird gezeigt, wie die rheologische Bewertung von Zementleimen und -mörteln als Optimierungswerkzeug für die Entwicklung neuer Zemente und als Methode zur Bewertung der praxisrelevanten Verarbeitungsgleichmäßigkeit von Zementen erfolgreich genutzt werden kann. ■

## COMPETITION ON "CONCRETE AS AN ENERGY STORAGE MATERIAL" – OBJECTIVES, RESULTS, OUTLOOK

### WETTBEWERB „ENERGIESPEICHER BETON“ – ZIELSTELLUNG, ERGEBNISSE, AUSBLICK

► The focus of using concrete as an "energy storage material" is on reducing the energy required for the ventilation and air-conditioning of buildings by component activation. This resource-saving option for ensuring building ventilation is achieved by water-charged plastic pipes routed through concrete floors and walls. The floors and walls serve as heating or cooling elements in which either heat or cold can be stored, as required in each specific case. The extensive thermal radiation emitted heats the surrounding rooms with relatively minor temperature differences and without any draft or noise.

However, "concrete as an energy storage material" is not supported by any lobbying activities. Since 2005, the Austrian cement industry has been offering a discussion and action platform for this purpose. A research project to investigate "Thermal Component Activation – Utilization of Concrete as an Energy Storage Material" was recently submitted for funding within the "Haus der Zukunft plus" (Building of the Future Plus) program.

**PROJECT OBJECTIVES OF THE RESEARCH** The thermal activation of components in order for them to act as heating or cooling surfaces in the room – combined with mechanical ventilation – is a key contribution to reducing the heating or cooling energy required in new and refurbished buildings. The main objectives of the research are:

- > Component activation – competitive "state of the art" to be reached within five years
- > Solid structural components – as easy as possible to use
- > Required planning and design tools and subject-specific on-site training

► Der Fokus bei Beton als „Energiespeicher“ liegt auf der Reduktion des Energieaufwandes zur Gebäudeklimatisierung mittels Bauteilaktivierung. Diese Ressourcen schonende Klimatisierung wird durch in Betondecken und -wänden verlegte, wasserdurchströmte Kunststoffrohre erreicht. Die Decken und Wände dienen als Heiz- bzw. Kühlelemente, in die je nach Bedarf Wärme oder Kälte eingespeichert werden kann. Durch die großflächig abgegebene thermische Strahlung werden die umgebenden Räume temperiert, mit vergleichsweise geringen Temperaturdifferenzen, ohne Zugerscheinungen und Geräuschemissionen.

Der „Energiespeicher Beton“ hat jedoch keine Lobby. Seit 2005 bietet die österreichische Zementindustrie eine Gesprächs- und Aktionsplattform für den „Energiespeicher Beton“. Aktuell wurde ein Forschungsvorhaben „Thermische Bauteilaktivierung – Nutzung des Energiespeichers Beton“ im Rahmen des Förderprogramms „Haus der Zukunft plus“ eingereicht.

**PROJEKTZIELE DES FORSCHUNGSVORHABENS** Die thermische Bauteilaktivierung als Heiz- und Kühlfläche im Raum, kombiniert mit mechanischer Lüftung, ist ein wesentlicher Beitrag zur Reduktion benötigter Heiz- bzw. Kühlenergie in Neubauten und bei Sanierungen. Hauptziele des Forschungsprojektes sind:

- > Bauteilaktivierung – wirtschaftlich konkurrenzfähiger „Stand der Technik“ in fünf Jahren
- > Massive Bauteile – möglichst einfach nutzbar
- > erforderliche Planungstools und themenspezifische Weiterbildung am Bau

When intending to use concrete as an energy storage material, both the mass available for activation and the associated systems need to be optimized. A computation module should be developed and simulated and verified using existing structures so as to enable it to determine and optimize the benefit provided by the activated mass.

**COMPETITION** In order to identify such existing structures, the competition entitled Innovation Prize for "Concrete as an Energy Storage Material" was initiated to create the basis for the research in Germany, Austria and Switzerland (see detailed results at [www.betonmarketing.at](http://www.betonmarketing.at)). From a total of 63 submissions, four winning entries were selected in the following categories: service buildings, multi-story residential, and single-family homes/terraced houses.

**SINGLE-FAMILY HOME: NATOL BUILDING, KARL RÖSTEN, TYROL** Newly built, solid structure, gross floor area 184 m<sup>2</sup>, heat requirement 10.0 kWh/m<sup>2</sup>a

**Jury statement:** The building achieves a very high thermal quality standard and uses renewable energy sources to supply the required residual heat. The use of the concrete storage forming part of the structural framework complements the design in an outstanding manner.



► FIG. 1 Word/design mark for the competition on "concrete as an energy storage material" organized as part of the "thermal component activation" research. // ABB. 1 Wortbildmarke zum Wettbewerb „Energiespeicher Beton“ des Forschungsvorhabens „Thermische Bauteilaktivierung“.



◀ **FIG. 2** Water-charged plastic pipes transport heat or cold into the structural concrete components. The heated or cooled wall surfaces create a comfortable indoor climate and living atmosphere. // **ABB. 2** Kunststoffrohre, wasserdurchströmt, transportieren Wärme oder Kühle in die Betonbauteile. Die temperierten Wandoberflächen erzeugen ein angenehmes Arbeitsklima und Wohngefühl.

Beim „Energiespeicher Beton“ sind die aktivierbare Masse und die Systeme zu optimieren. So soll ein „Rechenkern“ entwickelt, anhand bestehender Strukturen simuliert und verifiziert werden, der den Nutzen der aktivierten Masse bestimmen und optimieren soll.

**WETTBEWERB** Um solche bestehenden Strukturen zu finden, wurde der Wettbewerb Innovationspreis „Energiespeicher Beton 2010“ als Basis des Forschungsvorhabens in den DACH-Ländern ausgeschrieben (detaillierte Ergebnisse unter [www.betonmarketing.at](http://www.betonmarketing.at)). Aus 63 Einreichungen wurden vier Sieger in den Kategorien Dienstleistungsgebäude, mehrgeschossiger Wohnbau und Einfamilienhaus/Reihenhaus gekürt:

**KATEGORIE EINFAMILIENHAUS: HAUS NATOL, KARRÖSTEN, TIROL** Neubau, massiv, BGF: 184 m<sup>2</sup>, HWB: 10,0 kWh/m<sup>2</sup>a.

Jurybegründung: Das Objekt hat eine sehr gute thermische Qualität und setzt auf Deckung des Restwärmebedarfs durch erneuerbare Energieträger. Der Einsatz des in der Konstruktion vorhandenen Betonspeichers ergänzt das Konzept hervorragend.

**KATEGORIE MEHRGESCHOSSIGER WOHNBAU: WOHNHAUS B 35, ZÜRICH** Neubau, massiv, BGF: 760 m<sup>2</sup>, HWB: 36 kWh/m<sup>2</sup>a.

Jurybegründung: Die Jury ist beeindruckt vom visionären Charakter des Projektes. Das Energiemanagement über massive Speicher und das Erzielen höchsteffizienter Wärmebereitstellung bei niedrigster CO<sub>2</sub>-Emission verdienen diesen Preis. Die Fortführung des Forschungsprojektes mit diesem Versuchsgebäude erscheint erfolgversprechend.

#### KATEGORIE DIENSTLEISTUNGSGEBÄUDE

1) **Balanced Office Building (BOB), Aachen**  
Neubau, massiv, BGF: 2.700 m<sup>2</sup>, HWB: 7 kWh/m<sup>2</sup>a, KB: 38 kWh/m<sup>2</sup>a, PEB: 82 kWh/m<sup>2</sup>a  
Jurybegründung: Das BOB zeichnet sich durch einen differenzierten und zukunftsweisenden Umgang mit den aktivierten Speichermassen aus.

**MULTI-STORY RESIDENTIAL: B 35 APARTMENT BLOCK, ZÜRICH** Newly built, solid structure, gross floor area 760 m<sup>2</sup>, heat requirement 36 kWh/m<sup>2</sup>a.

**Jury statement:** The jurors are impressed with the visionary nature of the project. This building deserves the prize due to its energy management using solid storage and its extremely efficient heat supply at the lowest possible carbon emission level. It appears promising to continue the research on this trial building.

#### SERVICE BUILDINGS

1) **Balanced Office Building (BOB), Aachen**  
Newly built, solid structure, gross floor area 2,700 m<sup>2</sup>, heat requirement 7 kWh/m<sup>2</sup>a, cooling requirement 38 kWh/m<sup>2</sup>a, primary energy consumption 82 kWh/m<sup>2</sup>a

**Jury statement:** The BOB is characterized by its differentiated, pioneering way of utilizing the activated thermal masses.

2) **ENERGYbase, Vienna, Austria**  
Newly built, combined solid/lightweight structure, gross floor area 9,926 m<sup>2</sup>, heat requirement 9.0 kWh/m<sup>2</sup>a, cooling requirement 10.5 kWh/m<sup>2</sup>a

**Jury statement:** The ENERGYbase meets multifunctional requirements (office use and higher education courses) in summer and winter operation, in periods of intensive and extensive use.

**The BOB and ENERGYbase projects appear to provide perfect preconditions for future research due to the comprehensive monitoring scheme put in place.**

**CONCLUSION** Concrete as a perfect material to store heat or cold ensures a comfortable indoor climate. Combined with an intelligent building design, it contributes to reducing future operating costs, preventing further CO<sub>2</sub> emissions and saving energy. The environmental/economic and social potentials of the use of concrete for multiple purposes should be utilized even more efficiently in order to protect our climate in the long run. ■

**Dr. techn. Frank Huber,**  
Zement + Beton, Wien

[huber@zement-beton.co.at](mailto:huber@zement-beton.co.at)

AUTHOR //  
AUTOR

Geb. 1956; 1983 Abschluss des Studiums Bauingenieurwesen an der TU Wien; 1980-1983 Mitarbeit an wasserwirtschaftlichen Projekten am Institut für Wasserwirtschaft der TU Wien; 1984-1989 Projektleiter im Zivilingenieurbüro GRUPPE WASSER; 1989-1996 Vereinigung der Österreichischen Zementindustrie (VÖZ) im Bereich Öffentlichkeitsarbeit; seit 1996 Prokurist



und Projektleiter der Zement + Beton Handels- und Werbe Ges.m.b.H. im Bereich Öffentlichkeitsarbeit für die Österreichische Zementindustrie; 1998 Promotion; seit 2002 Geschäftsführer der Zement + Beton Handels- und Werbe Ges.m.b.H.

2) **ENERGYbase, Wien, Österreich**  
Neubau, Kombination Massiv-/Leichtbau BGF: 9.926 m<sup>2</sup>, HWB: 9,0 kWh/m<sup>2</sup>a, KB: 10,5 kWh/m<sup>2</sup>a

Jurybegründung: Die ENERGYbase zeichnet sich durch die Befriedigung multifunktionaler Lasten (Bürobetrieb und Hochschullehrgänge) im Sommer- und Winterbetrieb, in nutzungsintensiven und -extensiven Betriebsphasen aus.

Die Projekte BOB und ENERGYbase scheinen für die zukünftigen Forschungsarbeiten ideale Voraussetzungen durch umfangreiches Monitoring zu bieten.

**CONCLUSIO** Beton als idealer Wärme- bzw. Kältespeicher sorgt für ein angenehmes Raumklima, hilft, gepaart mit einer intelligenten Bauwerksplanung, künftige Betriebskosten zu senken, weitere CO<sub>2</sub>-Emissionen zu vermeiden und Energie zu sparen. Es gilt das ökologisch-ökonomische und soziale Potenzial in der Mehrfachnutzung von Beton zum nachhaltigen Klimaschutz anzuheben. ■



► **FIG. 1** Textile-reinforced concrete bridge over the Rottach river in Kempten during assembly (photo by Ulrich van Stipriaan). //

**ABB. 1** Textilbetonbrücke über die Rottach in Kempten während der Montage (Foto: Ulrich van Stipriaan).



## TEXTILE-REINFORCED CONCRETE – A BUILDING MATERIAL SUCCESS STORY: NEW DEVELOPMENTS, PRACTICAL EXAMPLES

### ERFOLGSBAUSTOFF TEXTILBETON – NEUE ENTWICKLUNGEN, PRAKTISCHE BEISPIELE

AUTHOR //  
AUTOR

**Prof. Dr.-Ing. Manfred Curbach,**  
Technische Universität Dresden

**Manfred.Curbach@  
tu-dresden.de**



Geb. 1956; 1977-1982 Studium der Fachrichtung Konstruktiver Ingenieurbau an der Universität Dortmund; 1987 Promotion in Karlsruhe; 1988-1994 Projektleiter und 1994-2004 Partner im Ingenieurbüro Köhler + Seitz, Nürnberg / Dresden / München; seit 1994 Professor für Massivbau der TU Dresden; seit 1999 Mitglied des wissenschaftlichen Beirats der Zeitschrift „Beton- und Stahlbetonbau“; seit 1999 Sprecher des Sonderforschungsbereichs 528 Textile Bewehrungen zur bautechnischen Verstärkung und Instandsetzung; 2002-2008 Mitglied des Senats der DFG; 2003-2008 Vorstandsvorsitzender der VDI-Gesellschaft Bautechnik; seit 2004 Sprecher des engeren Vorstands des DAfStb; seit 2010 Leiter der Deutschen Delegation des Internationalen Beton-Verbandes (fib)

► **One might assume that construction engineering is so far advanced these days that there is no more room for genuine inventions. According to this assumption, the options offered by building materials and techniques, designs and construction methods have all been implemented as far as technically feasible. In the past few decades, concretes with extremely high performance parameters were developed for most diverse applications. Construction methods are being refined continuously.**

**We believe textile-reinforced concrete is also an invention that has a certain reach and significance, although such claims may be evaluated and assessed appropriately only with the benefit of hindsight. This task will be left to others.**

**After slightly more than a decade of basic research, textile reinforcements consisting of alkali-resistant glass (AR glass), and lately also carbon, and suitable fine concretes for the production of extremely thin structural elements have been made available for practical use [3]. Textile-reinforced concrete can best be compared to conventional reinforced concrete containing steel. It uses the same underlying idea: the insertion of a high-tensile reinforcement in the portions of the component subjected to tension in order to compensate for**

► Man könnte meinen, die Bautechnik ist in unseren Tagen so weit fortgeschritten, dass keine wirklich neuen Erfindungen mehr möglich sind. Baustoffe, Bautechniken, Konstruktionen und Bauverfahren seien bis an das technisch Mögliche ausgereizt. In den vergangenen Dekaden wurden für verschiedenste Anwendungen extrem leistungsfähige Betone entwickelt. Die Bauverfahren werden immer weiter verfeinert.

Wir glauben, dass auch der textilbewehrte Beton zu den Erfindungen mit einer gewissen Reichweite zählt, obwohl man solche Dinge tatsächlich erst rückblickend ermessen und einordnen kann. Diese Aufgabe wird anderen zuteil werden.

Nach etwas mehr als einem Jahrzehnt grundlegender Forschungsarbeiten ist es gelungen, textile Bewehrungen aus alkaliresistentem Glas (AR-Glas), neuerdings auch aus Carbon, und die passenden Feinbetone für den Bau extrem dünner Betonbauteile in der Praxis bereitzustellen [3]. Am einfachsten lässt sich Textilbeton mit dem klassischen Stahlbeton vergleichen. Er basiert auf der gleichen Grundidee – der Anordnung einer zugfesten Bewehrung in den zugbeanspruchten Bauteilbereichen zur Kompensation der geringen Zugtragfähigkeit des Betons. Beim Stahlbeton revanchiert sich der Beton beim Stahl für diese Hilfestellung durch einen exzellenten Korrosionsschutz. Beim Textilbeton ist das aufgrund der korrosionsresistenten Bewehrungsmaterialien nicht erforderlich. Der

the low tensile strength of the concrete. In conventional reinforced concrete, the concrete reciprocates this "help" provided by the steel by ensuring excellent corrosion protection. In textile-reinforced concrete, this protection is not necessary because of the corrosion-resistant reinforcing materials. The second key aspect in which textile-reinforced concrete differs from conventional reinforced concrete is its dimension. All dimensions of textile-reinforced concrete are smaller by one order of magnitude: reinforcement diameter, maximum aggregate size, concrete cover and component thickness. By contrast, the tensile strength of the material is greater. For the same reinforcement ratio, it is up to six times higher than the tensile strength of conventional reinforced concrete.

In order for textile-reinforced concrete to be used more commonly in construction practice, a first national technical approval for its application in structural frameworks is currently being prepared at Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt), as well as an easy-to-read documentation of relevant research findings that should provide guidance to engineers in the field regarding the design, construction and execution of structural components consisting of textile-reinforced concrete. ■

zweite wesentliche Unterschied zum Stahlbeton ist die Dimension. Bei Textilbeton sind alle Abmessungen eine Größenordnung kleiner – der Bewehrungsdurchmesser, das Größtkorn, die Betondeckung sowie die Bauteildicke. Größer ist hingegen die Zugtragfähigkeit des Materials. Sie übersteigt die des Stahlbetons bei gleichem Bewehrungsgrad bis um den Faktor sechs.

Damit der Textilbeton zukünftig einen breiteren Einsatz in der Praxis finden kann, laufen jetzt die Arbeiten an einer ersten allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung beim Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) für den Einsatz in tragenden Konstruktionen und an einer verständlich aufbereiteten Dokumentation der Forschungsergebnisse, die dem praktisch tätigen Ingenieur bei der Bemessung, Konstruktion und Ausführung von Bauteilen aus Textilbeton Hilfestellung geben soll. ■

#### REFERENCES // LITERATUR

- [1] Planck, M.: Vom Relativen zum Absoluten, Naturwissenschaften 13 (1925), S. 52-59.
- [2] Siglat, K.: Bauingenieure und ihr Werk, Berlin, Ernst & Sohn, 2004, S. 501.
- [3] Goralski, C.; Kulas, Ch.; Hegger, J.: Schlanke Fußgängerbrücke aus Textilbeton, Bauingenieur 86 (2011), Heft 1.
- [4] Schladitz, F.; Lorenz, E.; Jesse, F.; Curbach, M.: Verstärkung einer denkmalgeschützten Tonnenschale mit Textilbeton, Beton- und Stahlbetonbau 104 (2009), S. 432-437.

Dr.-Ing. Frank Jesse,  
Brandenburgische Technische  
Universität Cottbus

AUTHOR //  
AUTOR

Jesse@tu-cottbus.de



Geb. 1971; 1992-1997 Studium der Fachrichtung Konstruktiver Ingenieurbau an der Technischen Universität Dresden; 2004 Promotion in Dresden; seit 1999 Geschäftsführer des Sonderforschungsbereichs 528 „Textile Bewehrungen zur bautechnischen Verstärkung und Instandsetzung“; 2006-2010 Geschäftsführender Oberingenieur am Institut für Massivbau der TU Dresden; seit 2010 Leitung des Lehrstuhls für Massivbau an der BTU Cottbus

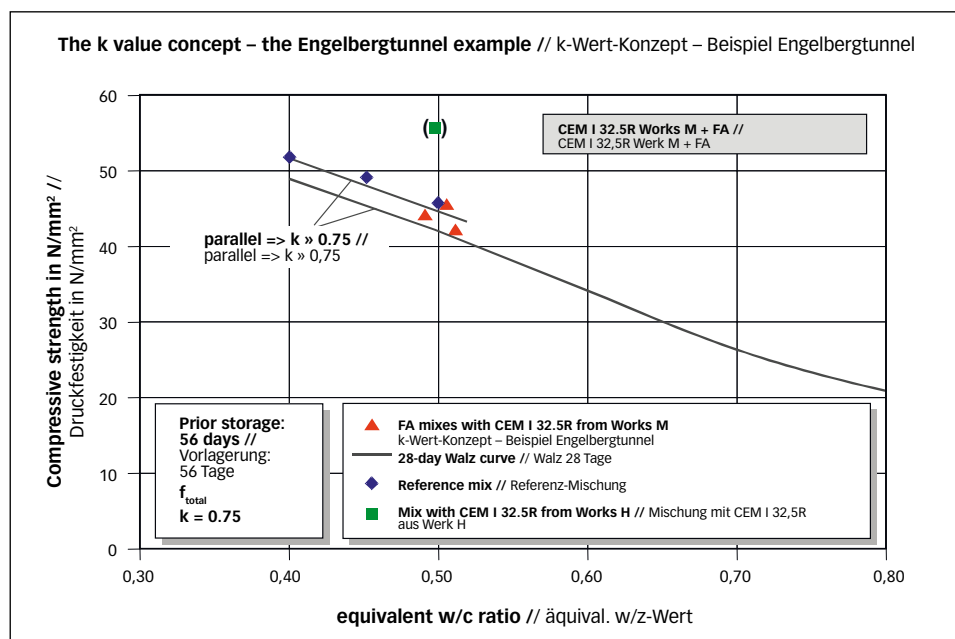


◀ FIG. 2 Reinforcing works on a listed reinforced concrete shell applying textile-reinforced concrete (photo by Silvio Weiland) // ABB. 2 Verstärkungsarbeiten an einer denkmalgeschützten Stahlbetonschale mit Textilbeton (Foto: Silvio Weiland)

## SPECIAL CONCRETES FOR TUNNEL LINING SEGMENTS – DESIGN AND PRACTICAL EXAMPLES

### SONDERBETONE FÜR TÜBBINGE – ENTWURF UND PRAXISBEISPIELE

► Tunnel construction has progressed enormously during the past 20 years. Machine-based tunnel driving has become much more widespread also in solid rock. Today, the shotcrete method for the outer shell and – in most cases – premium-quality flowable concrete for the inner shell are normally applied only under very complex circumstances, for example if potential groundwater penetration or very high water pressure levels require additional sealing, or if the geology prevents machine driving. Compared to the flowable concrete used for the cast-in-place inner shell, which must be highly pumpable and compactable (which is achieved by appropriate admixtures and powder constituents) and must reach early strength levels corresponding to the respective production cycle, concrete to be used for tunnel lining segments must meet additional specifications.



▲ FIG. 1 Determination of the k value of a concrete used for the inner tunnel shell. // ABB. 1 Ermittlung des k-Werts für einen Tunnelinnenschalenbeton.

AUTHOR //  
AUTOR

Univ.-Prof. Dr.-Ing.  
Wolfgang Brameshuber,  
RWTH Aachen University

brameshuber@  
ibac.rwth-aachen.de

Geb. 1956; 1988 Studium des Bauingenieurwesens und Promotion in Karlsruhe; 1989-1991 Ingenieurbüro BUNG, Heidelberg; 1991-1992 Zentrales Labor für Baustoffe und Bauwerkserhaltung der Bilfinger Berger AG, Mannheim; 1992-1998 Handlungsbevollmächtigter und Leiter des Zentralen Labors in Mannheim und der Baustofflabore in Wiesbaden (Auslandsbereich) und Leipzig; seit 1999 Professor und Leiter des Instituts für Bauforschung (ibac) der RWTH und seit Okt. 2010 Dekan der Fakultät für Bauingenieurwesen sowie RILEM-Delegierter für Deutschland; 2001 STUVA-Preis



► Die Entwicklung im Tunnelbau ist in den letzten 20 Jahren enorm fortgeschritten. Der maschinelle Vortrieb hat auch im Festgestein erhebliche Anteile dazu gewonnen. Die Spritzbetonbauweise mit der Außenschale aus Spritzbeton und der Innenschale meist aus hochwertigem Fließbeton wird i. d. R. nur noch in sehr komplizierten Situationen angewandt, in denen beispielsweise wegen des angreifenden Grundwassers oder eines sehr hohen Wasserdrucks eine zusätzliche Abdichtung erforderlich wird oder die Geologie einen Maschinenvortrieb nicht erlaubt. Im Vergleich zum Fließbeton der Ortbetoninnenschale, welcher sehr gut pumpbar und verdichtbar sein muss, wobei man dies über Zusatzstoffe und Mehlkorn erreichen kann, und welcher je nach Herstelltakt entsprechende Frühfestigkeiten erreichen soll, muss der Tübbingbeton weitere zusätzliche Anforderungen erfüllen. Für eine hohe Effektivität im Mischprozess sollte die Konsistenz relativ hoch (z. B. F4) sein. Dies ermöglicht eine Optimierung der Mischzeiten. Schon während des Einbringens in die Schalung sollte der Beton seine Konsistenz verringern. Das anschließende, intensive Rütteln dient nicht unbedingt der Verdichtung, sondern der Vermeidung oberflächlicher Lunker auch im Bereich der Nuten für die

Its consistency should be relatively high (e.g. F4) to ensure a highly effective mixing process. This makes it possible to optimize mixing times. The consistency of the concrete should then decrease already when it is poured into the formwork. The subsequent high-intensity vibration is applied not primarily for compaction purposes. Rather, this process should prevent surface voids also in the area of the grooves that are to accommodate the seals so as to avoid costly rework of the concrete surface. A low consistency is desirable for preventing concrete segregation during the high-intensity vibration process. The selection of appropriate plasticizers is crucial in this regard. Finally, the concrete should quickly reach appropriate strength levels to enable formwork stripping. The final strength level is reached after only about two or three weeks – the tunnel segment is usually subjected to the greatest forces during installation. A concrete mix design minutely tailored to this situation and a corresponding curing and storage scheme ensure that the precast units actually meet the defined specifications.



Abdichtprofile, um aufwendige Nacharbeiten der Betonoberfläche zu verhindern. Damit der Beton beim intensiven Rütteln nicht entmischt, ist eine niedrige Konsistenz erwünscht. Hier spielt die Auswahl der Fließmittel eine sehr wichtige Rolle.

Schließlich sollte der Beton in der Schalung möglichst rasch Festigkeiten zum Abheben erreichen. Nach bereits zwei bis drei Wochen wird die Endfestigkeit erreicht – die höchsten Kräfte auf den Tübbing wirken in der Regel während des Einbaus. Durch eine extrem auf diese Situation ausgefeilte Betonrezeptur und ein entsprechendes Nachbehandlungs- und Lagerungsprogramm lassen sich die Anforderungen an die Fertigteile tatsächlich auch erfüllen.

Besondere Beachtung bei Tübbing ist der Einhaltung von Toleranzen zu schenken. Zu große Abweichungen von der Soll-Geometrie führen zu Spannungskonzentrationen und zu Schäden im Fugenprofilbereich, die die spätere Dichtigkeit des Tunnels stark beeinträchtigen können. Durch abfließende Hydratationswärme und Schwinden kommt es bei Tübbingsteinen immer zu Deformationen. Im Beitrag wird über Maßnahmen zur Kontrolle dieser Deformationen (Zementauswahl, Nachbehandlung, Wärmebehandlung, Wasserzementwert etc.) berichtet.

Weitere Fragestellungen, die im Rahmen der Konzeption von Tübbingbauteilen zu beachten sind, ergeben sich aus dem Betrieb. In vielen Gebirgen ist das Grundwasser geologisch belastet, etwa durch Sulfate, kalklösende Kohlensäure oder Chloride. Je nach Geologie können die Angriffe auf den Stahlbeton erheblich sein. Der Verfasser selbst ist an Projekten beteiligt, die Sulfatgehalte deutlich über 3000 mg/l oder Chloridgehalte bis 9 Vol.-% vorhersagen. Da ein Maschinenvortrieb aber erhebliche wirtschaftliche Vorteile bietet, muss der Beton, der bei Bedarf mit einer Beschichtung versehen wird, entsprechend den Angriffen ausgelegt werden. In Voruntersuchungen sind daher die möglichen Ausgangsstoffe und ihre Kombination auf Dauerhaftigkeit zu untersuchen. Mögliche Ansätze hierzu bestehen in der Ermittlung tatsächlicher k-Werte z. B. von Hüttensand oder Flugasche, die meist höher liegen als in Normen festgelegt. Ergänzt werden solche Untersuchungen mit Versuchen zur Dauerhaftigkeit, über die der Autor in der Vergangenheit in vielfältiger Weise Erfahrung sammeln konnte. **ABB. 1** zeigt die vom äquivalenten Wasserzement abhängige Druckfestigkeit für Beton mit Flugasche am Beispiel des Betons für den Engelbergtunnel (Ortbetoninnenschale). Für den Tübbingbeton des Katzenbergtunnels wurde ein ähnliches Konzept verfolgt. Im Vortrag wird über die damit verbundenen positiven Erfahrungen berichtet. ■

For tunnel lining segments, adherence to the specified tolerance ranges is particularly important. If the deviations from the specified geometry become too large, this leads to stress concentrations and damage in the area of the joints, which may severely compromise the tightness of the tunnel when installed. Dissipating hydration heat and shrinkage always cause deformation of the tunnel units. The presentation will report on measures taken to control this deformation (cement selection, finishing, heat treatment, water/cement ratio etc.).

Further issues to be considered when designing tunnel lining segments result from tunnel operation. In many mountainous regions, the groundwater is contaminated due to the existing geology: for instance, it may contain sulfates, lime-dissolving carbonic acid or chlorides. Depending on the geology, the reinforced concrete may be heavily attacked. The speaker is involved in projects where sulfate ratios clearly exceeding 3,000 mg/l or chloride contents of up to 9 percent by volume were predicted. However, the concrete must be designed to resist the predicted attack, and coated if appropriate, since machine-based tunneling offers considerable economic advantages. Preliminary tests should thus be carried out to evaluate the durability of possible raw materials and their combinations. Possible methods include the determination of actual k values, for instance for blast-furnace slag or fly ash, which are usually greater than specified in applicable standards. Such investigations are complemented by durability tests for which the author gained a wealth of expertise in the past. **FIG. 1** shows the compressive strength of fly-ash concrete depending on the equivalent water/cement ratio, using the example of the concrete cast in the Engelbergtunnel (cast-in-situ inner shell). A similar concept was applied to the concrete used for the Katzenbergtunnel segments. The presentation will report on the related positive experience. ■

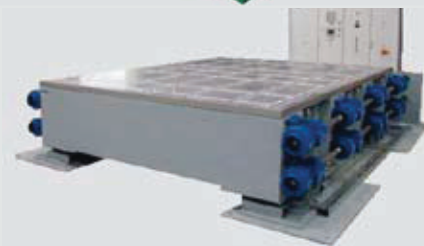
• mobile Steinformmaschinen



• Muster / Kleinserienmaschinen



• Rütteltische



• Außenrüttler



• Sondermaschinen

DAY 2: WEDNESDAY, 9<sup>TH</sup> FEBRUARY 2011 //

TAG 2: MITTWOCH; 9. FEBRUAR 2011

**STRUCTURAL PRECAST CONSTRUCTION 2**  
**INNOVATIVE TECHNICAL SOLUTIONS – FROM THE LAYOUT TO REALIZATION**  
**KONSTRUKTIVER FERTIGTEILBAU 2**  
**INNOVATIVE TECHNISCHE LÖSUNGEN – VOM ENTWURF ZUR UMSETZUNG**

PRESENTATION //  
MODERATION

**Dr.-Ing. Johannes Furche,**  
Fachvereinigung Beton-  
bauteile mit Gitterträgern,  
Burgwedel

[j.furche@filigran.de](mailto:j.furche@filigran.de)

Geb. 1959; Studium an  
der Universität Dort-  
mund, wissenschaft-  
liche Tätigkeit an den  
Universitäten Karlsruhe  
und Stuttgart; seit 1992  
Filigran Trägersysteme;  
Vorsitzender des tech-  
nischen Ausschusses  
innerhalb der Fachver-  
einigung Betonbauteile  
mit Gitterträgern; Mitar-  
beit in nationalen und internationalen Normen-  
ausschüssen für Betonstahl und Betonfertigteile



Page // Seite

Title // Titel

- |            |  |
|------------|--|
| <b>100</b> | <p><b>INCREASING THE BEARING CAPACITY OF FLOORS WITH INTEGRATED SERVICE LINES</b><br/>                 STEIGERUNG DER TRAGFÄHIGKEIT VON DECKEN MIT INTEGRIERTER LEITUNGSFÜHRUNG<br/> <i>Prof. Dr.-Ing. Jürgen Schnell / Dipl.-Ing. (FH) Christian Albrecht</i></p>                                 |
| <b>102</b> | <p><b>PRESTRESSED FLOOR PLATES WITH CONTINUOUS LATTICE GIRDERS</b><br/>                 VORGESPANNTE ELEMENTDECKEN MIT DURCHGEHENDEN GITTERTRÄGERN<br/> <i>Prof. Dr.-Ing. Martin Empelmann / Dipl.-Ing. Christoph J. Sender</i></p>  |
| <b>105</b> | <p><b>HIGH PRECAST WALL ELEMENTS – DESIGN CALCULATION, ERECTION, EXECUTED EXAMPLES</b><br/>                 HOHE HALBFERTIGTEIL-WANDELEMENTE – RECHNERISCHER NACHWEIS, MONTAGE, AUSGEFÜHRTE BEISPIELE<br/> <i>Dr.-Ing. Heinz Pape</i></p>  |
| <b>106</b> | <p><b>HAMBURG’S DANCING TOWERS – INNOVATIVE PRECAST SOLUTIONS FOR HIGH-RISE BUILDINGS</b><br/>                 TANZENDE TÜRME HAMBURG – NEUE FERTIGTEILLÖSUNGEN FÜR HOCHHÄUSER<br/> <i>Prof. Dr.-Ing. Horst Falkner / Dr.-Ing. Dominique Gerritzen</i></p>   |
| <b>109</b> | <p><b>NEW DEVELOPMENTS IN STANDARDIZATION, DESIGN CONCEPTS AND APPROVALS – FOR ANCHOR CHANNELS</b><br/>                 NEUE ENTWICKLUNGEN BEI DER NORMUNG, BEI BEMESSUNGSKONZEPTEN UND ZULASSUNGEN – FÜR ANKERSCHIENEN<br/> <i>Dr.-Ing. Thomas M. Sippel</i></p>                                  |
| <b>111</b> | <p><b>NEW DEVELOPMENTS IN STANDARDIZATION, DESIGN CONCEPTS AND APPROVALS – FOR REINFORCING STEEL AND PRESTRESSING STEEL</b><br/>                 NEUE ENTWICKLUNGEN BEI DER NORMUNG, BEI BEMESSUNGSKONZEPTEN UND ZULASSUNGEN – FÜR BETONSTAHL UND SPANNSTAHL<br/> <i>Dr.-Ing. Jörg Moersch</i></p> |





Sie erwarten für ihre Betonfertigteil-  
Produktion einen Partner, der die  
**Wünsche der Kunden** kennt.

Frank Schlotter



**vollert** 

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





► **FIG. 1** Test specimen following loading (TU Kaiserslautern). // **ABB. 1** Versuchskörper nach Belastung (TU Kaiserslautern).

## INCREASING THE BEARING CAPACITY OF FLOORS WITH INTEGRATED SERVICE LINES STEIGERUNG DER TRAGFÄHIGKEIT VON DECKEN MIT INTEGRIERTER LEITUNGSFÜHRUNG

► In building construction, reinforced-concrete floors with integrated service lines are increasingly installed. Apart from the conduits for electrical installations, pipes and ducts for conveying liquid as well as air are also integrated in structures in the form of circular piping or rectangular (flat) ducts.

► Im Hochbau kommen vermehrt Stahlbetondecken mit integrierten Leitungsführungen zur Ausführung. Neben Leerrohren für Elektroinstallationen werden sowohl flüssigkeits- als auch luftführende Kanäle in Form von kreisrunden Leitungen oder als rechteckige (Flach-)Kanäle in Tragwerke integriert.

At the Technical University Kaiserslautern, the shear resistance of one-way spanning reinforced-concrete installation floors without shear force reinforcement have already been investigated. It was found that the shear resistance is markedly reduced, both during the installation of pipes of larger cross-section and closely spaced piping. The results of the investigations were presented in [2] and [3] and were published in Heft 525 of the German Committee for Reinforced Concrete [1]. The shear resistance of reinforced-concrete floors with integrated service lines without shear reinforcement can be calculated, using a reducing coefficient.

An der Technischen Universität Kaiserslautern wurde bereits die Querkrafttragfähigkeit von einachsig gespannten Stahlbeton-Installationsdecken ohne Querkraftbewehrungselemente untersucht. Es wurde festgestellt, dass sowohl beim Einbau größerer Leitungsquerschnitte als auch bei dünnen Leitungen in engem Abstand die Querkrafttragfähigkeit sehr stark abfällt. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen wurden in [2] und [3] vorgestellt und können auch dem Heft 525 des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton [1] entnommen werden. Es besteht die Möglichkeit, die Querkrafttragfähigkeit von leitungsführenden Stahlbetondecken ohne Querkraftbewehrung mit Hilfe eines Abminderungsfaktors zu berechnen.

Structural engineers, however, had so far no design rules available for efficiently providing weakened cross-sections with adequate stability by means of local additional shear reinforcement. This problem gave rise to a research project at TU Kaiserslautern, sponsored by the German Federal Office for Building and Regional Planning within the scope of the research initiative "Future Building" as well as with the support of industrial partners. The objective of the research project is the preparation of a reliable and economical design concept for installation floors with the addition of local shear reinforcement.

Dem Tragwerksplaner stehen aber bisher keine Bemessungsregeln zur Verfügung, um mit Hilfe örtlicher Querkraftzulagen geschwächte Querschnitte ausreichend standsicher und gleichzeitig wirtschaftlich bemessen zu können. Aus dieser Aufgabenstellung entstand an der TU Kaiserslautern ein Forschungsvorhaben, bei dem die Finan-

AUTHOR //  
AUTOR

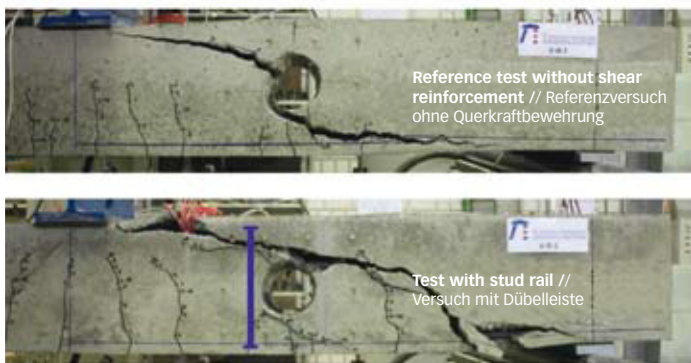
Prof. Dr.-Ing. Jürgen Schnell,  
Technische Universität  
Kaiserslautern

[jschnell@rhrk.uni-kl.de](mailto:jschnell@rhrk.uni-kl.de)

Geb. 1953; Studium des Bauingenieurwesens an der Technischen Hochschule Darmstadt; 1979-2002 Technischer und Leitender Angestellter der Philipp Holzmann AG, Frankfurt am Main und Düsseldorf; 1986 Promotion an der TH Darmstadt; 1991-2002 Lehrbeauftragter an der Ruhr-



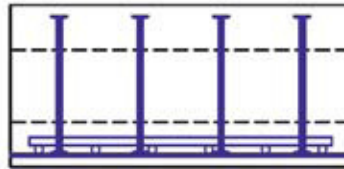
Universität Bochum; seit 2002 Leiter des Fachgebietes Massivbau und Baukonstruktion an der TU Kaiserslautern.



Breaking loads // Bruchlasten:

Reference test // Referenzversuch  
 $F_u = 94,2 \text{ kN}$  100%

Test with stud rail // Versuch mit  
Dübelleiste  
 $F_u = 155,7 \text{ kN}$  165 %



▲ FIG. 2 Example of an increase of the bearing capacity of floors with integrated service lines through local reinforcement elements. // ABB 2. Beispielhafte Steigerung der Tragfähigkeit von Decken mit integrierter Leitungsführung durch örtliche Bewehrungselemente.

zierung durch das Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung im Rahmen der Forschungsinitiative „Zukunft Bau“ sowie durch Industriepartner erfolgt. Ziel des Forschungsvorhabens ist die Erarbeitung eines zuverlässigen und wirtschaftlichen Bemessungskonzeptes für Installationsdecken mit örtlicher Zulage von Querkraftbewehrungen.

Es wurden einachsig gespannte Stahlbetondecken mit geometrisch unterschiedlichen Öffnungen experimentell und in einer Analyse nach der Finite-Elemente-Methode untersucht. Das Versuchsprogramm umfasst sowohl Einzelöffnungen, als auch Öffnungsgruppen mit runder und rechteckiger Form, wie in ABB 1 gezeigt. Für die Querkraftbewehrung wurden sowohl konventionelle Bewehrungsformen als auch Dübelleisten verwendet, wodurch die unterschiedlichen Arten der Verankerung der vertikalen Bewehrungselemente getestet werden konnten.

Die Versuche und FE-Analysen zeigen, dass die Tragfähigkeit in Abhängigkeit der Öffnungsgröße und der verwendeten örtlichen Querkraftbewehrungselemente bis zur Tragfähigkeit des ungeschwächten Querschnitts gesteigert werden kann. ABB 2 zeigt den Vergleich zwischen dem Referenzversuch für runde Einzelöffnungen ohne Querkraftbewehrung und einem der Versuche mit örtlichen Dübelleisten. Neben der Steigerung der erreichten Bruchlast ist ein deutlicher Unterschied des Verlaufs der Versagensrisse zu erkennen. Während der Versagensriss beim Referenzversuch durch die Öffnung verläuft, wird die Querkraft durch die Dübelleiste auf der auflagerabgewandten Seite wirkungsvoll hochgehängt und über die Öffnung geführt.

**One-way spanning reinforced-concrete floor slabs with different geometric openings were investigated experimentally as well as in an analysis based on the finite-element method. The test program comprised both individual openings and groups of openings of round and rectangular shape, as shown in FIG 1. For the shear reinforcement, both conventional forms of reinforcement and stud rails were used so that the different types of anchorages of the vertical reinforcement elements could be tested.**

**The tests and the FE analyses show that the bearing capacity, depending on the size of the opening and the local shear reinforcement elements used, can be increased to the point where the bearing capacity of an unweakened cross-section is achieved. FIG 2 shows a comparison between the reference test for round individual opening without shear reinforcement and a test conducted with local stud rails. Apart from increasing the achieved breaking load, a distinct difference in the run of the failure cracks can be recognized. While the failure cracks in the reference tests runs through the opening, the shear force achieved by the stud rail on the side facing away from the support is effectively suspended and carried across the opening.**

**For the manufacture of installation floors with local shear force reinforcement elements used in combination with partially precast components, additional investigations on the influence of the shear joints are necessary. ■**

Dipl.-Ing. (FH)

Christian Albrecht,  
Technische Universität  
Kaiserslautern

AUTHOR //  
AUTOR

[c.albrecht@rhrk.uni-kl.de](mailto:c.albrecht@rhrk.uni-kl.de)



Geb. 1984; 2000-2003 Ausbildung zum Bauzeichner; 2004-2008 Studium des Bauingenieurwesens an der Fachhochschule Mainz; 2006-2008 Mitarbeiter der Ingenieurbau-Consult GmbH in Mainz; seit 2009 wissenschaftlicher Mitarbeiter im Fachgebiet für Massiv-

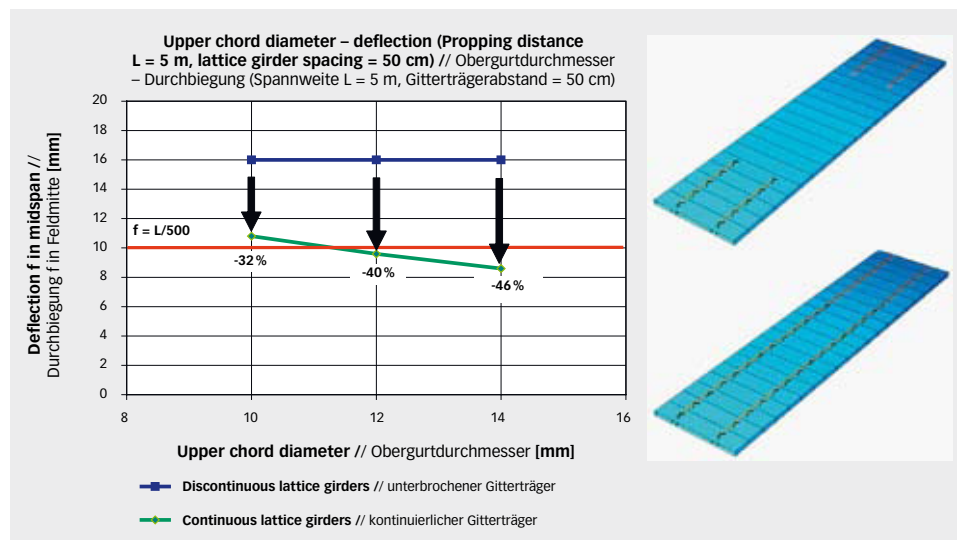
bau und Baukonstruktion an der TU Kaiserslautern

Bei der Herstellung von Installationsdecken mit örtlichen Querkraftbewehrungselementen in Verbindung mit Halbfertigteilen sind zusätzliche Untersuchungen zum Einfluss der Verbundfuge notwendig. ■

#### REFERENCES // LITERATUR

- [1] DAfStb Heft 525: Erläuterungen zu DIN 1045-1, Berlin Beuth Verlag, 2. überarbeitete Auflage 2010.
- [2] Schnell, J. und Thiele, C.: „Anwendungsgrenzen für Luftkanäle in Stahlbetonplatten ohne Querkraftbewehrung, Abschlussbericht DBV-Vorhaben 250 und 259“, 2006.
- [3] Schnell, J. und Thiele, C.: „Querkrafttragfähigkeit von Stahlbetondecken mit integrierten Leitungsführungen, Abschlussbericht Bauforschung T 3135 2007“, 2007.

## PRESTRESSED FLOOR PLATES WITH CONTINUOUS LATTICE GIRDERS VORGESPANNTE ELEMENTDECKEN MIT DURCHGEHENDEN GITTERTRÄGERN



◀ FIG. 1 Comparison of the deflections of a floor plate with variations of the arrangement of lattice girder stiffness (left), system sketch of the numerical models with discontinuous and continuous lattice girders (right) // ABB. 1 Vergleich der Durchbiegung einer Elementplatte mit Variation der Anordnung und Steifigkeit der Gitterträger. (links); Systemskizze der numerischen Modelle mit unterbrochenen und durchgehenden Gitterträgern (rechts).

► **INITIAL SITUATION** Precast floor plates with integrated flexural reinforcement topped with structural in-situ concrete at the construction site have established themselves in concrete practice as a very flexible and cost-efficient construction method. However, the possible propping distances of the plant-manufactured floor plates, typically of 5- to 6- cm thickness to facilitate production, transport and erection, and their relatively low flexural capacity res-

► **AUSGANGSSITUATION** In der Baupraxis haben sich Halbfertigteilelementplatten mit integrierter Biegezugbewehrung und nachträglich auf der Baustelle aufgebracht Ortbetonschicht als flexible und äußerst wirtschaftliche Bauweise etabliert. Allerdings werden die möglichen Montagestützweiten dadurch eingeschränkt, dass die werkseitig vorgefertigten Elementplatten aus Fertigungs-, Transport- und Montagegründen in der Regel nur eine Plattenstärke von 5 bis 6 cm aufweisen und die Biegetragfähigkeit verhältnismäßig gering ist. Hinzu kommt, dass unter Betonierlasten in der Regel eine Rissbildung mit resultierender Steifigkeitsminderung auftritt und die Durchbiegungsbeschränkung im Bauzustand ein weiteres Kriterium zur Begrenzung der Montagestützweite darstellt. Die hieraus erforderlichen Montageunterstützungen sind zeit- und kostenaufwändig bzw. bei großen Geschosshöhen mit extremem Aufwand verbunden und behindern den Bauvorgang und die Bauausführung von anderen Gewerken.

trict the possible distances between props. In addition, the loads imposed during in-situ casting generally lead to crack formation. This results in a reduction in stiffness and limits deflection during construction and is a further criterion for the restriction of propping spans. The temporary supports required as a result are time- and cost-consuming to provide and the resources for supporting large story-heights are of enormous complexity, in addition to obstructing the construction progress and the work of other trades.

**PRESTRESSED FLOOR PLATES** Within the scope of efforts to minimize temporary support and/or to enlarge the propping spans, the use of prestress provides an interesting alternative. In [3], a prestressed floor plate for large unsupported spans with floor thicknesses of 60 to 20 cm is, among other things, reported on. When the shear resistance of the roughened joints in accordance with DIN 1045-1 is exceeded, additional shear reinforcement around the web opening is required as bond reinforcement. Apart from the much simpler manufacturing process, achieved through the use of continuous lattice girders, the lattice girders are assigned two functions: Firstly, they are considered in the shear joint as bond reinforcement and, secondly, they are taken into account for limiting the permissible deformation in the construction state and in the final state. However, the technical approvals available for prestressed floor plates do not permit the use of continuous lattice girders. Only the installation of lattice girder sections of 100-cm length is allowed as bond reinforcement.

**VORGESPANNTE ELEMENTDECKEN** Im Rahmen der Minimierung von Montageunterstützung bzw. der Vergrößerung der Montagestützweiten stellt die Verwendung von Vorspannung eine interessante Alternative dar. Unter anderem wird in [3] über eine Spannelementdecke für große Spannweiten ohne Unterstützung berichtet, die mit Deckenstärken von 6 bis 20 cm ausgeführt wird. Als Verbundbewehrung werden, bei Überschreitung der aufnehmbaren Schubspannung der aufgerauten Fuge nach DIN 1045-1, offene Schubzulagen verwendet. Neben der Vereinfachung des Herstellprozesses

**NUMERICAL INVESTIGATIONS** At the iBMB of TU Braunschweig, non-linear, numerical investigations were conducted into the use of continuous lattice girders in prestressed floor

AUTHOR //  
AUTOR

Prof. Dr.-Ing.  
Martin Empelmann,  
Technische Universität  
Braunschweig

m.empelmann@ibmb.tu-bs.de

Geb. 1963; 1988 Diplom an der RWTH Aachen;  
1989-1995 wissenschaftlicher Mitarbeiter am  
Lehrstuhl und Institut für Massivbau an der

RWTH Aachen;  
1995 Promotion;  
1996-2006 HOCHTIEF  
Construction AG; seit  
2006 Leitung Fachgebiet  
Massivbau am Institut  
für Baustoffe,  
Massivbau und  
Brandschutz und  
Geschäftsführender  
Direktor der MPA für  
Bauwesen in  
Braunschweig





durch Verwendung von durchgehenden, kontinuierlichen Gitterträgern, werden den Gitterträgern zwei Funktionen zugewiesen. Zum einen werden sie als Verbundbewehrung in der Schubfuge angesetzt, zum anderen werden sie zur Beschränkung der zulässigen Verformungen im Bau- und Endzustand angesetzt. Bei vorgespannten Elementplatten sind in den entsprechenden vorhandenen Zulassungen allerdings keine durchgehenden Gitterträger gestattet. Hier dürfen lediglich Gitterträgerabschnitte von 100 cm als Verbundbewehrung eingebaut werden.

**NUMERISCHE UNTERSUCHUNGEN** Am iBMB der TU Braunschweig wurden zur Verwendung von durchgehenden Gitterträgern bei vorgespannten Elementdecken nichtlineare, numerische Untersuchungen mit dem Programmsystem Sofistik durchgeführt [1]. Diese zeigten zunächst, dass zur Erzielung des gewünschten, positiven Effektes der Vorspannung die Elementplatten zweckmäßigerweise eine Plattenstärke von mindestens 7 cm, besser 8 cm, aufweisen sollten. Weiterhin wurde anhand der Untersuchungen deutlich, dass die Gitterträger den Verlauf der Vorspannkraft kaum beeinflussen und somit der Großteil der Vorspann-

**plates by means of the program system Sofistik [1]. The initial results showed that in order to attain the desired positive effect of the prestress, the floor plates should have a thickness of at least 7 cm or, better, 8 cm. The investigations moreover revealed that the lattice girder has hardly any affect on the flow of the prestressing force so that the major part of the prestressing force remains in the floor plate. With regard to the deflection criterion it could be shown that, depending on the stiffness of the lattice girders used, an arrangement of continuous, instead of the discontinuous lattice girders, leads to a reduction in midspan of up to 46 % (FIG. 1). Here, the shear strength limited in the lattice girder approvals to approx. 12 kN for every weld spot in the upper chord was not even reached. In general, a minimum prestressing force for adhering to the limit values for the deflections in the erection state is required for every propping distance. The amount of prestressing force is here no constant, but stands in relation to the other plate parameters chosen and depends in particular on the stiffness and/or the spacing of the installed lattice girders.**

kraft in der Elementplatte verbleibt. Im Hinblick auf das Durchbiegungskriterium konnte nachgewiesen werden, dass in Abhängigkeit der Steifigkeit der verwendeten Gitterträger die Anordnung von kontinuierlichen, anstelle der unterbrochenen Gitterträger, zu einer Verringerung der Durchbiegung in Feldmitte von bis zu 46 % führt (ABB. 1). Dabei wurde die laut Gitterträgerzulassungen beschränkte Bruchscherkraft je Schweißpunkt von ca. 12 kN im Obergurt nicht erreicht. Generell ist für die jeweils vorhandene Spannweite eine Mindestvorspannkraft zur Einhaltung der Grenzwerte für die Durchbiegungen im Montagezustand notwendig. Die Höhe der Vorspannkraft ist dabei keine feste Größe, sondern steht in Relation zu den anderen gewählten Plattenparametern und ist insbesondere von der Steifigkeit bzw. vom Abstand der eingelegten Gitterträger abhängig.

**UNTERSUCHUNGEN ZUM KRANTRANSPORT LANGER ELEMENTDECKENPLATTEN AN GITTERTRÄGERN** Bei langen Elementdeckenplatten stellt sich die Frage des Transports und der Montage auf der Baustelle. Diese erfolgt in der Regel mit einem 4-Strang-Gehänge, welches an den Umlenkknotten der Gitterträgerdiagonalen angeschlagen wird. Am

## EXPERIENCE YOU CAN TRUST



Shuttering robot



Concrete distributor

### The reliable solution for the manufacture of precast concrete panels

EBAWE is your partner of choice not only for the entire project planning, development and supply of carousel plants with CAD/CAM control systems but also for single components such as shuttering robots, concrete distributors, compacting equipment and much more.

Concrete Solutions  
55. BetonTage  
08.-10. Februar 2011, Neu-Ulm

08.02. - 10.02.2011  
Neu-Ulm (Germany)  
www.betontage.de

Visit our  
stand no.  
26!



► FIG. 1 Experimental setup and uniform loading of a floor plate with sand bags // ABB. 2 Versuchsaufbau und gleichmäßige Belastung einer Elementdeckenplatte mit Sandsäcken.



**INVESTIGATIONS ON CRANE TRANSPORT OF LONG FLOOR PLATES ON LATTICE GIRDERS**

For long floor plates the question of transportation and erection on the construction site arises. This typically takes place with a lift sling with 4 sling points, which is attached to the deflection point of the lattice girder diagonals. At the iBMB of TU Braunschweig, commissioned by the Trade Association for Structural Concrete Components with Lattice Girders (FV BmG e.V.) experimental investigations into the failure mechanisms of the suspension points on the lattice girders and the vagaries of transport connected with it for long floor plates were carried out both on small- and large-scale models (FIG. 2) For this, limiting conditions were taken into account, i.e. the floor plates were tested one day after manufacture and the lower chords of the lattice girders had a minimal concrete cover. In addition, both flexible and flexurally rigid lattice girders were used. The tests showed that safe transport, in line with the safety regulations for transport anchors and systems of precast components [2], can primarily be ensured through a higher concrete cover. For products with small concrete covers, higher bearing capacities can be achieved with flexurally rigid lattice girders, compared to lattice girders with flexible lattice girders.

iBMB der TU Braunschweig wurden im Auftrag der Fachvereinigung für Betonbauteile mit Gitterträgern (FV BmG e.V.) experimentelle Untersuchungen zu den Versagensmechanismen der Anschlagpunkte an den Gitterträgern und der damit verbundenen Transportsicherheit langer Elementdeckenplatten sowohl an Kleinmodellen als auch an Großmodellen (ABB. 2) durchgeführt. Dabei wurden baupraktische Randbedingungen berücksichtigt, d. h. die Elementplatten wurden einen Tag nach der Herstellung geprüft und die Gitterträgeruntergurte wiesen u. a. eine minimale Betondeckung auf. Ebenso wurden in den Versuchen sowohl biegeeweiche als auch biegesteife Gitterträger verwendet. Die Versuche zeigten, dass eine Transportsicherheit, wie sie den Sicherheitsregeln für Transportanker und -systeme von Betonfertigteilen [2] entsprechend gefordert wird, im Wesentlichen mit höheren Betondeckungen erzielt werden kann. Bei geringen Betondeckungen können durch die Verwendung von biegesteifen Gitterträgern in Relation zu biegeweichen Gitterträgern höhere Traglasten erzielt werden.

**CONCLUSION** Prestressed floor plates with continuous lattice girders are an interesting alternative to wide-spanning floor plates with out erection props. Through a variable arrangement of the lattice girders and by adjusting the degree of prestress, they can be very flexibly adjusted to the given loading situations. Instructions in existing approvals to the effect that only discontinuous lattice girders may be installed cannot be supported, based on the numerical investigations carried out. ■

**REFERENCES // LITERATUR**

- [1] Empelmann, M., Sender, Ch.: Optimierung von vorgespannten Elementdeckenplatten. Beton + Fertigteil Jahrbuch 2010.
- [2] Berufsgenossenschaften der Bauwirtschaft: Sicherheitsregeln für Transportanker und -systeme von Betonfertigteilen, Ausgabe 4, Auflage 1997.
- [3] Klebl Baulegistik GmbH: Die Klebl Spannelementdecke, Betonwerk + Fertigteil-Technik 74, Nr. 10, S. 60–62, 2008.

AUTHOR //  
AUTOR

Dipl.-Ing. Christoph J. Sender,  
Technische Universität  
Braunschweig

c.sender@ibmb.tu-bs.de

Geb. 1977; 2004 Diplom an der RWTH Aachen; 2005-2007 Tragwerksplaner im konstruktiven Ingenieurbau; seit 2007 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fachgebiet Massivbau des Instituts für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz (iBMB) der TU Braunschweig



**RESÜMEE** Vorgespannte Elementplatten mit durchgehenden Gitterträgern stellen eine interessante Alternative für weitgespannte Elementdeckenplatten ohne Montageunterstützungen dar. Durch eine variable Anordnung von Gitterträgern und eine Anpassung des Vorspanngrades können sie sehr flexibel an die geforderten Beanspruchungssituationen angepasst werden. Hinweise in bestehenden Zulassungen, dass in vorgespannten Elementdeckenplatten nur unterbrochene Gitterträger eingebaut werden dürfen, können anhand der durchgeführten numerischen Untersuchungen nicht nachvollzogen werden. ■



## HIGH PRECAST WALL ELEMENTS – DESIGN CALCULATION, ERECTION, EXECUTED EXAMPLES

## HOHE HALBFERTIGTEIL-WANDELEMENTE – RECHNERISCHER NACHWEIS, MONTAGE, AUSGEFÜHRTE BEISPIELE

► Das Bauen mit Elementwänden, auch Dreifachwand genannt, ist eine seit vielen Jahren bewährte und wirtschaftliche Bauweise. Das Haupt Einsatzgebiet ist der mehrgeschossige Wohnungs- und Gewerbebau. Die Höhe der Wandelemente entspricht dann in der Regel der Geschosshöhe. In den letzten Jahren wurden die Elementwände auch vermehrt im Ingenieur- und Industriebau eingesetzt. Durch diese Entwicklungen werden immer häufiger besonders hohe Elementwände nachgefragt. Wandhöhen bis zu 12 m sind keine Seltenheit mehr. Die Wandbreiten betragen dann i. d. R. 2,0 bis 2,5 m. Der Einbau dieser Elemente erfolgt dann vertikal, teilweise sogar über mehrer Geschosse hinweg (ABB. 1).

Nicht nur durch die Produktionsabläufe und Randbedingungen im Fertigteilwerk werden den Elementwandgrößen Grenzen gesetzt. Auch die Transport- und Montageabläufe sind häufig ein maßgebendes Kriterium für die Wandabmessungen.

Während bei den geschosshohen Elementwänden die Transport- und Montageabläufe weitestgehend standardisiert sind, so ist es für eine sichere Verwendung der überhohen Elementwände unerlässlich, diese Abläufe im Einzelfall sorgfältig zu planen. Die Elementwände sind für die Abhebe- und Transportvorgänge und für den Montagezustand im unvergossenen Zustand zu bemessen. Wesentlichen Einfluss dabei hat neben dem Wandgewicht und den dynamischen Einwirkungen aus den Transportvorgängen auch die Windbeanspruchung im Bauzustand.

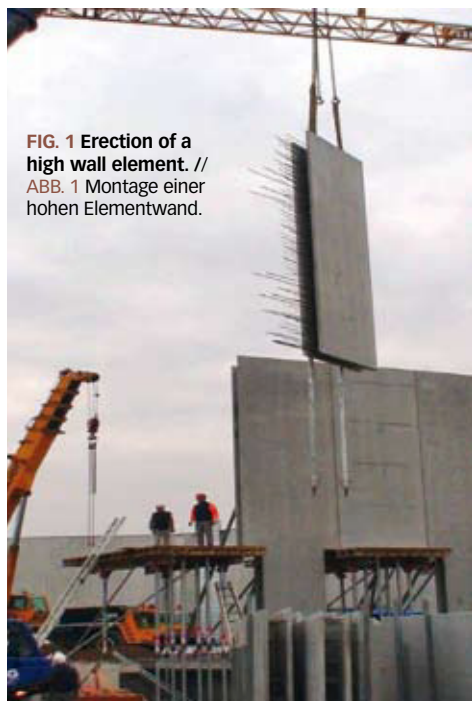


FIG. 1 Erection of a high wall element. // ABB. 1 Montage einer hohen Elementwand.

► Building with precast wall elements, also known as triple walls or walls with in-situ concrete core, is a tried and tested cost-efficient construction method in use for many years. The principal area of application is in multiple-story residential and industrial construction. The height of the wall elements generally correspond to the height of a story. In recent years, the walls elements are also increasingly used in civil engineering and industrial structures. These developments have generated a demand in particular for wall elements of great height. Wall heights of up to 12 m are today no longer an exception. These walls have a typical width of 2.0 to 2.5 m. The wall elements are installed vertically, in some cases extending even across several stories (FIG. 1).

The size of the wall elements is restricted not only by the flow of production and the boundary conditions in a precast plant. In addition the mode of transportation and erection are also a vital criterion in dimensioning the walls.

While the flow of transport and erection is largely standardized, the safe use of the very high wall elements must be carefully planned in great detail and adjusted to the conditions prevailing at a particular site. For the lifting and transport procedures as well as for erection, the elements must be dimensioned prior to in-situ casting. Apart from the weight of the wall and the dynamic actions imposed on it during transport procedures, the wind load acting on the structure during construction must also be considered as a significant influence.

In addition, a check of the loadbearing capacities of the walls prior to in-situ casting, the lattice girders and the transport anchors must be provided. The supports and their anchorage in the wall element must also be dimensioned. The checks on the loadbearing capacities are, firstly, performed either in accordance with the generally recognized calculation methods based on the regulations of DIN 18800 and, secondly, based on comprehensive testing of the wall elements. Based on various design approaches, design processes and design tables were worked out with the aid of which – depending on the wind loads imposed on the building during erection – all erection and construction states can be quickly verified. ■

Dr.-Ing. Heinz Pape,  
bauart konstruktion,  
Lauterbach

AUTHOR //  
AUTOR

[pape@bauart-konstruktion.de](mailto:pape@bauart-konstruktion.de)



1985-1991 Studium des Bauingenieurwesens an der TU Darmstadt; 1991-1992 Tragwerksplaner in einem Büro für Architektur und Tragwerksplanung; 1992-1998 Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Massivbau der TU Darmstadt; 1998 Gründung des Ingenieurbüros Pape in Darmstadt; seit 2000 Geschäftsführender Gesellschafter der bauart Konstruktions GmbH, seit Nov. 2004 bauart Konstruktions GmbH & Co. KG; 2004 Promotion; Mitglied als Beratender Ingenieur der Ingenieurkammer Hessen

Im Einzelnen sind die Tragfähigkeiten der unvergossenen Wände, der Gitterträger und der Transportanker nachzuweisen. Aber auch die Abstützungen und deren Verankerungen in der Elementwand sind zu dimensionieren. Die Nachweise der Tragfähigkeit erfolgen zum Einen nach allgemein anerkannten Rechenmodellen basierend auf den Regeln der DIN 18800 und der DIN 1045 und zum Anderen auf der Grundlage umfangreicher Bauteilversuche. Basierend auf den verschiedenen Bemessungsansätzen wurden Bemessungsabläufe und Bemessungstabellen erarbeitet, die in Abhängigkeit der Wandabmessungen, der Montageabläufe und den während dem Bauzustand auftretenden Windbeanspruchungen einen schnellen Nachweis aller Montage- und Bauzustände ermöglichen. ■



## HAMBURG'S DANCING TOWERS – INNOVATIVE PRECAST SOLUTIONS FOR HIGH-RISE BUILDINGS TANZENDE TÜRME HAMBURG – NEUE FERTIGTEILLÖSUNGEN FÜR HOCHHÄUSER

► **GENERAL** In recent years, Ed. Züblin AG in Stuttgart, the consulting engineer IBF Dr. Falkner GmbH and Annahütte have closely collaborated in the development of a number of cost-efficient and technical innovations for the construction of high-rise buildings. There are, first of all, the reinforced-concrete columns made with high-strength reinforcing steel S 670/800 that enable the transmission of high loads in conventionally reinforced-concrete structures executed with columns of relatively great slenderness. These columns may be cast in in-situ concrete or precast. For the precast version of these columns, an efficient erection joint was developed that also further increases the efficiency of this construction method. In the following, these innovations are illustrated on the example of Hamburg's Dancing Towers.

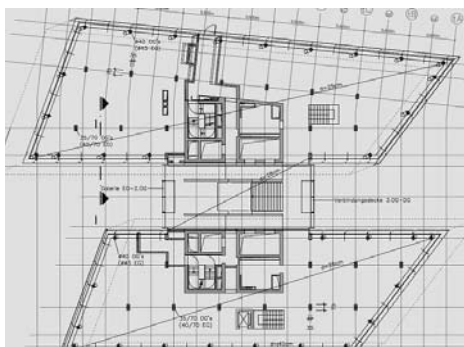
► **ALLGEMEINES** Die Ed. Züblin AG in Stuttgart, das Ingenieurbüro IBF Dr. Falkner GmbH und die Annahütte haben in den letzten Jahren in enger Zusammenarbeit einige wirtschaftliche und technische Neuerungen für den Bau von Hochhäusern entwickelt. Dabei sind in erster Linie Stahlbetonstützen mit hochfestem Bewehrungsstahl S 670/800 zu nennen, die es ermöglichen, bei relativ großen Stützenschlankheiten hohe Lasten in herkömmlicher Stahlbetonbauweise abzutragen. Diese Stützen können in Ortbeton oder als Fertigteile hergestellt werden. Des Weiteren wurde für die Fertigteilausführung dieser Stützen ein effizienter Montagestoß entwickelt, mit dem die Wirtschaftlichkeit dieser Bauweise weiter verbessert wird. Im Folgenden werden diese Neuerungen am Beispiel der Tanzenden Türme Hamburg vorgestellt.

**DAS PROJEKT – TANZENDE TÜRME HAMBURG** Für das Projekt Elbpark GmbH & Co. KG c/o Strabag Real Estate GmbH werden im Hamburger Stadtteil St. Pauli ein Hotel und zwei Bürotürme mit bis zu 24 Obergeschossen auf einer gemeinsamen Tiefgarage mit vier Untergeschossen errichtet. Die beiden Bürotürme weisen eine Brutto-Grundfläche (BGF) von ca. 1.500 m<sup>2</sup> je Geschoss und damit insgesamt etwa 34.000 m<sup>2</sup> auf. Als architektonisches Highlight sind die Fassaden beider Türme im Dreiteilspunkt nach unterschiedlichen Richtungen geneigt (ABB. 1).

Die Bürotürme werden in Stahlbetonbauweise realisiert, wobei die Fassadenstützen als Fertigteile ausgeführt werden. Sowohl bei den Innen- als auch bei den Fassadenstützen kommt in hoch belasteten Bereichen der hochfeste Stahl S 670 zum Einsatz. Die Wände der Erschließungskerne sowie der separat stehende Aufzugskern im Südturm werden zur Gebäudeaussteifung herangezogen. Zur Erhöhung der Gebäudesteifigkeit und zur Aufnahme der hohen Torsionsbeanspruchung infolge der Gebäudeschiefstellung werden die Kerne in höherfestem Beton (bis C 50/60) ausgeführt. Die vier Teilkern werden in jedem Geschoss jeweils paarweise über Riegel gekoppelt, so dass sich ein rahmenartiges Tragsystem ergibt. Für die Erschließungskerne und somit für die Bürotürme bildet die Decke über dem 1. UG die Einspannebene in den wesentlich tieferen Kellerkasten.

**THE PROJECT – HAMBURG'S DANCING TOWERS** In Hamburg's St. Pauli district, a hotel and two office towers up to 24 stories high and a common underground garage with four levels are under construction for the project Elbpark GmbH & Co. KG c/o Strabag Real Estate GmbH. The two office towers have a gross floor area (GFA) of approx. 1.500 m<sup>2</sup> on each story, adding up to a total floor area of approx. 34.000 m<sup>2</sup>. The façades of the two towers are inclined in different directions at their highest point of the middle third (ABB. 1).

▼ **FIG. 1** Dancing Towers – ground plan and photomontage. // **ABB. 1** Tanzende Türme – Grundriss und Fotomontage.



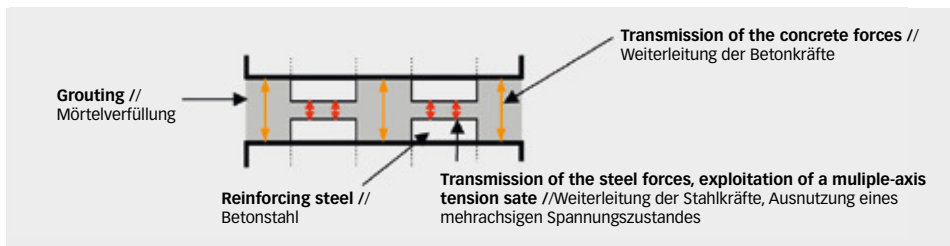
AUTHOR //  
AUTOR

**Prof. Dr.-Ing. Horst Falkner,**  
IBF Ingenieurbüro Dr. Falkner,  
Stuttgart

[h.falkner@ibf-falkner.de](mailto:h.falkner@ibf-falkner.de)

Geb. 1939; 1958-1964  
Studium des Bauingenieurwesens an der TH Graz; 1962-1963  
Wissenschaftlicher Mitarbeiter an TH Graz; 1969 Promotion; 1971-1972 Visiting Professor an den Universitäten Waterloo und Toronto; 1979-1988 Partner im Ingenieurbüro Leonardt und Andrä, Stuttgart; 1988-2006 Professor am iBMB der TU Braunschweig und Direktor der amtlichen Materialprüfanstalt; 1988 Gründung des Ingenieurbüros IBF Dr. Falkner GmbH; Mitglied verschiedener nationaler und internationaler Normungsgremien





◀ FIG. 2 Loadbearing principle of the butt-joint with high-strength reinforcing steel. // ABB. 2 Tragprinzip des Stumpfstoßes mit hochfestem Bewehrungsstahl.

### STÜTZEN MIT HOCHFESTEM BEWEHRUNGSSTAHL

Bei den höher belasteten Stahlbetonstützen kommt ein von der Annahütte entwickelter Gewindestahl S 670/800 mit einem Durchmesser bis zu 57,5 mm bei Bewehrungsgehalten bis 13 % zum Einsatz. Grundsätzlich sind Bewehrungsdurchmesser bis zu 75 mm und Bewehrungsgehalte bis zu 20 % möglich [2]. Unter Berücksichtigung des Kriechens und Schwindens des Betons und/oder der Verwendung faserbewehrter duktiler Betone lässt sich der hochfeste Betonstahl SAS 670/800, dessen Quetschgrenze  $\epsilon_{y,d}$  mit 2,84 % über der Stauchungsgrenze des Betons  $\epsilon_{c2}$  liegt, voll ausnutzen [1]. Eine einfache und schnelle Bemessung dieser neuen Stützen kann mit dem von IBF dafür entwickelten Programm durchgeführt werden.

Insgesamt stehen dieser Neuerung nach DIN 1045-1 eine Ausnutzung des Betonstahles BSt 500 mit ~2 %, Durchmesser bis  $\leq 40$  mm und zulässige Bewehrungsgrade im Übergreifungsbereich von max. 9 % gegenüber.

Durch die Verwendung des hochfesten Stahls wird bei hohen Beanspruchungen eine kostengünstigere Alternative zur Verwendung von hochfesten Betonen oder zur Verwendung von Verbundstützen ermöglicht.

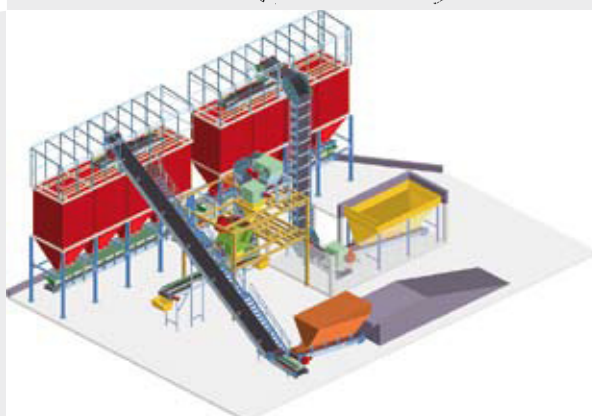
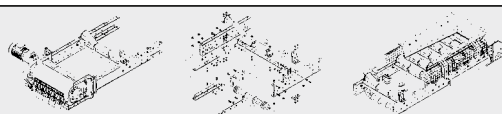
The office towers are realized as reinforced-concrete construction, the façade columns are executed as precast members. Both the interior and exterior façade columns are provided in the highly loaded sections with high-strength steel S 670. The walls of the access cores as well as the separate lift core in the south tower contribute to the stiffening of the structure. To increase the stiffness of the structure and to resist the high torsional stress from the tilt of the building, the cores are executed in concrete of higher strength (up to C 50/60). The four partial cores are coupled in pairs on every story via beams, resulting in a frame-like loadbearing system. For the access cores, and thus for the office towers, the floor above the 1st lower level forms the fixation level in the much stiffer basement box.

**COLUMNS WITH HIGH-STRENGTH REINFORCING STEEL** For the reinforced-concrete columns subjected to higher loading, a threaded steel S 670/800 with a diameter of up to 57.5 mm and a reinforcement percentage of up to 13 % developed by Annahütte is used. Reinforcement diameters of up to 75 mm and reinforce-

**WIRTSCHAFTLICHE STÜTZENSTÖSSE** Bei den Tanzenden Türmen werden die Fertigteil-Fassadenstützen prinzipiell stumpf aufeinander gestellt. Dabei wird jeweils zwischen den oberen und unteren Bewehrungsstäben der Stützen ein Spalt mit einem bestimmten Mindest- und Höchstmaß eingestellt. Nach der Montage der jeweils nächsten Stütze wird der Fugen- bzw. Stoßbereich mit Pagelmörtel V1/10 vergossen, so dass sich neben dem gesamten Stoßbereich vor allem die Spalte zwischen den oberen und den unteren Bewehrungsstäben vollständig mit Mörtel füllen (ABB. 2).

Das Tragprinzip dieses Stoßes beruht darauf, dass der Mörtel zwischen den Bewehrungsstäben durch die Querdehnungsbehinderung der beiden angrenzenden Stahlflächen eine deutlich höhere Tragfähigkeit aufweist. Versuche an Mörtelplättchen, die zwischen einer oberen und unteren Stahlplatte gedrückt wurden, haben gezeigt, dass die Festigkeit des Pagelmörtels V1/10 in Abhängigkeit des t/d Verhältnis (t = Dicke des Fugenspaltes, d = Bewehrungsdurchmesser) von ca. 100 N/mm<sup>2</sup> auf über 700 N/mm<sup>2</sup> ansteigt.

Bei den Tanzenden Türmen sind die Spalte unter Berücksichtigung der Fertigungstoleranzen zwischen den Bewehrungsstäben so eingestellt, dass



## Innovative Fördertechnik in Modulbauweise

Das Know-how von VHV:  
Neue Wege in der Fördertechnik

- \* Wirtschaftlich, flexibel und wartungsfreundlich durch das etablierte Baukastensystem
- \* Kontinuierliche, da kombinierbare waagerechte bis senkrechte Förderung in C- und S-Form durch Doppelgurtförderer
- \* Geringe Verschmutzung durch neuartige Dichtsysteme und optimale Gurtreinigung mit VHV-Abstreifsystemen

Fragen Sie uns:  
Wir haben auch für Sie die passende Lösung!



VHV Anlagenbau GmbH  
Dornierstraße 9 • D-48477 Hörstel  
Telefon +49 5459 9338-0 • Telefax +49 5459 9338-80  
E-mail info@vhv-anlagenbau.de  
Internet www.vhv-anlagenbau.de

AUTHOR //  
AUTOR

Dr.-Ing. Dominique Gerritzen,  
IBF Ingenieurbüro Dr. Falkner,  
Stuttgart

d.gerritzen@ibf-falkner.de



Geb. 1975, 1995-2001 Studium des Bauingenieurwesens an der Universität Duisburg-Essen; 2001-2005 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fachgebiet Massivbau des Instituts für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz (iBMB) der TU Braunschweig; 2005 Promotion; seit 2006 Mitarbeiter im Ingenieurbüro Dr. Falkner GmbH, seit 2007 als Geschäftsführer

ment percentages of up to 20 % are basically possible [2]. Taking into account the creep and shrinkage of the concrete and/or the use of fiber-reinforced ductile concretes, the high-strength reinforcing steel SAS 670/800, whose compressive yield point at  $\epsilon_{y,d}$  lies 2.84 % above the compression strain limit of  $\epsilon_{c2}$  of the concrete is fully utilized [1]. A simple and quick dimensioning of these new columns is possible with the program developed by IBF for that purpose.

This innovation in accordance with DIN 1045-1 compares to a utilization of the reinforcing steel BSt 500 with ~2 %, a diameter of up to  $\leq 40$  mm and permissible reinforcement percentages in the overlap of max. 9 %.

The use of the high-strength steel is a cost-efficient alternative to the use of high-strength concretes, or the use of composite columns where high loadings have to be resisted.

**COST-EFFICIENT COLUMN SPLICES** The precast façade columns used in the Dancing Towers are throughout butt-jointed. For this, a gap of a pre-determined minimum and maximum size is provided in each case between the upper and lower reinforcing bars. Following erection of the always next column, the area of the joint and/or splice is grouted with V1/10 Pagel mortar so that, apart from the area of the splice, in particular the gap between the upper and lower reinforcing bars is completely filled with mortar (ABB. 2).

ein Teil der zu übertragenden Kräfte über Verbundaktivierung in den umgebenden Beton umgeleitet wird. Dies ist möglich, da entsprechende Maßnahmen zur Querdehnungsbehinderung des Stützenbetons im Kopf- und Fußbereich der Stützen vorgesehen wurden.

**KERNE MIT REDUZIERTER BETONSTAHLBEWEHRUNG** Um beim Bau von Hochhäusern die Geschosstaktzeiten und damit die Gesamtbauzeiten zu minimieren, besteht ein neuer Ansatz darin, die konstruktive Bewehrung von überdrückten Hochhauskernen zu reduzieren. Dabei wird ein konventionell bewehrter Kern durch einen zonenbewehrten Kern ersetzt, der aus unbewehrten Wänden mit einer umfassenden horizontalen und vertikalen Bewehrung besteht. An Stellen mit hoher Risswahrscheinlichkeit (z. B. Tür- oder Aussparungsöffnungen) wird eine zusätzliche konstruktive Bewehrung angeordnet. Dies ist möglich, wenn im Wesentlichen nur eine Mindestbewehrung erforderlich ist.

Derzeit wird diese Bauweise versuchstechnisch und rechnerisch untersucht. Wir sind zuversichtlich, diese in Zukunft bei den ersten Hochhäusern anwenden zu können. ■

**REFERENCES // LITERATUR**

- [1] Falkner, Gerritzen, Jungwirth, Sparowitz: Das neue Bewehrungssystem, Druckglieder mit hochfestem Bewehrungsstahl Teil I: Entwicklung, Versuche, Bemessung und Konstruktion, Beton- und Stahlbetonbau, Heft 5, S. 304-317, 2008.
- [2] Bachmann, Benz, Falkner, Gerritzen, Wlodkowski: Das neue Bewehrungssystem, Druckglieder mit hochfestem Bewehrungsstahl Teil II: Opernturm Frankfurt – Anwendung, Beton und Stahlbetonbau, Heft 8, S. 530-540, 2008.

The loadbearing principle of this splice is based on the fact that the mortar between the reinforcing bars, due to the restriction of the transverse expansion of the two interfacing steel surfaces, have a markedly higher loadbearing capacity. Tests performed on thin mortar plates, pressed between the upper and lower steel plate, have shown that the strength of the Pagel mortar V1/10, increases depending on the t/d ratio (t = thickness of the joint gap, d = reinforcement diameter) from approx. 100 N/mm<sup>2</sup> to above 700 N/mm<sup>2</sup>. The production tolerances between the reinforcing bars for the Dancing Towers are so adjusted that part of the forces to be transmitted are deflected by activating the bond in the surrounding concrete. This is possible because of the measures taken for restricting the transverse extension of the column concrete in the column head and at its base.

**CORE WITH REDUCED STEEL REINFORCEMENT**

A new approach to minimizing the story cycle times and in this way the overall construction times of high-rise office buildings is to reduce the nominal reinforcement for bridged high-rise cores. This is done by substituting a conventionally reinforced core by a zone-reinforced concrete, consisting of unreinforced walls provided with comprehensive horizontal and vertical reinforcement. Areas especially prone to crack formation (e.g. on door or block-out openings), are provided with an additional nominal reinforcement. This is possible where essentially only a minimum reinforcement is required.

This construction method is currently investigated in tests and by calculation. We are confident that we will soon be able to implement the results in the first high-rise buildings. ■



## NEW DEVELOPMENTS IN STANDARDIZATION, DESIGN CONCEPTS AND APPROVALS – FOR ANCHOR CHANNELS NEUE ENTWICKLUNGEN BEI DER NORMUNG, BEI BEMESSUNGSKONZEPTEN UND ZULASSUNGEN – FÜR ANKERSCHIENEN

► Die Bemessung von Verankerungen in Beton erfolgt in Europa gemäß Annex C der ETAG 001 auf der Basis von europäischen technischen Zulassungen (ETA). Im letzten Jahr wurde die Technische Spezifikation CEN/TS 1992-4 veröffentlicht, die sukzessive die Nachfolge des Annex C antreten soll. Gegenüber Annex C ist CEN/TS 1992-4 als wahrscheinlich zukünftiger Teil des Eurocodes 2 in die Bemessungsnormenreihe eingebunden. Im August 2009 wurde die Technische Spezifikation CEN/TS 1992-4:2009 vom Deutschen Institut für Normung als DIN SPEC 1021-4:2009-08 veröffentlicht. Die Versionen der Vornorm (TS = Technical Specification) des CEN und die deutsche Fassung (SPEC = Specification) des DIN sind identisch.

Die Vornorm besteht aus fünf Teilen:

- > Teil 1: Allgemeines
- > Teil 2: Kopfbolzen
- > Teil 3: Ankerschienen
- > Teil 4: Mechanische Systeme
- > Teil 5 Chemische Systeme

Im Gegensatz zu Annex C sind demnach auch Nachweise für einbetonierte Systeme wie Kopfbolzen und Ankerschienen enthalten.

Die Bemessung von Ankerschienen erfolgt bisher auf der Grundlage von bauaufsichtlichen Zulassungen des DIBt. In diesen Zulassungen sind die zulässigen Lasten in einer Tabelle angegeben. Sie wurden aus den Ergebnissen von Versuchen im ungerissenen Beton unter Ansatz eines globalen Sicherheitsbeiwertes abgeleitet. Die zulässigen Lasten dürfen nach den Zulassungen auch im gerissenen Beton verwendet werden. Die Zulassungen berücksichtigen Effekte aus der Rissbildung des Betons nur ungenau, da die Betonbruchlast durch Risse im Beton reduziert wird. Weiterhin ist die Sicherheit von Befestigungen am Bauteilrand mit Querbelastung zur Kante hin oft niedriger als der erforderliche Wert. Dies gilt sowohl für Befestigungen im ungerissenen als auch im gerissenen Beton.

► **The design of anchorages in concrete in Europe is performed in accordance with Annex C of ETAG 001, based on the European technical approvals (ETA). In 2009, technical specification CEN/TS 1992-4 that is to succeed Annex C was published. CEN/TS 1992-4, in contrast to Annex C, will in all likelihood in future be integrated in the series of design standards of Eurocode 2. In August 2009, the German Institute for Standardization published technical specification CEN/TS 1992-4:2009 as standard DIN SPEC 1021-4:2009-08. The versions of the preliminary standard (TS = Technical Specification) of CEN and the German DIN standard (SPEC = Specification) are identical. The preliminary standard consists of five parts:**

- > **Part 1: General**
- > **Part 2: Head bolts**
- > **Part 3: Anchor channels**
- > **Part 4: Mechanical systems**
- > **Part 5 Chemical systems**

**Accordingly, in contrast to Annex C, this standard also includes checks for cast-in systems, such as head bolts and anchor channels.**

**Until now, the design of anchor channels was performed on the basis of the technical approvals issued by the German DIBt. In these approvals, the permissible loads are listed in a table. The loads were derived from the results of tests performed on uncracked concrete and by taking a global safety coefficient into account. According to the approvals, the permissible loads may also be applied in cracked concrete. The approvals make only vague allowance for the effects of crack formation in the concrete, because the cracking reduces the breaking load. Furthermore, the safety of fixings at the edge of members with transverse loading towards the edge is frequently lower than the required value. This applies both to**

**Dr.-Ing. Thomas M. Sippel,**  
VBBF – Verein zur Förderung  
und Entwicklung der  
Befestigungs-, Bewehrungs- und  
Fassadentechnik, Düsseldorf

AUTHOR //  
AUTOR

[t.sippel@vbbf.de](mailto:t.sippel@vbbf.de)



Geb. 1961; bis  
1989 Studium des Bau-  
ingenieurwesens an  
der Universität Stuttgart;  
1989-1995 Wissen-  
schaftlicher Mitarbeiter  
an der Universität  
Stuttgart; 1996 Promo-  
tion; 1995-1998 Ge-  
schäftsführer des  
Ingenieurbüros  
Eligehausen, Stuttgart;  
1998-2004 Geschäfts-

führender Partner des Ingenieurbüros  
Eligehausen & Sippel, Stuttgart; 2004-2009  
Leiter Technical Sales Support, fischerwerke,  
Waldachtal; seit 2009 Geschäftsführer des VBBF,  
Düsseldorf; Mitglied in zahlreichen nationalen  
und europäischen Gremien

In Zukunft soll die Bemessung nach CEN/TS 1992-4 in Verbindung mit einer Europäischen Technischen Zulassung erfolgen. Die Bemessung erfolgt auf der Grundlage des Sicherheitskonzepts mit Teilsicherheitsbeiwerten und unterscheidet nach Beanspruchungsrichtungen und Versagensarten. Die charakteristischen Widerstände werden in der Regel mit Bemessungsgleichungen berechnet. Bei bestimmten Versagensarten (z. B. Versagen der Verbindung zwischen Anker und Schiene oder Aufbiegen der Schienenschenkel), bei denen die Versagenslast nicht mit ausreichender Genauigkeit berechnet werden kann, werden Versuche durchgeführt. Die aus den Versuchsergebnissen abgeleiteten charakteristischen Widerstände und die minimalen Rand- und Achsabstände sowie die mi-

**CONCRETE HEATING**

Heating for Concrete and Gravel Plants  
 Heating for Asphalt Plants  
 Heating for Gravel Storage  
 Tailor-made solutions



Concrete Solutions  
**55. BetonTage**  
 08.-10. Februar 2011, Neu-Ulm

Please visit us our booth 51  
 to celebrate with us the  
**WORLD PREMIERE**  
 of our unique combined  
**COOLING & HEATING Plant**

**CONCRETE COOLING**

Cold and Ice Water Plant  
 Flake Ice Plants  
 Mobile Ice Storage  
 Turn Key Solutions

Weather your company needs  
 to **cool** or **heat** the concrete –  
**KTI-Plersch & Sauter Plersch AG**  
 will develop and create the  
 individual solution for you!

fixings in the uncracked as well as in the cracked concrete.

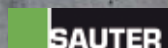
In future, the design according to CEN/TS 1992-4 is to take place in connection with a European technical approval. The design is performed on the basis of the safety concepts with partial safety coefficients and distinguish between the direction of loading and the failure modes.

The characteristic resistances are generally calculated with design equations. For certain failure modes (e.g. failure of the connection between anchor and channel or a bent-up channel flank), for which the failure load cannot be calculated with sufficient precision, tests are performed. The characteristic resistances derived from the experimental results and the minimum edge spacing and center-to-center distances as well as the minimum thickness of members are provided in a European Technical Approval (ETA). The relevant approvals for anchor channels have in the meantime been issued. In these approvals, the design according to CEN/TS 1992-4 is already integrated.

The use of technical specification CEN/TS 1992-4:2009 is for the time being restricted to three years, i.e. until 2012. After that time, a decision on the contents and on the conversion into a European standard in the fourth part of Eurocode 2 will be taken. The German Institute for Standardization DIN currently collects comments and suggestions on DIN SPEC 1021-4:2009. ■

nimalen Bauteildicken werden in einer Europäischen Technischen Zulassung (ETA) angegeben. Entsprechende Zulassungen für Ankerschienen wurden mittlerweile erteilt. In diesen Zulassungen ist die Bemessung nach CEN/TS 1992-4 bereits integriert. Die Technische Spezifikation CEN/TS 1992-4:2009 ist zunächst auf drei Jahre bis 2012 befristet. Nach dieser Zeit wird über die Inhalte und die Umwandlung in eine europäische Norm in den vierten Teil des Eurocodes 2 entschieden. Das Deutsche Institut für Normung sammelt derzeit Anmerkungen und Vorschläge zur DIN SPEC 1021-4:2009. ■

**CONCRETE HEATING**



Sauter Plersch AG  
 Zelgstrasse 8  
 8583 Sulgen, Switzerland  
 T +(41) 71 - 6 44 85 00  
 F +(41) 71 - 6 44 86 00  
 info@sauterag.com

**CONCRETE COOLING**



KTI-Plersch Kältetechnik GmbH  
 Carl-Otto-Weg 14/2  
 88481 Balzheim, Germany  
 T +(49) 7347 - 9572-0  
 F +(49) 7347 - 9572-22  
 ice@kti-plersch.com

## NEW DEVELOPMENTS IN STANDARDIZATION, DESIGN CONCEPTS AND APPROVALS – FOR REINFORCING STEEL AND PRESTRESSING STEEL NEUE ENTWICKLUNGEN BEI DER NORMUNG, BEI BEMESSUNGSKONZEPTEN UND ZULASSUNGEN – FÜR BETONSTAHL UND SPANNSTAHL

► **BETONSTAHL NACH DIN 488** Die Teile 1 bis 6 der DIN 488 in der Ausgabe von 1984 bzw. 1986 sind vom Deutschen Institut für Normung (DIN) im August 2009 zurückgezogen und durch die Teile 1 bis 6 der neuen DIN 488 in der Ausgabe 08.2009 ersetzt worden. Die allgemeine bauaufsichtliche Einführung der neuen DIN 488, Teile 1 bis 6, ist mit der Ausgabe 02/2010 der Bauregelliste A erfolgt. Die neue DIN 488-08.2009 besteht aus den folgenden sechs Teilen:

- > DIN 488-1, Betonstahl – Teil 1: Stahlsorten, Eigenschaften, Kennzeichnung
- > DIN 488-2, Betonstahl – Teil 2: Betonstabstahl
- > DIN 488-3, Betonstahl – Teil 3: Betonstahl in Ringen, Bewehrungsdraht
- > DIN 488-4, Betonstahl – Teil 4: Betonstahlmatten
- > DIN 488-5, Betonstahl – Teil 5: Gitterträger
- > DIN 488-6, Betonstahl – Teil 6: Übereinstimmungsnachweis

Der Teil 7 der alten DIN 488 – Schweißbeignung – aus dem Jahre 1986 existiert zwar noch, ist aber für den Nachweis der Schweißbeignung von Betonstahl nicht mehr gefordert, da dies nunmehr über das Kohlenstoffäquivalent und somit über die chemische Zusammensetzung nachgewiesen ist. Wesentliche Neuerungen werden vorgestellt.

**BETONSTAHL NACH EN 10080** Die europäische Betonstahlnorm EN 10080, Ausgabe 2005, existiert zwar nach wie vor als europäische Norm, kann aber ohne ergänzende nationale Regelungen nicht angewendet werden. Für den nächsten Anlauf der europäischen Betonstahlnormung wurde das Mandat M115 überarbeitet. Über die Änderungen bzw. Ergänzungen in der neuen Fassung der EN 10080 wird berichtet. Ferner in Bearbeitung befinden sich prEN 10348 – feuerverzinkte Betonstähle und prENcrs – nichtrostende Betonstähle.

**SPANNSTAHL NACH PREN 10138** Die Entwürfe der europäischen Spannstahlnorm prEN 10138 befanden sich Ende 2009 noch in der Schlussabstimmung und damit quasi auf der Zielgeraden. Bei der

► **REINFORCING STEEL IN ACCORDANCE WITH DIN 488 Parts 1 to 6 of DIN 488 issued in 1984 and/or 1986 were withdrawn by the German Institute for Standardization (DIN) in August 2009 and replaced by Parts 1 to 6 of the new DIN 488 in issue 08.2009. The implementation of the new DIN 488, Parts 1 to 6, by the German national building regulation control authority took place with issue 02/2010 in "Bauregelliste A" – the list of German building regulations. The new DIN 488-08.2009 consists of the following six parts:**

- > **DIN 488-1, Reinforcing steel - Part 1: Grades, properties, marking**
- > **DIN 488-2, Reinforcing steel – Part 2: Reinforcing steel bars**
- > **DIN 488-3, Reinforcing steel – Part 3: Reinforcing steel in coils, steel wire**
- > **DIN 488-4, Reinforcing steel – Part 4: Welded fabric**
- > **DIN 488-5, Reinforcing steel – Part 5: Lattice girders**
- > **DIN 488-6, Reinforcing steel – Part 6: Assessment of conformity**

**Part 7 of the old DIN 488 – Weldable steel – issued in 1986 still exists, but is no longer required for checking the suitability of reinforcing steels for welding, as this check can now be performed via the equivalent carbon content and, accordingly, via the chemical composition. Important changes are presented.**

**REINFORCING STEEL IN ACCORDANCE WITH EN 10080 Although the European reinforcing steel standard EN 10080, issue 2005, still exists as European it cannot be applied without supplementary national regulations. For the next attempt of the European reinforcing steel standardization, Mandate M115 was revised. The changes and/or supplements in the new version of EN 10080 will be reported on. Also in the pipeline is prEN 10348 – galvanized reinforcing steels – and prENcrs – stainless reinforcing steels.**

**Dr.-Ing. Jörg Moersch,**  
Institut für  
Stahlbetonbewehrung e.V.,  
Düsseldorf

AUTHOR //  
AUTOR

[j.moersch@isb-ev.de](mailto:j.moersch@isb-ev.de)

Geb. 1962; bis 1992 Studium des Bauingenieurwesens an der RWTH Aachen; 1992-1997 wissenschaftlicher Mitarbeiter an der RWTH Aachen; 1997-1998 Abteilungsleiter am Institut für Bauforschung; 1999-2002 Forschungsprojektleiter der Firma Lafarge in Lyon (Frankreich); seit 2002 Geschäftsführer des Instituts für Stahlbetonbewehrung e.V.; Chairman ECISS TC104 und ECISS TC104 WG1; Mitglied des Normungsausschuss



Betonstahl und Spannstahl; Mitglied des Vorstandes und Forschungsbeirates sowie Obmann des Technischen Ausschusses Bewehrung des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton e.V.; Mitglied des SVA-A – Betonstahl – des Deutschen Instituts für Bautechnik

Schlussabstimmung wurde von einigen Ländern moniert, dass die in prEN 10138 festgelegten Eigenschaften der Spannstähle unzureichend mit den Festlegungen in EN 1992-1-1 harmonisieren. Zudem wurde von der Kommission das überarbeitete Mandat M 115 vorgelegt, das einerseits die Aufnahme der Zugfestigkeit als eigenständiges Merkmal und andererseits Änderungen in der Überwachung nach System 1+ fordert.



**PRESTRESSING STEEL IN ACCORDANCE WITH PREN 10138** At the end of 2009, the drafts of the European prestressing steel standard prEN 10138 were still in the final approval stage and thus virtually on the home stretch. A number of countries had criticized that the properties of the prestressing steel determined in prEN 10138 only insufficiently comply with the determination in EN 1992-1-1. In addition, the commission presented the revised Mandate M 115 which demands, firstly, the inclusion of the tensile strength as separate characteristic and, secondly, surveillance in accordance with system 1+.

Aus diesem Grund wurde beschlossen, das gesamte Normungspaket bestehend aus den vier Teilen

- > prEN 10138, Teil 1 – Generelle Anforderungen
  - > prEN 10138, Teil 2 – Spannstahldraht
  - > prEN 10138, Teil 3– Spannstahlilitzen
  - > prEN 10138, Teil 4 – Spannstahlstäbe
- zur Überarbeitung an den zuständigen Normungsausschuss ECISS TC 104 zurückzugeben. Ferner in Bearbeitung befinden sich die prEN 10337 – Verzinkte Spannstahldrähte und -litzten sowie die prEN p+s – geschützte und umhüllte Litzten. ■

For this reason it was decided to return the entire standardization package comprised of the four parts:

- > prEN 10138, Part 1 – General requirements
  - > prEN 10138, Part 2 – Prestressing wire
  - > prEN 10138, Part 3 – Strands
  - > prEN 10138, Part 4 – Bars
- for revision to the competent standardization committee ECISS TC 104. Work on prEN 10337 – Galvanized prestressing wires and strands – and prEN p+s – protected and sheathed strands – is also in progress. ■



**ZUGELASSENE QUALITÄT**  
Ökonomisch Denken • Sicher Verankern

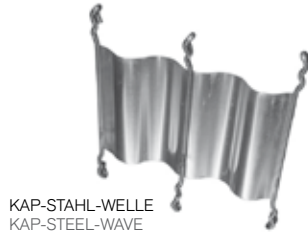
**APPROVED QUALITY**  
Think economical • Connect safe



**KAP-STAHL-WELLE**  
KAP-STEEL-WAVE

**DIE NEUE DIMENSION**  
THE NEW DIMENSION  
Doppelwand ohne Gitterträger  
Double-wall without lattice girder

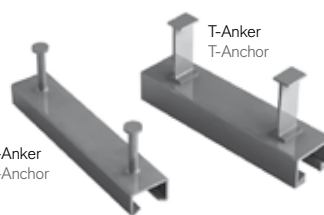
Verlegeanker  
Alternative  
Lifting anchor  
Alternative



KAP-STAHL-WELLE  
KAP-STEEL-WAVE

**PTA ANKERSCHIENEN-SYSTEM**  
PTA ANCHOR CHANNEL SYSTEM

I-Anker  
I-Anchor



T-Anker  
T-Anchor

Hammerkopfschraube  
Hammer-head bolt



Hakenkopfschraube  
Hammer-hook bolt



**VERANKERUNGSSYSTEME**  
LIFTING AND FIXING SYSTEMS



Transportanker-System für Ringkupplung  
Lifting system for Ring clutch



Kugelkopf-Transportanker-System  
Spherical head anchor system



Hülsenanker-System  
Socket anchor system



Doppelwand-System  
Double wall system



Sandwichplatten-Verankerungen  
Sandwich panel system

**PreConTech**

Beckerweg 6 fon +49 61 47. 91 39-20 info@precontech.net  
65468 Trebur fax +49 61 47. 91 39-29 www.precontech.net

**BVT Rausch GmbH & Co. KG**

Beckerweg 6 fon +49 61 47. 91 39-0 info@bvtrausch.com  
65468 Trebur fax +49 61 47. 91 39-29 www.bvtrausch.com

DAY 2: WEDNESDAY, 9<sup>TH</sup> FEBRUARY 2011 //  
TAG 2: MITTWOCH, 9. FEBRUAR 2011

## LIGHTWEIGHT CONCRETE LEICHTBETON

Title // Titel	Page // Seite
<b>LIACEM – A NEW COLD-BOUND LIGHTWEIGHT AGGREGATE</b> LIACEM – EINE NEUE KALT-GEBUNDENE LEICHTE GESTEINSKÖRNUNG <i>Prof. Dr.-Ing. Karl-Christian Thienel</i>	114
<b>LIGHTWEIGHT AGGREGATE CONCRETES (LAC 2) WITH OPEN STRUCTURE AND MINIMIZED DENSITY</b> HAUFWERKSPORIGE LEICHTBETONE (LAC 2) MIT MINIMIRTER ROHDICHTE <i>Prof. Dr.-Ing. Harald Garrecht / Dipl.-Ing. Dott. Mag. Albrecht Gilka-Bötzow / Matthias Wetzel</i>	116
<b>NOISE PROTECTION OF LIGHTWEIGHT PERFORATED BLOCK MASONRY</b> SCHALLSCHUTZ VON LOCHSTEINMAUERWERK AUS LEICHTBETON <i>Prof. Dr.-Ing. Peter Lieblang</i>	120
<b>BLACK LIGHTWEIGHT CONCRETE FOR DESIGNED FAÇADE SURFACES – A RESIDENTIAL/COMMERCIAL BUILDING IN THE BERLIN DISTRICT OF MITTE</b> SCHWARZER LEICHTBETON FÜR EINE GESTALTETE FASSADENFLÄCHE – EIN WOHN- UND GESCHÄFTSHAUS IN BERLIN-MITTE <i>Dr.-Ing. Klaus-Reiner Goldammer / Dipl.-Ing.(FH) Edeltraud Hallmann</i>	122
<b>HIGH-STRENGTH FOAMED CONCRETE – NEW POSSIBILITIES IN CONCRETE</b> HOCHFESTER SCHAUMBETON – NEUE MÖGLICHKEITEN IM BETONBAU <i>Dr.-Ing. Armin Just / Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Bernhard Middendorf</i>	124

**Dipl.-Ing. Dieter Heller,**  
Bundesverband Leichtbeton,  
Neuwied

PRESENTATION //  
MODERATION

[heller@leichtbeton.de](mailto:heller@leichtbeton.de)



Geb. 1960;  
Studium des Konstruktiven Ingenieurbaus;  
Geschäftsführer folgender Organisationen:  
Bundesverband Leichtbeton, Kompetenzzentrum Leichtbeton, Güteschutz und Landesverband Beton- und Bimsindustrie Rheinland-Pfalz, Forschungs-, Entwicklungs- und Marketinggesellschaft der Leichtbeton-industrie

## LIACEM – A NEW COLD-BOUND LIGHTWEIGHT AGGREGATE LIACEM – EINE NEUE KALT-GEBUNDENE LEICHTE GESTEINSKÖRNUNG

► The use of structural lightweight concrete with close structure is still rather limited, even after years of intensive marketing. A number of different properties of the lightweight concrete have largely contributed this situation. A difficult magnitude is the water absorption of the lightweight aggregate used for it. It influences the initial set during transport and plays a large role in the not always successful attempts to discharge lightweight concrete via concrete pumps at the construction site. Another obstacle for the broader use of lightweight concrete is the higher price, compared to normal concrete. The difference in price increases the higher the required strength class. Test performed in the past on the desired combination of pumpability and, at the same time, limited costs for the lightweight aggregate, for example with encased lightweight aggregate, have failed in the end.

► Der Einsatz gefügedichter konstruktiver Leichtbetone ist auch nach Jahren intensiver Marktbearbeitung recht überschaubar. Dazu haben verschiedene Eigenschaften des Leichtbetons in erheblichem Umfang beigetragen. Eine schwierige Größe ist die Wasseraufnahme der eingesetzten leichten Gesteinskörnung. Sie beeinflusst das Ansteifverhalten beim Transport und hat wesentlichen Anteil an den nicht immer erfolgreichen Versuchen, Leichtbeton mit Hilfe von Betonpumpen zur Einbaustelle zu fördern. Ein weiteres Hindernis für die weitere Verbreitung von Leichtbeton ist der höhere Preis im Vergleich zu Normalbeton. Der Unterschied wird umso ausgeprägter, je höher die geforderte Festigkeitsklasse ist. An der gewünschten Kombination aus Pumpfähigkeit bei gleichzeitig begrenzten Kosten für die leichte Gesteinskörnung sind in der Vergangenheit unter anderem Versuche mit umhüllten leichten Gesteinskörnungen letztlich gescheitert.

A new approach to meet the seemingly contradictory requirements is now taken with the lightweight aggregate LiaCem from Liapor. In contrast to most industrially manufactured lightweight aggregates, the particles are here not manufactured by thermal process, e.g. in a rotary kiln, but granulated at ambient temperature in a multi-stage process. Through the elimination of the thermal processes, the energy costs these conventional processes entail are eliminated and, at the same time, less CO<sub>2</sub> emitted during manufacture. The granules consist of a mixture of flyash, burnt clay and combusted wood ash from biomass heating plants. The last two mentioned constituents, in particular, contribute notably to a more favorable eco balance than is so far the case with the industrially manufactured lightweight aggregate. The aggregate is granulated in particle group 2/10 mm and has a bulk density of 800 kg/m<sup>3</sup> ± 15 % and grain bulk density of 1.70 kg/dm<sup>3</sup> ± 0,15 kg/dm<sup>3</sup>.

Mit der leichten Gesteinskörnung LiaCem von Liapor wird ein neuer Ansatz verfolgt, um die sich scheinbar widersprechenden Anforderungen zu erfüllen. Im Gegensatz zu den meisten industriell hergestellten leichten Gesteinskörnungen wird die Körnung nicht durch einen thermischen Prozess z. B. im Drehrohrofen produziert, sondern bei Raumtemperatur in einem mehrstufigen Verfahren granuliert. Durch die Umgehung des thermischen Prozesses entfallen die entsprechenden Energiekosten und zugleich wird weniger CO<sub>2</sub> bei der Herstellung emittiert. Die Granalien bestehen aus einer Mischung aus Zement, Flugasche, gebranntem Ton und Holzverbrennungasche aus Biomasseheizkraftwerken. Insbesondere die beiden letztgenannten Bestandteile sorgen für eine deutlich günstigere Ökobilanz als dies bei industriell hergestellter leichter Gesteinskörnung bisher der Fall ist. Die Körnung wird in der Korngruppe 2/10 mm granuliert und hat dabei eine Schüttdichte von 800 kg/m<sup>3</sup> ± 15 % und eine Kornrohdichte von 1,70 kg/dm<sup>3</sup> ± 0,15 kg/dm<sup>3</sup>.

**TESTING BY THE REGULATORY AUTHORITIES** As a new construction product, the lightweight aggregate requires a general technical approval. The tests were carried out at the Institute for Construction Materials at the University of the German Federal Armed Forces. Within the scope of the investigations on the grain, the resistance to frost and freeze-thaw cycle with de-icing salt was demonstrated in accordance with DIN EN 13055-1 and DIN V 18004, making its use in exposure classes XF3 and XF4 possible without any problem. The very low and quick water absorption  $w_{60}$  of 1.3 M.-% recorded in the fresh concrete tests resulted in a very slight losses in consistency. Within the scope of the tests performed in the approval procedure, the lightweight concretes of strength class LC35/38 distinguish themselves through a number of advantages vis-à-vis the reference concrete. Their ductility, at equal strength and density, was clearly more marked. Even the lighter LiaCem lightweight concrete made with a light sand matrix, it was surprisingly found, failed much more ductile than the reference concrete.

AUTHOR //  
AUTOR

Prof. Dr.-Ing.  
Karl-Christian Thienel,  
Universität der Bundeswehr  
München, Neubiberg

Christian.Thienel@unibw.de

Geb. 1961; Studium des Bauingenieurwesens an der TU Braunschweig; 1988-1993 wissenschaftlicher Mitarbeiter an der TU Braunschweig; 1993 Promotion; bis 1995 Feodor-Lynen-Stipendiat der Alexander-von-Humboldt Stiftung am Center for Advanced Cement Based Materials (ACBM) der



Northwestern University; bis 2003 Leiter F&E der Liapor GmbH & Co. KG; seit 2003 Professor und Leiter des Instituts für Werkstoffe des Bauwesens der Universität der Bundeswehr München

**BAUAUFSICHTLICHE PRÜFUNG** Als neues Bauprodukt benötigt die leichte Gesteinskörnung eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung. Die Prüfungen erfolgten am Institut für Werkstoffe des Bauwesens der Universität der Bundeswehr. Im



Rahmen der Untersuchungen am Korn wurden der Frost und der Frost-Tausalz-Widerstand nach DIN EN 13055-1 und nach DIN V 18004 nachgewiesen, so dass ein Einsatz in den Expositionsclassen XF3 und XF4 problemlos möglich ist. Die sehr geringe und schnelle Wasseraufnahme  $w_{60}$  von 1,3 M.-% führte in den Frischbetonuntersuchungen zu sehr geringen Konsistenzverlusten.

Im Rahmen der Zulassungsversuche zeichneten sich die mit LiaCem hergestellten Leichtbetone der Festigkeitsklasse LC35/38 durch verschiedene Vorteile gegenüber dem Vergleichsbeton aus. Ihre Duktilität war bei gleicher Festigkeit und Rohdichte deutlich ausgeprägter. Erstaunlicherweise versagte auch der leichtere LiaCem-Leichtbeton mit einer Leichtsandmatrix sehr viel duktiler als der Vergleichsbeton.

**BEVORZUGTE EINSATZGEBIETE** Das Haupteinsatzgebiet für die neue Gesteinskörnung ist die Herstellung gefügedichteter Leichtbetone der Festigkeits- und Rohdichteklassen von LC25/28 D1,6 bis LC50/55 D2,0. Durch die sehr robusten Frischbe-

**PREFERRED AREAS OF APPLICATIONS** The main area of application for the new aggregate is the manufacture of lightweight concretes with closed structure of strength and density classes LC25/28 D1,6 to LC50/55 D2,0. Thanks to its very robust fresh concrete properties, LiaCem is predestined for lightweight pumped concrete and the manufacture of self-compacting lightweight concretes.

The high ductility could become interesting for use in composite floors, because the loadbearing capacity of these floor systems is so far restricted by the rotation capacity found lacking in conventional lightweight concretes.

Other areas of application open up wherever the mechanical and rheological properties of lightweight concretes play an important role. For the use in very light lightweight concretes or lightweight concretes with thermal insulation, primarily in external wall constructions, LiaCem may, however, not be the best choice, because the thermal calculation has to be performed with the standard values. ■

toneigenschaften ist LiaCem als Körnung für Pumpleichtbeton und die Herstellung selbstverdichtender Leichtbetone prädestiniert.

Die hohe Duktilität könnte für den Einsatz in Verbunddecken interessant werden, da die Tragfähigkeit dieser Deckensysteme bisher durch die fehlende Rotationsfähigkeit üblicher Leichtbetone eingeschränkt wird.

Weitere Anwendungsfelder tun sich überall dort auf, wo die mechanischen und rheologischen Eigenschaften der Leichtbetone eine wichtige Rolle spielen. Für den Einsatz in wärmedämmenden oder sehr leichten Leichtbetonen, wie sie vorwiegend in Außenwandkonstruktionen verwendet werden, ist LiaCem eher nicht die erste Wahl, da für die wärmetechnischen Berechnungen nur auf Normwerte zurückgegriffen werden kann. ■

- Long Line Slip Former and Extruder Systems for Slabs, Beams, ...
- Tilting Tables and Battery Moulds for Wall Panels
- Moulds for Stairs, Beams & Columns, Foundations
- Automated Concrete Batching Plant and Feed Systems



**ALL from ONE single source**

weiler engineers and technicians design, manufacture and install your turnkey tailor-made precast concrete plant.

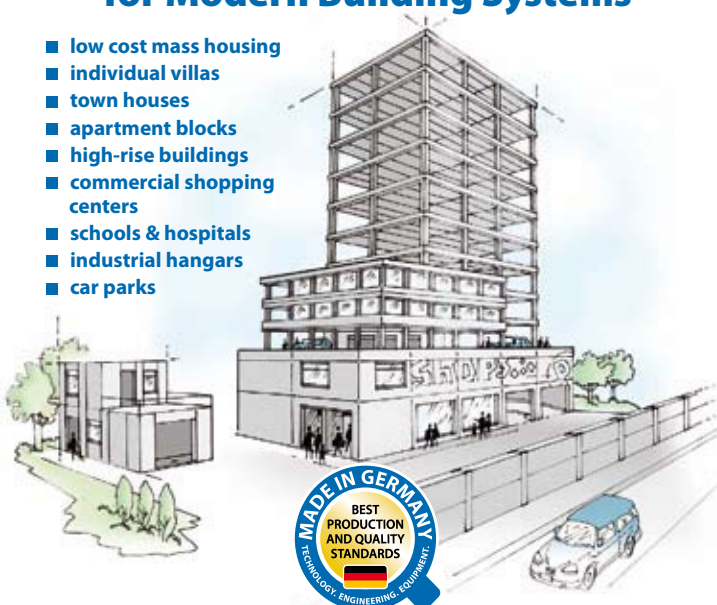
**Concrete HARD facts for YOUR success**

- strong and extremely durable
- shaped in nearly any design
- high factory made constant quality
- straight, accurately fitting
- smooth, ready-to-paint
- based on natural raw materials
- fast erection, stiff connections
- high fire resistance
- earthquake and hurricane resistant
- for any construction application

**weiler**  
**RHEINLAND concrete**  
**BUILDING SYSTEMS**

**Turnkey Precast Concrete Plants for Modern Building Systems**

- low cost mass housing
- individual villas
- town houses
- apartment blocks
- high-rise buildings
- commercial shopping centers
- schools & hospitals
- industrial hangars
- car parks



**weiler. We are made in Germany.**



**weiler**

CONSULTATION, ENGINEERING & MACHINERY FOR THE PRECAST CONCRETE INDUSTRY

weiler GmbH, 55435 Gau-Algesheim, Tel: +49 6725 9195 490, Fax: +49 6725 9195 491, info@weiler.net, www.weiler.net

# LIGHTWEIGHT AGGREGATE CONCRETES (LAC 2) WITH OPEN STRUCTURE AND MINIMIZED DENSITY

## HAUFWERKSPORIGE LEICHTBETONE (LAC 2) MIT MINIMIERTER ROHDICHTE

► **PROBLEM STATEMENT** Lightweight aggregate concretes (LAC) with open structure are characterized by low densities and a favorable thermal effect, for which reason they are used in the manufacture of precast walls in accordance with DIN EN 1520 as well as solid (Vbl, V) and hollow blocks (Hbl). Since the implementation of EnEV 2009, purely mineral wall elements are now offered only by a small num-

► **PROBLEMSTELLUNG** Haufwerksporige Leichtbetone zeichnen sich durch geringe Rohdichten und eine günstige Wärmedämmwirkung aus und werden daher zur Fertigung von Wandfertigbauteilen nach DIN EN 1520 sowie von Voll- (Vbl, V) und Hohlblöcken (Hbl) eingesetzt. Mit Einführung der EnEV 2009 werden nur noch wenige rein mineralische Wandelemente von Fertigteilherstellern angeboten, die den Wärmestandard des Referenzbauteils für die Außenwand mit einem U-Wert von maximal 0,28 W/(m<sup>2</sup>K) erfüllen. Ein monolithisch gefertigtes Wandfertigteil kann diese Vorgaben mit einer Wandstärke von 49 cm und einer Wärmeleitfähigkeit von  $\lambda = 0,14$  W/(mK) erfüllen. In diesem Fall muss ein haufwerksporiger Leichtbeton, entsprechend der bekannten Zusammenhänge von Wärmeleitfähigkeit und Rohdichte, eine Trockenroh-dichte von unter 500 kg/m<sup>3</sup> aufweisen (ABB. 1).

ber of precasters. A monolithically manufactured precast wall unit with a wall thickness of 49 cm and a thermal conductivity of  $\lambda = 0.14$  W/(mK) can meet these specifications. In this case, a lightweight aggregate concrete with open structure should, in accordance with the correlation of thermal conductivity and density, have a dry density of below 500 kg/m<sup>3</sup>, (FIG. 1).

**CURRENT RESEARCH** At the Department of Construction Materials at TU Darmstadt, two comprehensive investigations aimed at meeting the specifications of EnEV 2009 and/or 2012 for composite wall constructions are currently carried out within the scope of two industry research collaborations. In one investigation, a structurally effective wall element of open-structured lightweight aggregate concrete strength of class LAC 2 and/or LAC 4 is thermally adjusted with a thermally insulating layer of mineralized foam. In the other investigation, story-high loadbearing wall elements are developed further by providing them with hollow lightweight concrete blocks, as filler blocks, in lightweight structural concrete with closed structure. For this purpose, the hollows of the geometrically optimized filler blocks are filled with mineralized foam. Furthermore, the joint concrete will be thermally optimized and an additional improvement involving an insulation layer of closed-structured lightweight concrete with porous binder matrix tested [3].

**Prof. Dr.-Ing. Harald Garrecht,**  
Technische Universität  
Darmstadt

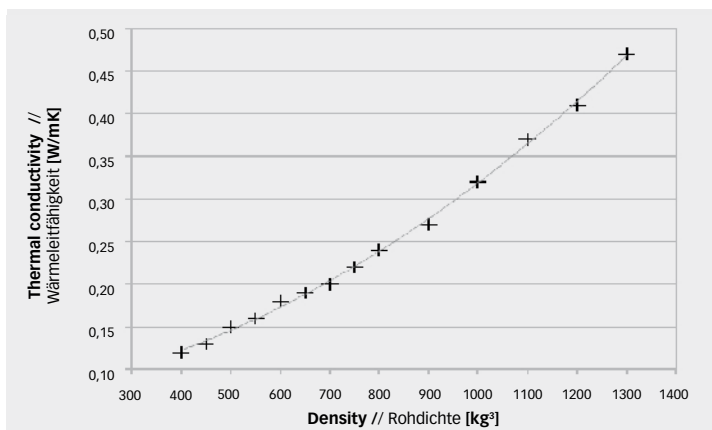
AUTHOR //  
AUTOR

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

Geb. 1957; Studium des Bauingenieurwesens an der Universität Karlsruhe; 1985-1992 Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Massivbau und Baustofftechnologie der Universität Karlsruhe; 1992 Promotion; 1992-1998 Oberingenieur in der Abteilung Baustofftechnologie des o.g. Instituts; 1998 Professur für Baustoffe, Bauphysik und Baukonstruktion an der Hochschule Karlsruhe – Technik und Wirtschaft; seit 2006 Professur für Werkstoffe im Bauwesen an der Technische Universität Darmstadt am Institut für Massivbau



**AKTUELLE FORSCHUNGEN** Am Fachgebiet Werkstoffe im Bauwesen der TU Darmstadt werden im Rahmen zweier Industrieforschungsk Kooperationen umfangreiche Untersuchungen vorgenommen, um mit Leichtbeton-Verbund-Wandkonstruktionen die Vorgaben der EnEV 2009 bzw. 2012 zu erfüllen. So wird einerseits ein statisch wirksames Wandelement aus haufwerksporigem Leichtbeton der Festigkeitsklasse LAC 2 bzw. LAC 4 mit einer wärmedämmenden Schicht aus mineralisiertem Schaum wärmetechnisch angepasst. Im anderen Vorhaben werden geschosshohe tragende Wandtafeln mit Leichtbetonhohlblöcken als Füllsteine



▲ FIG. 1 Correlation between density and the design value of thermal conductance for open-structured lightweight aggregate concrete in accordance with DIN V 4108-4:2007. // ABB. 1 Zusammenhang zwischen Rohdichte und dem Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit für haufwerksporigen Leichtbeton nach DIN V 4108-4:2007.

Density // Rohdichte	Design of thermal conductivity // Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit
Values recorded at a dampness content in the member for 23 °C and 80 % relative humidity // Werte bei Ausgleichsfeuchte im Bauteil für 23 °C und 80 % Luftfeuchte	
400	0,12
450	0,13
500	0,15
550	0,16
600	0,18
650	0,19
700	0,20
750	0,22
800	0,24
900	0,27
1000	0,32
1100	0,37
1200	0,41
1300	0,47
Lightweight aggregate concrete with open structure using exclusively expanded clay // Leichtbeton mit haufwerkporigem Gefüge bei ausschließlicher Verwendung von Blähton	



in gefügedichtem Konstruktionsleichtbeton weiterentwickelt. Hier werden die Hohlkammern der geometrisch optimierten Füllsteine mit einem mineralisierten Schaum gefüllt. Außerdem wird der Fugenbeton wärmetechnisch optimiert und eine weitere Verbesserung mit einer Dämmschicht aus gefügedichtem Leichtbeton mit poröser Bindemittelmatrix erprobt [3].

**EINSATZ VON MINERALISIERTEN SCHÄUMEN IM LAC** Im Rahmen der laufenden Forschungen werden umfangreiche Erfahrungen mit der Herstellung und zu den grundlegenden Eigenschaften mineralisierter Schäume gesammelt [4]. Kommen diese Schäume in der Herstellung von haufwerksporigen Leichtbetonen zum Einsatz, ändert sich deren Frisch- sowie Festbetonverhalten. Bereits am Beispiel von luftporenbildenden Zusatzmitteln konnte gezeigt werden, dass auf die Verwendung von Leichtsanden in der Matrix verzichtet werden kann, da die Reibung zwischen den leichten Gesteinskörnern durch die verringerte Viskosität des porierten Zementleims vermindert wird [5]. Als Folge der besseren Verarbeitbarkeit erhöht sich die Packungsdichte der leichten Gesteinskörnung und es

**USE OF MINERALIZED FOAMS IN THE LAC** Within the scope of the ongoing research, comprehensive experiences gained with the manufacture and the fundamental properties of mineralized foams are collected [4]. When these foams are used in the manufacture of open-structured lightweight aggregate concrete, their fresh- and hardened-concrete properties change. As could already be demonstrated on the example of air-pore forming admixtures, the use of light sands in the matrix is not necessary, because the reduced viscosity of the porous cement paste diminishes the friction between the lightweight aggregate particles [5]. As the result of the improved workability, the packing density of the lightweight aggregate increases, and improved mechanical properties can be observed without much changing the density and the thermal properties.

**RESEARCH OBJECTIVES** The objective of our own investigations of recent date is to optimize the currently used foams not only with a view to improving their workability, but also

Dipl.-Ing. Dott.  
**Mag. Albrecht Gilka-Bötzow**,  
 Technische Universität  
 Darmstadt

AUTHOR //  
 AUTOR

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

Geb. 1982; Doppeldiplomstudium des Bauingenieurwesens an der Technischen Universität Dresden und der Universität Trient; 2003-



2009 Vertiefung in werkstoffkundlichen und bauphysikalischen Themen; seit September 2009 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Massivbau, Fachgebiet Werkstoffe im Bauwesen an der Technischen Universität Darmstadt

lassen sich verbesserte mechanische Eigenschaften beobachten, ohne dass die Rohdichte und die wärmetechnischen Eigenschaften wesentlich verändert werden.



**Friesische Maschinenbau GmbH & Co. KG**  
 Fon: +49 4921 584 0  
 Fax: +49 4921 584 128  
[www.frima-emen.de](http://www.frima-emen.de)

**Die Spezialisten für:**

- Betonsteinanlagen
- Misch- und Dosiertechnik
- robotergesteuerte Sonderanlagen
- Betonstein Veredelungsanlagen












the thermal properties of the open-structured lightweight aggregate concretes without reducing the mechanical properties of the materials. Using an optimized particle bond for the LAC 2, a thermal conductivity of below  $\lambda = 0.15 \text{ W/(mK)}$  is aimed for.

**PROCEDURE** In the first test series, the cement mortar needed for particle contact was intermixed with different foam volumes. Depending on the foam added, finely distributed entrained air voids that affect the mechanical and thermal parameters of the open-structured lightweight aggregate concretes can be created and subsequently appropriately analyzed.

For this purpose, a CEM I 42,5 R and lightweight aggregate Liapor 2,9E with an initial dry bulk density of  $350 \text{ kg/m}^3$  were used. Initially, the w/c ratio was determined at 0.4 without taking the water contained in the aggregate into account. In a first step, the customary mixing procedures for preparing open-structured lightweight aggregate concretes were reproduced. Towards this end, the lightweight aggregate is placed in a single-shaft compulsory-type mixer and the mixing water added to the cement; the foam is intermixed following homogenization.

**FORSCHUNGSZIELE** Ziel der eigenen noch jungen Untersuchungen ist mit den aktuell zur Anwendung kommenden Schäumen, neben einer besseren Verarbeitbarkeit auch die wärmetechnischen Eigenschaften der haufwerksporigen Leichtbetone ohne Einbußen bei den mechanischen Werkstoffeigenschaften zu optimieren. Es wird mittels eines optimierten Kornverbunds für den LAC 2 eine Wärmeleitfähigkeit von unter  $\lambda = 0,15 \text{ W/(mK)}$  angestrebt.

**VORGEHENSWEISE** In ersten Versuchsreihen wurden dem für den Kornkontakt benötigten Zementmörtel unterschiedliche Schaumvolumina untergemischt. In Abhängigkeit der Schaumzugabe lassen sich feinverteilte Lufteinschlüsse erzielen, die sich auf die mechanischen und wärmetechnischen Kennwerte der haufwerksporigen Leichtbetone auswirken und entsprechend analysiert wurden. Hierzu wurde ein CEM I 42,5 R und das leichte Gesteinskorn Liapor 2,9E mit einer Ausgangstrockschüttdichte von  $350 \text{ kg/m}^3$  verwendet. Der w/z-Wert wurde zunächst ohne Berücksichtigung des in der Gesteinskörnung vorhandenen Wassers mit 0,4 festgelegt. In einem ersten Schritt wurden übliche Mischprozeduren zur Herstellung von haufwerksporigen Leichtbetonen nachgestellt. Dem Einwellenzwangsmischer wird dabei zunächst der leichten Gesteinskörnung und dem Zement das Anmachwasser zugeführt, nach der Homogenisierung wird der Schaum untergemischt.

Ohne Schaum nimmt der Frischbeton ein Ausbreitmaß im Mittel von 47 cm ein. Durch die Zugabe eines kleineren Schaumvolumens (10 und 20 % Schaumanteil) nimmt das Ausbreitmaß deutlich ab, obgleich der Frischbeton insgesamt gut verarbeitet werden kann. Mit einer höheren Dosierung des Schaumvolumens von 30 und 40 % wurde ein ähnliches Ausbreitmaß wie bei Verwendung des schaumfreien reinen Zementleims erreicht.

Selbst im frühen Alter von sieben Tagen zeigt sich ein signifikanter Einfluss der Schaumzugabemenge auf die Betonfestigkeit (ABB. 2) Die größten Steigerungen im Bezug auf den schaumfreien Referenzbeton konnten zwischen 5 und 15 % Schaumvolumenzugabe festgestellt werden. Bei höherer Schaumzugabe kommt es zum Festigkeitsabfall, der mit dem Auseinanderdriften der leichten Gesteinskörner zu erklären ist. Alle Probekörper wiesen Matrixversagen auf. Mit fortschreitender Hydratation ist folglich ein weiterer Festigkeitszuwachs zu erwarten. Die Trockenrohichte der Probekörper betrug im Durchschnitt  $440 \text{ kg/m}^3$ .

Without foam, the fresh concrete has an average slump of 47 cm. Through the addition of a smaller foam volume (10 and 20 % of the foam content), the slump markedly diminishes, despite the fact that the fresh concrete can generally be well processed. Upon increasing the foam volume from 30 and 40 %, a slump similar to the one obtained when using foam-free pure cement paste was obtained.

A significant influence of the amount of foam added on the concrete strength (FIG. 2) was observed even at the early age of seven days. The largest increases relative to the foam-free reference concrete was observed for a foam volume addition of between 5 and 15 %. The addition of higher amounts result in a decline of strength, which can be explained with the drifting apart of the aggregate. All test specimens experienced matrix failure. Accordingly, a further increase in strength is to be expected with increasing hydration. The dry density of the test specimen averaged at  $440 \text{ kg/m}^3$ .

**CONCLUSION** The findings gained so far from the on-going research give reason to expect that the addition of foam not only reduces the density, but that the thermal conductance properties of open-structured lightweight aggregate concretes can in this way be improved as well. It can therefore be assumed that it will be possible to find an LAC 2 based on foam-modified cement paste that is suitable for use in a purely mineral manufactured wall system in accordance with the requirements of the German Energy Conservation Regulations EnEV 2009.

**OUTLOOK** Beyond the findings gained so far, the scientific interest is focused on investigating to what extent the preparation of the paste, wetting of the aggregate surface and the control of the mixing process during intermixing of the foam and the lightweight aggregate influence the structure of the porous cement paste matrix surrounding the particle. Finally, the thermal conductance performance of open-structured lightweight aggregate concrete as well as the material properties relevant for assessing the fitness for the intended use (e.g. load-deformation behavior, creep, shrinkage etc.) of the cement paste edge and contact zone imposed on the lightweight aggregate are determined. ■

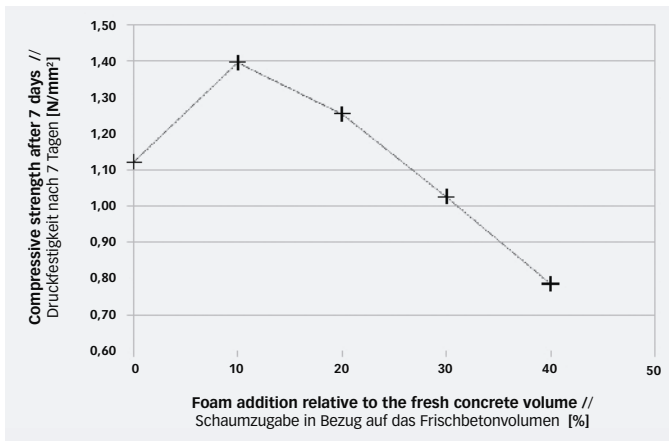
**Matthias Wetzel,**  
Kastell GmbH, Veringenstadt

AUTHOR //  
AUTOR

info@kastell.de

Geb. 1968; 1985-1988 Ausbildung zum Maurer an der Kerschensteinerschule Reutlingen und der Hugo Sauer GmbH, Engstingen; seit 1989 Kastell GmbH, Werk Veringenstadt, seit 1995 als Produktionsleiter Spannbeton, seit 1996 als Leiter Qualitätssicherung und Entwicklung; 1994-1995 Ausbildung zum Maurermeister an der Kerschensteinerschule Reutlingen; seit 1996 Erweiterte Beton-technologische Ausbildung (E-Schein); seit 1997 Ausbildung zum Betoninstandsetzer (SIVV-Schein); seit 1999 zusätzlich Leiter der Qualitätssicherung bei der Kastell GmbH, Werk Weickelsdorf und seit 2002 Leiter Qualitätssicherung bei der Bautechnik Simmern GmbH





▲ FIG. 2 Correlation between the addition of foam and the compressive concrete strength. // ABB. 2 Zusammenhang zwischen Schaumzugabe und Betondruckfestigkeit.

**SCHLUSSFOLGERUNG** Die bislang im Rahmen der laufenden Forschungen gewonnenen Erkenntnisse lassen erwarten, dass mit einer Zugabe von Schaum nicht nur die Rohdichte verringert sondern auch die Wärmeleiteigenschaften von haufwerksporigen Leichtbetonen verbessert werden können. Entsprechend wird davon ausgegangen, dass ein LAC 2 auf Basis des schaummodifizierten Zementleims gefunden werden kann, der sich für das rein mineralisch gefertigte Wandsystem gemäß den Vorgaben der EnEV 2009 eignet.

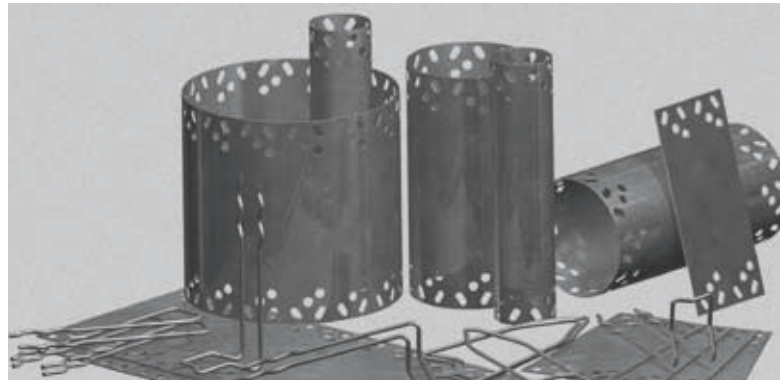
**AUSBLICK** Über die erzielten Erkenntnisse hinaus liegt das wissenschaftliche Interesse darin, zu erkunden, inwieweit sich die Leimaufbereitung, die Anfeuchtung der Kornoberfläche und die Mischprozessführung beim Untermischen des Schaums und bei der Zumischung der leichten Gesteinskörnung auf das Gefüge der das Korn umgebenden porierten Zementsteinmatrix auswirkt. Schließlich wird bei haufwerksporigen Leichtbetonen das Wärmeleitverhalten wie auch die für die Gebrauchstauglichkeitsbewertung wesentlichen Werkstoffeigenschaften wie Last-Verformungsverhalten, Kriechen, Schwinden etc. von der auf dem Leichtkorn aufgetragenen Rand- und Kontaktzone aus Zementstein bestimmt. ■

**REFERENCES // LITERATUR**

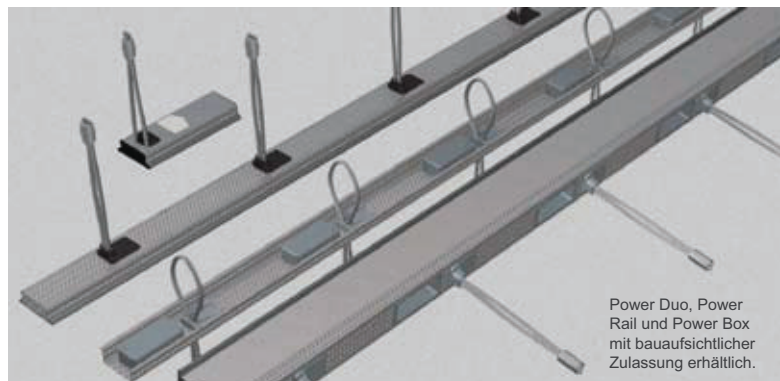
- [1] DIN V 4108-4: 2007, Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 4: Wärme- und feuchteschutztechnische Bemessungswerte, Deutsche Institut für Normung.
- [2] DIN EN 1520:2007, Vorgefertigte bewehrte Bauteile aus haufwerksporigem Leichtbeton.
- [3] Garrecht, Harald; Gilka-Bötzow, Albrecht; Wandfertigteile aus Leichtbeton – Ist die massive Bauweise mit der EnEV 2009 noch möglich? In: BFT INTERNATIONAL: Betonwerk + Fertigteil-Technik (02/2010), S. 112-115.
- [4] Gilka-Bötzow, Albrecht; Breit, W.; Kurz, W.; Schnell, C. (Hrsg.): Mineralisierter Schaum. In: Beiträge zum Doktorandensymposium 2010, Bd. 2, Kaiserlautern, 2010, S. 709-720.
- [5] Thienel, K.-Ch.: Besonderheiten bei Leichtbeton in DIN FB 100. In: „Erläuterungen zu den Normen DIN EN 206-1, DIN 1045-2, DIN 1045-3, DIN 1045-4 und DIN 4226“, DafStb-Heft 526, S. 68-71, Beuth Verlag, 2003.



**Transportsysteme**

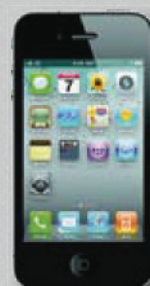


**Sandwichankersystem**



Power Duo, Power Rail und Power Box mit bauaufsichtlicher Zulassung erhältlich.

**Verbindungstechnik**



**Messeneuheit!**

**Mobil planen und bemessen!  
Die PHILIPP-App für das iPhone.**

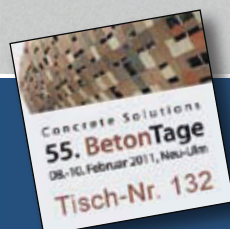
Zur Bemessung von Stahlbetonverbindungen mit unseren Systemen:

- » Power Duo
- » Power Box
- » Power Rail

**In 3 Schritten zu Ihrer kostenlosen iPhone-App!**

1. www.philipp-gruppe.de/iphone auf Ihrem iPhone-Browser eingeben
2. Auf das "+" Symbol tippen, dann
3. "Zum Homebildschirm hinzufügen" auswählen

Fertig – Ihre neue PHILIPP-App erscheint sofort auf Ihrem Display!

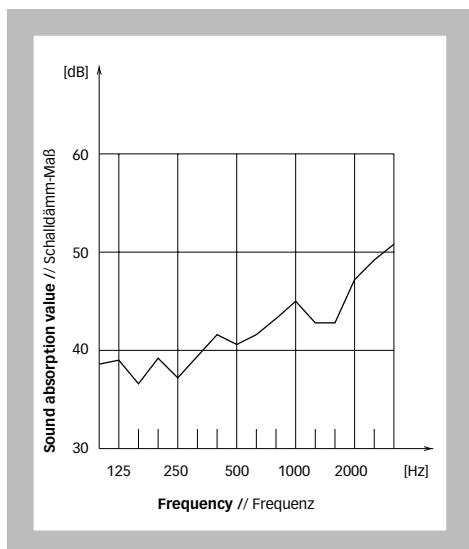


## NOISE PROTECTION OF LIGHTWEIGHT PERFORATED BLOCK MASONRY SCHALLSCHUTZ VON LOCHSTEINMAUERWERK AUS LEICHTBETON

► Estimation and measurement of the sound insulation of homogeneous masonry walls can be performed based on the principles laid down in the relevant standards [1] and provide sufficiently precise results. However, for predicting the sound insulation of inhomogeneous walls constructed of perforated bricks [5], the evaluation of sound absorption values  $R_w$  were in part found to lie clearly below the expected values. Fischer and Scholl [2] named among the most important influences of sound absorption the properties of the bricks themselves and the properties of the mortar. It appears to be expedient to examine only the properties of the blocks themselves, because the mortar influences all types of masonry units in a similar way. The flexural vibrations of the individual blocks, it is generally agreed [2, 4, 6, 8], are the cause of the reduced sound insulation. In order to assess the influence of these flexural vibrations, [8] suggest to replace the perforated blocks by a continuum by way of a homogenization process. The frequency from which the flexural vibrations of the substitute continuum are to be expected can be estimated with

$$f = \frac{1}{2d} \sqrt{\frac{E}{\rho}}$$

▼ FIG. 1 Sound reduction index of perforated lightweight concrete blocks. // ABB. 1 Gemessene Schalldämm-Maße einer Wand aus Leichtbeton-Lochsteinen.



► Prognose und Messung der Schalldämmung homogener Wände aus Mauerwerk können auf der Grundlage einschlägiger Regelwerke [1] vorgenommen werden und liefern hinreichend genaue Ergebnisse. Dagegen bestehen bei der Prognose der Schalldämmung inhomogener, aus gelochten Steinen erstellter Wände noch Unsicherheiten. Messungen an Mauerwerk aus gelochten Mauerziegeln [5] haben bewertete Schalldämm-Maße  $R_w$  ergeben, die z. T. deutlich unterhalb der erwarteten Werte liegen. Fischer und Scholl [2] nennen als wichtigste Einflüsse auf die Schalldämmung die Eigenschaften der Steine selbst und die Eigenschaften des Mörtels. Es erscheint zweckmäßig, nur die Eigenschaften der Steine selbst zu betrachten, weil sich der Einfluss des Mörtels bei allen Arten von Mauersteinen in ähnlicher Weise auswirkt. Übereinstimmend werden in [2, 4, 6, 8] Dickenschwingungen der Einzelsteine als Ursache für den Einbruch der Schalldämmung genannt. Um den Einfluss dieser Dickenschwingungen auf das Schalldämm-Maß abzuschätzen, wird in [8] vorgeschlagen, die gelochten Steine mit Hilfe eines Homogenisierungsprozesses durch ein Kontinuum zu ersetzen. Die Frequenz, ab der Dickenschwingungen dieses Ersatzkontinuums zu erwarten sind, lässt sich mit

$$f = \frac{1}{2d} \sqrt{\frac{E}{\rho}}$$

abschätzen. Darin sind  $E$  und  $\rho$  die mit Hilfe des Homogenisierungsprozesses bestimmten Materialparameter des Ersatzkontinuums.

Das Phänomen einer Verringerung des Schalldämm-Maßes von Wänden aus Lochsteinen gegenüber gleich schweren homogenen Wänden ist bislang in erster Linie an Hochlochziegeln untersucht worden. Um die Relevanz dieses Phänomens für die Leichtbetonbauweise beurteilen zu können, sind gemessene Werte aus Prüfständen und rechnerisch prognostizierte Schalldämm-Maße für homogene Leichtbetonwände zu vergleichen. Eine Auswertung von insgesamt 20 Prüfstandsmessungen von Wänden aus Leichtbetonmauerwerk aus den Jahren 1976 bis 2009 umfasst sowohl Messungen in Prüfständen mit bauähnlicher Flankenübertragung als auch in nebenwegfreien Prüfständen. Trotz unterschiedlicher Datenqualität lassen die vorliegenden Prüfzeugnisse erkennen,

Where  $E$  and  $\rho$  are the materials parameters of the substitute continuum determined with the aid of the homogenization process.

The phenomenon of a reduction of the sound absorption value of walls constructed of perforated blocks vis-à-vis homogeneous walls of equal weight has until now been primarily investigated on vertically perforated red-bricks. In order to judge the relevance of this phenomenon for the lightweight concrete construction method, measured values from test-stands and mathematically predicted sound absorption values for homogeneous lightweight concrete walls have to be compared. An evaluation of a total of 20 test bench measurements performed on lightweight concrete masonry walls obtained from 1976 to 2009 comprises both measurements in laboratories with flank transmission and test-stands with suppressed flanking path. Despite the different data quality, the test certificates available show whether a reduction of sound absorption in a frequency range of interest to building acoustics has been detected and if this is of significant magnitude. Table 1 and in FIG. 1 present the measured results from a wall constructed of blocks with wide slots (block width 30 cm) obtained in a test stand with suppressed flank transmission. From this results an evaluated laboratory absorption value of (uncorrected) 44.7 dB and/or a sound absorption value relative to the construction loss factor of 49.3 dB. In comparison, an evaluated sound absorption value of  $R_w = 52.2$  dB is predicted with the mass curve for homogenous lightweight concrete masonry. Compared to the expected value, the sound absorption measured is therefore lower by approximately 3 dB. A look at the frequency-dependent sound absorption value in FIG. 1 reveals that the curve deviates from the expected monotonous course and, at 1,250 Hz and 1,600 Hz, shows a reduced sound absorption. Further measurements also show a reduction in the sound absorption of perforated and/or slotted blocks. However, there are some results where no reduction in the sound absorption has been observed within the frequency range of interest to building acoustics, despite perforation.



f	[Hz]	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
R	[dB]	38,6	39,0	36,8	39,1	37,3	39,5	41,5	40,7	41,7	43,1	45,0	42,9	42,8	47,1	49,2	50,9
Tlab	[s]	1,3	0,4	0,3	0,5	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1
DR	[dB]	5,3	0,8	0,3	3,2	2,9	3,5	3,0	4,9	5,6	5,0	5,6	4,5	5,2	5,9	3,5	4,2

ob ein Einbruch der Schalldämmung im bauakustisch interessanten Frequenzbereich vorhanden ist und ob dieser eine bedeutsame Größe annimmt. In TAB: 1 und ABB. 1 sind die Messergebnisse an einer Wand aus Vollblöcken mit breiten Schlitzfenstern (Steinbreite 30 cm) im Prüfstand mit unterdrückter Flankenübertragung dargestellt. Daraus ergibt sich ein bewertetes Labor-Schalldämm-Maß (unkorrigiert) von 44,7 dB bzw. ein auf den Bau-Verlustfaktor bezogenes bewertetes Schalldämm-Maß von 49,3 dB. Im Vergleich dazu wird mit der Massekurve für homogenes Leichtbetonmauerwerk ein bewertetes Schalldämm-Maß von  $R_w = 52$ , 2 dB prognostiziert. Im Vergleich zum erwarteten Wert liegt die gemessene Schalldämmung also um ca. 3 dB niedriger. Ein Blick auf die frequenzabhängigen Schalldämm-Maße in ABB. 1 zeigt, dass die Kurve von dem zu erwartenden monoton steigenden Verlauf abweicht und bei 1.250 Hz und 1.600 Hz eine verringerte Schalldämmung aufweist. Weitere Messungen zeigen ebenfalls eine Verringerung der Schalldämmung von gelochten bzw. geschlitzten Steinen, allerdings liegen auch einzelne Ergebnisse vor, bei denen sich trotz Lochung keine Verringerung der Schalldämmung innerhalb des bauakustisch interessierenden Frequenzbereichs zeigt.

Insgesamt legt die Auswertung vorliegender Prüfzeugnisse nahe, dass Mauersteine mit geringer Rohdichte und Wanddicken von mindestens 30 cm bei Messungen im Prüfstand eine verringerte Schalldämmung im Bereich von Frequenzen oberhalb 1.000 Hz aufweisen können. Lage (Frequenz) und Größe des Einbruchs bei der Schalldämmung hängen offenbar von der Wanddicke, der Steinroh-dichte, den geometrischen und stofflichen Eigenschaften der Mauersteine ab. Nach derzeitigem Kenntnisstand zeigen Mauersteine aus Leichtbeton im Vergleich zu Hochlochziegeln eine weniger scharf begrenzte und nicht so ausgeprägte Verringerung der Schalldämmung. Es liegt nahe, die Unterschiede der akustischen Eigenschaften auf geometrische und stoffliche Unterschiede zwischen Hochlochziegeln und Leichtbetonsteinen zurückzuführen. Um diese Hypothese abzusichern, sind jedoch weitere Untersuchungen erforderlich. ■

**All in all, the evaluation of the test certificates available give rise to the assumption that masonry blocks of low density and wall thicknesses of at least 30 cm can exhibit reduced sound absorption in a frequency range above 1,000 Hz. Position (frequency) and magnitude of the reduction in sound absorption apparently depend on the wall thickness, the density of the block, the geometric and constitutive properties of the masonry blocks. Based on the current state of knowledge, masonry blocks of lightweight concrete exhibit, compared to vertical coring red-bricks, a less distinct and not as marked reduction of the sound absorption. It therefore suggests itself to trace the differences in the acoustic properties of vertical coring bricks to geometric and constitutive differences. However, further investigations are required to support this hypothesis.**

#### REFERENCES // LITERATUR

- [1] DIN 4109 Schallschutz im Hochbau, 1989, Beuth, Berlin.
- [2] Fischer, H.-M., W. Scholl; Mauerwerk Kalender, Kapitel Schallschutz im Mauerwerksbau. Ernst & Sohn, 2002.
- [3] Heckl, M., Lewit, M.; Luftschalldämmung von Vielschichtplatten mit zahlreichen Schallbrücken; In: Fortschritte der Akustik – DAGA'90; (S. 199-202); 1990.
- [4] Koch, S., Maysenhölder, W.; Zur Schalldämmung von Mauerwerk – Einfluss des Steinmaterials und der Stein-geometrie; In: Fortschritte der Akustik – DAGA90, (S. 203-206); 1990.
- [5] Lang, J.; Bericht Nr. 7220/WS; Messung der Schalllängs-leitung im Prüfstand; Technischer Bericht; Technologisches Gewerbemuseum Wien; 1990.
- [6] Maysenhölder, W.; Kann die Schalldämmung einer gemauerten Wand aus dem Schwingungsverhalten eines einzelnen Steins berechnet werden?; Bauphysik 15; 1993.
- [7] Scholl, et al.; Neue Schalldämm-Prüfzeugnisse im Europäischen Binnenmarkt; wksb 34; 1994.
- [8] Scholl, W.; Weber, L.; Einfluss der Lochung auf die Schalldämmung und Schall- Längsdämmung von Mauersteinen (Ergebnisse einer Literaturlauswertung); Bauphysik 20; 1998.

Dr.-Ing. Peter Lieblang,  
Fachhochschule Köln

peter.lieblang@fh-koeln.de

AUTHOR //  
AUTOR



Geb. 1969; bis 1994 Studium des Bauingenieurwesens an der RWTH Aachen; 2000 Promotion; seit 1995 freiberufliche Tätigkeit als Bauingenieur; seit 2000 Tätigkeit für den Bundesverband der deutschen Zementindustrie in Köln, Stuttgart und Berlin; 2006-2010 Professor für Baustoffkunde und Leiter der Baustofflaboratorien an der Hochschule Bochum (FH); seit 2009 geschäftsführender Gesellschafter des Instituts für Beton- und Fertigteilbau (An-Institut der Hochschule Bochum); seit 2010 Professor für Bauphysik und Baustoffe sowie Leiter des Bauphysiklabors an der Fachhochschule Köln

## BLACK LIGHTWEIGHT CONCRETE FOR DESIGNED FAÇADE SURFACES – A RESIDENTIAL/COMMERCIAL BUILDING IN THE BERLIN DISTRICT OF MITTE

### SCHWARZER LEICHTBETON FÜR EINE GESTALTETE FASSADENFLÄCHE – EIN WOHN- UND GESCHÄFTSHAUS IN BERLIN-MITTE

► Fair-faced concrete construction sites are high-tech construction sites: The degree of difficulty increases many times when lightweight and colored concrete are specified. Among the special problems encountered in the manufacture of colored concrete are (among others): the natural color of the raw materials used, the uniformity of the mix design and the conditions prevailing during manufacture and erection.

In the Berlin district of Mitte, a seven-story-high residential/commercial building was erected (FIG. 1). The cantilevered building structure was implemented (among other means) with a non-loadbearing curtain façade shell of slate-gray colored in-situ concrete LC 16/18 (of 1400 kg/m<sup>3</sup> density) of fair-faced concrete quality SB 3 in accordance with the specifications of [1]. Several trial mixes were manufactured in a laboratory, using a variety of locally available constituent materials. The mix design that was finally chosen consisted essentially of the following:

Binder	cement CEM III A 42,5
Pigment, liquid	iron oxide – black
Fine-particles lightweight aggregate	structural expanded clay sand 0/2 mm
Fine-particled normal aggregate	natural sand 0/2 mm
Coarse-particled lightweight aggregate	expanded clay 2/10 mm
Admixtures	superplasticizer and retarding agent

► Sichtbetonbaustellen sind High-Tech-Baustellen. Der Schwierigkeitsgrad potenziert sich, wenn Leichtbeton und eingefärbter Beton den Baustoff ergänzen. Zu den besonderen Problemen bei der Herstellung von eingefärbtem Leichtbeton zählen u. a. die Eigenfarben der eingesetzten Rohstoffe, die Gleichmäßigkeit der Rezeptur sowie die Herstellungs- und Einbaubedingungen.

In Berlin-Mitte wurde ein sieben-geschossiges Wohn- und Geschäftshaus errichtet (ABB. 1). Die Umsetzung der auskragenden Gebäudestruktur erfolgte u. a. mit einer nichttragenden, 20 cm starken Fassadenvorsatzschale aus anthrazit eingefärbtem Ortbeton LC 16/18 (Dichte von 1400 kg/m<sup>3</sup>) in der Sichtbetonqualität SB 3 gemäß [1].

In Laborversuchen wurden mit diversen örtlich verfügbaren Betonausgangsstoffen mehrere Muster gefertigt und bemustert. Die letztlich gewählte Rezeptur bestand im Wesentlichen aus:

Bindemittel	Zement CEM III/A 42,5
Pigment, flüssig	Eisenoxid – Schwarz
einteilige leichte Gesteinskörnung	konstruktiver Blähton-sand 0/2 mm
feinteilige normale Gesteinskörnung	Natursand 0/2 mm
grobteilige leichte Gesteinskörnung	Blähton 2/10 mm
Betonzusatzmittel	Betonverflüssiger und -verzögerer

Following release of the samples, three competing companies manufactured trial walls. In assessing these walls, special emphasis was given to the design of the formwork sheet joints, openings, edges, tie-holes of the formwork elements, construction joints as well as the overall visual effect. Following contract award to one of the contractors involved, a few minor changes were made to the concrete mix design to minimize pore formation. In addition, tests were carried out on concrete cosmetics and for graffiti protection. After that, the contractor chosen built a reference wall of contractual relevance.

To ensure attainment of the quality specified, the contractor prepared a casting schedule, giving consideration to all details for the formwork and the castability as well as quality instructions for the manufacture of the colored lightweight concrete. The formwork sheeting was smooth and absorbent. Each form fabric was used only once. The oil to the form fabric was applied by the manufacturer instead of at the construction site.

The concrete manufacturer was asked to pay special attention to the following boundary conditions:

- > Storage of all lightweight aggregate to be available on demand (for approx. 400 m<sup>3</sup>)
- > Mixing time in the manufacture of the concrete of 5 minutes
- > Loading of the truck mixer with at least 2 m<sup>3</sup>, no more than 5 m<sup>3</sup>
- > Adjustment of the consistence and fresh concrete density in the plant and
- > ensuring uniform supply to the construction site.

The pigments were added to the mixed concrete by the manufacturer.

The tradesmen were instructed in the proper placement of the concrete by concrete technologists at the construction site. Special attention was to be given to the processibility of the concrete and on providing sufficient openings for vibrators and filling. Conveying equipment, hose extensions and compaction apparatus were to be kept on

AUTHOR //  
AUTOR

Dr.-Ing. Klaus-Reiner Goldammer,  
Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein E.V., Berlin

[goldammer@betonverein.de](mailto:goldammer@betonverein.de)



Geb. 1952; 1976 Abschluss des Studiums Konstruktiver Ingenieurbau an der RWTH Aachen; 1980 Promotion; 1980-1989 Tragwerks- und Projektplaner Hoch- und Tiefbau in der Industrie; 1990-2000 Bauleiter, Oberbauleiter sowie Technischer Leiter in mittelständischen Unternehmen; seit 2000 Leiter der DBV-Bauberatung; Mitglied der Baukammer Berlin; von der Industrie- und Handelskammer zu Berlin öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Schäden an Bauwerken und Bauteilen aus Beton, Stahlbeton und Sichtbeton

► **FIG. 1** A residential/commercial building with a curtain facade shell of slate-gray colored in-situ concrete. // **ABB. 1** Wohn- und Geschäftshaus mit anthrazitfarbener Fassadenvorsatzschale aus Ort beton.

Nach der Freigabe der Werkproben stellten drei Unternehmen im Wettbewerb Musterwände her. Bei deren Beurteilung wurden besondere Schwerpunkte auf die Ausbildung der Schalhautstöße, Öffnungen, Kanten, Spannstellen, Arbeitsfugen und auf die Gesamtansicht gelegt. Nach der Auftragserteilung an eines der Rohbauunternehmen erfolgten noch geringe Veränderungen an der Betonrezeptur, um die Porenbildung zu minimieren. Darüber hinaus wurden Versuche zur Betonkosmetik und zum Graffitienschutz durchgeführt. Im Anschluss erstellte die ausführende Firma eine vertraglich relevante Referenzwand.

Zur Sicherstellung der geforderten Qualität stellte der Unternehmer einen Betonierplan mit sämtlichen Details zur Schalung und zur Betonierbarkeit sowie eine Qualitätsanweisung zur Herstellung des eingefärbten Leichtbetons auf.

Die Schalhaut war glatt und saugend. Sie wurde nur jeweils einmal verwendet. Statt auf der Baustelle Trennmittel zu applizieren wurde die Schalhaut werkseitig geölt.

Vom Betonhersteller waren folgende Randbedingungen besonders zu beachten:

- > Lagerung aller leichten Gesteinskörnungen (für ca. 400 m<sup>3</sup>),
- > Mischzeiten bei der Herstellung des Betons von 5 Minuten,
- > Beladung der Fahrmischer mit mindestens 2 m<sup>3</sup>, maximal mit 5 m<sup>3</sup>,
- > Einstellung der Konsistenz und Frischbetonroh-dichte im Werk und
- > Sicherstellung einer gleichmäßigen Belieferung der Baustelle.

Die Pigmente wurden dem fertig gemischten Beton werkseitig beigegeben.

Die Handwerker wurden vor den Betonierarbeiten vom Betontechnologen örtlich in die Aufgabe eingewiesen. Besonderes Augenmerk wurde auf die Betonierbarkeit und auf genügend Rüttel- und Einfüllöffnungen gelegt. Fördergeräte, Schlauchverlängerungen und Verdichtungsgeräte waren in ausreichender, auch etwaige Havariefälle abdeckender Anzahl vorzuhalten.

Zur Nachbehandlung blieb das Bauteil in der Schalung, wobei die Dauer der Nachbehandlung innerhalb einer Ansichtsfläche stets möglichst identisch war. Nach dem Entschalen wurde die Oberfläche durch Abrücken der Schalung einem Austrocknungsprozess von mehreren Stunden unterzogen, um den kapillaren Feuchtetransport von innen nach außen



**stand-by in sufficient number to provide for damage cases.**

**For curing, the concrete component remained in the form; the duration of curing for components used in the same view area was to be as identical as possible. Following the removal of the form, the surface was subjected to a drying process of several hours duration by moving away the formwork in order to interrupt the capillary moisture transport from the inside to the outside to guard against efflorescence. Subsequently, the form panels were moved back into their original conditions to protect the finished surfaces from damage etc.**

**SUMMARY To meet the requirements demanded for the high-quality architectural concrete, the designers and executing contractors had to see themselves as a fair-faced concrete team and to provide their input on equal terms. A good collaboration of the architect, the structural engineer and the concrete technologist with the executing trades and the suppliers of the formwork and the concrete ensured attainment of the high quality specified. ■**

#### REFERENCES // LITERATUR

- [1] Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein E.V., Bundesverband der Deutschen Zementindustrie e.V.: Merkblatt „Sichtbeton“, Fassung 2004, 2. korrigierter Nachdruck 2008.

zu unterbrechen und um so Ausblühungen entgegenzuwirken. Anschließend wurden die Schaltafeln zum Schutz der fertigen Flächen vor mechanischen Beschädigungen etc. wieder zurückgesetzt.

**ZUSAMMENFASSUNG** Zur Realisierung des hochwertigen architektonischen Anspruches war es erforderlich, dass sich Planer und Ausführende als Sichtbetonerteam verstanden und sich gleichberechtigt in die Arbeit einbrachten. Nur eine gute Zusammenarbeit des Architekten, des Tragwerksplaners und des Betontechnologen mit den Ausführenden und den Lieferanten der Schalung und des Betons konnte die geforderte hohe Qualität sicherstellen. ■

Dipl.-Ing.(FH)  
Edeltraud Hallmann,  
Fläming Baustoff Labor,  
Treuenbrietzen

AUTHOR //  
AUTOR

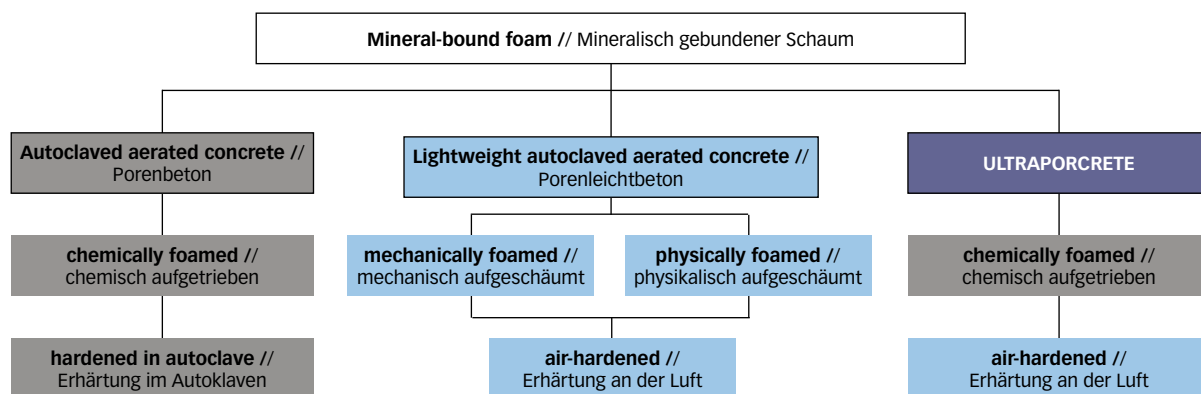
[info@fbonline.de](mailto:info@fbonline.de)



Bauingenieurin im Hochbau; sieben Jahre als Bauleiterin tätig; Wechsel in die Betontechnologie; seit 1994 Geschäftsführerin und Betontechnologin in der Firma FBL Fläming Baustoff Labor



## HIGH-STRENGTH FOAMED CONCRETE – NEW POSSIBILITIES IN CONCRETE CONSTRUCTIONS HOCHFESTER SCHAUMBETON – NEUE MÖGLICHKEITEN IM BETONBAU



► FIG. 1 Classification of mineral-bound foams according to their manner of production. // ABB. 1 Einteilung mineralisch gebundener Schäume nach ihren Herstellungsarten.

► The offering of construction materials has increased many times in recent years; if strength, stability and durability of the construction materials used to be of primary importance, the manner of manufacture, compatibility, environmental impacts and the recyclability have now also to be taken into consideration. Today, every task in the construction of a building is carried out with a material specifically developed for that purpose. An example for this is the correlation between structural requirements and the requirements of building physics made on a structure. Concrete and/or steel are the customary materials used in the loadbearing structure; but tasks of thermal insulation they cannot fulfill. For this purpose, construction materials of low density, i.e. with a high portion of air, as, for example, plastics foams or mineral wools are required. The only construction material that can today be used and is accepted as combined construction material with both structural and thermal-insulation properties is autoclaved aerated concrete.

Conventional autoclaved aerated concrete is commonly chemically foamed with foaming agents (in general Al powder). The subsequent hardening requires a high energy input in a saturated steam atmosphere in autoclaves, for which stationary production is needed. The geometric shapes and dimensions of autoclaved concrete products manufactured in this way are therefore considerably limited by the pro-

► In den letzten Jahren hat sich das Angebot an Baustoffen vervielfacht; standen früher noch Festigkeit, Stabilität und Dauerhaftigkeit der Baustoffe im Vordergrund, so sind heute zusätzlich auch die Herstellungsart, Kompatibilität, Umweltbelastungen und die Recyclebarkeit zu berücksichtigen. Mittlerweile wird jede Aufgabe in einem Gebäude von einem speziell dafür entwickelten Baustoff erfüllt. Als Beispiel sei der Zusammenhang zwischen statischen und bauphysikalischen Anforderungen an ein Bauwerk aufgeführt. Als Elemente der Tragkonstruktion sind Beton und/oder Stahl üblich; wärmedämmende Aufgaben können diese Baustoffe jedoch nicht erfüllen. Hierfür sind Baustoffe mit geringer Dichte, also mit hohem Luftanteil, wie beispielsweise Kunststoffschäume oder Mineralwollen, erforderlich. Der einzige heute einsetzbare und akzeptierte Baustoff, der als Kombinationsbaustoff sowohl konstruktive als auch wärmedämmende Eigenschaften vereint, ist der Porenbeton.

Traditioneller Porenbeton wird von Treibmitteln (i. d. R. Al-Pulver) chemisch aufgeschäumt. Die Erhärtung erfolgt anschließend unter hohem Energieaufwand in einer Satteldampf-Atmosphäre im Autoklaven, wodurch die Herstellung dieses Baustoffes stationär gebunden ist. Die geometrischen Formen und Abmessungen derartig hergestellter Porenbetonprodukte sind somit durch diesen Herstellprozess und die Größe des Autoklaven stark begrenzt.

An neu entwickelten, gefügteoptimierten und hoch wärmedämmenden Schaumbetonen, welche chemisch aufgetrieben werden, jedoch an der Luft er-

duction process and the size of the autoclave. Newly developed foamed concretes with optimized structure and high thermal insulation properties, chemically foamed, but hardened in the air, were developed by the authors to have mechanical properties that permit their use as structural construction material. FIG. 1 illustrates the current classification of mineral-bound foams according to their manner of manufacture.

This innovative foamed concrete (Ultraporcrete®) combines the positive properties of conventional autoclaved aerated concrete with a clearly reduced energy input for its production and maximum flexibility with regard to its use. It is foamed through the addition of a chemical foaming agent and other admixtures and hardened in the air under normal atmospheric conditions, obviating the need for the energy- and cost-intensive autoclaving processes.

The physical-mechanical properties of this structure-optimized, air-hardened foams – e.g. density, strength and thermal conductivity – are in part superior to the conventional foamed concretes hardened in autoclaves. The matrix structure of this newly developed foamed concrete is optimized through the specific composition of the constituent materials and adjusted to the given requirements the construction material has to fulfill. Here the same principles apply as those already developed for high-strength and ultra-high strength concretes, e.g. the use of admixtures and additions

**Dr.-Ing. Armin Just,**  
Technische Universität Dortmund

[armin.just@tu-dortmund.de](mailto:armin.just@tu-dortmund.de)

AUTHOR //  
AUTOR



Geb. 1971; 1991-1998 Studium des Bauingenieurwesens mit der Studienrichtung Konstruktiver Ingenieurbau an der Universität Dortmund; 1998-2000 Mitarbeiter bei der Calenberg Ingenieure GmbH in Salzhemmendorf; seit Oktober 2000 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl Werkstoffe des Bauwesens der TU Dortmund; 2007 Promotion

**Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Bernhard Middendorf,**  
Technische Universität Dortmund

[bernhard.middendorf@tu-dortmund.de](mailto:bernhard.middendorf@tu-dortmund.de)

AUTHOR //  
AUTOR



Geb. 1962; 1983-1989 Studium der Mineralogie an der Universität Köln; 1989-1993 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Bau- und Werkstoffchemie der Universität Siegen; 1994 Promotion; 1993-2005 Akademischer Oberrat am Fachgebiet Werkstoffe des Bauwesens und Leiter der Arbeitsgruppe Bindemittel, Mörtel und Putze im Fachbereich Bauingenieurwesen an der Universität Kassel; seit 2005 Lehrstuhlinhaber für Werkstoffe des Bauwesens an der TU Dortmund

härten, konnten von den Autoren mechanische Eigenschaften eingestellt und nachgewiesen werden, die ihren Einsatz als Konstruktionsbaustoff zulassen. **ABB. 1** zeigt die heutige Einteilung mineralisch gebundener Schäume nach ihren Herstellungsarten. Dieser neuartige Schaumbeton (Ultraporcrete®) vereint die positiven Eigenschaften des traditionellen Porenbetons mit einem deutlich verringerten Energieaufwand in der Herstellung und einer maximalen Flexibilität bezüglich des Einsatzes. Er wird durch die Zugabe eines chemischen Treibmittels und durch weitere Betonzusatzmittel angetrieben und erhärtet unter normalen atmosphärischen Bedingungen an der Luft, wodurch der energie- und kostenintensive Autoklavierungsprozess überflüssig ist.

Die physikalisch-mechanischen Eigenschaften dieser gefügteoptimierten, lufthärtenden Schäume – wie Rohdichte, Festigkeit und Wärmeleitfähigkeit – sind dabei den herkömmlich im Autoklaven erhärteten Porenbetonen teilweise überlegen. Das Matrixgefüge dieses neu entwickelten Schaumbetons wird durch die gezielte Zusammenstellung der Ausgangsmaterialien optimiert und den entsprechenden Aufgaben des Baustoffes angepasst. Hierbei greifen dieselben Grundsätze, wie sie bereits für hochfeste und ultrahochfeste Betone entwickelt worden sind, beispielsweise die Verwendung von Zusatzmitteln und Zusatzstoffen bei gleichzeitiger Reduktion des Wasseranteils. Der Luftporengehalt und die Radienverteilung werden durch die Partikelgrößenverteilung und die Gesamtmenge des Treibmittels gesteuert.

**and a reduction of the water content. The air pore content and the pore size distribution are controlled by the distribution of particle sizes and the total amount of foaming agent used. The newly developed air-hardening foamed concrete can be manufactured in every conventional precast plant, by means of the existing mixing and formwork technology. In addition, a structural matrix-porous lightweight concrete can be manufactured for the first time directly at the construction site and, thanks to its flowable consistency, placed in forms of any geometric shape.**

**In this way, a multifunctional lightweight concrete can now be manufactured for the first time worldwide and used directly at the construction site. Thanks to the ease of production, this technology can be used both in industrial countries as well as in emerging economies and developing countries. Thanks to its ready availability, this construction material is particularly well suited for in areas destroyed in natural catastrophes. In such a case, the infrastructure of the regions affected can be rebuilt quickly and autonomously, using indigenous resources. The raw materials cement and aggregate required are available in virtually every region of the world. All that needs to be added at the place of production is a mixture of foaming agents and admixtures. ■**

Die neu entwickelten lufthärtenden Schaumbetone können zum einen in jedem herkömmlichen Betonfertigteilwerk mit der dort vorhandenen Mischer- und Schalungstechnologie hergestellt werden. Zum anderen kann so erstmals ein konstruktiver matrixporiger Leichtbeton direkt auf der Baustelle hergestellt und dank seiner fließfähigen Konsistenz in Schalungen jeglicher geometrischer Form eingebracht werden.

Erstmalig kann somit ein multifunktionaler Leichtbeton weltweit hergestellt werden und vor Ort zum Einsatz kommen. Durch die einfache Herstellung ist diese Technologie sowohl in Industrieländern als auch in Schwellen- und Entwicklungsländern einsetzbar. Damit ist dieser Baustoff auch für den schnellen Einsatz in Gebieten, die durch Naturkatastrophen zerstört worden sind, besonders geeignet. In diesem Fall kann unter Verwendung regionaler Ressourcen die Infrastruktur der betroffenen Gebiete schnell und eigenständig wieder aufgebaut werden. Die Rohstoffe Zement und Gesteinskörnung sind in fast jeder Region der Welt verfügbar. Es muss lediglich eine Mischung aus Treib- und Zusatzmitteln am Herstellungsort zugeführt werden. ■

DAY 3: WEDNESDAY, 9<sup>TH</sup> FEBRUARY 2011 //  
TAG 3: MITTWOCH, 9. FEBRUAR 2011

**TECHNOLOGY AND LAW**  
**TECHNIK UND RECHT**

Page // Seite Title // Titel

- 128** **DAMAGE CASE: DOUBLE WALLS – LOCALIZING, ATTRIBUTING AND REMEDYING**  
SCHADENSFALL: DOPPELWÄNDE – MÄNGEL LOKALISIEREN, ZUORDNEN, BEHEBEN  
*Prof. Dr.-Ing. Harald Sipple*
- 130** **LEGAL EVALUATION // RECHTLICHE BEURTEILUNG**  
*Prof. Dr. jur. Gerd Motzke*
- 132** **DAMAGE CASE: TRANSPORT AND INSTALLATION AS A CAUSE OF CRACK FORMATION IN DOUBLE WALLS**  
SCHADENSFALL: TRANSPORT UND EINBAU ALS URSACHE FÜR RISSBILDUNG IN DOPPELWÄNDE  
*Dr.-Ing. Jürgen Krell*
- 134** **LEGAL EVALUATION // RECHTLICHE BEURTEILUNG**  
*Prof. Dr. jur. Gerd Motzke*
- 136** **DAMAGE CASE: APPROPRIATE SEALING OF CABLES AND PIPES IN WATER-PROOF CONCRETE STRUCTURES – RESPONSIBILITIES IN THE EVENT OF DAMAGE**  
SCHADENSFALL: FACHGERECHTE ABDICHTUNG VON KABELN UND ROHREN BEI WU-BETON – VERANTWORTLICHKEITEN BEI SCHADENSFÄLLEN  
*Horst Scheuring*
- 138** **LEGAL EVALUATION // RECHTLICHE BEURTEILUNG**  
*Prof. Dr. jur. Gerd Motzke*
- 140** **DAMAGE CASE: COAL IN CONCRETE PAVERS AND PRECAST ELEMENTS – A DEFECT DESPITE COMPLIANCE WITH THE STANDARD?**  
SCHADENSFALL: KOHLE IN PFLASTERSTEINEN UND FERTIGTEILEN – MANGEL TROTZ EINHALTUNG DER NORM?  
*Dr.-Ing. Jürgen Krell*
- 142** **LEGAL EVALUATION // RECHTLICHE BEURTEILUNG**  
*Prof. Dr. jur. Gerd Motzke*
- 144** **DAMAGE CASE: MOISTURE DESIGN OF FOUNDATION SLABS – DISPUTES OVER DEFECTS ARISING FROM CONTRADICTORY RULES AND STANDARDS**  
SCHADENSFALL: FEUCHTETECHNISCHE BEMESSUNG VON BODENPLATTEN – MÄNGELSTREITIGKEITEN DURCH WIDERSPRÜCHLICHE REGELWERKE  
*Matthias Zöller*
- 148** **LEGAL EVALUATION // RECHTLICHE BEURTEILUNG**  
*Prof. Dr. jur. Gerd Motzke*

PRESENTATION //  
MODERATION

Prof. Dr. jur. Gerd Motzke,  
Mering

[gerd.motzke@t-online.de](mailto:gerd.motzke@t-online.de)

1961-1965 Studium der Rechtswissenschaften in München, Berlin und Würzburg; Richter, Staatsanwalt, Regierun-  
gsdirektor im Hochschul-  
dienst, Staatsanwalt als  
Gruppenleiter, Richter  
am OLG; 1997-2006  
Vorsitzender Richter am  
OLG München, Bausenat  
in Augsburg; seit 1990  
Honorarprofessor





At TEKA everything revolves around mixing

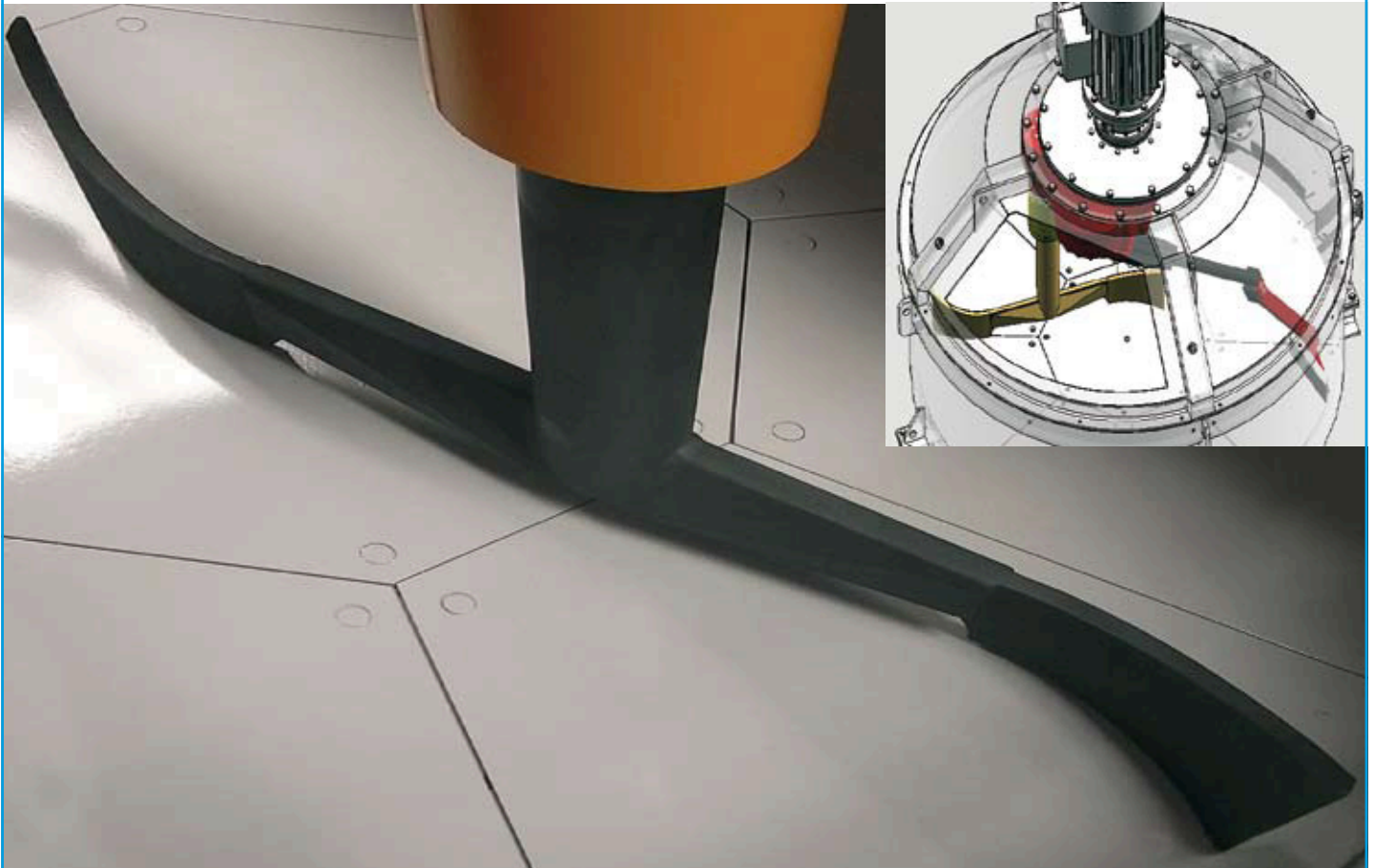


# Teka

## TURBINE

### UNIQUE MIXING SYSTEM FOR PREMIUM CONCRETE

Specifically designed for face mixes,  
colour mixes, self-compacting concrete, etc.  
- ideal for smallest batches -



TEKA Maschinenbau GmbH, In den Seewiesen 2, D-67480 Edenkoben  
Tel.: +49 (0) 63 23 8 09-0, Telefax: +49 (0) 63 23 8 09-10, [info@teka-maschinenbau.de](mailto:info@teka-maschinenbau.de), [www.teka.de](http://www.teka.de)

## DAMAGE CASE: DOUBLE WALLS – LOCALIZING, ATTRIBUTING AND REMEDYING DEFECTS

### SCHADENSFALL: DOPPELWÄNDE – MÄNGEL LOKALISIEREN, ZUORDNEN UND BEHEBEN

► Internal and external walls were specified as a double wall system for a training center with a testing facility and factory building. The structural engineer commissioned by the client prepared the set of working drawings. The general contractor subcontracted production and delivery of the double wall units. The general contractor used own staff for concrete pouring on the construction site. Walls and adjoining floor slabs were poured in a single cast, using a C25/30 concrete.

#### DAMAGE PATTERN, LOCALIZATION OF DAMAGE

During the subsequent insertion of slots into the double walls, it was found that the cast-in-place core layer of the double walls showed gravel pockets in many places, particularly in the area of the vertical wall joints where an additional reinforcement cage had been inserted. This pattern was also clearly indicated by some wider element or standoff joints, and visible on reveal surfaces (FIG. 1).

Such imperfections are difficult to locate: The "spot-drilling" method is unreliable or not suitable for a thorough investigation. The impact-echo (IE) method is generally appropriate as an acoustic procedure for the non-destructive testing of concrete. It is used mainly for determining thickness but is also suitable for detecting flaws.

In construction practice, the IE method does not bring about any additional benefit in the case of widespread defects. Such a situation requires injections to be placed in a grid of boreholes (FIG. 2). In addition, the packers need to be carefully adjusted to cover critical spots.

**ATTRIBUTION OF THE DEFECT** In the event of damage, it would clearly be insufficient to attribute the compaction defects exclusively to poor work execution: material design defects and flaws resulting from the production of the elements at the factory are involved in this case.

► Für ein Schulungszentrum mit Prüf- und Werkhalle wurden Innen- und Außenwände im Doppelwand-System ausgeschrieben. Der vom Bauherrn beauftragte Tragwerksplaner fertigt die Werkpläne. Der Generalunternehmer vergibt Herstellung und Lieferung der Doppelwände. Er führt die Betonierarbeiten auf der Baustelle mit eigenem Personal aus. Wände und anschließende Deckenscheiben werden in einem Guss aus Beton der Festigkeitsklasse C25/30 betoniert.

#### SCHADENSFALL, LOKALISIERUNG DES SCHADENS-

BILDS Beim nachträglichen Herstellen von Schlitzern in den Doppelwandschalen wird offenbar, dass das Ortbeton-Gefüge des Kernbetons der Doppelwände häufig stark kiesig-nestrig ist, insbesondere im Bereich der vertikalen Wandstöße mit dort eingelegtem zusätzlichem Bügelkorb. Augenscheinlich erkennbar wird dies auch an gelegentlich breiteren Element- und Aufständefugen, sowie an Laibungsflächen (ABB. 1).

Die Lokalisierung solcher Fehlstellen ist schwierig: Das „Anbohrverfahren“ ist unzuverlässig bzw. für eine genaue Untersuchung ungeeignet. Grundsätzlich geeignet ist das Impact-Echo-(IE-)Verfahren als akustisches Verfahren zur zerstörungsfreien Prüfung an Beton, meist eingesetzt zur Dickenbestimmung, aber auch geeignet zur Ortung von Fehlstellen.

Wenn Fehlstellen in größerem Umfang vorhanden sind, bringt das IE-Verfahren in der Baupraxis keinen zusätzlichen Nutzen. Es ist dann erforderlich, über rasterförmig angeordnete Bohrungen zu injizieren (ABB. 2) und zusätzlich die Packer gezielt auf systembedingt kritische Stellen auszurichten.

According to the working drawings, the specified width of the cast-in-place gap is 8.0 cm at a wall thickness of  $d = 20$  cm and a standard element height of  $H = 3.5$  m. The actual gap widths measured at core samples ranged from 50 to 84 mm, with two thirds of the measured values below 70 mm.

Consequently, a fault occurred during element production: the permissible tolerance range specified in DIN 18203, Table 2, line 2, is  $\pm 5$  mm. In the case of sandwich panels and double wall units, this tolerance applies not only to the external dimensions but also to intermediate layers that are critical to trades subsequently working on the site.

A design flaw was also identified: concrete placement was severely compromised or impossible in the joint area where the reinforcement cage had been inserted. It is obvious to those working in the field that no commonly used pump tubing or downpipe fits into the specified cast-in-place gap of 8.0 cm or into the even narrower gap that was actually measured. For the usual element height of 3.5 m, this means that concrete can be poured only in a free-falling arrangement, which inevitably leads to segregation. Self-compacting concrete is no solution either on the construction site because the element shells would not have resisted the increased fresh concrete pressure. The correlation between the pouring

▼ FIG. 2 Grid of grouting packers. // ABB. 2 Raster der Bohrpacker.

► FIG. 1 Core mix with gravel pockets. // ABB. 1 Kiesig-nestriges Gefüge des Kernbetons.



**ZUORDNUNG DES MANGELS** Es wäre im Schadensfall wesentlich zu kurz gegriffen, wollte man die Verdichtungsmängel insgesamt Ausführungsfehlern zurechnen: Es liegen wesentliche planerische Mängel und Mängel aus der Herstellung der Elemente im Werk vor.

Nach Werkplanung beträgt die Soll-Breite des Ortbetonspalts  $B_{Soll} = 8,0$  cm, bei Wanddicke  $d = 20$  cm und Regel-Elementhöhe  $H = 3,5$  m. An Bohrkernen werden die Breiten der Ortbetonspalte zu  $50 \text{ mm} \leq B_{Ist} \leq 84$  mm gemessen, davon  $2/3$  der Messwerte unter  $B_{Ist} = 70$  mm.

Damit liegt ein Fehler der Element-Herstellung vor – nach DIN 18203, Tab. 2, Z. 2, beträgt das zulässige Grenzmaß  $\pm 5$  mm. Dieses bezieht sich bei Sandwich-Platten und Doppelwand-Elementen nicht nur auf die Außenmaße, sondern auch auf zwischenliegende Schichten, die für Folgegewerke kritisch sind.

Weiter liegt ein Planungsfehler vor – die Betonierbarkeit ist stark eingeschränkt bzw. im Stoßbereich mit eingelegtem Bügelkorb nicht gegeben. Es ist für den Praktiker eindeutig, dass in den Ortbetonspalt mit  $B_{Soll} = 8,0$  cm bzw. noch kleinerem  $B_{Ist}$  kein üblicher Pumpenschlauch oder Fallrohr eingeführt werden kann. Damit ist bei einer Elementhöhe von im Regelfall  $h = 3,5$  m der Frischbeton ausschließlich im freien Fall einzubringen. Dies verursacht zwangsläufig Entmischungen. Auch der selbstverdichtende Beton ist am Objekt keine Lösung, da der dann erhöhte Frischbetondruck durch die Elementschalen nicht aufnehmbar gewesen wäre. Die Korrelation Einfüllhöhe ./ Betonier- bzw. Verdichtbarkeit ist betontechnologisch naheliegend und wurde an entnommenen Bohrkernen nachgewiesen. Bei Elementhöhen um etwa 2,0 m (Laibungsbereiche) lagen keine Verdichtungsmängel vor.

Die bauausführende Unternehmung hätte technische Bedenken anmelden müssen – dies ist jedoch nicht geschehen.

**BEHEBEN DER MÄNGEL** Das in solchen Fällen einschlägige Verfahren ist das Verpressen mit Zement-Suspension über rasterförmig eingebohrte Packer – einseitig eingebohrt bis zur gegenüberliegenden Elementschale. Die Nachbesserung ist im baustofftechnischen Sinne materialgleich, so dass im Fall des Erfassens aller Fehlstellen im Gefüge des Kernbetons Standsicherheit, Dauerhaftigkeit und Nutzungsfähigkeit nicht gemindert sind.

Allerdings werden auch bei sorgfältigem und sachgerechtem Vorgehen einzelne Fehlstellen im Kerngefüge unverpresst bleiben. Für die Tragfähigkeit und die Dauerhaftigkeit der hier vorliegenden „troffenen Innenbauteile“ ist dies nicht relevant. ■

Prof. Dr.-Ing. Harald Sipple,  
Hochschule Regensburg

ib-prof.sipple@  
t-online.de

AUTHOR //  
AUTOR



Geb. 1943;  
1962-1968 Studium des Bauingenieurwesens an der Universität Stuttgart; 1968-1969 Konstruktionsbüro Wayss & Freytag, München; 1969-1974 wissenschaftl. Assistent am an der Universität Stuttgart; 1973 Promotion und dort wissenschaftl. Mitarbeiter; 1974-1977 Senior Lecturer und Leiter des Labors für

Baustoffkunde und Massivbau an der Universität Dar es Salaam, Tansania; 1977-1980 Bauleiter bei Ph. Holzmann; ab 1979 Oberbauleiter; 1980-1985 Vertretung des DBV und Gebietsleitung für Bayern der Güteüberwachung Beton BII-Baustellen; 1986-1988 Leiter der Bauberatung der E. Schwenk, Ulm; 1988-2006 Professor an der FH Regensburg; ö. b. u. v. Sachverständiger

**height and the ability to place and/or compact the concrete is obvious from a concrete technology point of view and was shown for core samples taken from the element. No compaction defects were found at element heights of approx. 2.0 m (reveal areas).**

**It would have been the duty of the construction contractor to submit a technical objection – but this step was not taken.**

**REMEDYING THE DEFECTS** The method normally used in such cases is grouting with a cement slurry to be injected through packers positioned in a grid of boreholes (drilled into the element from one side to the opposite element shell). This remedial method ensures identical material parameters, which is why the structural integrity, durability and serviceability of the building are not compromised, provided all defects within the core mix structure are detected and remedied. However, some isolated flaws will remain unrouted in the core layer even if these works are carried out very carefully and in accordance with generally accepted practice. In the case at hand, this is not relevant to the structural strength and durability of the "dry internal components" affected. ■

## sauber entschalt



### SCHALUNGEN & STAHLFORMEN

Unsere besondere Stärke ist die Konstruktion und Fertigung von komplexen Schalungen aus Stahl mit denen sich hochpräzise Betonteile im Fertigteilwerk herstellen lassen.



Wir liefern die passende Form für Ihre konstruktiven Fertigteile, wie Balken, Stützen, Binder oder Bauelemente und Formstücke, wie Bahnsteigkanten, Randsteine, Schwellen, Schächte, Rohre und Kanäle aber auch Gebäude und Raumzellen.

### BETONWERKSAUSRÜSTUNG

- Schalungen & Stahlformen
- Kipp- / Rütteltische & Paletten
- Betonierkübel & Betonverteiler
- Schwerlast Ausfahrwagen
- Transport- & Lagertechnik
- Traversen, Zubehör & Service

BETA Maschinenbau  
GmbH & Co. KG  
Nordhäuser Straße 2  
99765 Heringen  
Tel. 036333-666-0  
Fax 036333-666-18





## LEGAL EVALUATION: DOUBLE WALLS – LOCALIZING, ATTRIBUTING AND REMEDYING DEFECTS

### RECHTLICHE BEURTEILUNG: DOPPELWÄNDE – MÄNGEL LOKALISIEREN, ZUORDNEN UND BEHEBEN

► **The following involved parties must be distinguished: design architect and supervising architect, structural engineer, general contractor and precast plant.**

#### ATTRIBUTION OF LIABILITY FOR THE TECHNICAL DEFECTS TO THE GENERAL CONTRACTOR

The general contractor warrants that the work is free of material defects. Section 13 subsection 1 VOB/B stipulates the requirements for freedom of material defects.

**AGREEMENT AS TO A CERTAIN QUALITY** The work is free of material defects if it has the agreed quality characteristics. The working drawings indicate the specified width of the cast-in-place gap. This specification is not adhered to, which is why the work is defective.

**CONTRACTUALLY SPECIFIED FITNESS FOR PURPOSE** The width of the cast-in-place gap specified in the working drawing constitutes a contractually specified fitness for purpose. The fact that the gap was too narrow resulted in the distinct gravel pockets visible in the core concrete, which is why the work is defective.

► Zwischen planendem und objektüberwachendem Architekten, Tragwerksplaner, Generalunternehmer und Fertigteilterwerk ist zu unterscheiden.

#### ZUORDNUNG DER TECHNISCHEN BEANSTANDUNGEN ZU LASTEN DES GENERALUNTERNEHMERS

Der Generalunternehmer steht dafür ein, dass das Werk frei von Sachmängeln erstellt wird. § 13 Abs. 1 VOB/B benennt die Sachmangelfreiheitsanforderungen.

**BESCHAFFENHEITSVEREINBARUNG** Sachmangelfreiheit ist gegeben, wenn das Werk die vereinbarten Beschaffenheiten aufweist. Die Werkplanung gibt die Soll-Breite des Ortbetonspalts vor. Diese Vorgabe wird nicht eingehalten. Damit ist das Werk mangelhaft.

#### VERTRAGLICH VORAUSGESETZTE VERWENDUNGSEIGNUNG

Die in der Werkplanung vorgegebene Breite des Betonspalts ist jedenfalls eine vertraglich vorausgesetzte Verwendungseignung. Der zu schmale Ortbetonspalt hat die teilweise stark kiesig-nestrige Ausbildung des Kernbetons bewirkt, weswegen Mängel vorliegen.

#### ZUORDNUNG ZU LASTEN DES HERSTELLERS DER DOPPELWÄNDE

Einschlägig ist nach § 651 BGB Kaufrecht, nicht Werkvertragsrecht, weil der Hersteller nicht aufstellt. Der Hersteller hat gem. § 434 Abs. 1, 2 BGB eine mangelhafte Sache hergestellt und geliefert. Ist die Lieferung für beide Teile ein Handelsgeschäft, dann greifen §§ 377, 378, 381 HGB.

#### HANDELSRECHTLICHE UNTERSUCHUNGS- UND RÜGEPFLICHT

Der Generalunternehmer hat als Besteller der Doppelwände die Verpflichtung, die angelieferten Wände zu untersuchen. Diese Untersuchung hat unverzüglich nach Ablieferung zu erfolgen, soweit dies nach ordnungsgemäßem Geschäftsgang tunlich ist. Wird diese Prüfung versäumt, gilt die Ware als genehmigt und es können hinsichtlich der Mängel, die bei ordnungsgemäßer Untersuchung entdeckt worden wären, keinerlei Ansprüche mehr geltend gemacht werden.

#### ATTRIBUTION OF LIABILITY TO THE PRODUCER

**OF THE DOUBLE WALLS** Pursuant to section 651 BGB (Bürgerliches Gesetzbuch; German Civil Code), sales law, rather than the law pertaining to contracts for work, applies because the producer is not involved in the erection of the elements. Pursuant to section 434 (1,2) BGB, the producer manufactured and delivered a defective item. If the delivery constitutes a trading transaction for both parties, sections 377, 378, 381 HGB (Handelsgesetzbuch; German Commercial Code) apply.

#### DUTY TO EXAMINE AND LODGE A COMPLAINT UNDER COMMERCIAL LAW

As the party ordering the double walls, the general contractor is under the obligation to inspect and examine the delivered wall units. This inspection must take place immediately after delivery as far as reasonably practicable in the ordinary course of business. If this step is omitted, the product is deemed accepted, and no subsequent claims may be lodged in relation to the defects that would have been detected if the inspection were carried out as required.

#### ON-SITE INSPECTION PROCEDURE

Expert consultancy and advice would be required regarding the existing options for inspection and examination. A distinction must be made between visible and concealed defects. If the walls are delivered in several batches, each of these batches must be inspected separately.

#### RIGHTS ARISING FROM MATERIAL DEFECTS

Claims for damages are the only legal option if rights arising from material defects are enforceable against suppliers.

#### ATTRIBUTION OF LIABILITY FOR THE DEFECT TO THE ARCHITECT

The "ordinary" duty of site supervision that exists for the supervising architect must be distinguished from exercising the right to inspect, examine and lodge complaints that is conferred by commercial law. The general contractor is under the obligation to inspect and examine under commercial law. The

AUTHOR //  
AUTOR

Prof. Dr. jur. Gerd Motzke,  
Mering

gerd.motzke@t-online.de

1961-1965 Studium der Rechtswissenschaften in München, Berlin und Würzburg; Richter, Staatsanwalt, Regierungs- direktor im Hochschul- dienst, Staatsanwalt als Gruppenleiter, Richter am OLG; 1997-2006 Vorsitzender Richter am OLG München, Bausenat in Augsburg; seit 1990 Honorarprofessor



**PRÜFUNGSVORGANG VOR ORT** Hinsichtlich der Prüfungs- und Untersuchungsmöglichkeiten wäre eine fachtechnische oder sachverständige Beratung erforderlich. Offene Mängel sind von versteckten zu unterscheiden. Werden die Wände in verschiedenen Chargen angeliefert, ist jede Charge für sich getrennt zu prüfen.

**SACHMÄNGELRECHTE** Sind Sachmängelrechte gegen die Lieferanten durchsetzbar, kommen ausschließlich Schadensersatzansprüche in Betracht.

**ZUORDNUNG DES MANGELS ZU LASTEN DES ARCHITEKTEN** Die „gewöhnliche“ Objektüberwachungsverpflichtung des objektüberwachenden Architekten ist von der Wahrnehmung der Prüfungs-, Untersuchungs- und Rügepflichten nach Handelsrecht zu trennen. Den Generalunternehmer trifft die handelsrechtliche Prüfungs- und Untersuchungspflicht. Der Objektüberwacher hat dafür zu sorgen, dass das Bauwerk mangelfrei entsteht. Besteht bei einer Elementhöhe von 3,5 m eine Entmischungsfahr, ist eine Überwachungspflicht zu bejahen.

Verursacht eine Breite eines Ortbetonspaltes von 8 cm bei einer Elementhöhe von 3,5 m Verarbeitungsschwierigkeiten mit Tauglichkeitsrisiken, ist die Planung mangelhaft. Geht diese Planung auf den Tragwerksplaner zurück, hätte der Architekt bei der Integration dieser Planung in die eigene Architektenplanung Bedenken anmelden müssen. Hat der Architekt so geplant, ist seine Planung falsch.

**site supervisor must ensure that the building is constructed free of defects. If there is a segregation risk for an element height of 3.5 m, a duty to supervise does exist.**

**The design is flawed if an 8 cm width of the cast-in-situ gap causes workability problems associated with serviceability risks at an element height of 3.5 m. If the structural engineer was responsible for this part of the design, the architect would have been obliged to submit an objection when integrating this detail into his own design. If the architect designed this detail himself, his design would be incorrect.**

**ATTRIBUTION OF LIABILITY TO THE STRUCTURAL ENGINEER** Provided the structural engineer had design responsibility, it is not defective if there is no structural integrity risk. If a structural solution is selected whose execution presents considerable difficulties, and if there is any potential for structural integrity risks arising therefrom during work execution, the design conceived by the structural engineer is defective.

**CONCLUSION** The general contractor and the architect are jointly liable; whether the structural engineer is also liable would have to be clarified by a more comprehensive technical assessment. Whether the general contractor may resort to the producer/supplier will depend on whether or not the general contractor performed its duty to inspect and examine under commercial law. ■

**ZUORDNUNG ZU LASTEN DES TRAGWERKPLANERS** Hat der Tragwerksplaner die Planung zu verantworten, ist diese nicht mangelhaft, wenn die Standsicherheit nicht gefährdet ist. Wird eine Konstruktion gewählt, deren Ausführung mit erheblichen Schwierigkeiten verbunden ist und besteht die Gefahr, dass im Rahmen der Ausführung hierdurch Standsicherheitsrisiken entstehen, ist die Konstruktion des Tragwerksplaners mangelhaft.

**ABSCHLIESSEND** Der Generalunternehmer und der Architekt haften als Gesamtschuldner; ob der Tragwerksplaner haftet, hängt von einer näheren technischen Beurteilung ab. Ob der Generalunternehmer sich bei dem Hersteller/Lieferanten schadlos halten kann, hängt von der Beachtung der handelsrechtlichen Prüfungs- und Untersuchungspflichten ab. ■

## Unser Programm



ZE-Mischer



KKM-Mischer



Doppelwellenmischer



Gegenstrom-Mischer

- Konusmischer KKM
- Intensivmischer mit 1 oder 2 mech. Wirblern
- Doppelwellenmischer
- Gegenstrommischer
- Mischer für Fließestrich
- stationäre und mobile Mischanlagen
- Waagen für Zement, Wasser, Zuschlagstoffe und Zusatzmittel
- Aufzüge (Kippkübel oder Bodenentleerung)
- Silos für Zement und Zuschlagstoffe
- Förder- und Beschickungsanlagen
- Zubehör



Zementumschlagwerk



mobile Mischanlage











KNIELE

Mischtechnik

Gemeindebeunden 6 · D-88422 Bad Buchau  
 Tel: +49(0)7582-93030 · Fax: +49(0)7582-930330  
 info@kniele.de · www.kniele.de

► **FIG. 1** Bilateral longitudinal crack above the lattice girder // **ABB. 1** Beidseitiger Längsriss über Gitterträger.



## DAMAGE CASE: TRANSPORT AND INSTALLATION AS A CAUSE OF CRACK FORMATION IN DOUBLE WALLS SCHADENSFALL: TRANSPORT UND EINBAU ALS URSACHE FÜR RISSBILDUNG IN DOPPELWÄNDEN

► Cracks in concrete are not necessarily a defect. However, a defect may exist if such cracks exceed certain widths or compromise serviceability. One of the frequent disputes regarding precast elements is whether the crack existed already upon delivery or resulted from storage or handling on the construction site.

► Risse in Beton sind nicht automatisch ein Mangel, können aber bei Überschreiten von gewissen Öffnungsweiten oder bei Einschränkung der Gebrauchstauglichkeit ein Mangel sein. Bei Fertigteilen wird häufig darüber gestritten, ob der Riss bei Anlieferung bereits vorhanden war oder durch Lagerung bzw. Bewegung auf der Baustelle entstanden ist.

**DETECTION OF CRACKS AND RESULTING QUESTIONS** In many cases, manufacturers receive complaints about cracking only after the handling and relocation of double walls (FIG. 1 and FIG. 2). The following questions always arise in such a situation:

- 1) Does the existing crack actually constitute a defect? and
- 2) Has the edge breakage or fracture above the lattice girder occurred during internal handling and transport (i.e. in the responsibility of the construction site), or has it existed already at the time of delivery?

**PERMISSIBLE CRACK WIDTHS** DIN 1045-1 classifies cracks as safe from a technical point of view if their widths do not exceed 0.4 mm in dry internal components or 0.3 mm in all other cases. For waterproof structures, however, smaller widths of  $\leq 0.2$  mm or  $\leq 0.1$  mm apply, including the requirement of "freedom from cracks" in special cases. In a waterproof concrete basement structure consisting of double walls, the side of the precast unit in contact with water must not show any separating crack because this shell forms the "sealing layer" together with the infill concrete.

**FESTSTELLEN DER RISSE UND RESULTIERENDE FRAGEN** Häufig werden erst nach dem Versetzen von Doppelwänden beim Hersteller Risse reklamiert (ABB. 1 und ABB. 2). Hier kommen dann stets folgende Fragen auf:

- 1) Ist der vorhandene Riss überhaupt ein Mangel? und
- 2) Ist der Abbruch der Kante oder der Bruch über dem Gitterträger beim Versetzen (also im Verantwortungsbereich der Baustelle) entstanden oder war er bereits bei Anlieferung da?

**ZULÄSSIGE RISSWEITEN** Nach DIN 1045-1 sind Risse technisch unbedenklich, wenn sie bei trockenen Innenbauteilen 0,4 mm und sonst 0,3 mm nicht überschreiten. Bei WU-Konstruktionen gelten dagegen geringere Rissweiten von  $\leq 0,2$  mm bzw.  $\leq 0,1$  mm und in Sonderfällen bis hin zur

AUTHOR //  
AUTOR

Dr.-Ing. Jürgen Krell,  
krell-consult, Hilden

[info@krell-consult.de](mailto:info@krell-consult.de)



Nach jeweils elf Jahren in der Zementindustrie (VDZ) und der Betonindustrie (Readymix, heute CEMEX) seit mehr als acht Jahren eigenes Ingenieurbüro, gleichzeitig weiterhin in nationalen und internationalen Gremien tätig; ö. b. u. v. Sachverständiger





◀ **FIG. 2** Broken bottom-left corner // **ABB. 2** Abgebrochene linke untere Ecke.

„Rissfreiheit“. Im Falle einer Weißen Wanne mit Doppelwänden darf die dem Wasser zugewandte Seite des Fertigteils keinen Trennriss aufweisen, da diese Schale zusammen mit dem Füllbeton die „Dichtebene“ darstellt.

**RISSZEITPUNKT** In unserem Beispiel sind die Risse eindeutig auf unsachgemäße Belastung der Doppelwand vor dem Ausbetonieren zurückzuführen. Diese kann bereits im Werk, beim Verladen, beim Antransport, beim Abladen, beim Zwischenlagern und beim Versetzen aufgetreten sein. Üblich bei Lieferverträgen ist, dass ab Übergabe der Kunde in der Beweispflicht ist, den Mangel darzustellen. Wird also erst bei oder nach der Montage der Fertigteile reklamiert, so ist anzunehmen, dass die Teile bei Anlieferung und Übergabe in Ordnung waren. Denn wären sie nicht in Ordnung gewesen, hätte nach HGB § 377 eine Rüge erfolgen müssen. Üblicherweise sind Risse, wie in den **ABB. 1** und **ABB. 2** dargestellt, leicht und mit bloßem Auge erkennbar. Sie stellen somit ggf. einen offensichtlichen Mangel dar.

**TECHNISCHE LÖSUNG** Treten Risse in der dem Wasser zugewandten Schale von Doppelwänden auf, so ist das Fertigteil auszutauschen oder durch sachgerechtes Verpressen die vereinbarte Weiße Wanne im Zuge der Nacherfüllung zu erstellen. Der Wechsel von Weißer Wanne zur schwarzen oder braunen Wanne, also Aufbringen einer Außendichtung, ist eine Abweichung vom vereinbarten Bausoll. Dies bedarf der Zustimmung durch den Bauherren und kann trotz sachgerechter Ausführung ggf. noch eine Minderung auslösen. ■

**TIME OF CRACKING** In our example, the cracks are clearly due to inappropriate loading of the double wall prior to its filling with concrete. This may have happened already in the factory, during loading, delivery to the construction site, unloading, intermediate storage or on-site transport and handling. Supply agreements usually place the burden of proof of any defect on the customer from the time of handover. If a complaint is lodged only during or after assembly of the precast elements, it should thus be assumed that the elements were free from defects at the time of delivery and handover. If they had indeed been defective at that point, a complaint would have been necessary pursuant to section 377 HGB (Handelsgesetzbuch; German Commercial Code). Cracks of the nature shown in **FIG. 1** and **FIG. 2** are usually easy to detect with the unaided eye. They may thus constitute an obvious defect.

**TECHNICAL SOLUTION** If cracks occur in the shell of a double wall that is in contact with water, the precast element must be replaced or the cracks be appropriately grouted in order to complete the agreed waterproof structure to specification in the course of subsequent contractual performance. The modification of the specified waterproof structure by applying an external (bituminous) seal would constitute a deviation from the contractually agreed standard of work. Such alterations require the client's consent and may give rise to a price reduction even if the related works are carried out appropriately. ■

*We've set our Visions Higher*



## SAA Engineering

### Automation Technology for Concrete Precasting Plants

Master Computer System LEIT2000  
Storage Management System STORE2000

Machine- and Robot Control for Pallet Carousel Systems

We take Responsibility for

- IT-Consulting & Engineering
- Project Management & Implementation
- International Service & Support

Intelligent Software Solutions for Machine- and Logistic Control

Gudrunstrasse 184/4  
A-1100 Vienna  
T +43-1-6414247-0\*  
F +43-1-6414247-21  
E office@saa.at

[www.saa.at](http://www.saa.at)

## LEGAL EVALUATION: TRANSPORT AND INSTALLATION AS A CAUSE OF CRACKFORMATION IN DOUBLE WALLS

### RECHTLICHE BEURTEILUNG: TRANSPORT UND EINBAU ALS URSACHE FÜR RISSBILDUNG IN DOPPELWÄNDEN

► The negative phenomena are revealed at the contractual performance stage. A distinction must be made between the individual parties involved.

**CLIENT AND CONTRACTOR** Section 4 (7) VOB/B applies: the contractor must remedy any defects that occur during contractual performance. Pursuant to section 633 (1) BGB (Bürgerliches Gesetzbuch; German Civil Code), a work free from material defects must be handed over to the ordering party.

**DEFECT ISSUE AND CRACKS** The contractual agreement is key. If the perimeter walls were agreed to be free from cracks, an agreed quality is lacking, which constitutes the basis for a defect. Otherwise, a work must be fit for ordinary purpose or use. It must have quality characteristics that are commonly found in works of the same type and that the ordering party may expect from the specific type of work, which is specified more comprehensively by generally accepted engineering practice. The requirements for a waterproof structure differ from those for other structures not specified as waterproof.

► In der Erfüllungsphase treten die Negativercheinungen auf. Zwischen den Beteiligten ist zu unterscheiden.

**AUFTRAGGEBER UND UNTERNEHMER** § 4 Abs. 7 VOB/B trifft zu: Der Auftragnehmer hat in der Erfüllungsphase auftretende Mängel zu beseitigen. Nach § 633 Abs. 1 BGB ist dem Besteller ein sachmangelfreies Werk zu verschaffen.

**MANGELFRAGE UND RISSE** Entscheidend ist die Vereinbarung. Ist Rissfreiheit der Umfassungswände versprochen, fehlt eine vereinbarte Beschaffenheit, was die Mangelhaftigkeit begründet. Sonst muss ein Werk für die gewöhnliche Verwendung taugen und Beschaffenheiten aufweisen, die bei Werken der gleichen Art üblich sind und die der Besteller nach der Art des Werks erwarten kann, was die einschlägig anerkannten Regeln der Technik konkretisieren. Bei einer Weißen Wanne bestehen andere Anforderungen als bei einem Bauwerk ohne Anforderungen an die Wasserundurchlässigkeit.

**MANGELFREIHEITSANFORDERUNGEN – WEISSE WANNE – RISSBILDUNG** Einschlägig ist die WU-Richtlinie 2003. Das Objekt ist in die vorgesehene Nutzungsklasse A oder B bzw. in eine besonders vereinbarte Nutzungsklasse einzuordnen. Die Wände und die Arbeitsfugen müssen so beschaffen sein, dass kein Wasser in tropfbarer Form durchdringt. Ein Riss, der durch das gesamte Bauteil geht (Trennriss), ist nachzubessern.

**ART UND WEISE DER MÄNGELBESEITIGUNG – RISSE** Nach § 4 Abs. 7 VOB/B bestimmt der Auftragnehmer und nicht der Auftraggeber die Art der Mängelbeseitigung. § 4 Abs. 7 VOB/B schweigt zu Anordnungsrechten des Auftraggebers. Deshalb legt der Generalunternehmer den Austausch der rissbehafteten Wandelemente oder die Nachverpressung fest.

**NACHVERPRESSEN UND MINDERUNG – RISSE** Erfolgt eine Abdichtung durch Verpressen, ist eine zusätzliche Minderung ausgeschlossen. Die WU-Richtlinie sieht im Abschnitt 12 das Dichten von Rissen vor. Gelingt dies dauerhaft, ist der geschuldete Erfolg erreicht.

**REQUIREMENT OF FREEDOM FROM DEFECTS – WATERPROOF STRUCTURE – CRACK FORMATION** The 2003 Code of Practice for Waterproof Concrete Structures (“WU-Richtlinie”) applies. The building must be allocated to use class A or B, or to a specifically agreed use class. Walls and construction joints must be designed in such a way that the penetration of water drops is prevented. A crack that runs through the entire component (separating crack) must be repaired.

**METHOD FOR REMEDYING DEFECTS - CRACKS** Pursuant to section 4 (7) VOB/B, the contractor rather than the client determines the method to be chosen for remedying defects. Section 4 (7) VOB/B makes no mention of any right of the client to give orders or instructions. For this reason, the general contractor determines if the cracked wall units need to be replaced, or if cracks are to be grouted.

**GROUTING AND PRICE REDUCTION – CRACKS** Any additional price reduction is excluded if cracks are sealed by grouting. Section 12 of the Code of Practice on Waterproof Concrete Structures provides for the sealing of cracks. If the cracks remain watertight in the long term, the contractually owed standard of work is deemed achieved.

**WATERPROOFING BY APPLYING AN EXTERNAL BITUMINOUS SEAL** The application of waterproof sheeting is inappropriate from a legal point of view because the concrete itself assumes both load transfer and waterproofing in a waterproof structure.

**BROKEN BOTTOM CORNER** The broken bottom corner might constitute an imperfection that must be repaired pursuant to the Code of Practice on Waterproof Concrete Structures, making reference to the Code of Practice for Repair and Maintenance.

AUTHOR //  
AUTOR

Prof. Dr. jur. Gerd Motzke,  
Mering

[gerd.motzke@t-online.de](mailto:gerd.motzke@t-online.de)

1961-1965 Studium der Rechtswissenschaften in München, Berlin und Würzburg; Richter, Staatsanwalt, Regierungsdirektor im Hochschuldienst, Staatsanwalt als Gruppenleiter, Richter am OLG; 1997-2006 Vorsitzender Richter am OLG München, Bausenat in Augsburg; seit 1990 Honorarprofessor





**BRAUNE WANNE** Dichtungsbahnen sind rechtlich ungeeignet, da bei einer Weißen Wanne der Beton die Funktionen Lastabtragung und Wasserundurchlässigkeit übernimmt.

**ABGEBROCHENE UNTERE ECKE** Die abgebrochene untere Ecke könnte sich als eine Fehlstelle erweisen, die nach der WU-Richtlinie unter Verweis auf die Instandsetzungs-Richtlinie auszubessern ist.

**VERHÄLTNIS AUSFÜHRENDER UNTERNEHMER ZU HERSTELLER/LIEFERANT DER DOPPELWÄNDE** Einschlägig ist § 651 BGB und damit Kaufrecht und nicht Werkvertragsrecht, unabhängig davon, ob die Wandelemente speziell für die konkrete Baumaßnahme bemessen und hergestellt worden sind. Maßgeblich ist BGH, Urteil vom 23.07.2009 – VII ZR 151/08, BauR 2009, 1581 (Siloentscheidung).

**FOLGE: HANDELSRECHT (HGB)** Das führt zur Anwendbarkeit des HGB, wenn ein beiderseitiges Handelsgeschäft vorliegt. Dann hat der Käufer die Lieferung unverzüglich nach der Übernahme auf ihre Tauglichkeit so zu prüfen, wie es nach ordnungsgemäßem Geschäftsgang üblich ist. Offene Mängel, die auf Besicht erkennbar sind, sind unverzüglich zu rügen, ansonsten gehen die Mängelrechte verloren (§ 377 Abs. 2, § 381 HGB). Versteckte Mängel sind unverzüglich zu rügen, wenn sie sich später zeigen (§ 377 Abs. 3, § 381 HGB).

**RISSE UND ABRÜCHE ALS OFFENE MÄNGEL** Die Risse und der Kantenabbruch sind offene Mängel. Eine unterlassene Prüfung führt zum Verlust der Mängelrechte. Art und Umfang der Untersuchung bestimmen sich nach objektiven Kriterien (Verkehrsanschauung, Handelsbrauch), nicht nach den subjektiven Fähigkeiten des Käufers. Die Heranziehung von Sachverständigen kann geboten sein.

**UNTERSUCHUNGS- UND RÜGEPFLICHT NACH § 377 HGB UND DIE ABLIEFERUNG** Im Einzelnen wird es auf die Umstände der Anlieferung und der Einbringung in das Objekt ankommen. Verschiedene Alternativen sind denkbar. Diese verschiedenen Möglichkeiten sind bei der Prüfung, ob eine Verletzung der Prüfungs- und Untersuchungspflicht vorliegt, zu berücksichtigen. ■

**RELATIONSHIP BETWEEN CONSTRUCTION CONTRACTOR AND MANUFACTURER/SUPPLIER OF DOUBLE WALLS** Section 651 BGB applies, i.e. sales law rather than the law pertaining to contracts for work, regardless of whether the wall elements were designed and produced specifically for the project at hand. The BGH (Bundesgerichtshof; Federal Supreme Court) decision of 23 July 2009 applies (VII ZR 151/08, BauR 2009, 1581; "silo decision").

**CONSEQUENCE: APPLICABILITY OF COMMERCIAL LAW (HGB – HANDELSGESETZBUCH; GERMAN COMMERCIAL CODE)** This results in the applicability of HGB if a bilateral trading transaction is entered into. In this case, the buyer must examine the delivery as to its fitness for purpose immediately after handover, as customary in the ordinary course of business. Obvious defects that can be detected by visual inspection must be complained about immediately. Failing that, any claims that may otherwise arise from such defects become null and void (section 377 (2), section 381 HGB). Concealed defects must be complained about immediately when they are revealed at a later stage (section 377 (3), section 381 HGB).

**CRACKS AND BREAKAGE AS OBVIOUS DEFECTS** Cracks and edge breakage are obvious defects. If the inspection is omitted, any claims that may otherwise arise from these defects become null and void. Type and scope of the inspection are governed by objective criteria (generally accepted business practices, trade customs), rather than by the subjective capabilities of the buyer. Experts may have to be consulted if required.

**DUTY TO EXAMINE AND LODGE A COMPLAINT PURSUANT TO SECTION 377 HGB, AND PRODUCT DELIVERY** In each case, the specific circumstances of the delivery and installation of the product will have to be considered. Various alternatives appear possible. All these options must be considered when assessing whether the duty to examine and inspect was violated. ■



# Feuchte ist unser Element

Innovative Ideen für Ihre Produktionssteigerung und Qualitätssicherung



Hohe Meßgenauigkeit durch modernste Mikrowellen-Meßtechnik



Aktuellste Mikroelektronik in modularen, sowie eigenständigen Auswerteeinheiten



Kompatibilität zu allen gängigen Prozesssteuerungen

Universelle Installationsmöglichkeiten der Sensoren durch kompakte Bauweise

Kundenorientierte Systemlösungen



Garantiert lange Verfügbarkeit aller Hard- und Softwarekomponenten



Laborgeräte



## DAMAGE CASE: APPROPRIATE SEALING OF CABLES AND PIPES IN WATER-PROOF CONCRETE STRUCTURES – RESPONSIBILITIES IN THE EVENT OF DAMAGE SCHADENSFALL: FACHGERECHTE ABDICHTUNG VON KABELN UND ROHREN BEI WU-BETON – VERANTWORTLICHKEITEN BEI SCHADENSFÄLLEN

► **STANDARD FOR SEALING CABLES AND PIPES IN INDUSTRIAL AND COMMERCIAL CONSTRUCTION REACHED A GOOD LEVEL** Applicable standards and guidelines provide comprehensive descriptions of the appropriate construction of waterproof concrete structures. The guidelines state that water tightness is not just limited to the concrete or to permanent or construction joints but also relates to embedded parts and components (penetrations).

In industrial and commercial construction, the involved designers (architects, structural engineers, electrical systems designers, building services planners etc.) share the design responsibility for the entire building or structure, which also includes the appropriate routing of the cables and pipes required for the supply and disposal to and from the building complex.

The “planned” building penetration usually consists of an industrially produced embedded component/penetration sleeve procured through the construction contractor, inserted into the formwork prior to concreting and fixed in its position by concrete pouring. Alternatively, utilities may be routed into the building via subsequently inserted core drill holes. In this case, so-called “rubber compression gaskets” are used for sealing purposes (FIG. 1).

► **ABDICHTSTANDARD FÜR ROHRE UND KABEL IM INDUSTRIE- UND PROJEKTBAU AUF GUTEM NIVEAU** Die fachgerechte Erstellung von wasserundurchlässigen Bauwerken aus Beton wird in den einschlägigen Regelwerken ausführlich beschrieben. Die Wasserundurchlässigkeit bezieht sich im Sinne der Richtlinien nicht nur auf den Beton, die Fugen bzw. Arbeitsfugen, sondern auch auf die Einbauteile (Durchdringungen).



▲ FIG. 1 Rubber compression gasket for pipes // ABB. 1 Gummipressdichtung für Rohre.

Im Industrie- und Projektbau stehen die beteiligten Fachplaner (Architekten, Tragwerksplaner, Elektropplaner sowie die technische Gebäudeausrüstung und weitere) in einer Planungsverantwortung für das Gesamtbauwerk. Zu dieser gehört auch die fachgerechte Einführung der Kabel und Rohre zur Ver- und Entsorgung des Gebäudekomplexes.

Die „geplante“ Gebäudeeinführung besteht in der Regel aus einem industriell gefertigten Einbauteil/Futterrohr, das über den Bauunternehmer bezogen und vor dem Betonieren in die Schalung gesetzt und einbetoniert wird. Alternativ besteht die Möglichkeit, die Versorgungsleitungen über nachträglich erstellte Kernbohrungen in das Gebäude einzuführen. Zur Abdichtung stehen dann so genannte „Gummipressdichtungen“ (ABB. 1) zur Verfügung.

Durch die von den einschlägigen Vorschriften „eingeforderte“ ganzheitliche Betrachtung des Gebäudes und die daraus resultierende Planungsverantwortung der jeweiligen Fachbereiche ist der Abdichtstandard im Industrie- und Projektbau auf einem sehr hohen Niveau.

The sealing standard has reached a very high level in industrial and commercial construction due to the holistic view of the building “required” by applicable rules and standards and the resulting design responsibilities of the individual trades.

**INCREASINGLY DEMANDING REQUIREMENTS FOR BASEMENTS IN DETACHED AND SEMI-DETACHED HOUSES** Never have the requirements for the use of basement rooms in residential construction and the associated heat insulation and indoor climate in building areas in contact with soil been more demanding than today. In response to these requirements, the waterproof concrete basement concept used in the industrial and commercial sectors has thus become a standard design also for detached and semi-detached houses. The increasingly demanding basement specifications have also resulted in more sophisticated requirements for the appropriate sealing of utilities.

The number of penetrations required in detached and semi-detached houses has increased tremendously. Aside from the supply of electricity, gas, water and telecommunications, additional penetrations are usually required, such as for:

- > wastewater
- > use of rainwater
- > controlled ventilation
- > heat pump
- > supply of electricity to the garage and external areas

**DETACHED AND SEMI-DETACHED HOMES AS “PROBLEM CHILDREN”** The situation in residential construction is more problematic. In this segment of the construction market, the architect or general contractor (turnkey completion) often has the sole responsibility for the complete design and assumes tasks that are otherwise covered by several technical designers.

The erection of the building is often based on building specifications and a schedule of services in conjunction with entering into a cons-

AUTHOR //  
AUTOR

**Horst Scheuring,**  
Hauff-Technik, Herbrechtingen

horst.scheuring@  
hauff-technik.de

1985-1995 Stadtwerke Ulm; seit 1995 bei der Fa. Hauff-Technik, Herbrechtingen, seit 1997 verantwortlich für die bundesweite Markteinführung der Mehrspartenhauseinführung für Strom, Wasser, Gas, Telekommunikation und Fernwärme; seit 2007 verantwortlich für den Geschäftsbereich Hauseinführungen; seit 2010 Vertriebsleiter



### GESTIEGENE ANSPRÜCHE AN KELLER BEI EIN- UND ZWEIFAMILIENHÄUSERN

Der Anspruch an die Nutzung von Kellerräumen im Wohnungsbau und damit verbunden an den Wärmeschutz und das Wohnklima in erdberührten Gebäudebereichen ist so hoch wie nie zuvor. Um dieser Forderung Rechnung zu tragen, hat sich die „Weiße Wanne“ aus dem Industrie- und Projektbau auch zu einer Standardbauform im Ein- und Zweifamilienhausbereich entwickelt. Durch die erhöhten Anforderungen an den Keller ist auch der Anspruch an die fachgerechte Abdichtung der Versorgungsleitungen gestiegen.

Die Anzahl der benötigten Durchdringungen ist im Ein- und Zweifamilienhaus enorm gestiegen. Neben der klassischen Versorgung mit Strom, Gas, Wasser und Telekommunikation werden meist zusätzliche Einführungen benötigt für:

- > Abwasser
- > Regenwassernutzung
- > kontrollierte Be- und Entlüftung
- > Wärmepumpe
- > Stromversorgung Garage und Außenanlagen

### „PROBLEMKIND“ EIN- UND ZWEIFAMILIENHÄUSER

Problematischer ist die Situation im Wohnungsbau. Hier steht der Architekt oder Generalunternehmer (schlüsselfertige Erstellung) in vielen Fällen in der alleinigen Planungsverantwortung und übernimmt Aufgaben, die üblicherweise auf mehrere Fachplaner verteilt werden.

Die Grundlage für die Erstellung des Gebäudes bildet häufig eine Bau- und Leistungsbeschreibung in Verbindung mit dem Abschluss eines Bauvertrages über die Einzelgewerke Rohbau, Haustechnik, Außenanlagen etc. Bei der schlüsselfertigen Vergabe wird die Leistungsbeschreibung zusätzlich um die Bereiche Planung und Bauleitung erweitert.

Die fachgerechte Ausführung der Durchdringung wird dann sehr häufig dem jeweiligen Handwerker überlassen. Ist in der Leistungsbeschreibung keine detaillierte Vorgabe gemacht worden, wird häufig zur „Dichtung aus der Dose“ (Brunnenschaum) gegriffen, was bei anstehendem Wasser zu ernüchternden Ergebnissen führen kann (ABB. 2).

Der Schadensfall tritt häufig nicht im Rohbauzustand des Kellers auf, sondern meist dann, wenn das Gebäude und die Außenanlagen bereits fertiggestellt sind. Somit ist der Kostenaufwand für die Sanierung schnell im vierstelligen Bereich.

Ist das Kind erst mal in den „Brunnen(schaum)“ gefallen, beginnt die Diskussion der Schadensregulierung. Der Architekt versucht den ausführenden Unternehmer bzw. Handwerker zur Verantwortung zu ziehen. Der Handwerker weist die

truction contract pertaining to the individual trades, i.e. shell construction, building services, outdoor areas etc. In the case of turnkey contracts, services also include design and site supervision.

In many of these cases, the appropriate execution of the penetrations is left to the relevant construction trade. If no detailed requirements are included in the building specifications, “canned sealants” (well foams) are often used, which may lead to sobering results when water impacts the building (FIG. 2).

Damage often occurs not at the time of basement shell completion but when the building and all external facilities have been completed, which quickly results in four-digit amounts to be spent for repair work.

Once the baby has been thrown out with the bathwater, or into the “well (foam)”, as it were, the heated debate on who is liable for the damage begins. The architect will try to hold the construction contractor or relevant trade accountable. The contractor or tradesman will reject any liability on the grounds of not having received any design or product specifications from the architect. The author considers the following points legally relevant:

- > **The designer/architect is responsible for selecting or specifying the sealing systems (joints, construction joints, penetrations etc.) in response to the specific loading situation.**
- > **If the construction contract provides for a waterproof basement, this of course relates to the entire basement structure, including its joints, construction joints, penetrations etc. In such a case, the construction contractor must adhere to all applicable rules and standards when selecting and using the products.**
- > **In both cases, the party commissioned with site supervision is responsible for ensuring compliance with the specifications and technical standards, rules and guidelines.**

**SUMMARY A chain is only as strong as its weakest link. A waterproof basement also requires impermeable penetrations for cables and pipes. Clear specifications issued by the architect or designer leave no room for interpretation. If this advice is not heeded, all parties involved (architects, specialist contractors) are usually liable for the damage and must thus bear the repair costs on a prorated basis, according to the experience of expert consultants gained over many years. ■**



▲ FIG. 2 Leakage due to inappropriate sealing using “well foam” // ABB. 2 Undichtigkeit durch nicht fachgerechte Abdichtung mit „Brunnenschaum“.

Schuld durch die nicht erfolgten Planungs- bzw. Produktvorgaben des Architekten von sich. Aus Sicht des Autors sind folgende Punkte rechtlich relevant:

- > Die Auswahl bzw. die Festlegung der Abdichtungssysteme (Fugen, Arbeitsfugen, Durchdringungen etc.) je nach Lastfall liegt eindeutig im Verantwortungsbereich des Planers/Architekten.
- > Ist im Bauvertrag eine „Weiße Wanne“ bzw. ein dichter Keller vertraglich vereinbart, bezieht sich dies natürlich auf den gesamten Keller, auch auf die Fugen, Arbeitsfugen, Durchdringungen etc. Die geltenden Vorschriften bei der Ausführung und Auswahl der Produkte müssen dann vom Bauunternehmer beachtet werden.
- > In beiden Fällen ist die zuständige Bauüberwachung für die Einhaltung der Vorgaben und technischen Regelwerke verantwortlich.

**ZUSAMMENFASSUNG** Eine Kette ist immer nur so stark wie ihr schwächstes Glied. Ein dichter Keller benötigt auch dichte Hauseinführungen für Kabel und Rohre. Klare Vorgaben durch den Architekten bzw. Planer lassen keinen Interpretationsspielraum zu. Wird dies nicht beachtet, stehen im Schadensfall, nach Erfahrungen langjährig tätiger Sachverständiger, meist alle Beteiligten (Architekten, Fachunternehmer) mit im Reklamationsboot und werden anteilig an den Sanierungskosten beteiligt. ■

## LEGAL EVALUATION: APPROPRIATE SEALING OF CABLES AND PIPES IN WATER-PROOF CONCRETE STRUCTURES

### RECHTLICHE BEURTEILUNG: FACHGERECHTE ABDICHTUNG VON KABELN UND ROHREN BEI WU-BETON

► **LEGAL EVALUATION** An architect commissioned with site supervision and monitoring during the construction of a detached or semi-detached house commits to a certain outcome on the basis of a contract for work. According to case law established by the supreme court, the architect owes the realization of the building free of defects by planning, coordination and project supervision. For basements to be built in waterproof concrete due to their intended use, this commitment implies, as a minimum, that the bottom slab and walls be impervious to water. Other requirements depending on the intended use may be added in each specific case, such as in relation to the indoor climate (Code of Practice on the "Premium Use of Basement Floors – Building Physics and Indoor Climate" published by Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein). With respect to the fees, Annex 11 to the HOAI, 2009 edition, Work Stage 5, provides general information on the services included in the detailed design. According to this source, functional, technical and thermal requirements must be met. The requirements for the ordinary fitness for purpose of working drawings (section 633 (2) sentence 2 item 2 BGB) are specified further by technical knowledge and expertise.

► **RECHTLICHE BEURTEILUNG** Ein mit der Objektplanung und Objektüberwachung eines Ein- oder Zweifamilienhauses beauftragter Architekt verspricht werkvertraglich einen Erfolg. Der Architekt schuldet nach der höchstrichterlichen Rechtsprechung das mangelfreie Entstehenlassen des Bauwerks durch Planung, Koordinierung und Objektüberwachung. Dieses Erfolgsversprechen bedeutet für Kellerräume, die wegen der beabsichtigten Nutzung als Weiße Wanne ausgebildet werden sollen, zumindest die Wasserundurchlässigkeit der Sohlplatte und Wände. Im Einzelfall können nutzungsabhängig auch weitere Anforderungen z. B. unter raumklimatischen Aspekten hinzukommen (Merkblatt „Hochwertige Nutzung von Untergeschossen – Bauphysik und Raumklima“ des Deutschen Beton- und Bautechnik-Vereins).

Unter preisrechtlichen Gesichtspunkten kann der Anlage 11 zur HOAI Fassung 2009, Leistungsphase 5, im Allgemeinen entnommen werden, was Gegenstand der Ausführungsplanung ist. Demnach sind funktionale, technische und bauphysikalische Erfordernisse zu beachten. Die Anforderungen an die gewöhnliche Verwendungseignung einer Werkplanung (§ 633 Abs. 2 Satz 2 Nr. 2 BGB) werden weiter durch technische Erkenntnisse konkretisiert.

**PLANUNGSBEDARF EINER WEISSEN WANNE** Allgemein technische Überzeugung ist, dass eine Weiße Wanne planungsbedürftig ist. Der Beton übernimmt die lastabtragende Funktion und die Funktion der Wasserundurchlässigkeit. Diese beiden Funktionen bedingen den Planungsbedarf, was aus der DIN 1045 und ergänzend der DIN 18195 ableitbar ist. Wenn die DIN 18195 auch die Schwarzabdichtung betrifft, betont diese Norm doch im Teil 1 verallgemeinerungsfähig den Planungsbedarf.

**KONKRETISIERUNG DES PLANUNGSBEDARFS** Welche Details planungsbedürftig sind, ergeben die möglichen Schwachstellen einer Weißen Wanne. Hierfür kann auf die WU-Richtlinie des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton, die DBV-Merkblätter „Fugenausbildung für ausgewählte Baukörper aus

**DESIGN REQUIREMENTS FOR A WATERPROOF CONCRETE STRUCTURE** From a technical point of view, it is generally accepted that a waterproof concrete structure must be appropriately designed. The concrete fulfils a load-bearing function and ensures water tightness. These two functions result in the need for an appropriate design, which can be derived from DIN 1045 and, in addition, from DIN 18195. Although DIN 18195 refers to bituminous seals, Part 1 of this standard emphasizes the need for an appropriate design; this requirement may be generally applied.

**DETAILING OF DESIGN REQUIREMENTS** The potential weaknesses of a waterproof concrete structure indicate the details that must be designed. For this purpose, reference is made to the "WU-Richtlinie" (Code of Practice on Waterproof Concrete Structures) published by Deutscher Ausschuss für Stahlbeton, the DBV Codes of Practice on the "Design of Joints for Selected Concrete Structures" and the "Premium Use of Basement Floors – Building Physics and Indoor Climate", as well as to the relevant literature, in particular Lohmeyer/Ebelling, "Weiße Wannen einfach und sicher". According to a decision by the Bundesgerichtshof (BGH; Federal Supreme Court), details that may give rise to damage must generally be designed (BGH decision of 15 June 2000 – VII ZR 212/99, BauR 2000, 1330 on KMB). The BGH states: "The design of the sealing of a structure must result in a technically appropriate, complete and durable sealing, provided the related works were carried out free of defects. The required degree of detailing of this design depends on the circumstances of each specific case. The requirements for the design must consider, in particular, the existing water and ground conditions and the knowledge and expertise that the contractor can be expected to demonstrate under the existing structural and site conditions. Any design details that are particularly susceptible to damage may have to be designed and planned individually and explained to the contractor in a way that excludes any existing risk."

AUTHOR //  
AUTOR

Prof. Dr. jur. Gerd Motzke,  
Mering

gerd.motzke@t-online.de

1961-1965 Studium der Rechtswissenschaften in München, Berlin und Würzburg; Richter, Staatsanwalt, Regierungsdirektor im Hochschuldienst, Staatsanwalt als Gruppenleiter, Richter am OLG; 1997-2006 Vorsitzender Richter am OLG München, Bausenat in Augsburg; seit 1990 Honorarprofessor





Beton“ und „Hochwertige Nutzung von Untergeschossen – Bauphysik und Raumklima“ sowie die Literatur, insbesondere Lohmeyer/Ebeling, Weiße Wannen einfach und sicher“, verwiesen werden. Nach der höchstrichterlichen Rechtsprechung (Bundesgerichtshof) sind generell schadensträchtige Details planungsbedürftig (BGH-Urteil vom 15.6.2000 – VII ZR 212/99, BauR 2000, 1330 zu KMB). Der BGH führt aus: „Die Planung der Abdichtung eines Bauwerks muss bei einwandfreier handwerklicher Arbeit zu einer fachlich richtigen, vollständigen und dauerhaften Abdichtung führen. Wie detailliert diese Planung sein muss, hängt von den Umständen des Einzelfalles ab. Maßgeblich sind die Anforderungen an die Ausführung insbesondere unter Berücksichtigung der vorhandenen Boden- und Wasserverhältnisse und die Kenntnisse, die von einem ausführenden Unternehmer unter Berücksichtigung der baulichen und örtlichen Gegebenheiten zu erwarten sind. Sind Details der Ausführung besonders schadensträchtig, müssen diese unter Umständen im Einzelnen geplant und dem Unternehmer in einer jedes Risiko ausschließenden Weise verdeutlicht werden.“

**CONSEQUENCES** According to the cited technical literature, the following weak points must be designed: joints of various types, joint insertion and sealing. The Code of Practice on Waterproof Concrete Structures particularly concentrates on the structural design of the concrete in order to prevent separating cracks. The weak points also inevitably include penetrations for cables and pipes, i.e. openings that were inserted into the waterproof concrete structure according to the plans and must be appropriately sealed.

**LIABILITY OF THE ARCHITECT** Regardless of whether a technical designer is commissioned with the design of building services, the architect remains liable because he/she is jointly liable for ensuring water impermeability of a basement designed as a waterproof concrete structure. The Internet provides access to basic relevant information (also intended for laypersons) that the architect may also use. If required, the client should be advised to consult specialists. ■

**KONSEQUENZEN** Nach der zitierten technischen Literatur sind folgende planungsbedürftige Schwachstellen vorhanden: Fugen der verschiedensten Art, Fugenausbildung und -abdichtung. Die WU-Richtlinie befasst sich besonders mit der konstruktiven Ausbildung des Betons zur Vermeidung von Trennrissen. Zu den Schwachstellen gehören notwendig auch Durchdringungen, nämlich Kabel- und Rohrdurchführungen, als plangemäß geschaffene Öffnungen in der Weißen Wanne, die sachgerecht abzudichten sind.

**VERANTWORTUNG ARCHITEKT** Unabhängig von einem Fachplaner (TGA)-Einsatz, bleibt der Architekt in der Verantwortung, denn er ist jedenfalls für die Wasserundurchlässigkeit eines Kellers, der als Weiße Wanne ausgebildet ist, mitverantwortlich. Das Internet bietet insoweit – auch dem Laien – zumindest grundlegende Informationen, die auch ein Architekt nutzen kann. Notfalls sind dem Auftraggeber Spezialisten anzuraten. ■



Visit us:  
 Stand No. 129  
 Concrete Solutions  
**55. BetonTage**  
 08.-10. Februar 2011, Neu-Ulm









- > Modular process controls
- > Automated control systems
- > Completely integrated moisture measurement in mixer and sand silos
- > Experience in special concrete types (SCC)



Bikotronic GmbH - Im Hohen Acker 7 - 67146 Deidesheim - Germany  
 Phone: +49 6326 96530 - Fax: +49 6326 965350 - Email: info@bikotronic.de - Internet: www.bikotronic.de

PAVERS - PRECAST PARTS - PIPES - DRY MORTAR - GRAVEL - SAND CONDITIONING - READY-MIX CONCRETE

## DAMAGE CASE: COAL IN CONCRETE PAVERS AND PRECAST ELEMENTS – A DEFECT DESPITE COMPLIANCE WITH THE STANDARD? SCHADENSFALL: KOHLE IN PFLASTERSTEINEN UND FERTIGTEILEN – MANGEL TROTZ EINHALTUNG DER NORM?

► **Most manufacturers of concrete products and precast elements order mineral aggregates in accordance with DIN 12620 (or DIN 4226 on the basis of some old supply agreements) without thinking of what this actually means. DIN 12620 specifies several classes of aggregates but not all of them are suitable for producing concrete in accordance with DIN EN 206-1 or DIN 1045-2. The reference to DIN 12620 does not suffice for defining the required classes of properties.**

**AGREED STANDARD REQUIREMENTS** Yet the procurement of mineral aggregates in accordance with DIN 12610, in conjunction with standard requirements specified in DIN 1045-2, Annex U, only means that the concrete produced will safely meet its load-bearing parameters and the usual durability specifications. No requirements as to its appearance and visual appeal are considered.

► **FIG. 1** Accumulation of coal particles. // **ABB. 1** Ansammlung von Kohlepartikeln.

► Die meisten Betonhersteller bestellen Gesteinskörnung nach DIN 12620 (zum Teil in Altverträgen nach DIN 4226), ohne sich Gedanken darüber zu machen, was das bedeutet. In der DIN 12620 werden verschiedene Gesteinskörnungsklassen aufgeführt, die nicht alle für die Herstellung von Beton nach DIN EN 206-1 bzw. DIN 1045-2 geeignet sind. Der Verweis auf die DIN 12620 ist nicht hinreichend, um die erforderlichen Eigenschaftsklassen zu definieren.



**Compliance with the standard requirements means that, for instance, sand in sizes of up to 4 mm may contain 0.5 wt.-% of lightweight organic contaminations. In a face mix with 1,400 kg/m<sup>3</sup> of sand, the concrete may contain up to 7 kg/m<sup>3</sup> of charcoal. Even these contaminations may have a clearly visible deleterious effect on the paver surface. FIG. 1 suggests approx. 2 to 3 kg of coal per cubic meter of concrete, i.e. significantly below the standard requirements.**

Disputes often go both ways, i.e. the customer is reproached because it considers the coal accumulation a defect, but also the aggregates supplier, which usually refers to the contractually agreed delivery (i.e. free from defects). At the same time, discussions arise for prefabricated architectural concrete components where some concrete constituents cause discolorations, such as pyrite (FIG. 2). The standard requirements specified in DIN 12620 permit a certain portion of these constituents.

### SPECIFIC SURFACE QUALITY OF THE CONCRETE

The DIN EN 12620 standard pertaining to mineral aggregates also contains Annex G that was added for information purposes and recommends additional specifications to be agreed upon with respect to the surface quality of the concrete. These include reductions in the ratio of "lightweight organic contaminations", which include coal-like constituents, and agreements on the maximum ratio of coloring constituents.

**If there is no evidence of such additional agreements, the discussion with the aggregates supplier, which makes reference to the contractually agreed delivery of mineral aggregates in accordance with standard requirements, will be unsuccessful.**

**GUIDANCE FOR END CLIENTS** For this reason, many concrete product and precast element manufacturers include a provision in their General Terms and Conditions indicating that stains may occur that do not constitute a defect in accordance with the GT&C statement.

**REGELANFORDERUNGEN VEREINBART** Aber auch die Bestellung von Gestein nach DIN 12610 mit Regelanforderungen nach DIN 1045-2 Anhang U bedeutet nur, dass der damit hergestellte Beton seine Tragwirkung sowie die übliche Dauerhaftigkeit sicher erfüllt, es sind keinerlei Anforderungen optischer Art berücksichtigt.

Die Einhaltung der Regelanforderungen bedeutet, dass z. B. im Sand bis 4 mm 0,5 M-% leichtgewichtige organische Verunreinigungen zulässig sind. Für einen Vorsatzbeton mit 1400 kg/m<sup>3</sup> Sand dürfen das im Beton bis z. B. 7 kg/m<sup>3</sup> Holzkohle sein. Diese können bereits eine deutlich sichtbare Beeinträchtigung der Pflastersteinoberfläche darstellen. **ABB. 1** deutet auf ca. 2-3 kg Kohle je Kubikmeter Beton hin, also weit unter Regelanforderungen.

AUTHOR //  
AUTOR

Dr.-Ing. Jürgen Krell,  
krell-consult, Hilden

[info@krell-consult.de](mailto:info@krell-consult.de)



Nach jeweils elf Jahren in der Zementindustrie (VDZ) und der Betonindustrie (Readymix, heute CEMEX) seit mehr als acht Jahren eigenes Ingenieurbüro, gleichzeitig weiterhin in nationalen und internationalen Gremien tätig; ö. b. u. v. Sachverständiger

Häufig wird in beide Richtungen gestritten, also mit dem Kunden, da dieser die gehäufte Kohle als Mangel sieht, und mit dem Gesteinskörnungslieferanten, der i. d. R. auf vertragsgemäße und damit mangelfreie Lieferung hinweist.

Analog gibt es Diskussionen bei Sichtbetonfertigteilen mit einzelnen färbenden Bestandteilen, hier Pyrit (ABB. 2). Nach DIN 12620 mit Regelanforderungen ist ein gewisser Anteil an derartigen Bestandteilen zulässig.

**BESONDERE OBERFLÄCHENBESCHAFFENHEIT DES BETONS** In der Gesteinskörnungsnorm DIN EN 12620 werden im informativen Anhang G weitergehende Festlegungen bei Anforderungen an die Oberflächenbeschaffenheit des Betons empfohlen. Hierzu gehören Abminderungen des Gehaltes an „leichtgewichtigen organischen Verunreinigungen“, zu denen die kohleartige Bestandteile gehören, oder auch Vereinbarungen über den maximalen Anteil an färbenden Bestandteilen. Werden derartige zusätzliche Vereinbarungen nicht beweisbar getroffen, führt die Diskussion mit dem Gesteinslieferanten ins Leere, der sich berechtigterweise auf vertragsgemäße Lieferung von Gestein mit Regelanforderungen beruft.

**HINWEISE FÜR DEN ENDKUNDEN** Viele Betonwaren- und Fertigteilterhersteller weisen in ihren Allgemeinen Geschäftsbedingungen daher auf mögliche Farbflecken hin, die gemäß AGB-Aussage keinen Mangel darstellen. „Wir verwenden lokale natürliche Gesteinskörnungen, die nach den geltenden Vorschriften gewisse Mengen an färbenden oder leichten Bestandteilen aufweisen können. An der Betonoberfläche können bei Bewitterung daher ggf. braune Flecken auftreten, welche aus den o. g. betontechnologisch unbedenklichen Bestandteilen stammen. Derartige Erscheinungen sind kein Mangel, häufig verschwinden sie bzw. verblassen nach längerer Bewitterung.“

**EMPFEHLUNG** Falls möglich, sollte die entsprechende Begrenzung des Gehaltes an „oberflächenrelevanten“ Bestandteilen mit dem Gesteinskörnungslieferanten vereinbart werden. Dies bedeutet dann häufig die Verwendung von gebrochenen Gesteinskörnungen, was i. d. R. eine betontechnische Anpassung der Rezepturen erfordert. Wo dies technisch bzw. kaufmännisch nicht möglich ist, sollten mit dem Endkunden entsprechende Vereinbarungen getroffen werden, dass derartige „Flecken“ auftreten können. ■

**“We use locally available natural aggregates that may contain certain amounts of coloring or lightweight constituents in accordance with applicable rules and standards. During exposure to weathering, brown stains may show on the concrete surface, which stem from the above constituents that are considered safe from a concrete technology point of view. Such phenomena do not constitute a defect. They often disappear or fade after longer periods of weathering.”**

**RECOMMENDATION** If possible, an appropriate upper limit for the ratio of “surface-relevant” constituents should be agreed upon with the aggregates supplier. In many cases, this will require the use of crushed aggregates, which usually necessitates a modification of the concrete mix design. If this is not possible for technical or commercial reasons, the agreement with the end client should contain a provision stating that such “stains” may occur. ■



▲ FIG. 2 Pyrite particle on the surface. // ABB. 2 Pyritkorn an der Oberfläche.

Baustoff-  
prüfmaschinen





Druckprüfung 

Biegeprüfung 

Zugprüfung 






Besuchen Sie uns.  
Stand Nr. 48

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

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)



## LEGAL EVALUATION: COAL IN CONCRETE PAVERS AND PRECAST ELEMENTS – A DEFECT DESPITE COMPLIANCE WITH THE STANDARD? RECHTLICHE BEURTEILUNG: KOHLE IN PFLASTERSTEINEN UND FERTIGTEILEN – MANGEL TROTZ EINHALTUNG DER NORM?

► The starting point of this evaluation are visual defects on architectural concrete surfaces, elements with a face concrete layer or concrete pavers.

**CLIENT – CONTRACTOR** The relationship with the client may be determined by a contract for work or by sales law. The defect issue is governed by either section 633 (2) or section 434 (1) BGB (Bürgerliches Gesetzbuch; German Civil Code). If the contract refers to an applicable DIN standard, such as DIN V 18500, that clearly specifies certain quality characteristics in accordance with the transparency principle, then these characteristics must be complied with. If these characteristics result in an appearance that does not correspond to the contractually agreed or ordinary fitness for purpose, then the defect issue is to be decided on the basis of this fitness for purpose. Clearly visible imperfections on a paver or architectural concrete surface do not fulfil these requirements for use if the texture and visual effect are otherwise uniform. Such stains, spots or streaks that significantly deviate from the otherwise uniform appearance usually have a disruptive effect on the ordinary observer.

► Ausgangspunkt sind optische Mängel an Sichtbeton, Vorsatzbetonelementen oder Pflastererelementen.

**AUFTRAGGEBER – UNTERNEHMER** Die Beziehung zum Kunden kann werkvertraglich oder kaufrechtlich geprägt sein. Die Mangelfrage entscheidet sich entweder an § 633 Abs. 2 oder § 434 Abs. 1 BGB. Verweist ein Vertrag auf eine einschlägige DIN-Norm, z. B. DIN V 18500, der entsprechend dem Transparenzgebot klar Beschaffenheiten entnommen werden können, sind sie einzuhalten. Verursachen sie ein Erscheinungsbild, das der vertraglich vorausgesetzten oder gewöhnlichen Verwendungseignung nicht entspricht, beurteilt sich die Mangelfrage nach dieser Verwendungseignung. Deutlich sichtbare Beeinträchtigungen einer Pflasteroberfläche/Sichtbetonfläche entsprechen bei sonst einheitlicher Textur und Wirkung nicht diesen Verwendungsanforderungen. Einen gewöhnlichen Betrachter stören solche Flecken, Punkte oder Fahrer/Wischer, die sich deutlich vom sonst einheitlichen Erscheinungsbild abheben; sie beeinträchtigen die Optik. Ist die durch den Unternehmer bestellte Gesteinsmischung ursächlich, ändert sich an der Mangelhaftigkeit nichts, da er für die Güte der verwendeten Gesteinsmischungen verschuldens-unabhängig einsteht.

**SACHMÄNGELRECHTE** Nach Kaufrecht kann der Käufer nach seiner Wahl entweder Neulieferung oder Beseitigung des Mangels verlangen (§ 439 Abs. 1 BGB). Nach Werkvertragsrecht (§ 635 BGB) bestimmt der Werkunternehmer die Art und Weise der Mangelbeseitigung. Für den Aufwand ist § 439 Abs. 2 bzw. § 635 Abs. 2 BGB einschlägig. Die zum Zweck der Nacherfüllung erforderlichen Aufwendungen, insbesondere Transport-, Wege-, Arbeits- und Materialkosten, trägt der Verkäufer/Unternehmer.

**UNTERSCHIEDE ZWISCHEN KAUF- UND WERKVERTRAGSRECHT** Liegt ein Kaufvertrag z. B. hinsichtlich der Pflastersteine vor, die ein Werkunternehmer einbaut, kann der Unternehmer von dem Lieferanten nur Neulieferung verlangen. Die Ausbau- und Einbaukosten können nur als Schadens-

If these phenomena are caused by the aggregates ordered by the contractor, the situation with regard to the defect does not change because the contractor is liable for the quality of the aggregates used regardless of culpability.

### RIGHTS ARISING FROM MATERIAL DEFECTS

Pursuant to sales law, the buyer may demand either substitute delivery or remedy of the defect (section 439 (1) BGB). The law pertaining to contracts for work (section 635 BGB) stipulates that the work contractor determines the way in which the defect is remedied. As regards the related expenses, section 439 (2) or section 635 (2) BGB applies. The expenses incurred by subsequent contractual performance must be borne by the seller/contractor, in particular costs of transport, labor and materials.

### DIFFERENCES BETWEEN SALES LAW AND THE LAW PERTAINING TO CONTRACTS FOR WORK

If a purchase agreement exists, for example for concrete pavers laid by a work contractor, the contractor may only demand substitute delivery by the supplier. Installation and removal costs may only be asserted as claims for damages, which would require culpability.

Decision of the BGH (Bundesgerichtshof; Federal Supreme Court) of 15 July 2008 – VIII ZR 211/07 (NJW 2008, 2837): "In the course of subsequent contractual performance by substitute delivery (section 439 (1) BGB), the seller of defective parquet fillets only owes the delivery of parquet fillets free from defects, i.e. the transfer of possession and ownership of a faultless sold item (section 433 (1) BGB). The seller is not under the obligation to lay the parquet fillets delivered as a substitute in the course of subsequent performance even if the buyer had already laid the defective parquet fillets." The cost of re-laying must be borne by the seller only if found culpable of the defects of the parquet fillets. See also BGH decision of 14 January 2009 – VIII ZR 70/08, BauR 2009, 812.

The work contractor must ensure that all preparatory works for remedying the defects/re-laying and subsequent (supplementary) works be carried out at its own expense.

AUTHOR //  
AUTOR

Prof. Dr. jur. Gerd Motzke,  
Mering

gerd.motzke@t-online.de

1961-1965 Studium der Rechtswissenschaften in München, Berlin und Würzburg; Richter, Staatsanwalt, Regierungsdirektor im Hochschuldienst, Staatsanwalt als Gruppenleiter, Richter am OLG; 1997-2006 Vorsitzender Richter am OLG München, Bausenat in Augsburg; seit 1990 Honorarprofessor



ersatz verlangt werden, was Verschulden voraussetzt. BGH-Urteil vom 15.07.2008 – VIII ZR 211/07 (NJW 2008, 2837): „Der Verkäufer mangelhafter Parkettstäbe schuldet im Zuge der Nacherfüllung durch Ersatzlieferung (§ 439 Abs. 1 BGB) nur die Lieferung mangelfreier Parkettstäbe, d. h. die Verschaffung von Besitz und Eigentum an einer mangelfreien Kaufsache (§ 433 Abs. 1 BGB); zur Verlegung ersatzweise gelieferter Parkettstäbe ist der Verkäufer im Wege der Nacherfüllung auch dann nicht verpflichtet, wenn der Käufer die mangelhaften Parkettstäbe bereits verlegt hatte.“ Für die Kosten der Neuverlegung kommt der Verkäufer nur auf, wenn ihn ein Verschulden hinsichtlich der Mängel der Parkettstäbe trifft. Vgl. auch BGH-Urteil vom 14.01.2009 – VIII ZR 70/08, BauR 2009, 812. Der Werkunternehmer hat für die Mängelbeseitigung/Neuherstellung sämtliche vorbereitenden Arbeiten und die Nacharbeiten (Nebenarbeiten) auf seine Kosten zu bewirken.

**HERSTELLER/UNTERNEHMER – LIEFERANT** Einschlägig ist Kaufrecht. Die Mängelfrage bestimmt sich nach § 434 BGB, die Pflicht zur Nacherfüllung nach § 439 BGB. Deshalb: Was wurde bestellt? Wer Gestein nach DIN 12620 bestellt, kauft notwendigerweise die nach dieser Norm zulässigen organischen Verunreinigungen ein. Solche erweisen sich nicht als Mangel der Kaufsache. Will der Käufer Bauteile mit bestimmten optischen Qualitäten herstellen, ist das taugliche Material zu bestellen.

**ENTHAFTUNGSKLAUSELN DES HERSTELLERS/BAU-UNTERNEHMERS IM VERHÄLTNIS ZUM AUFTRAGGEBER/BAUHERRN** Eine vom Hersteller/Bauunternehmer gegenüber dem Auftraggeber verwendete Klausel „An der Oberfläche können bei Bewitterung ggf. braune Flecken auftreten; sie stammen aus betontechnologisch unbedenklichen Bestandteilen organischen Ursprungs. Derartige Erscheinungen sind kein Mangel, häufig verschwinden sie bzw. verblassen nach längerer Bewitterung.“ ist unwirksam, weil sie zum Ausschluss der Sachmangelrechte führt (§ 309 Nr. 8 b)aa BGB). Schließt eine Klausel den Mangel aus, wird die Haftung ausgeschlossen. Die Mängelfrage beurteilt sich nach den konkreten Umständen des Einzelfalles. ■

**PRODUCER/CONTRACTOR – SUPPLIER** Sales law applies. The defect issue is governed by section 434 BGB; the duty of subsequent performance arises from section 439 BGB. Hence, what has been ordered? Any party ordering aggregates in accordance with DIN 12620 inevitably also acquires the organic contaminations that are permissible according to this standard. These do not constitute a defect of the purchased item. If the buyer intends to produce components with certain visual quality characteristics, a material fit for this particular purpose must be ordered.

**PROVISIONS RELEASING THE PRODUCER/CONSTRUCTION CONTRACTOR FROM LIABILITY VIS-À-VIS THE CLIENT** If the producer/contractor uses a provision in the agreement with the client stating that “During exposure to weathering, brown stains may show on the surface; these stem from safe concrete constituents of organic origin. Such phenomena do not constitute a defect. They often disappear or fade after longer periods of weathering.”, then this provision is invalid because it results in the exclusion of rights arising from material defects (section 309 Item 8 b)aa) BGB). If a provision excludes the defect, it also excludes liability. The defect issue is to be judged on the merits of each specific case. ■

# Sicher steuern!

## Immer sehen was läuft.

### STEUERUNG



### DISPOSITION



### LABOR



### BRM



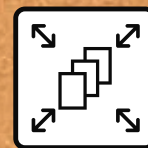
### FAKTURIERUNG



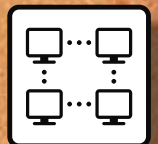
### FOCUS



### DATENPORTAL



### INTEGRATION



**dorner.at**

Innovative und anwenderfreundliche Software für die Baustoffindustrie. Wir machen Ihre Arbeitsabläufe produktiv, sicher und komfortabel.

**55. BetonTage · Neu-Ulm**  
Stand 105 · 8. – 10. 2. 2011  
Kommen und iPad gewinnen!

## DAMAGE CASE: MOISTURE DESIGN OF FOUNDATION SLABS – DISPUTES OVER DEFECTS RISING FROM CONTRADICTIONARY RULES AND STANDARDS SCHADENSFALL: FEUCHTE-TECHNISCHE BEMESSUNG VON BODENPLATTEN – MÄNGELSTREITIGKEITEN DURCH WIDERSPRÜCHLICHE REGELWERKE

► Foundation slabs of buildings with or without basement must be sealed in accordance with the DIN 18195 [1] standard pertaining to the sealing of buildings and structures unless these foundations have a waterproof design. In the latter case, this standard does not apply. Instead, the rules specified in the Code of Practice on Waterproof Concrete Structures [2] must be adhered to.

**EXPOSURE TO MOISTURE IN ACCORDANCE WITH DIN 18195** As long as neither groundwater nor perched water exerts a continuous pressure on the building components in contact with the soil, DIN 18195 uses the criterion of whether the soil has a permeability coefficient of at least  $10^{-4}$  m/s, and should thus be

► Bodenplatten nicht unterkellertes und unterkellertes Gebäude sind nach der Norm für Bauwerksabdichtungen DIN 18195 [1] abzudichten, es sei denn, Bodenplatten bestehen aus wasserundurchlässigen Konstruktionen. Dann gilt diese Norm nicht, dafür sind die Regelungen der Richtlinie für wasserundurchlässigen Beton [2] zu beachten.

**FEUCHTEBEANSPRUCHUNGEN NACH DIN 18195** Solange weder Grund- noch Schichtenwasser einen anhaltenden Wasserdruck auf die erdberührten Bauteile ausüben, unterscheidet die DIN 18195 nach dem Kriterium, ob der Boden einen Durchlässigkeitsbeiwert von mindestens  $10^{-4}$  m/s aufweist und damit als stark durchlässig einzustufen ist. Dann werden Wände durch Bodenfeuchte und nichtstauendes Sickerwasser, Bodenplatten nur durch Bodenfeuchte beansprucht. Wird dieser Wert nicht erreicht, versickert Wasser weniger schnell in den Baugrund. Dann ist vom Lastfall des zeitweise stauenden Sickerwassers, dem Stauwasser, auszugehen. Damit ergeben sich drei Beanspruchungsarten:

1. Bodenfeuchte/nicht stauendes Sickerwasser,
2. Stauwasser und
3. drückendes Wasser.

Stauwasser kann auf die Beanspruchung des nicht stauenden Sickerwassers reduziert werden, wenn Dränanlagen nach DIN 4095 [3] errichtet werden.

**BEANSPRUCHUNGEN NACH DER WU-RICHTLINIE** Die Richtlinie für wasserundurchlässige Betonkonstruktionen differenziert nicht zwischen Stauwasser und drückendem Wasser, sondern nur nach Bodenfeuchte/nicht stauendem Sickerwasser und allen Fällen, in denen Wasser auf die erdberührten Bauteile einen Wasserdruck ausüben kann. Die Beanspruchungsdauer lässt sich weder beim zeitweise einwirkenden Stauwasser noch beim drückenden Wasser definieren. Daher sind bei Stauwasser und bei drückendem Wasser die tatsächlichen Beanspruchungen auf die erdberührten

classified as highly permeable. In this case, walls are exposed to ground moisture and non-accumulating seepage whereas foundation slabs are exposed only to ground moisture. If this value is not reached, water percolates into the ground less rapidly. In this case, loading by temporarily accumulating seepage water (stagnant water) should be assumed. These considerations result in three types of exposure:

- a) ground moisture/non-accumulating seepage,
- b) stagnant water and
- c) pressing water.

Stagnant water exposure can be reduced to the exposure to non-accumulating seepage if drainage systems in accordance with DIN 4095 [3] are included.

**EXPOSURES IN ACCORDANCE WITH THE CODE OF PRACTICE ON WATERPROOF CONCRETE STRUCTURES ("WU-RICHTLINIE")** The Code of Practice on Waterproof Concrete Structures does not differentiate between stagnant water and pressing water but only according to ground moisture/non-accumulating seepage water and all cases in which water may exert a pressure on building components in contact with the soil. No period of exposure may be defined for both temporarily acting stagnant water and pressing water. For this reason, the actual effects on the components in contact with the soil are identical for stagnant water and pressing water. The distinction between these two is, however, useful because stagnant water may be reduced to seepage water by drainage systems (unlike pressing water). In cohesive soils, basement flats or external points of access to basements can be designed with a drainage system at a relatively low cost. Sophisticated waterproof structures outside buildings that resist pressing water are not required.

AUTHOR //  
AUTOR

**Matthias Zöller,**  
Aachener Institut für  
Bauschadensforschung  
und angewandte Bauphysik

post@sv-zoeller.de

Geb. 1962; Studium der Architektur an der TU Karlsruhe; Lehrbeauftragter für Bauschadensfragen sowie Referent am Karlsruher Institut für Technologie KIT; Systematische Bauschadensforschung am AIBAU – Aachener Institut für Bauschadensforschung und angewandte Bauphysik gGmbH; Leitung der Aachener Bausachverständigentage; selbstständiges Architekturbüro; ö. b. u. v. Sachverständiger; Mitherausgeber der Fachzeitschrift IBR Immobilien- und Baurecht





Bauteile gleich. Die Differenzierung zwischen den beiden ist aber dennoch sinnvoll, weil Stauwasser durch Dränanlagen zu Sickerwasser reduziert werden darf, nicht aber drückendes Wasser. Bei bindigen Böden werden damit Souterrainwohnungen oder Kelleraußenzugänge mit dem vergleichsweise geringen Aufwand einer Dränung möglich, auf aufwändige druckwasserhaltende Wannenkonstruktionen außerhalb von Gebäuden kann verzichtet werden.

**BEANSPRUCHUNGSMINDERUNG DURCH BODEN-VERHÄLTNISSE** Bei einer detaillierten Betrachtung der Durchlässigkeitsbeiwerte und der Abfolge der Erdschichten können die tatsächlichen Beanspruchungen auch erheblich von denen abweichen, die formal anzunehmen sind. Die „gering durchlässigen“ Böden der DIN 18195 differenziert die DIN 18130 [4] in drei Stufen, die von „durchlässig“ bis „sehr schwach durchlässig“ reichen. Eine vergleichsweise dichte Erdschicht an der Oberfläche

**REDUCTION IN EXPOSURE DUE TO GROUND CONDITIONS** Actual exposure levels may materially deviate from formally assumed values when evaluating the permeability coefficients and sequence of strata in more detail. DIN 18130 [4] defines three classes (“permeable” to “very low permeability”) for the “low permeability” soils specified in DIN 18195. A relatively impermeable topsoil layer will not result in stagnant water phenomena also in soils that do not provide the required permeability coefficient as long as the bottom layer is more permeable than the top layer and no seepage water can permeate the top layer, for instance via drainage systems. If foundation slabs include strip foundations, stagnant water underneath the ground surface can often be prevented (FIG. 2) even though this greater load should be assumed in accordance with DIN 18195 (FIG. 1). This even more applies to infills without fines because the relatively

wird auch in Böden, die nicht den erforderlichen Durchlässigkeitsbeiwert aufweisen, nicht zu stauendem Wasser führen, solange die untere Schicht durchlässiger ist als die obere und kein Sickerwasser beispielsweise über Dränungen die obere Schicht durchdringen kann.

Bei Bodenplatten wird bei Gründung mit Streifenfundamenten in vielen Fällen kein Stauwasser unterhalb der Bodenfläche zu erwarten sein (ABB. 2), auch wenn nach DIN 18195 dieser höhere Lastfall anzunehmen ist (ABB. 1). Dies gilt umso mehr bei Schüttungen ohne Feinkornanteile, weil durch die vergleichsweise dichten Erdschichten nur wenig Wasser seitlich unter die Bodenplatte gelangen und dieses über die große Fläche unterhalb des Gebäudes versickern kann. Aus diesen Gründen bleiben häufig Konstruktionen schadensfrei, auch wenn sie nicht den Vorgaben der Norm für Bauwerksabdichtung entsprechen. Wo kein Wasser ansteht, kann dieses auch nicht die Bauteile durchdringen.



Ob Standard- oder Individualdesign,  
**RECKLI®-Strukturmatrizen**  
bringen Ihren Beton in Form.

In der Elementvorfertigung und im Ortbeton.

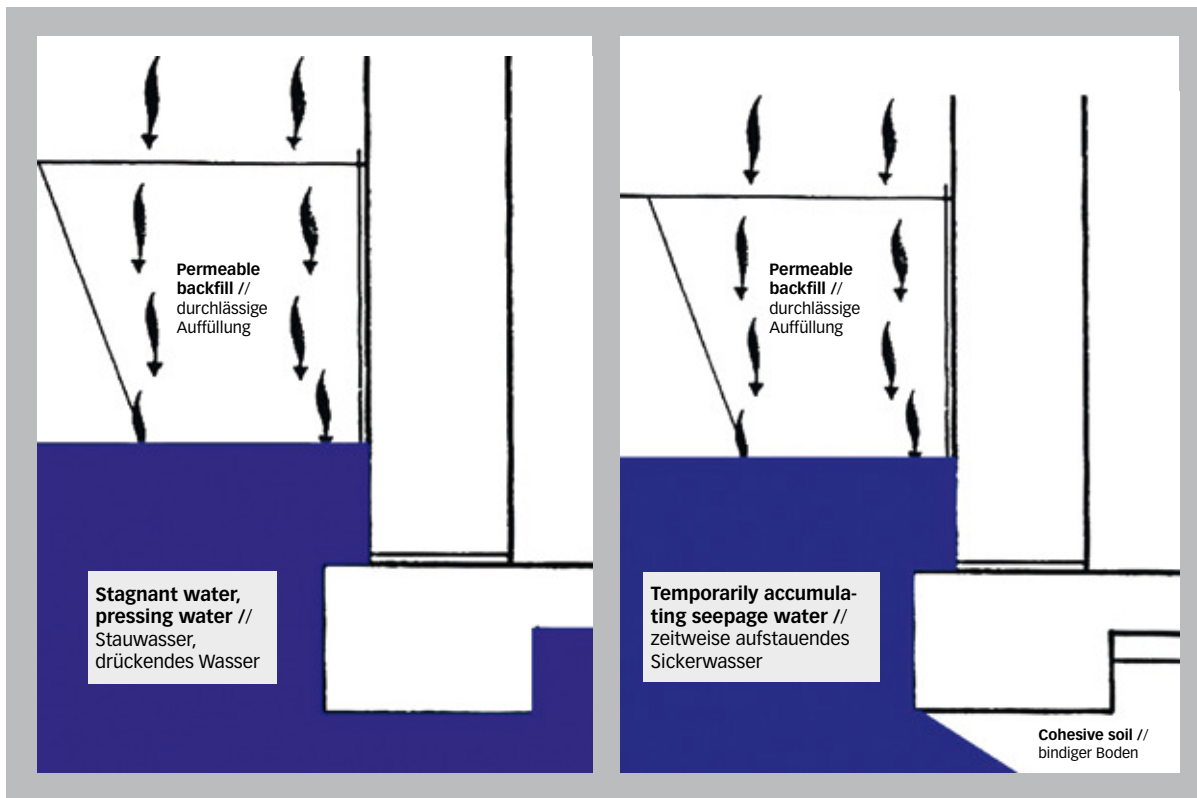


Fordern Sie unseren Katalog mit mehr als 250 Standarddesigns und Referenzobjekten an.

### RECKLI GmbH

Eschstraße 30 · 44629 Herne · Telefon +49 2323 1706-0 · Telefax +49 2323 1706-50 · www.reckli.de · info@reckli.de

► **FIG. 1** Basic moisture exposures of walls and foundation slabs in contact with soil for accumulating (stagnant) seepage water and pressing water // **ABB. 1** Prinzipielle Feuchtigkeitsbeanspruchungen auf erdberührte Wände und Bodenflächen bei stauendem Sickerwasser und drückendem Wasser.



▲ **FIG. 2** In many cases, foundation slabs are not exposed to stagnant water. // **ABB. 2** In vielen Fällen werden Bodenplatten nicht durch Stauwasser beansprucht.



## Anlagen zur Betonstahlverarbeitung ab Ring und Gitterschweissanlagen

DBE, vollautomatisches Schneiden und Biegen von Betonstahl

Concrete Solutions  
**55. BetonTage**  
 08.-10. Februar 2011, Neu-Ulm





impermeable soil layers let only small amounts of water pass underneath the foundation slab from the sides, which can then percolate into the large area underneath the building. For these reasons, foundation designs that do not meet the specifications of the standard pertaining to the sealing of structures often remain free from damage. Where the water does not impact the components or structure, it cannot permeate the components either.

**IMPLICATIONS OF THE CONTRADICTIONS IN RULES AND STANDARDS** There is no clear definition from which to derive the exposures to be assumed for foundation slabs positioned at a safe distance from the design groundwater level and in soil with relatively low permeability. The "WU-Richtlinie" (Code of Practice on Waterproof Concrete Structures) prescribes a design for resistance against pressing water. The same is true for DIN 18195 if no drainage is included. If, however, a drainage system is inserted into the ground, structures with skin-like seals must be protected only against ground moisture according to the standard pertaining to the sealing of structures whereas the rules for waterproof concrete structures do not make this distinction, which is why waterproof foundation slabs inserted on top of cohesive soils must be designed against pressing water for formal reasons.

**FOLGEN DER WIDERSPRÜCHE IN DEN REGELWERKEN** Welche Beanspruchungen bei Bodenplatten bei ausreichendem Abstand zum Bemessungsstand des Grundwassers und bei wenig durchlässigem Baugrund anzunehmen sind, also bei Stauwasser, ist nicht eindeutig festgelegt. Nach der WU-Richtlinie ist eine Bemessung gegen drückendes Wasser vorzunehmen, nach DIN 18195 auch, wenn keine Dränung errichtet wird. Falls aber der Baugrund dräniert wird, sind Konstruktionen mit hautförmigen Abdichtungen entsprechend der Norm für Bauwerksabdichtung nur gegen Bodenfeuchte zu schützen, während in den Regeln für WU-Konstruktionen diese Differenzierung nicht existiert und deshalb aus formalen Gründen WU-Bodenplatten über bindigen Böden gegen drückendes Wasser zu bemessen sind.

Warum aber soll die Minderung der Beanspruchung durch Dränung nur bei hautförmig abgedichteten Bodenplatten gelten, nicht aber für solche aus wasserundurchlässigem Beton? Diese Minderung der Beanspruchung gilt daher auch für WU-Bodenplatten. Darüber hinaus lohnt sich i.d.R. die genaue Prüfung, ob bei wenig durchlässigen Böden im Sinne der DIN 18195 tatsächlich auch ein Wasserstaudruck auf Bodenplatten entstehen kann. In vielen Fällen kann mit einfacheren Mitteln gegen Feuchtigkeit geschützt werden, in Tiefgaragen kann bei genaueren Untersuchungen des Baugrundes die Bodenfläche ohne Bodenplatte gepflastert werden. ■

The question thus arises why this reduction in exposure due to drainage should apply exclusively to foundation slabs with a skin-like seal but not to foundations consisting of waterproof concrete. This reduction in exposure thus also applies to waterproof concrete foundation slabs. In addition, it is usually worth checking whether stagnant water pressure on foundation slabs may actually occur also in low permeability soils as specified in DIN 18195. In many cases, structures can be protected against moisture by applying less sophisticated methods. In underground car parks, for example, the ground surface may be paved without putting a foundation slab underneath, provided the ground conditions have been thoroughly checked. ■

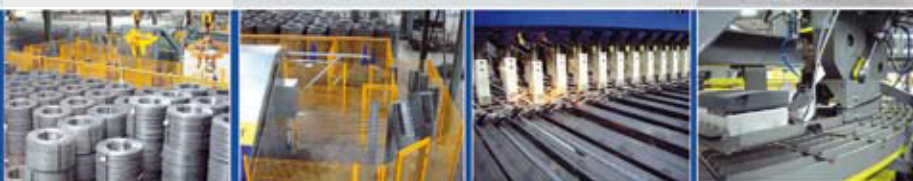
**REFERENCES // LITERATUR**

- [1] DIN 18195-1:2000-8 Bauwerksabdichtungen, Grundsätze, Definitionen, Zuordnung der Abdichtungsarten.
- [2] DAfStb Richtlinie Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton (WU-Richtlinie), Ausgabe November 2003, Deutscher Ausschuss für Stahlbeton im Deutschen Institut für Normung e.V., Berlin.
- [3] DIN 4095: 1990-06 Dränung zum Schutz baulicher Anlagen.
- [4] DIN 18130-1:1998-05 Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwerts Teil 1 Laborversuche.

## Flexible Anlagen zur Betonstahlverarbeitung und Bewehrung von Betonfertigteilen

HFBE Mattenschweißanlage

Stand Nr. 90



Filzmoser Maschinenbau Gesellschaft m.b.H.

4641 Steinhaus | Wels | Unterhart 76 | Tel. +43 7242 3434 0 | Fax +43 7242 3434 30 | marketing@fil.co.at | www.filzmoser.com



## LEGAL EVALUATION: MOISTURE DESIGN OF FOUNDATION SLABS – DISPUTES OVER DEFECTS ARISING FROM CONTRADICTORY RULES AND STANDARDS RECHTLICHE BEURTEILUNG: FEUCHTECHNISCHE BEMESSUNG VON BODENPLATTEN – MÄNGELSTREITIGKEITEN DURCH WIDERSPRÜCHLICHE REGELWERKE

AUTHOR //  
AUTOR

Prof. Dr. jur. Gerd Motzke,  
Mering

gerd.motzke@t-online.de

1961-1965 Studium der Rechtswissenschaften in München, Berlin und Würzburg; Richter, Staatsanwalt, Regierungsdirektor im Hochschuldienst, Staatsanwalt als Gruppenleiter, Richter am OLG; 1997-2006 Vorsitzender Richter am OLG München, Bausenat in Augsburg; seit 1990 Honorarprofessor



► **STARTING POINT** The basis for this evaluation is that the technical rules and standards applicable to stagnant water and pressing water include differing specifications. According to this view, the Code of Practice on Waterproof Concrete Structures (“WU-Richtlinie”) does not differentiate between stagnant water and pressing water, but DIN 18195 does because stagnant water becomes seepage water by introducing drainage. Table 1 of DIN 18195 illustrates this difference in items 2 and 3 and columns 5 and 6. By contrast, Table 1 of the Code of Practice on Waterproof Concrete Structures assigns pressing and non-pressing water to exposure class 1, as well as temporarily accumulating seepage. Exposure class 2 designates ground moisture and non-stagnant seepage water. Section 3.6.1 of the Code of Practice on Waterproof Concrete Structures may justify the significance of drainage. The definition reads: “Temporarily accumulating seepage water: Water that runs off freely under the influence of gravity but may temporarily accumulate on soil strata with low permeability. This type of exposure is found for structural embedment depths of less than three meters in soils with low permeability without drainage in accordance with DIN 4095 if the bottom le-

► **AUSGANGSPUNKT** Ausgegangen wird davon, dass die technischen Regelwerke für Stauwasser und drückendes Wasser Unterschiedliches vorsehen. Danach soll nämlich die WU-Richtlinie zwischen Stauwasser und drückendem Wasser nicht differenzieren, was die DIN 18195 tut, weil Stauwasser durch Drainierung zu Sickerwasser wird. Die Tabelle 1 der DIN 18195 verdeutlicht diesen Unterschied in den Nummern 2 und 3 sowie den Spalten 5 und 6. Dagegen weist die Tabelle 1 der WU-Richtlinie der Beanspruchungsklasse 1 drückendes und nicht drückendes Wasser sowie zeitweise aufstauendes Sickerwasser zu. Die Beanspruchungsklasse 2 kennzeichnet Bodenfeuchte und nichtstauendes Sickerwasser. Der Abschnitt 3.6.1 der WU-Richtlinie könnte den Stellenwert einer Drainierung begründen. Dort lautet die Definition: „Zeitweise aufstauendes Sickerwasser: Unter Einwirkung der Schwerkraft frei abfließendes Wasser, das sich auf wenig durchlässigen Bodenschichten zeitweise aufstauen kann. Diese Beanspruchungsart liegt vor bei einer Einbindetiefe des Bauwerks von weniger als 3 m in wenig durchlässigem Boden ohne Dränung nach DIN 4095, wenn die Bauwerkssohle mindestens 300 mm über dem Bemessungswasserstand liegt und Bodenart und Geländeform nur Stauwasser erwarten lassen.“

Ein Laie könnte zu dem Schluss kommen: Die WU-Richtlinie bedenkt die Dränung, bei Dränung liegt kein zeitweise aufstauendes Sickerwasser vor, sondern i. S. d. Abschnitts 5.2 Abs. 3 und der Tabelle 1 der WU-Richtlinie nichtstauendes Sickerwasser. Dann würde wie nach der DIN 18195 möglicherweise zeitweise aufstauendes Sickerwasser = Stauwasser durch die Dränung zu nichtstauendem Sickerwasser.

**RECHTSSTANDPUNKT** Bei unterschiedlichen technischen Normungsanforderungen ergeben sich folgende rechtliche Konsequenzen.

**EINDEUTIGE VERTRAGLICHE FESTLEGUNG** Bestimmt der Vertrag die Art und Weise der Abdichtung eindeutig, z. B. dass eine Weiße Wanne zu planen und auszuführen ist, ist die WU-Richtlinie einschlägig. Der Rückgriff auf die DIN 18195 ist

vel of the building or structure is located at least 300 mm above the design groundwater level and if only stagnant water should be expected due to the type of soil and ground configuration.”

A layperson might conclude that the Code of Practice on Waterproof Concrete Structures considers drainage, and further that no temporarily accumulating seepage occurs if drainage is included but rather non-stagnant seepage water as referred to in Section 5.2, para. 3 and Table 1 of the Code of Practice. In that case, temporarily accumulating seepage (i.e. stagnant water) might become non-stagnant seepage water as a result of drainage, as specified in DIN 18195.

**LEGAL POSITION** The following legal consequences arise from different technical specifications in rules and standards.

**UNAMBIGUOUS CONTRACTUAL DEFINITION** If the contract specifies the type of sealing unambiguously, such as the design and execution of a waterproof concrete structure, the Code of Practice on Waterproof Concrete Structures applies. Any reference to DIN 18195 would be contractually excluded. In this case, a reduction in exposure by drainage that might be derived from DIN 18195 may not be applied to waterproof concrete foundation slabs. The structural design and materials to be used are determined by the contractual agreement, which provides for a waterproof concrete structure and thus requires compliance with the Code of Practice on Waterproof Concrete Structures. Any contradiction between technical standards becomes irrelevant from a contract law point of view, which also applies if moisture has permeated the structure.

**HIDDEN CONTRACTUAL DEFINITION** A hidden contractual agreement may result from a construction contract entered into under the provisions of the VOB (Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen; German Construction Contract Procedures). Section 1, subsection 1,

vertragsrechtlich ausgeschlossen. Eine aus der DIN 18195 ableitbare Minderung der Beanspruchung durch Dränung kann in einem solchen Fall nicht auf WU-Bodenplatten übertragen werden. Die konstruktive/materialmäßige Ausbildung bestimmt die vertragliche Vereinbarung, die eine Weiße Wanne und damit die Einhaltung der WU-Richtlinie vorsieht. Ein Widerspruch zwischen Techniknormen wird vertragsrechtlich bedeutungslos, was auch dann gilt, wenn Feuchtigkeit eingedrungen ist.

**VERSTECKTE VERTRAGLICHE FESTLEGUNG** Eine versteckte vertragliche Vereinbarung kann sich bei einem VOB-Bauvertrag ergeben. Nach § 1 Abs. 1 Satz 2 VOB/B gelten dann die VOB/C-Regeln, also für die Abdichtung die DIN 18336. Sieht der Vertrag in keinem Leistungsbereich – Leistungsverzeichnis oder Werkplanung – Näheres vor, erfolgt nach Abschnitt 1 dieser DIN die Abdichtung mit Bitumenbahnen, bitumenhaltigen Stoffen und Metallbändern sowie Kunststoff- und Elastomerbahnen gegen Bodenfeuchte, nicht stauendes und aufstauendes Sickerwasser sowie nicht drückendes und drückendes Wasser einschließlich der Herstellung erforderlicher Dämmstoff-, Sperr-, Trenn- und Schutzschichten. Abschnitt 3.1 bestimmt für die Ausführung die Maßgeblichkeit der DIN 18195. Die Vorgaben dieser DIN gelten für die Planung und Ausführung. Ein Widerspruch zwischen Techniknormen wird vertragsrechtlich bedeutungslos, was auch dann gilt, wenn Feuchtigkeit eingedrungen ist.

**sentence 2 VOB/B stipulates that the VOB/C rules apply, which means that DIN 18336 applies to the sealing of the building or structure. If the contract fails to provide additional guidance in both the schedule of services and in the construction drawings or detailed design documents, Section 1 of this DIN standard specifies the sealing by bituminous sheeting, bituminous materials and metal strips, as well as plastic and elastomeric sheeting, to provide protection against ground moisture, non-stagnant and stagnant seepage and non-pressing and pressing water, including the installation of required insulating, barrier, separating or protective layers. Section 3.1 states that DIN 18195 applies to the execution of these works. The specifications of this DIN standard apply to design and construction. Any contradiction between technical standards becomes irrelevant from a contract law point of view, which also applies if moisture has permeated the structure.**

**INDETERMINACY – CONTRACT DOES NOT SPECIFY EXECUTION** If a contract makes no mention of any work execution details, the ordinary fitness for purpose determines the requirements. Moisture that has permeated the structure constitutes a defect, which is why contradictory technical standards are irrelevant. If no defect exists, any design and execution must mitigate existing risks as far as possible. The technical standard that mitigates the risk most must be applied. ■

**UNBESTIMMTHEIT – OFFENHEIT DER AUSFÜHRUNG NACH VERTRAG** Schweigt ein Vertrag zur Ausführung, bestimmt gewöhnliche Verwendungseignung die Anforderungen. Eindringene Feuchtigkeit begründet einen Mangel, so dass widersprüchliche Techniknormen irrelevant sind. Bei gegenwärtiger Mangelfreiheit ist zu bedenken, dass Planung und Ausführung risikoarm sein müssen. Die Techniknorm, die risikominimierend wirkt, ist maßgeblich. ■



**Kompletter Verschleißschutz  
nur bei Detloff**



Schützen Sie Ihre Mischer- und Anlagenteile vor schneller Abnutzung. Detloff-Produkte aus verschleißbeständigen Werkstoffen verlängern die Lebensdauer Ihrer Mischer und Anlagen.

Gerne erarbeiten wir für Sie individuelle Lösungen für den optimalen Verschleißschutz. Senden Sie uns Ihre Anfrage am besten heute noch zu. Sie erhalten umgehend Ihren persönlichen Lösungsvorschlag.

## CHOOSING THE RIGHT SUBFLOOR FOR CAST-STONE SLABS – COMMON ERRORS AND HOW TO AVOID THEM

### DER RICHTIGE UNTERBAU VON BETONWERKSTEINPLATTEN – HÄUFIGE FEHLER UND IHRE VERMEIDUNG

► **INTRODUCTION** Cast-stone slabs are laid as pavements or floors on various bases. The subfloor is crucial for ensuring a floor structure that remains free of damage, not least because of its load-bearing function. No floor will work properly without the right subfloor.

**LOADING AND SPECIFICATIONS** There is no subfloor suitable for all possible loads and specifications – this is simply impossible. The appropriate subfloor must be chosen on the basis of the specifications, acting loads and project-specific conditions. Key points to be considered include the place of installation (interior or exterior), mechanical actions resulting from static and dynamic loads, requirements for sound-proofing, moisture barriers and heat insulation, dimensional specifications that determine the floor height, and other requirements arising from technical installations such as surface heating or the routing of utilities.

► **EINLEITUNG** Als Bodenbelag werden die Betonwerksteinplatten auf unterschiedlichen Unterbauten verlegt. Dem Unterbau kommt dabei eine entscheidende, weil tragende Rolle für einen schadensfreien Bodenbelag zu. Ohne richtigen Unterbau kann auch der Bodenbelag nicht funktionieren.

**BEANSPRUCHUNGEN UND ANFORDERUNGEN** Einen Unterbau, der für alle Beanspruchungen und für alle Anforderungen der richtige ist, gibt es nicht und kann es auch nicht geben. Welcher Unterbau geeignet ist, ergibt sich aus den Anforderungen, den Beanspruchungen und den Randbedingungen des Objekts. Die wesentlichen Punkte sind dabei der Einbauort, innen oder außen, die mechanischen Belastungen aus ruhenden und dynamischen Lasten, die bauphysikalischen Anforderungen an den Schall-, Feuchte- und Wärmeschutz, die geometrischen Vorgaben der Aufbauhöhe und sonstige Anforderungen aus der Haustechnik, z. B. Flächenheizung, Medienverlegung usw.

**KONSTRUKTIONEN** Die Aufgabe des Planers besteht darin, alle Anforderungen zu berücksichtigen und den Bodenaufbau so zu planen, dass die Beanspruchungen schadensfrei aufgenommen werden können. Hierfür stehen verschiedene Konstruktionen zur Verfügung. Bei einem Unterbau im Verbund mit der Rohkonstruktion werden alle Schichten von der Rohdecke bis zur Betonwerksteinplatte starr – also im Verbund miteinander – ausgeführt. Die Konstruktion zeichnet sich durch die Aufnahme hoher Lasten aus, weil die Lasten nur über Druckkräfte in die Tragkonstruktion eingeleitet werden. Ist der Unterbau von der Rohdecke mittels Trennlagen getrennt (Estrich auf Trennlage), wird der Bodenaufbau sowohl durch Druck- als auch Biegezugspannungen beansprucht. Werden zwischen der Estrichplatte und dem Untergrund Dämmschichten verlegt (schwimmender Estrich), sind für die Lastabtragung die Biegezugspannungen maßgebend. Eine Konstruktion, die in Büro- und Verwaltungsgebäuden zur Ausführung kommt, ist der Hohlboden. Eine dünne Tragschicht wird hierbei auf Stützen aufgeständert. Die Lasten werden durch Biegezugspannungen in der Tragschicht über Druckkräfte (Stützen) in die Tragkonstruktion eingeleitet.

**DESIGNS** It is the designer's responsibility to consider all requirements and specifications and to plan the floor structure in such a way that the loads can be absorbed without damage. Various designs are available for this purpose. The subfloor may be bonded to the building shell. In this case, all layers – from the unfinished floor to the cast-stone slab – are rigidly connected to each other. This design can absorb high loads because they are introduced into the structural framework only as compressive forces. If the subfloor is separated from the unfinished floor (screed placed on a separating layer), both compressive and tensile bending stresses act on the floor structure. If insulating layers are placed between the screed and the subfloor (floating screed), tensile bending stresses are the key criterion that determines the transfer of loads. False floors are a design option that is commonly used in office and administrative buildings. In such an arrangement, a thin load-bearing base rests on supports. The tensile bending stresses acting on the base are transferred as compressive loads (via the supports) into the structural framework of the building.

**LAYING METHODS** On the subfloor, cast-stone slabs may be laid on thick-bed, medium-bed or thin-bed mortars. Cementitious materials are most commonly used for laying. Methods differ in terms of their workmanship and thickness of the adhesive layer. Thick-bed laying is the oldest method. The mortar bed may be 15 to 45 mm thick. Medium-bed laying is carried out on level surfaces using an adhesive layer of 5 to 15 mm. The thinnest adhesive layer (2 to 5 mm) is used for the thin-bed laying method.

**COMMON ERRORS** In composite designs, the most frequent errors result from an insufficient quality of the bed mortar and from the absence of a bond to the structural framework. Floating subfloors and subfloors placed on a separating layer are often designed and constructed with an insufficient thickness of the load distribution layer. Service loads may not be completely absorbed in this case. In addition, deformation and cracking occur if the cast-stone slabs are

AUTHOR //  
AUTOR

Dipl.-Ing. (FH) Peter Hoft,  
Hochtief Consult Materials,  
Mörfelden-Walldorf

[Peter.Hoft@Hochtief.de](mailto:Peter.Hoft@Hochtief.de)

Geb. 1968; Architekturstudium an der Fachhochschule Frankfurt am Main; Ingenieur, Bauführer und anschließend Bauleiter und Planungs Koordinator bei der HOCHTIEF AG in den Niederlassungen Mainz und Frankfurt; von der IHK-Frankfurt am Main ö. b. u. v.

Sachverständiger für Schäden an Gebäuden; Technischer Berater und Sachverständiger bei der HOCHTIEF Construction AG, Consult Materials, Mörfelden-Walldorf





**VERLEGEVERFAHREN** Auf dem Unterbau können die Betonwerksteinplatten im Mörtelbett, im Mittelbett oder im Dünnbett verlegt werden. Die häufigste Verlegung ist die mit zementären Materialien. Die Verfahren unterscheiden sich in der handwerklichen Ausführung und in der Dicke der Klebeschicht. Die älteste Methode ist die Verlegung im Dickbett. Die Dicke des Mörtelbetts reicht von 15 - 45 mm. Die Verlegung im Mittelbett erfolgt auf planebenen Oberflächen in einer Kleberschicht von 5 - 15 mm. Die geringste Dicke der Klebeschicht findet sich bei der Dünnbettverlegung (2-5 mm).

**HÄUFIGE FEHLER** Bei Verbundkonstruktionen treten die häufigsten Fehler durch eine unzureichende Qualität des Verlegemörtels und einen fehlenden Verbund zur Tragkonstruktion auf. Schwimmende Unterbauten und Unterbauten auf Trennlage werden häufig mit zu geringer Dicke der Lastverteilungsplatte geplant und ausgeführt. Die Nutzlasten können dann nicht mehr vollständig aufgenommen werden. Darüber hinaus entstehen Verformungen und Risse, wenn die Betonwerksteinplatten auf einen noch nicht belegreifen Untergrund verlegt werden. Auf Hohlböden treten die meisten Fehler dadurch auf, dass die Durchbiegung der Tragschicht nicht begrenzt wird.

**ZUSAMMENFASSUNG** Der richtige Unterbau zeichnet sich dadurch aus, dass er alle Anforderungen aus der Nutzung dauerhaft schadensfrei aufnehmen kann. Die häufigsten Fehler entstehen durch das Missachten von Beanspruchungen, die auf den Boden einwirken. Mangelfreie Bodenbeläge können nur erreicht werden, wenn das Material, die Ausführung und der Unterbau richtig geplant und ausgeführt werden. ■

**laid on a base that is not yet ready for laying. In the case of false floors, errors most frequently occur because the deflection of the base is not limited.**

**SUMMARY An appropriate sub-floor should be capable of taking up all loads resulting from its use in the long term and without damage. Most commonly observed errors result from the fact that certain loads acting on the floor are not considered. Floor coverings may be free of defects only if the material, design and subfloor are correctly planned and constructed. ■**

## SF-Kooperation

The international association of leading concrete stone producers



## international networking

OVER 30 YEARS  
OF ACCUMULATED  
EXPERTISE

SF-Kooperation is an international organisation. Die SF-Kooperation ist eine internationale for leading manufacturers of building materials Gruppe führender Hersteller von Baumaterialien and concrete products. Founded over 30 years and Betonprodukten. Vor über 30 Jahren ago, SF-Kooperation originally brought together gegründet, ging sie aus der Lizenzgruppe für the manufacturers which were then licensed to den S-Formstein von 1956 hervor. Heute steht der market the 1956 S-shaped concrete paver. Today, Name SF-Kooperation weltweit für Erfahrung, the name SF-Kooperation stands for experience, Entwicklung, Service und Beratung in allen Fragen product development activities, and the service and rund um das Thema Beton. support in all matters relating to concrete products.



SF-Kooperation shareholders are manufacturing Weltweit in über 100 Werken werden Produkte SF-Kooperation products in over 100 plants der SF-Kooperation von den Gesellschaftern across the globe and successfully marketing produziert und vertrieben. Wenn Sie mehr über them worldwide. If you are interested in diesen internationalen Verbund wissen möchten, becoming a partner in this international network, fordern Sie bitte weitere Informationen an. please contact us for further information.

[www.sf-kooperation.de](http://www.sf-kooperation.de)

Tel.: +49(0)421 693 53 80

Fax: +49(0)421 693 53 99

Email: [info@sf-kooperation.de](mailto:info@sf-kooperation.de)

Postal address: SF-Kooperation GmbH

Postfach 77 03 10

D-28703 BREMEN / GERMANY

## SAFE JOINTING OF CAST-STONE SLABS IN BONDED AND UNBONDED DESIGNS SICHERE VERFUGUNG VON BETONWERKSTEIN IN GEBUNDENER UND UNGEBUNDENER BAUWEISE

► **The unbonded method is most commonly used for laying cast-stone slabs onto mixes of crushed sand/chippings without binder. This conventional method fails quickly if special loading or cleaning requirements exist. The bonded method is currently neither mentioned in nor appropriately covered by German rules and standards. Quite on the contrary: the wording of DIN 18318 was not useful with respect to the mortar specifications described in this standard. These specifications were deleted in the revised version but, astonishingly, not replaced with the established state of the art. Yet German standards pertaining to prefabricated construction methods (pavers and slabs) are beginning to change. Guidance and recommendations for an appropriate mortar-based**

► Die Regelbauweise ist die ungebundene Verlegung in Brechsand/Splittgemische ohne Bindemittel. Unter besonderen Belastungen und Reinigungsanforderungen versagt die traditionelle Bauweise rasch. Die gebundene Bauweise wird zur Zeit in den deutschen Regelwerken weder erwähnt noch ihrer Bedeutung entsprechend behandelt. Im Gegenteil – die Formulierungen der DIN 18318 waren im Hinblick auf die dort beschriebenen Mörtelspezifikationen unbrauchbar. Sie wurden bei der Neuformulierung dementsprechend gestrichen, erstaunlicherweise aber nicht durch den bekannten Stand der Technik ersetzt.

Doch auch in das deutsche Regelwerk für die Elementbauweise (Pflaster und Platten) kommt Bewegung. Hinweise und Empfehlungen für eine geeignete Mörtelbauweise (gebundene Bauweise) wurden formuliert und in Form eines FGSV-Arbeitspapiers (618-2), eines WTA-Merkblatts (AG 5.21) und eines DNV-Merkblatts erstellt. Da allgemeingültige Vorschriften erst in einigen Jahren zu erwarten sind, sollten bis dahin einschlägige Erfahrungswerte aus Forschung und Praxis angewendet werden. Werden in der heutigen Zeit Pflaster- und Plattendecken geplant und ausgeführt, muss die genaue Verkehrsbelastung und Nutzung dieser Fläche bekannt sein. Nur mit dieser Grundvoraussetzung ist es möglich, ein auf das Objekt abgestimmtes, homogenes und langlebiges Konzept zu erarbeiten. Im Privatbereich ist die Ausführung wegen der geringen Verkehrsbelastung als eher unproblematisch einzustufen. Geht man in die RStO-relevanten Bereiche, klaffen die Expertenmeinungen meilenweit auseinander. Je nach Herstelleresinnung werden z. B. Fugenmaterialien empfohlen, ausgeschrieben und in Merkblättern verankert, die höhere Festigkeiten entwickeln als der eingebundene Belagstoff.

Andere schwören auf zweistufige Konzepte oder suggerieren mit Piktogrammen, dass es maßgeblich vom eingesetzten Fugenmörtel abhängt, welcher

laying method (bonded construction) were drafted and published in an FGSV Working Paper (618-2), a WTA Code of Practice (AG 5.21) and a DNV Code of Practice. Because of the fact that generally applicable rules and standards will be introduced only in a few years' time, the experience gained in both research and practice should be utilized for the time being. The live loads acting on the surface and its type of use must be accurately determined prior to designing and constructing pavements consisting of concrete pavers and slabs. A project-specific, consistent and durable design can be developed only if this basic precondition is met. In the private residential sector, construction is rather unproblematic because of the low live loads acting on the pavement. By contrast, experts' opinions differ greatly when considering applications governed by the RStO (Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen; Guidelines on the Standardization of Pavements in Traffic Areas). Depending on the affiliations to manufacturers, jointing materials are recommended, specified and included in codes of practice that develop higher strengths than the bonded paving material.

Others promote two-stage concepts or use pictograms to suggest that the jointing mortar is the key criterion to be used for determining the loads that the pavement may be exposed to. As a homogeneous structure for RStO classes  $\geq$  III, the bonded method using anti-capillary, drainable base and bedding courses with a strength of  $\geq 30 \text{ N/mm}^2$  and a paver height of  $\geq 100 \text{ mm}$  has proven its worth. A flowable paver jointing mortar bound by trass cement providing a strength of  $\geq 30 \text{ N/mm}^2$  (laboratory value) should be used for joint filling. Trass cement ensures a low-stress setting process providing an impermeable structure

AUTHOR //  
AUTOR

**Volker Kersten,**  
tubag Trass Vertrieb, Kruft

[v.kersten@tubag.de](mailto:v.kersten@tubag.de)

Geb. 1963; Maurerlehre und anschließend Verputzerlehre; Umschulung zum DV-Kaufmann; Einführung eines Überwachungs- und Optimierungssystem (Zeitmanagement, Logistik, etc.) für die schlüsselfertige Erstellung von Wohn- und Gewerbeobjekte in einer Bauträgergesellschaft; 1990-1997 Projekt- und Bauleiter bei einer Bauträger- und Immobiliengruppe, Berlin; 1997-2001 Leiter Innendienst und technische Beratung bei der Tubag GmbH; 2001-2004 nach der Fusion mit quick-mix Leiter des Werkes Luxemburg; seit 2004 verantwortlich für den Produktbereich GaLa- und Straßenbau innerhalb der quick-mix Gruppe





Belastung die Pflasterfläche ausgesetzt werden kann. Als homogener Aufbau für die RstO-Klassen  $\geq$  III hat sich die gebundene Bauweise aus kapillarbrechenden, drainfähigen Trag- und Bettungsschichten mit einer Festigkeit  $\geq 30$  N/mm<sup>2</sup> und einer Steinhöhe von  $\geq 100$  mm bewährt. Die kraftschlüssige Fugenverfüllung sollte mit einem trasszement-gebundenen, fließfähigen Pflasterfugenmörtel mit einer Festigkeit von  $\geq 30$  N/mm<sup>2</sup> (Laborwert) erfolgen. Das Bindemittelkonzept Trasszement sorgt für ein spannungsarmes, gefügedichtetes und nahezu rissfreies Abbindeverhalten. Die Fugen müssen vollständig gefüllt sein, damit die Horizontalkräfte in den Fugen richtig in die Bettungs- und Tragschicht übertragen bzw. abgeleitet werden können. Eine der wichtigsten Funktionen der Pflasterfuge ist die Aufnahme der Scher- und Schubkräfte. Diese Einwirkungen verlangen von den eingesetzten Fugenmaterialien eher ein gutes E-Modul/Haftverbund-Verhältnis als eine extrem hohe Festigkeit. Zu hohe Festigkeiten führen häufig zu spannungsbedingten Kantenabplatzungen am Betonwerkstein. Bei der Fugenausbildung mit Epoxidharz-Fugenmörtel, diese sind alle drainfähig, ist darauf zu achten, dass eine angemessen hohe Wasserdurchlässigkeit der Trag- und Bettungsschicht gewährleistet ist. Werden beschichtete Betonwerksteinplatten verfugt, kann es bei ungünstigen Witterungsverhältnissen zu einer Reaktion der Härterkomponente mit der Plattenbeschichtung kommen. ■

almost completely free of cracking. The joints must be filled completely in order to ensure appropriate transfer of the horizontal loads into the base and bedding courses. One of the key functions of pavement joints is to absorb shear forces. These actions require the jointing materials to provide a favorable ratio between the modulus and adhesive bond ratio, rather than an extremely high strength. Excessively high strengths often cause stress-induced edge spalling on cast-stone products. When using epoxy-resin based jointing mortars (all of these mortars are drainable), care must be taken to ensure that the base and bedding courses provide a sufficiently high water permeability. If coated cast-stone slabs are laid, adverse weather conditions may result in a reaction of the hardener component with the slab coating material. ■

WELTWEIT

KOMPETENT

KÜBELBAHNANLAGEN

BETONVERTEILERANLAGEN



Einschielenbahn Kippkübel



Bodenentleerkübel



Zweischienenbahn Kippkübel



Bodenentleerkübel



Halbportalverteiler



Schrägaufzug



Halbportalverteiler



Deckenfertiger



Besuchen Sie uns.  
Stand Nr. 19

www.betontage.com

Concrete Solutions  
55. BetonTage  
08.-10. Februar 2011, Neu-Ulm

Verwaltung  
und Produktion  
in Deutschland

KÜBAT  
Förderanlagen GmbH  
Max-Planck-Str. 14  
D-88361 Altshausen

Telefon: 0 75 84/92 09-0  
Telefax: 0 75 84/92 09-20  
E-Mail: info@kuebat.de  
Internet: www.kuebat.de



## MINIMUM STANDARDS FOR CONCRETE MIXERS TO PRODUCE HIGH-PERFORMANCE CONCRETE FOR CAST-STONE APPLICATIONS EXACTLY TO SPECIFICATION

### MINDESTAUSSTATTUNG VON BETONMISCHANLAGEN ZUR ZIELSICHEREN HERSTELLUNG VON HOCHLEISTUNGSBETON FÜR BETONWERKSTEIN

► **INTRODUCTION AND BACKGROUND** In the recent past, high-performance concrete (HPC) has increasingly been used for the manufacture of cast-stone products [1] with small cross-sections that were to resist high loads. Its high strength and durability result from its increased packing density achieved by an appropriate selection of coarse and fine aggregates whilst reducing the equivalent water/cement ratio (w/ceq). As a key process step, the mixing process provides potential for optimization in order to use conventional concrete mixing systems for the production of HPC items exactly to specification [2].

► **EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG** In jüngster Vergangenheit wurden Betonwerksteine [1] mit geringen Querschnitten bei hohen Tragfähigkeitsanforderungen vermehrt aus Hochleistungsbeton (HLB) hergestellt. Seine hohe Festigkeit und Dauerhaftigkeit gründen auf einer erhöhten Packungsdichte infolge einer geeigneten Auswahl grober und feiner Gesteinskörnungen bei gleichzeitiger Reduktion des äquivalenten Wasserzementwertes (w/zeq-Wert). Um mit herkömmlichen Betonmischanlagen eine zielsichere Herstellung von HLB-Produkten zu ermöglichen, bietet der Mischvorgang als zentraler Prozessschritt ein mögliches Optimierungspotenzial [2].

**MINIMUM REQUIREMENTS** The key components of a mixing system are its storage, feed and batching units, the moisture measurement system and the actual concrete mixing unit [3]. Storage and feed systems must be adjusted to the individual concrete components and designed and dimensioned accordingly. As far as reasonably possible, the mix constituents must be stored in a dry place to minimize the adverse effect on workability caused by natural moisture fluctuations. Because of the strong interactions of the mix constituents, the concrete components must always be accurately batched whilst adhering to the low w/ceq value, which applies particularly to the water and plasticizer used. For this reason, actual batching tolerances should be kept significantly below the permissible batching tolerances specified in [4] when producing HPC, particularly with respect to water, binder and plasticizer. The inherent moisture of the concrete components must be measured in order to ensure the accurate measurement and batching of the water to be added. Commonly used measuring methods ensure a sufficiently accurate determination of the natural moisture of aggregates and enable compliance with the required low batching tolerances. In general, the production of HPC on conventional mixers requires longer mixing times than needed for standard concrete. Conventional mixers can usually achieve economical mixing times if the mixing parameters are modified accordingly [5]. This goal can be achieved, in particular, by optimizing the mixing tool geometry and arrangement and adjusting the mixing speed to the intensity required in each mixing phase. The minimum requirements that exist for the concrete mixing system are subject to continuous change as a result of innovations and future trends in concrete technology. The following trends are currently observed: new development and continuous improvement of concrete raw materials (binder compounds), minimizing the amount of plasticizer and optimizing the homogenization process

**MINDESTANFORDERUNGEN** Die wesentlichen Elemente einer Betonmischanlage sind die Lagerungs-, Zuführungs- und Dosiereinrichtungen, das Feuchtemesssystem sowie die Betonmischeinheit [3]. Die Lagerungs- und Zuführungseinrichtungen müssen auf die unterschiedlichen Betonkomponenten ausgerichtet und entsprechend dimensioniert werden. Um die Konsistenzbeeinträchtigung durch Eigenfeuchteschwankungen zu minimieren, bedarf es einer weitestgehend trockenen Lagerung der Mischgutbestandteile. Anhand der starken Wechselbeziehung der Mischgutbestandteile ist, unter Berücksichtigung des geringen w/zeq-Wertes, eine exakte Dosierung der Betonkomponenten, insbesondere des Wassers und Fließmittels, unabdingbar. Infolgedessen sollten die in [4] festgelegten zulässigen Dosiertoleranzen, insbesondere bei Wasser, Binde- und Fließmittel, für die Herstellung von HLB deutlich unterschritten werden. Um eine genaue Zugabewasserbestimmung und -dosierung zu gewährleisten, bedarf es einer Ermittlung der Grundfeuchten der Betonkomponenten. Die gängigen Feuchtemesstechniken gewährleisten eine ausreichend genaue Bestimmung der Gesteinskörnungseigenfeuchte und ermöglichen die erforderlichen geringen Dosiertoleranzen. Grundsätzlich erfordert die Herstellung von HLB mit konventionellen Mischern längere Mischzeiten als die von Standardbeton. Anhand der Veränderung der Mischparameter können mit herkömmlichen Betonmischern in der Regel wirtschaftliche Mischzeiten

AUTHOR //  
AUTOR

Prof. Dr.-Ing. Harald Beitzel,  
Institut für Bauverfahrens- und  
Umwelttechnik (IBU), Trier

[info@ibu-trier.de](mailto:info@ibu-trier.de)

Leiter des Institut für Bauverfahrens- und Umwelttechnik (IBU) mit integriertem Ingenieur- und Gutachterbüro; langjährige verantwortliche Tätigkeit in der Bauindustrie; Leitung von nationalen und internationalen Bauprojekten sowie von Forschungs- und

Entwicklungsprojekten im maschinellen Betonbau; ö. b. u. v. Sachverständiger der IHK Trier für Baubetriebs- und Ausführungstechnik im Hoch-, Tief- und Erdbau; verschiedene Mitgliedschaften und Ämter – u. a. VDI und RILEM



erzielt werden [5]. In diesem Zusammenhang sind u. a. die Optimierung der Mischwerkzeuggeometrie und -anordnung sowie die Drehzahlpassung an die erforderliche Mischintensität der jeweiligen Mischphase zu nennen. Die Mindestanforderungen an die Betonmischanlage werden stetig durch die neuen bzw. zukünftigen Entwicklungen in der Betontechnologie beeinflusst. Dabei sind derzeit folgende Tendenzen zu nennen: Neu- und Weiterentwicklung von Betonausgangsstoffen (Bindemittel-Compound); Fließmittelminimierung und Optimierung der Homogenisierung durch Verbesserung der Mischerleistung; Verarbeitungserleichterung; Erzielung einer hartgesteinähnlichen Betonfestigkeit sowie Verbesserung der Duktilität. Eine wirtschaftliche und qualitativ hochwertige Herstellung von HLB-Produkten wird durch die Verringerung der Dosiertoleranzen, den optimalen Einsatz der Feuchtemesssysteme, den Einsatz von Hochleistungsmischern [6] sowie die Optimierung mischerspezifischer Parameter [7] ermöglicht.

**SCHLUSSFOLGERUNGEN** Moderne Betonmischanlagen ermöglichen grundsätzlich die Herstellung von HLB. Die Optimierung ihrer Mindestausstattung auf die Belange der erforderlichen Betonkomponenten kann zu einer weiteren Produktionsverbesserung führen. Um die hohen Qualitätsanforderungen an die HLB-Herstellung zu erfüllen, ist eine präzise Abstimmung zwischen den betontechnologischen, systemtechnischen und betriebstechnischen Einflüssen erforderlich. ■

**by increasing mixer performance, improving workability, achieving a concrete strength similar to hard rock, and improving ductility. The economical manufacture of high-quality HPC products is enabled by reducing the batching tolerances, optimizing the use of moisture measurement systems, using high-performance mixers [6], and optimizing mixer-specific parameters [7].**

**CONCLUSIONS** State-of-the-art concrete mixing systems are generally suitable for producing HPC. The production process can be improved further if the minimum standard of these systems is specifically adjusted to the characteristics of the required concrete components. To comply with the demanding quality requirements that exist for HPC, influential factors in concrete technology, systems engineering and plant operation must be minutely adjusted to each other. ■

#### REFERENCES // LITERATUR

- [1] Deutsches Institut für Normung (DIN): DIN V 18500 – Betonwerkstein – Begriffe, Anforderungen, Prüfung, Überwachung, Ausgabe 2006-12, Beuth Verlag, 2006.
- [2] Beitzel, H.: Optimierungspotenziale des Mischprozesses zur Herstellung von Hochleistungsbetonen – Chancen für die Praxis, BFT International, Vol. 76, Nr. 2, Bauverlag, 2010.
- [3] Beitzel, H.: Herstellung und Verarbeitung von Beton, Betonkalender 2003, Ernst & Sohn Verlag, 2003.
- [4] Deutsches Institut für Normung (DIN): DIN 1045-2 – Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 2: Beton – Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität – Anwendungsregeln zu DIN EN 206-1, Ausgabe 2008-08, Beuth Verlag, 2008.
- [5] Beitzel, H.: Optimisation of the Mixing Process for Producing Self-Compacting High-Performance Concrete, In: Design, Production and Placement of Self-Consolidating Concrete, RILEM Bookseries, Vol. 1, Part 4, Springer-Verlag, 2010.
- [6] Beitzel, H.; Charonnat, Y.; Beitzel, M.: Final Report of RILEM TC-150 ECM – Efficiency of Concrete Mixers – Assessment and classification of performance mixers, In: Materials and Structures, Vol. 36, No. 256, RILEM Publications, 2003.
- [7] Beitzel, H.: Qualitätssichere Herstellung von selbstverdichtendem Beton (SVB) durch Veränderung der maßgebenden Maschinenparameter im Betonmischer, BFT International, Vol. 73, Nr. 1, Bauverlag, 2007.

## HOW WAS IT PRECASTED?

Identification and solution of the demands from our customers

Advantage in competition through know-how.



visit us at:



The BIG 5 - 2011  
Feb. 27th-March 2nd,  
Jeddah, Saudi Arabia



ICC Oceania 2011  
Feb. 21st - 24th  
Melbourne, Australia

WITH

**NUSPL**

PRECAST EQUIPMENT

by our highly  
valued customer



**NUSPL**

PRECAST SYSTEMS

Your partner in precast  
with over 50 years of Experience!

Unterer Dammweg 2 info@nuspl.com tel.: +49 (0)721 / 70 80 0  
76149 Karlsruhe www.nuspl.com fax: +49 (0)721 / 70 80 70

## CAST-STONE FURNITURE AND INTERIOR DESIGN ELEMENTS – PLANNING AND DESIGN REQUIREMENTS – PRODUCTION, COMPLETED EXAMPLES MÖBEL UND RAUMELEMENTE AUS BETONWERKSTEIN – ANFORDERUNGEN AN PLANUNG UND DESIGN – HERSTELLUNG, AUSGEFÜHRTE BEISPIELE



► For the third time, the interior design degree course at Mainz University of Applied Sciences organized a term project entitled “Material as an Impetus to Design” in close cooperation with industry partners. In previous years, students had dealt with fiberglass and mineral materials. The most recent project concentrated on concrete.

► Bereits zum dritten Mal veranstaltete der Studiengang Innenarchitektur der FH Mainz unter dem Titel „Material als Design-Impuls“ ein Semesterprojekt in enger Zusammenarbeit mit Partnern aus der Industrie. Nachdem sich die Studierenden in den vergangenen Jahren mit den Themen Fiberglas und Mineralwerkstoff beschäftigt hatten, drehte sich diesmal alles um den Werkstoff Beton.

Auslöser für die Designentwicklung sollte das Material selbst sein. 16 Nachwuchsdesigner/innen machten sich mit viel Engagement an die Entwicklungsarbeit. In enger Zusammenarbeit mit einem Netzwerk kooperierender Firmen ging es um die experimentelle und konzeptionelle Verwendung von Beton bei der Entwicklung neuer Möbel- und Raumprodukte.

Als Hauptpartner konnte die Manufaktur Villa Rocca aus Freiburg gewonnen werden – ein Unternehmen, welches sich durch qualitativ hochwertige Produkte aus Beton einen internationalen Ruf erworben hat. Die Firma verfügt über ein weitreichendes Know-How bei der Fertigung von Betonobjekten – von kleinen Accessoires bis hin zu großen Fassaden- und Raumelementen.

Christian Egenter, einer der beiden Gesellschafter des experimentierfreudigen Unternehmens, war sofort begeistert von dem gemeinsamen Projekt und begleitete den Entwicklungsprozess in Zusammenarbeit mit den Studierenden kontinuierlich. Zunächst durch zahlreiche Besuche an der Hochschule in Mainz, wo er unmittelbar in den Entwurfsprozess eingebunden war – danach im Rahmen eines viertägigen, intensiven Workshops, zu dem

The material itself should inspire the design. Sixteen aspiring designers started their work, full of dedication and enthusiasm. The project relied on a close collaboration with a network of businesses in order to demonstrate how concrete can be used in an experimental and conceptual manner for developing new furniture products and interior design elements. The Freiburg-based business Villa Rocca was attracted as the main partner – it has earned an international reputation for its premium-quality concrete products. The business benefits from a wealth of expertise in producing concrete objects – from small accessories to large façade and interior design elements.

Christian Egenter, one of the two partners of this innovative company, was fascinated right away when he heard of the joint project and supported the development process on an ongoing basis, working closely together with the students. Initially, he visited the university in Mainz many times and was directly involved in the design process. Then he organized an intensive four-day workshop for which the business provided its production facilities and some of its staff.

Dyckerhoff and KauPo Plankenhorn, two other concrete construction experts, were also involved in the project and demonstrated a high degree of commitment. Dyckerhoff AG supported the student designs by providing formwork and the self-compacting material marketed as “Flowstone”, which was used as a casting

AUTHOR //  
AUTOR

Prof. Bernd Benninghoff,  
Fachhochschule Mainz

Bernd.Benninghoff@  
fh-mainz.de

Geb. 1966; 1990-1995 Studium der Innenarchitektur an der FH Kaiserslautern; 1992 Studium an der Brighton University, UK; 1995-1996 Büro Gerkan, Marg & Partner, Hamburg; 1996-2000 Atelier Peter Maly Design, Hamburg; 2000-2003 benninghoff / weigel / innenarchitektur / design, Hamburg;



2004-2007 Dozent an der Victoria University / School of Design, Wellington, Neuseeland; seit 2007 Professor für Möbel- und Raumdesign an der Fachhochschule Mainz; seit 2007 bernd benninghoff / innenarchitektur / design, Mainz





die Firma ihr Personal und ihre Produktionshallen zur Verfügung stellte.

Mit den Firmen Dyckerhoff und KauPo Plankenhorn beteiligten sich zwei weitere Spezialisten aus dem Bereich des Betonbaus mit viel Engagement an dem Projekt. Die Dyckerhoff AG unterstützte die studentischen Konzepte mit Schalungsmaterial und dem selbstverdichtenden Werkstoff „Flowstone“, welcher als Gussmaterial für sämtliche Objekte verwendet wurde. Für den teilweise sehr komplexen Formenbau war eine große Anzahl von Polyurethanmatrizen notwendig, die mit Unterstützung der Firma Kaupo gefertigt werden konnten. Vertriebsleiter Patrick Plankenhorn ließ es sich nicht nehmen, selbst beim Workshop in Freiburg dabei zu sein, um beim Guss der Polyurethanelemente zu helfen und die Entwicklung der Objekte voranzutreiben. Bereits bei der Präsentation der Entwurfskonzepte wurde deutlich, dass das Thema Licht in Zusammen-

material for all objects. A large number of polyurethane form liners was needed for the complex mold-making process. The production of these items was supported by Kaupo. Sales Director Patrick Plankenhorn personally attended the workshop in Freiburg to assist with the casting of the polyurethane elements and to drive the design process forward.

The first presentation of the design concepts showed that lighting was to play a key role together with concrete in two of the concepts developed. It was thus necessary to also consult a lighting engineer who became a member of the joint team. The Freiburg-based business dieleuchten.com, which has a high degree of expertise in the field of LED lighting technology, became another partner that fitted perfectly with the project. Owner Konrad Wallmeier personally ensured the development of the lighting

## PUR-Kautschuk für modernen Formenbau



PUR-Kautschuk von KauPo setzt Design-Impulse in der Architektur und ermöglicht komplexe Betonelemente.

zur Herstellung  
anspruchsvoller  
Betonfertigteile!

Besuchen Sie uns:  
**BetonTage Neu-Ulm**  
8.-10. Februar 2011  
Stand 106



Kaupo Plankenhorn e.K.  
Max-Planck-Str. 9/3  
D - 78549 Spaichingen  
Fon +49 7424 95842-3  
Fax +49 7424 95842-55  
info@kaupo.de  
www.kaupo.de/betonguss

design for the combined concrete and lighting objects. This network of cooperating businesses enabled the students to experiment with the material under professional conditions and to continuously adjust their own design process to the possible production methods. The experiments conducted with the material and ergonomic tests created the basis for developing a wide range of different products. The student teams designed and produced outdoor lighting objects, rollable floor coverings, wall panels with integrated LED luminaires, masonry blocks that provide space for planting, seating furniture, heaters and even a hi-fi system consisting of concrete. The fact that the designed objects were produced as planned triggered a big learning process among the designers because they realized, at this stage, the huge effort in terms of logistics and workmanship that was needed to implement their design ideas. The mold-making process, which was very complex at some of its stages, is a particularly striking example because the work to be done was initially underestimated. Positive molds were milled and ground for days on end, sophisticated forms were built and several trial castings produced. However, this big effort truly paid off as soon as the molds were removed and the designers looked at the finished objects. The particular features of each casting process became apparent – the result of a long development process becomes visible only at the very end.

hang mit Beton bei zwei Teams eine entscheidende Rolle spielen würde. Es war also wichtig, zusätzlich einen Spezialisten für Lichttechnik mit ins Kooperationssteam zu holen. Mit der Freiburger Firma „dieleuchten.com“, einem Unternehmen mit hoher Fachkompetenz im Bereich der LED-Lichttechnik, konnte ein weiterer idealer Partner für das Projekt begeistert werden. Inhaber Konrad Wallmeier kümmerte sich persönlich um die Entwicklung der Optiken für die Beton-Lichtobjekte.

Das so entstandene Netzwerk aus Kooperationsfirmen versetzte die Studierenden in die Lage, unter professionellen Bedingungen mit dem Werkstoff zu experimentieren und den eigenen Entwurfsprozess permanent mit den möglichen Herstellungstechniken abzugleichen. Die durchgeführten Materialeexperimente und Ergonomie-Tests bildeten die Grundlage für die Entwicklung einer Bandbreite ganz unterschiedlicher Produkte. Die studentischen Teams entwarfen und fertigten Außenleuchten, ausrollbare Bodenbeläge, Wandpaneele mit integrierter LED-Beleuchtung, bepflanzbare Mauersteine, Sitzmöbel, Heizkörper und sogar eine HiFi-Anlage aus Beton. Die tatsächliche Realisierung der Entwürfe im Maßstab 1:1 bewirkte bei den Designer/innen einen enormen Lernprozess, denn erst jetzt wurde deutlich, welcher logistischer und handwerklicher Aufwand sich hinter der Umsetzung ihrer Ideen verbarg. Besonders der teilweise sehr komplexe Formenbau wurde zunächst unterschätzt. Tagelang wurden Positivformen geschliffen, aufwändige Schalungen gebaut und mehrere Gussproben erstellt. Der große Arbeitsaufwand war aber vergessen, sobald die Schalungen entfernt werden konnten und die Designer/innen endlich vor den fertigen Objekten standen. Dabei wurde das Besondere an jedem Gussprozess deutlich – das Ergebnis eines langen Entwicklungsprozesses wird erst am Ende sichtbar.

Die Kooperation zwischen Hochschule und Industrieunternehmen war die Voraussetzung für das Gelingen dieses Projekts und ein Gewinn für alle Beteiligten. Die Studierenden, die den Unternehmen mit Ihren Materialeexperimenten und Entwurfsideen neue Impulse gaben, waren im Gegenzug in den realitätsbezogenen Entwicklungsprozess ihres Produkts unmittelbar involviert. Durch die Bereitstellung von Materialien und durch den fachspezifischen Input der Partnerfirmen waren sie in der Lage, ihre Konzepte zu verwirklichen.

Entstanden ist eine Reihe neuer Produkte aus Beton im Spannungsfeld zwischen Objekt und Raum, die im Januar 2011 sowohl auf der internationalen Möbelmesse in Köln als auch auf der BAU in München präsentiert wurde. ■



The cooperation between the university and the industry partners laid the foundation for the success of this project and created a win-win situation for all parties involved. The students provided new inspiration to the businesses by conducting their material experiments and conceiving their design ideas. On the other hand, they were directly involved in the realistic development process of their products. They were able to bring their ideas to life as a result of the provision of materials and the expert advice received from the partner companies.

The resulting range of innovative concrete products relies on the interaction between object and space. The products were on display in January 2011 both at the International Furniture Fair in Cologne and at the BAU in Munich. ■

AUTHOR //  
AUTOR

**Christian Egenter,**  
Villa Rocca, Freiburg

[egenter@villarocca.de](mailto:egenter@villarocca.de)

Geb. 1972; 1991-1992 Ausbildung zum Maurer und Betonbauer bei Hopp + Hoffmann bzw. bei der Firma Sängler, Freiburg; 1993-1997 Geselle bei der Firma Egenter Fertigteile, Freiburg; 1997 Gewerbeanmeldung und Gründung der Villa Rocca, „Wohnideen aus

Beton“; 1998-1999 Meisterschule und Erwerb des Meisterbriefes als Maurer und Betonbauer; seit 2002 Gesellschafter der Villa Rocca OHG



DAY 3: THURSDAY, 10<sup>TH</sup> FEBRUARY 2011 //  
 TAG 3: DONNERSTAG, 10. FEBRUAR 2011

## INDUSTRIAL FLOORS – DESIGN, CONSTRUCTION PROCESS, QUALITY ASSURANCE INDUSTRIEBÖDEN – PLANUNG, BAUAUSFÜHRUNG, QUALITÄTSSICHERUNG

Title // Titel Page // Seite

**A: DESIGN BASES PROVIDED BY THE DBV CODE OF PRACTICE ON "INDUSTRIAL FLOORINGS MADE OF CONCRETE FOR OUTDOOR AND FACTORY BUILDING AREAS"**

A: PLANUNGSGRUNDLAGEN NACH DBV-MERKBLATT „INDUSTRIEBÖDEN AUS BETON FÜR FREI- UND HALLENFLÄCHEN“

*Dr.-Ing. Frank Fingerloos*

**B: FROM DESIGN TO DAMAGE – TYPICAL ERRORS IN TENDER DOCUMENTS**

B: VON DER PLANUNG ZUM SCHADEN – TYPISCHE FEHLER IN AUSSCHREIBUNGS-UNTERLAGEN

*Prof. Claus Flohrer*

**C: DESIGN OF CRACK WIDTHS IN SEAMLESS REINFORCED CONCRETE FLOOR SLABS SUITABLE FOR VEHICLE TRAFFIC**

C: PLANUNG VON RISSBREITEN IN BEFAHRBAREN FUGENLOSEN STAHLBETON-BODENPLATTEN

*Prof. Dr.-Ing. Jürgen Schnell / Dipl.-Ing. Sebastian Oster*

**D: DESIGN AND ORDERING OF STEEL-FIBER REINFORCED CONCRETE FOR INDUSTRIAL FLOORS**

D: PLANUNG UND BESTELLUNG VON STAHLFASERBETON FÜR INDUSTRIE-FUSSBÖDEN

*Dipl.-Ing. Gerhard Vitt*

**A: SURFACE FINISHING OF INDUSTRIAL FLOORS – CONCEPTS, DESIGN, EXECUTION**

A: OBERFLÄCHENGESTALTUNG BEI INDUSTRIEBÖDEN – KONZEPTE, PLANUNG, AUSFÜHRUNG

*Prof. Claus Flohrer*

**B: QUALITY CONTROL BY ANALYZING THE ORIENTATION OF STEEL FIBERS IN INDUSTRIAL FLOORS USING CT SCANS**

B: QUALITÄTSKONTROLLE DURCH RICHTUNGSANALYSE VON STAHLFASERN IN INDUSTRIEBÖDEN MIT HILFE DER COMPUTERTOMOGRAPHIE

*Prof. Dr.-Ing. Jürgen Schnell / Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Breit / Dipl.-Ing. (FH), M.Eng. Frank Schuler*

**C: TYPICAL DAMAGE TO INDUSTRIAL FLOORS BUILT IN CONCRETE AND STEEL-FIBER REINFORCED CONCRETE**

C: TYPISCHE SCHÄDEN BEI INDUSTRIEBÖDEN AUS BETON UND STAHLFASERBETON

*Dipl.-Ing. Andreas Meier*

**D: WHEN CAN A FLOOR BE SMOOTHED? WHEN IS IT IMPERATIVE? – CASES OF DAMAGE AND POSSIBLE SOLUTIONS**

D: WANN DARF UND WANN MUSS ICH GLÄTTEN? – SCHADENSFÄLLE UND LÖSUNGSANSÄTZE

*Dr.-Ing. Jürgen Krell*

160

**Dipl.-Ing. Andreas Meier,**  
 Deutscher Beton- und  
 Bautechnik-Verein E.V.,  
 München

PRESENTATION //  
 MODERATION

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

162



Jg. 1969; 1990-1995  
 Studium des Bauingenieurwesens an der Technischen Universität München; 1995-2004 Ingenieurbüro Thorig, München; 2005-2006 Ingenieurbüro Geissler, Pullach jeweils Tätigkeit als bzw. Projektleiter in der bauaufsichtlichen Prüfung bzw. Planung

164

166

sowie Gutachtenerstellung im statisch-konstruktiven Bereich; seit 2007 E-Schein; seit 2005 Von der IHK München und Oberbayern ö.b.u.v. Sachverständiger für Beton- und Stahlbetonbau; seit 2006 Bauberater Gebiet Süd beim Deutschen Beton- und Bautechnik-Verein E.V., München

DESIGN // PLANUNG

CONSTRUCTION PROCESS AND QUALITY ASSURANCE //  
 BAUAUSFÜHRUNG UND QUALITÄTSSICHERUNG

168

171

174

176



► FIG. 1 Industrial concrete floor in a warehouse. // ABB. 1 Industrieboden aus Beton in einer Lagerhalle.



## A: DESIGN BASES PROVIDED BY THE DBV CODE OF PRACTICE ON "INDUSTRIAL FLOORINGS MADE OF CONCRETE FOR OUTDOOR AND FACTORY BUILDING AREAS"

### A: PLANUNGSGRUNDLAGEN NACH DBV-MERKBLATT „INDUSTRIEBÖDEN AUS BETON FÜR FREI- UND HALLENFLÄCHEN“

► In many cases, industrial floorings do not enjoy the same degree of care with respect to their design and workmanship as other structural components in civil engineering and building construction. The DBV Code of Practice on "Industrial Floorings Made of Concrete for Outdoor and Factory Building Areas" [1] summarizes tried and tested methods and guidelines with the aim of preventing damage that may occur due to inappropriate or insufficient design of the industrial flooring, previously unknown types of use, or defects in workmanship. Supplementary information can also be found in comprehensive publications (see [2] and [3]).

The designer takes a high degree of responsibility when providing consultancy services to the client and determining the specifications for industrial floorings during the planning brief and at the preliminary design stage with respect to the technical feasibility and commercial viability of the design requested by the client.

Concrete slabs may be designed either as monolithic components or as multi-layer, load-distributing slabs for industrial floorings, or as a structural base for a screed layer (FIG. 1). FIG. 2 shows the general design of an industrial floor for factory buildings and outdoor areas.

**DESIGN BASES** The designer prepares a project description for the industrial floor, which considers all specifications resulting from its sub-

► Bei Industrieböden werden die planerische Vorarbeit und die Sorgfalt bei der Ausführung oft nicht im gleichen Maße sichergestellt wie bei anderen Bauteilen des Hoch- und Ingenieurbaus. Um Schäden aus falscher oder unzureichender Planung des Industriebodens, aus vorher nicht bekannter Nutzung oder aus Ausführungsmängeln zu vermeiden, wurde eine Zusammenstellung in der Praxis bewährter Leitlinien im DBV-Merkblatt „Industrieböden aus Beton für Frei- und Hallenflächen“ [1] erarbeitet. Ergänzende Informationen sind auch in umfangreicher Fachliteratur zu finden ([2] und [3]). Der Planer trägt ein hohes Maß an Verantwortung, wenn er im Rahmen der Grundlagenermittlung und Entwurfsplanung den Bauherrn hinsichtlich der technischen Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit seiner Wünsche berät und die Anforderungen an Industrieböden festlegt.

Betonflächen können als monolithische oder mehrschichtige lastverteilende Platten für Industrieböden oder als tragender Untergrund für einen Estrich vorgesehen werden (ABB. 1). In ABB. 2 ist der prinzipielle Aufbau eines Industriebodens für Hallenflächen und Freiflächen dargestellt.

**PLANUNGSGRUNDLAGEN** Der Planer erstellt für den Industrieboden eine Projektbeschreibung, die alle Anforderungen aus der späteren Nutzung und Beanspruchung berücksichtigt. Die technischen Erfordernisse und optischen Wünsche sind hierin in Form von Anforderungen darzustellen. Die fortzuschreibende Projektbeschreibung bietet dem

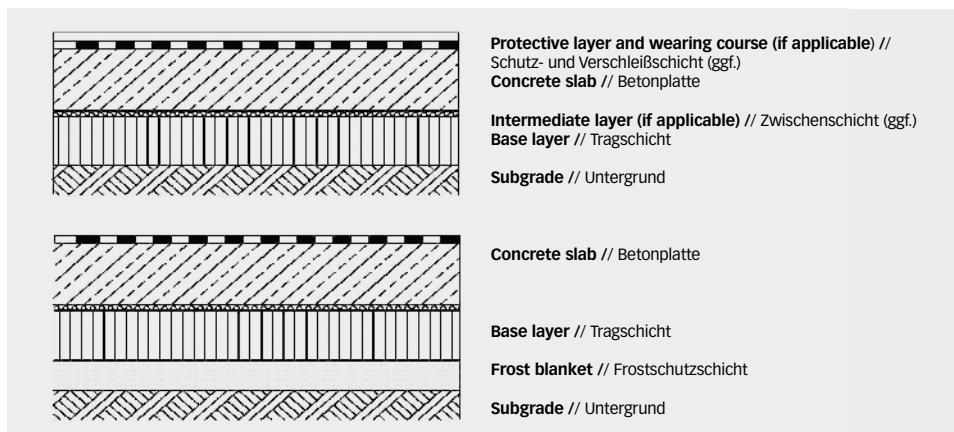
sequent use and loading. In this document, the technical and visual requirements must be included as specifications. The project description must be updated continuously and provides the client and the future user with the opportunity of incorporating requests for modification. It is the basis for the approval planning and detailed design exercises, as well as for the building documentation.

When determining the specifications for subsequent use and loading of the floor, the client often expects more than design and execution can actually deliver. The requirements on industrial floorings that can be met only partially, or not at all, include:

- > the construction of a floor without joints that is also free of cracks
- > crack-free concrete surfaces with large joint spacings
- > exceptionally demanding evenness specifications for single-layer, troweled or leveled concrete floors

Crack-free concrete surfaces with large joint spacings are usually not achievable but crack widths can be limited by appropriate structural precautions and concrete mix designs depending on the intended use.

Another fundamental criterion is the distinction between load-bearing or stiffening industrial floors and non-load bearing industrial floors. Load-bearing industrial floors contribute to the stability of structures or components



▲ FIG. 2 Typical design of industrial floors (top: factory building; bottom: outdoor area) [1]. // ABB. 2 Typischer Aufbau von Industrieböden (oben: Hallenfläche; unten: Freifläche) [1].

Bauherrn und dem späteren Nutzer die Möglichkeit, Änderungswünsche einzuarbeiten und ist Grundlage für die Genehmigungs- und Ausführungsplanung bis hin zur Dokumentation.

Bei der Formulierung der Anforderungen bezüglich Nutzung und Beanspruchung erwartet der Bauherr von der Planung und Ausführung oft mehr, als in der Praxis erfüllbar ist. Zu den Anforderungen an Industrieböden, die nicht oder nicht vollständig erfüllt werden können, gehören beispielsweise:

- > eine fugenlose und gleichzeitig rissfreie Ausführung,
- > rissfreie Betonflächen mit großen Fugenabständen,
- > außergewöhnlich hohe Anforderungen an die Ebenheit bei einschichtigen, geglätteten oder abgezogenen Betonböden.

Rissfreie Betonflächen mit großen Fugenabständen sind in der Regel nicht erzielbar, jedoch können die auftretenden Rissbreiten durch konstruktive und betontechnologische Maßnahmen je nach Nutzung beschränkt werden.

Eine weitere grundlegende Festlegung ist die Unterscheidung zwischen tragenden bzw. aussteifenden Industrieböden und nichttragenden Industrieböden. Tragende Industrieböden dienen der Standsicherheit von Bauwerken oder Bauteilen (z. B. als Bestandteil des Gründungssystems) und müssen diese statischen Funktionen über die gesamte planmäßige Nutzungsdauer bei üblicher Instandhaltung sicherstellen. Sie unterliegen den bauaufsichtlichen Anforderungen, die sich aus den Landesbauordnungen bzw. Sonderbauverordnungen ergeben (z. B. Sonderbau: Regallager mit einer Oberkante der Lagerguthöhe von mehr als 7,50 m). Das heißt, diese tragenden Industrieböden sind in der Regel nach eingeführten Technischen Baubestimmungen, wie beispielsweise der DIN 1055er-Reihe für die Einwirkungen oder der DIN

(e.g. as part of the foundation system) and must fulfil these structural functions over the entire intended service life at the usual level of maintenance. They are subject to the applicable requirements specified in state building codes or special building regulations (for instance, non-standard designs such as a high-bay warehouse for the storage of items whose top-edge height exceeds 7.50 m). For this reason, such load-bearing industrial floors must generally be designed and constructed in accordance with applicable technical building rules and standards, such as the DIN 1055 series with regard to loading/actions or the DIN 1045 series pertaining to concrete structures. This particularly includes the definition of the relevant exposure classes with the corresponding implications on the concrete mix design and curing and finishing.

According to this principle, other appropriate rules and guidelines may be applied to the design, construction and materials of non-load bearing industrial floors. The measures to be taken to ensure the durability of such floors, in particular the protection of any reinforcement against corrosion, may be determined by the designers on a case-by-case basis in close coordination with the client, for example with respect to deviating service lives or consequences of damage. ■

#### REFERENCES // LITERATUR

- [1] DBV-Merkblatt Industrieböden aus Beton für Frei- und Hallenflächen [Code of Practice on Industrial Floorings Made of Concrete for Outdoor and Factory Building Areas], Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein E.V., Berlin, Fassung November 2004.
- [2] Lohmeyer, G.; Ebeling, K.: Betonböden für Produktions- und Lagerhallen, Düsseldorf, Verlag Bau + Technik, 2. Auflage 2008.
- [3] Industrieböden aus Beton, Hrsg.: Harald S. Müller, Ulrich Nolting, und Michael Haist, 4. Symposium Baustoffe und Bauwerkserhaltung Universität Karlsruhe, KIT Scientific Publishing 16. März 2007.

**Dr.-Ing. Frank Fingerloos,**  
Deutscher Beton- und  
Bautechnik-Verein E.V., Berlin

AUTHOR //  
AUTOR

[fingerloos@betonverein.de](mailto:fingerloos@betonverein.de)



Geb. 1961; Bauingenieurstudium an der Hochschule für Bauwesen Cottbus; bis 1990 wissenschaftlicher Mitarbeiter im Bereich Konstruktiver Ingenieurbau; bis 2000 im Bereich Technik der HOCHTIEF Construction AG, Berlin; seit 2000 Abteilungsleiter Bau-

technik im Deutschen Beton- und Bautechnik-Verein E.V., seit 2005 Sachverständiger beim Deutschen Institut für Bautechnik; seit 2008 ö. b. u. v. Sachverständiger der IHK Berlin; seit 2008 Lehrauftrag für Massivbau an der TU Kaiserslautern; seit 2009 Mitherausgeber des Betonkalenders

1045er-Reihe für die Betonkonstruktion, zu planen und auszuführen. Dazu gehört insbesondere die Festlegung der maßgebenden Expositionsklassen mit den entsprechenden Konsequenzen für die Betonzusammensetzung und Nachbehandlung. Bei den nichttragenden Industrieböden können demnach für Bemessung, Konstruktion und Baustofftechnologie auch andere Grundsätze zweckmäßig umgesetzt werden. Die Maßnahmen zur Dauerhaftigkeit solcher Böden, insbesondere zum Korrosionsschutz ggf. vorhandener Bewehrung, können im Verantwortungsbereich der Planer im Einzelfall beispielsweise mit Blick auf andere Nutzungsdauern oder Schadensfolgen in Abstimmung mit dem Bauherrn individuell festgelegt werden. ■

## B : FROM DESIGN TO DAMAGE – TYPICAL ERRORS IN TENDER DOCUMENTS

### B: VON DER PLANUNG ZUM SCHADEN – TYPISCHE FEHLER IN AUSSCHREIBUNGSUNTERLAGEN

► **The assessment of damage to industrial floors often reveals that no specific design was developed in response to the expected loading, use, frequency of use or possible changes in use. By contrast, standard tendering documents are commonly used for industrial floors, which leave the selection of floorings to be offered entirely to the contractors. The great diversity of solutions offered might help identify the most appropriate design but is submitted too late in most cases because no tailored planning and design process took place before, which is why structural modifications are hardly possible at this point.**

► Bei der Analyse von Schäden an Industrieböden zeigt sich häufig, dass keine individuelle Planung, abgestimmt auf die zu erwartende Beanspruchung, Nutzung, Nutzungsfrequenz oder mögliche Nutzungsänderungen durchgeführt wurde. Vielmehr sind Standardausschreibungen für Industrieböden üblich, die den Anbietern volle Freiheit für die Auswahl der anzubietenden Industrieböden lassen. Die dann angebotene Vielfalt von Lösungen ist vielleicht zur Lösungsfindung hilfreich, jedoch in den meisten Fällen zu spät, da kein individueller Planungsprozess im Vorfeld stattgefunden hat und bauliche Anpassungen dann kaum mehr möglich sind.

Zur Vermeidung von zwangbedingten Rissen werden häufig Industrieböden ausgeschrieben, die durch Fugenschnitte in Einzelfelder zu unterteilen sind. Bei genauerer Überprüfung der statischen Anforderungen zeigt sich dann häufig, dass die Lastbeanspruchung aus den Nutzlasten bereits so hoch ist, dass eine Stahlbetonplatte erforderlich ist, die mit gerissener Zugzone bemessen wurde (Zustand II). Dies bedeutet, dass bereits infolge der Lasteinwirkung eine Rissbildung zu erwarten ist. Eine Aufteilung der Bodenplatte in einzelne Felder ist dann wenig sinnvoll, da trotz Vermeidung von zwangbedingten Rissen infolge planmäßiger Lasteinwirkung Risse entstehen werden. Nachteil derartiger, durch Scheinfugen unterteilter Bodenplatten, sind die vielen Fugen, die bei Beanspruchung durch harte Bereifung der Flurförderfahrzeuge frühzeitig schadhaft werden. Weiterhin ist nicht auszuschließen, dass die Industrieböden an den Feldgrenzen der geschnittenen Fugen aufschüsseln. Mit dem Aufschüsseln der Plattenränder geht die rechnerisch zugrunde gelegte elastische Bettung verloren, so dass wegen der dann unplanmäßigen Lagerung weitere Risse zu erwarten sind.

Auch ein rechnerischer Nachweis unter Annahme einer kleinen rechnerischen Rissweite (Rissbreitenbegrenzung) ist in vielen Fällen nicht zwingend erforderlich oder sogar nachteilig, weil damit die Anzahl der zu erwartenden Risse zunimmt und eine rechnerische Rissweite von 0,1 mm zu unwirtschaftlich hohen Bewehrungsgraden führt. Einzelne Risse mit größerer Rissbreite können

In many cases, industrial floors are specified so that they must be divided into separate areas by cut joints in order to prevent restraint-induced cracking. A closer look at the structural requirements then often shows that the degree of loading resulting from service loads is so high that a reinforced concrete slab designed with a cracked tensile zone is required (State II). This means that cracking should be anticipated just because of the actions of these loads. In this case, it is hardly useful to divide the slab into separate areas since cracks will occur as a result of loading in service even if restraint-induced cracking is prevented. The disadvantage of such floor slabs divided by false joints are the many joints that are rapidly damaged by the impact of the hard tires of forklift trucks. Moreover, the industrial floors may show cupping phenomena at the borders of the areas defined by the cut joints. This cupping of the slab edges compromises the elastic bedding assumed in the design, which is why further cracks are expected to occur due to the deviation of the bedding from the design.

In many cases, a verification assuming a small design crack width (crack width limitation) is not necessary either, or even disadvantageous, because the number of cracks to be expected would increase whilst a design crack width of 0.1 mm would result in uneconomically high reinforcement ratios. Isolated wider cracks can be completely closed more easily and safely than many narrower cracks. This statement at least applies to industrial floors in factory buildings where a constant temperature can be assumed during their use, which is why no subsequent changes in crack widths are expected. Compared to rework to be performed at only a few cracks, the degree of visual impairment is also more significant if many cracks distributed across the entire area need to be repaired.

If expansion or construction joints are required in seamless industrial floors, the joint deformation that would occur in such a case needs to be considered when specifying the joint

AUTHOR //  
AUTOR

**Prof. Claus Flohrer,**  
Hochtief Consult Materials,  
Mörfelden-Walldorf

[claus.flohrer@hochtief.de](mailto:claus.flohrer@hochtief.de)

Geb. 1950; Studium des Bauingenieurwesens an der TU Karlsruhe; wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut Massivbau und Baustofftechnologie der TU Karlsruhe; seit 1984 Bauleitung Fa. HOCHTIEF Construction AG; zur Zeit Leiter bei HOCHTIEF Consult Materials; seit 1996 ö. b. u. v. Sachverständiger Betontechnologie,



Instandsetzung und zerst.freie Prüfverfahren; seit 1996 Lehrbeauftragter an der FH Kaiserslautern; seit 2008 Obmann „Hauptausschuss Bauausführung“ beim DBV; seit 2008 Obmann SIVV-Ausbildungsbeirat beim DBV



einfacher und sicherer kraftschlüssig verschlossen werden als viele Risse mit kleiner Rissbreite. Dies gilt zumindest für Industrieböden in Hallen, bei denen während der Nutzung von gleichbleibenden Temperaturen ausgegangen werden kann und damit keine späteren Rissweitenänderungen zu erwarten sind. Auch die optische Beeinträchtigung ist bei erforderlichen Nacharbeiten an einzelnen Rissen geringer als bei vielen, über die gesamte Fläche verteilten Rissen.

Werden Dehnfugen oder Arbeitsfugen bei fugenlosen Industrieböden erforderlich, sind die dann auftretenden Verformungen an den Fugen bei der Festlegung der Fugenprofile zu berücksichtigen und dafür geeignete Fugenprofile vorzugeben. Dazu sind überschlägige Verformungsrechnungen erforderlich. Sind im Fugbereich Querkräfte zu übertragen, ist dies im Regelfall nur mit einer Verdübelung der Fuge möglich, die ebenso planmäßig vorzugeben und auszuschreiben ist.

Neben den zu erwartenden Lastwirkungen auf den Industrieböden (statische Lasten aus Regalen und dynamische Lasten aus den Flurförderfahrzeugen) sind auch Angaben zur Art der Bereifung der Flurförderfahrzeuge vorzugeben, um den zu erwartenden Schleifverschleiß berücksichtigen zu können.

Die für den Betrieb erforderlichen zulässigen Ebenheitstoleranzen sind ebenfalls vorzugeben. Dabei sind Anforderungen, die die Zeile 3 der Tabelle 3 der DIN 18202 überschreiten nur dann umsetzbar, wenn ein flächenfertiger monolithischer Bodeneinbau mit einem Fertiger vorgegeben wird. Alternativ sind die hohen Anforderungen nur durch Einbau einer zusätzlichen Schutz- oder Verschleißschicht oder durch Schleifen der Oberflächen möglich. ■

**sections. Appropriate sections should be defined. Approximate calculations of deformation are required for this purpose. If the joint areas are to transfer shear forces, this is usually possible only by inserting shear connectors into the joints, which also need to be appropriately designed and specified.**

**Aside from the loads that typically act on an industrial floor (static loads from racks and dynamic loads from forklifts), the type of tires to be used on forklifts must also be specified in order to take the expected abrasion wear into account.**

**The evenness tolerances permissible for the intended type of use must also be specified. Values exceeding the levels indicated in line 3 of Table 3 in DIN 18202 are permissible only if the installation of a finished, monolithic floor using a suitable machine is specified. Alternatively, these high values are permissible only if an additional protective layer or wearing course is inserted as well as grinding surfaces. ■**



Besuchen Sie uns vom 8. - 10. Februar auf den 55. BetonTagen in Neu-Ulm! Stand 42

# TERMINGERECHT HERGESTELLT

*Kevin (54) und seinem Unternehmen gelingt es, Betonfertigteile termingenau zu produzieren. Planung und Detaillierung integriert mit der Fertigung und Projektverwaltung ermöglichen die Kontrolle über den ganzen Bauprozess vom Verkauf bis zur fehlerfreien Montage und effektiven Änderungsverwaltung. Durch die Arbeit an ein und demselben Tekla-Modell stehen allen Partnern die aktuellsten Baudaten zur Verfügung, in Echtzeit.*

Tekla Structures BIM (Building Information Modeling)-Software bietet eine datenintensive 3D-Umgebung, die von Bauunternehmern, Planern, Konstrukteuren und Fertigungsbetrieben sowohl im Stahl- als auch Betonbau gemeinsam genutzt werden kann. Tekla ermöglicht besseres Bauen und eine optimale Integration bei Projektmanagement und -auslieferung.

 **TEKLA**  
www.tekla.com

## DESIGN OF CRACK WIDTHS IN SEAMLESS REINFORCED CONCRETE FLOOR SLABS SUITABLE FOR VEHICLE TRAFFIC

### PLANUNG VON RISSBREITEN IN BEFAHRBAREN FUGENLOSEN STAHLBETON-BODENPLATTEN

► Industrial floors are often built in reinforced concrete. The current state of the art includes slabs with and without joints that must meet various requirements. In this regard, the quality and finish of the surface is of key importance. Cracks occur in many cases. If such cracked floors are exposed to vehicle traffic, this may lead to fracturing of the crack edges. Aside from the visual defect, users of such floors report progressing damage and soiling with a deleterious effect on functionality. Fig. 1 shows a typical damage pattern.

This damage raises the issue of whether and to what extent the damage was caused by an insufficient limitation of crack widths in the structural design. The Code of Practice on "Industrial Floorings Made of Concrete for Outdoor and Factory Building Areas" provides guidance for the design and execution of industrial floors [1]. However, no recommendations are given for the maximum (most unfavorable) crack widths to be specified. The relevant literature [2-5] provides only a limited amount of guidance and some recommendations, which are, however, inconsistent and untenable.

► Industriefußböden werden häufig in Stahlbetonbauweise ausgeführt. Stand der Technik sind sowohl gefugte als auch fugenlose Platten, die unterschiedliche Anforderungen erfüllen müssen. Die Beschaffenheit und Güte der Oberfläche ist dabei von zentraler Bedeutung. Häufig entstehen Risse, und werden diese Böden dann befahren, können Brüche der Rissflanken auftreten. Neben dem optischen Mangel werden von Betreibern eine progressive Schadensentwicklung sowie die Funktionalität einschränkende Verunreinigungen geltend gemacht. ABB. 1 zeigt ein typisches Schadensbild.

At Kaiserslautern University of Technology, a research project funded by Deutscher Beton- und Bautechnikverein (DBV; German Association for Concrete and Construction Technology) is currently underway that investigates the correlation between crack widths and the probability of edge fracturing in monolithic, reinforced-concrete industrial floors for various concrete strengths. For this purpose, it was necessary to design a suitable test rig that permits forklift traffic on cracked floors under realistic conditions.

Forklifts exert significant mechanical loads on industrial floors. These loads reach particularly high levels in heavy-traffic areas, such as in front of gates or between rows of racks. Apart from the intensity of traffic in general, however, the contact pressure of the forklift wheels is a crucial factor. This parameter depends mainly on the materials used for tires or rollers, as well as on their shape, i.e. their diameter, width and tread. For this reason, three different types of wheels are initially used for the research (heavy-duty polyamide rollers with a payload of 800 kg, and solid-rubber and pneumatic tires for forklifts, each with payloads between 1,800 and 2,700 kg). The investigated crack widths are  $w_1 = 0.1$  mm,  $w_2 = 0.25$  mm and  $w_3 = 0.4$  mm. Two different concrete strengths are considered in the first series of tests: a concrete providing a medium-level compressive strength (C25/30) and a high-strength concrete (C50/60). Initial tests confirmed that the type of wheels or rollers and their loads have a major influence on the probability of fracturing crack edges in industrial floors. The heavy-duty rollers cause first fractures after only a few loading cycles, which applies to all crack widths regardless of the compressive strength of the concrete. The first tests carried out with forklift tires suggest that concrete strength is another factor that influences the probability of crack edge fracturing in industrial floors. The degree of damage to the crack edges tends to be lower for C25/30 concrete specimens compared to C50/60 specimens. Greater concrete strengths



▲ FIG. 1 Fracturing of a crack edge on the surface of an industrial floor subjected to vehicle traffic. // ABB. 1 Rissflankenbruch an der Oberfläche eines befahrenen Industriefußbodens.

Die auftretenden Schäden geben Anlass zur Diskussion, inwieweit eine unzureichende Rissbreitenbeschränkung in der Tragwerksplanung schadensursächlich ist. Hinweise zur Planung und Ausführung von Industrieböden gibt das DBV-Merkblatt „Industrieböden aus Beton für Frei- und Hallenflächen“ [1]. Dort werden jedoch keine Empfehlungen zu ungünstig anzustrebenden Rissbreiten gemacht. In einschlägiger Fachliteratur [2-5] finden sich gelegentlich Hinweise und Empfehlungen, die aber uneinheitlich und nicht belastbar sind. An der TU Kaiserslautern wird derzeit in einem vom Deutschen Beton- und Bautechnikverein (DBV) geförderten Forschungsvorhaben der Zusammenhang von Rissbreite und Flankenbruchneigung bei monolithischen Stahlbetonindustriefußböden für

AUTHOR //  
AUTOR

Prof. Dr.-Ing. Jürgen Schnell,  
Technische Universität  
Kaiserslautern

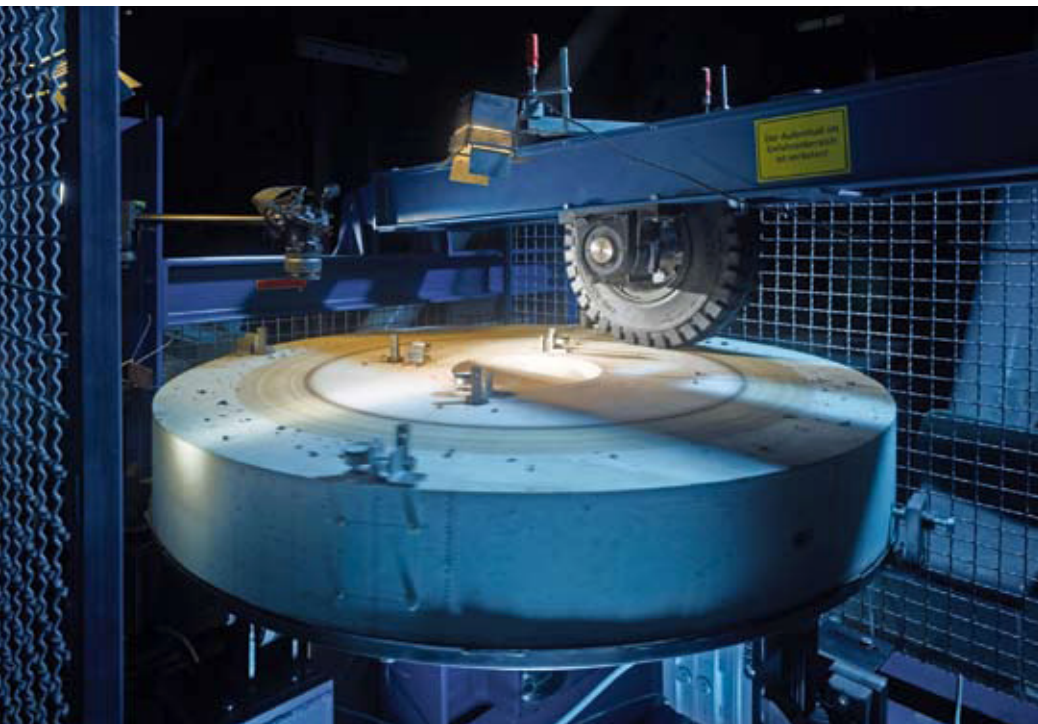
[jschnell@rhrk.uni-kl.de](mailto:jschnell@rhrk.uni-kl.de)

Geb. 1953; Studium des Bauingenieurwesens an der Technischen Hochschule Darmstadt; 1979-2002 Technischer und Leitender Angestellter der Philipp Holzmann AG, Frankfurt am Main und Düsseldorf; 1986 Promotion an der TH Darmstadt; 1991-2002 Lehrbeauftragter an der Ruhr-



Universität Bochum; seit 2002 Leiter des Fachgebietes Massivbau und Baukonstruktion an der TU Kaiserslautern





Dipl.-Ing. Sebastian Oster,  
Technische Universität  
Kaiserslautern

AUTHOR //  
AUTOR

soster@rhrk.uni-kl.de



Geb. 1984; Studium des Bauingenieurwesens an der TU Kaiserslautern; seit 2010 wissenschaftlicher Mitarbeiter im Fachgebiet Massivbau und Baukonstruktion an der TU Kaiserslautern

◀ FIG. 2 Crack test set-up enabling vehicle traffic at Kaiserslautern University of Technology. // ABB. 2 Rissbefahranlage TU Kaiserslautern.

unterschiedliche Betonfestigkeiten untersucht. Dazu galt es, zunächst einen geeigneten Versuchsstand zu konzipieren, der eine wirklichkeitsnahe Befahrung von Rissen mit Flurfördergeräten ermöglicht.

Flurfördergeräte stellen erhebliche mechanische Beanspruchungen für Industrieböden dar. Diese sind gerade in Bereichen, in denen sich der Verkehr konzentriert, wie beispielsweise an Toren oder zwischen Regalzeilen, besonders hoch. Neben der Überfahrungsintensität spielt aber auch die von den Rädern ausgeübte Kontaktpressung eine entscheidende Rolle. Diese hängt im Wesentlichen vom Reifen- bzw. Rollenmaterial und der Reifen- bzw. Rollenform, also Durchmesser, Breite und Profil, ab. Bei dem Forschungsvorhaben werden daher zunächst drei unterschiedliche Radtypen eingesetzt (Polyamid-Schwerlastrollen mit einer Nutzlast von 800 kg, Gabelstaplerräder in Vollgummiausführung sowie als Luftreifen, Nutzlast jeweils 2.700-1.800 kg). Die untersuchten Rissbreiten sind  $w_1 = 0,1$  mm,  $w_2 = 0,25$  mm und  $w_3 = 0,4$  mm. Im Rahmen der ersten Versuchsreihe werden zwei unterschiedliche Betonfestigkeiten betrachtet, zum einen ein Beton mittlerer Druckfestigkeit C25/30 und zum anderen ein höherfester Beton C50/60. Die ersten Versuche bestätigen, dass die Art und Auflast der Rollen einen wesentlichen Einfluss auf die Rissflankenbruchneigung bei Industriefußböden besitzen. Die hochbelasteten Schwerlastrollen verursachen bereits nach wenigen Überfahrungen erste Brüche, und zwar bei allen Rissbreiten unabhängig von der Betondruckfestigkeit. Die ersten

**thus appear to also have an adverse effect because of the increasingly brittle concrete. The tests carried out to date also showed that fracturing may also occur at small crack widths even if the fragments are much smaller and no progressing damage is observed. The presentation will describe the research findings in detail. ■**



Versuche mit den Gabelstaplerrädern lassen darauf schließen, dass auch die Betonfestigkeit einen Einfluss auf die Rissflankenbruchneigung bei Industriefußböden besitzt. Das Ausmaß der Schäden an den Rissflanken ist bei Probekörpern aus Beton C25/30 tendenziell geringer als bei Probekörpern aus Beton C50/60. Höhere Betonfestigkeiten wirken offenbar wegen der zunehmenden Sprödigkeit des Betons nicht nur positiv. Die bereits durchgeführten Versuche haben ebenfalls gezeigt, dass Brüche auch bei kleinen Rissbreiten auftreten können, wenn auch die Fragmente bedeutend kleiner sind und es zu keiner progressiven Schadensentwicklung kommt. Die Ergebnisse werden im Vortrag detailliert vorgestellt. ■

◀ FIG. 3 Fracturing of crack edges after a test run (Kaiserslautern University of Technology). // ABB. 3 Rissflankenbrüche nach einem Versuchslauf (TU Kaiserslautern).

#### REFERENCES // LITERATUR

- [1] DBV-Merkblatt Industrieböden aus Beton für Frei- und Hallenflächen [Code of Practice on Industrial Floorings Made of Concrete for Outdoor and Factory Building Areas], Fassung November 2004, Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein E.V., Berlin 2005.
- [2] Lohmeyer, G.; Ebeling, K.: Betonböden für Produktions- und Lagerhallen, Planung, Bemessung, Ausführung, Verlag Bau+Technik GmbH, Düsseldorf 2006.
- [3] Stenzel, G.: Beton-Bodenplatten für Hallen- und Freiflächen, In: Beton- und Stahlbetonbau 100 (2005), Heft 4, S. 277-288.
- [4] Stenzel, G.: Industriefußböden, Beitrag im Betonkalender 2006, Teil 2, S. 263, Ernst & Sohn Verlag für Architektur und technische Wissenschaften GmbH und Co. KG, Berlin 2006.
- [5] Schöppel, K.: Planung von nichttragenden Bodenplatten, in: Beton- und Stahlbetonbau 102 (2007), Heft 10, S. 716-724.



## D: DESIGN AND ORDERING OF STEEL-FIBER REINFORCED CONCRETE FOR INDUSTRIAL FLOORS

### D: PLANUNG UND BESTELLUNG VON STAHLFASERBETON FÜR INDUSTRIEFUSSBÖDEN

► **THOSE WHO WANT APPLES MUST NOT ORDER ORANGES!** Industrial floors are particularly important components in a building used for industrial purposes. Steel-fiber reinforced concrete has become one of the prime choices for this application. As for any other material, care must be taken to ensure that the characteristics specified in the design are actually delivered. The correct ordering, and thus correct specification, of steel-fiber reinforced concrete is thus crucial, but is still neglected in many cases:

Those who want apples must not order oranges. To do so, however, you need to know the difference! This is not always easy in the case of steel-fiber reinforced concrete. This contribution sets out to describe the key points to be considered in the design and ordering process.

**SITUATION** Commonly used industrial floors fulfil no load-bearing or stiffening function as defined in the applicable building codes. They are thus considered secondary components and are not governed by official building rules and regulations, which applies regardless of the material, such as non-reinforced concrete, reinforced concrete, rolled concrete or, as referred to above, steel-fiber reinforced concrete. Specific guidelines or standards for their design or technical approvals do not exist. Designers are therefore at liberty as to their decisions and choices. They often consult specialist contractors, construction product manufacturers or experts. It is thus crucial to specify a material that responds to the specific requirements existing for industrial floors.

**STEEL FIBERS** There is no such thing as the steel fiber. Rather, there are innumerable designs and qualities. Drawn wire fibers with hooked ends turned out to be particularly appropriate. The amount added to the concrete is no criterion as such. For instance, performance is enhanced with increasing fiber length and decreasing diameter.

Steel fibers are standardized in DIN EN 14889-1 in conjunction with DIN 1045-2. Only "System

► **WER ÄPFEL HABEN WILL, DARF KEINE BIRNEN BESTELLEN!** Industriefußböden sind besonders wichtige Bauteile in einem industriell genutzten Gebäude. Stahlfaserbeton hat sich dafür als einer der bedeutendsten Baustoffe etabliert. Wie bei jedem anderen Baustoff muss auch hier sichergestellt werden, dass die in der Planung zugrunde gelegten Eigenschaften letztlich auch geliefert werden. Der korrekten Bestellung und damit der korrekten Ausschreibung von Stahlfaserbeton kommt daher eine wichtige Bedeutung zu. Diese wird leider noch häufig vernachlässigt:

Wer Äpfel haben will, darf eben keine Birnen bestellen. Dies setzt jedoch voraus, dass man den Unterschied kennt! Bei Stahlfaserbeton ist dies nicht immer einfach. Der folgende Beitrag versucht, die für Planung und Bestellung wesentlichen Punkte zu nennen.

**SITUATION** Übliche Industriefußböden übernehmen keine im Sinne des Baurechts tragende oder aussteifende Funktion. Sie gelten daher als untergeordnete Bauteile und unterliegen keiner bauaufsichtlichen Regelung. Dies ist unabhängig vom verwendeten Baustoff, sei es unbewehrter Beton, Stahlbeton, Walzbeton oder eben Stahlfaserbeton. Spezifische Richtlinien oder Normen zu deren Bemessung oder gar Zulassungen existieren nicht. Der Planer hat deshalb einen großen Entscheidungsspielraum und zieht sehr häufig den Rat spezialisierter Firmen, Bauproduktenhersteller oder Experten heran. Wesentlich ist daher, die Industriebodenspezifischen Anforderungen in einen Baustoff umzusetzen.

**STAHLFASERN** „Die Stahlfaser“ als solche existiert nicht, dafür aber unzählige Varianten und Qualitäten. Besonders bewährt haben sich gezogene Drahtfasern mit gekröpften Enden. Die Zugabemenge alleine ist kein Kriterium. So steigt z. B. die Leistungsfähigkeit mit zunehmender Länge und abnehmendem Durchmesser.

Stahlfasern sind in DIN EN 14889-1 in Verbindung mit DIN 1045-2 geregelt. Es dürfen nur Stahlfasern nach „System 1“ verwendet werden. Dies ist mit einem CE-Zeichen und einem Übereinstimmungszertifikat nachzuweisen. Ausnahmen gibt es für spezielle Lieferformen (CE plus Ü-Zeichen). Die auf

1" steel fibers may be used, which must be proven by CE marking and a certificate of conformity. Exceptions exist for special types of delivery (CE plus Ü label). The minimum addition specified on the CE conformity marking is an indicator of performance.

**DESIGN** In most cases, the design is carried out by the steel fiber producer. This design process results in a defined set of characteristics linked to a specific type of fiber, such as the required post-cracking tensile bending strength, the recommended quantity to be added to the concrete depending on its compressive strength class, the total length of wire in the concrete, fiber length, fiber thickness, the type of anchoring, the material used for the fibers etc. The technical data sheets provided by the manufacturers contain detailed information.

If the designer carries out the calculations himself/herself, the main result will usually be "post-cracking strength" as a neutral characteristic of the material. The right standard or guideline must be selected for this verification. In principle, one of the following may be applied: fiber-reinforced concrete classes according to the DBV Code of Practice, performance classes in accordance with the DAfStb guideline on steel-fiber reinforced concrete (even though its scope of application does not cover industrial floors), or material characteristics verified on a case-by-case basis according to DIN EN 14651. Since the post-cracking strengths specified in these standards or guidelines do not directly correspond to parameters such as the wire length in the concrete (fiber network), such definitions should be included additionally.

If suitability tests are required, these should also be specified, and sufficient time should be allowed between contract award and delivery. As an alternative, conclusions drawn from tests carried out for the same type of fiber in comparable concrete mixes deliver reliable results.

**STEEL-FIBER REINFORCED CONCRETE DIN EN 206-1** applies in conjunction with DIN 1045-2. However, a concrete that conforms to the stan-

der CE-Konformitätskennzeichnung angegebene Mindestzugabemenge gibt Aufschluss über die Leistungsfähigkeit.

**BEMESSUNG** Die Bemessung wird in den meisten Fällen von den Stahlfaserherstellern durchgeführt. Das Ergebnis sind dann an einen bestimmten Fasertyp gekoppelte Merkmale, wie z. B. die erforderliche Nachrissbiegezugfestigkeit, die dafür empfohlene Zugabemenge in Abhängigkeit der Betondruckfestigkeitsklasse, die Gesamtlänge an Draht im Beton, die Faserlänge, die Faserdicke, die Art der Verankerung, das Fasermaterial etc. Die technischen Datenblätter der Hersteller geben hierüber Aufschluss.

Führt der Planer die Berechnung selbst durch, steht als Ergebnis in der Regel die neutrale Werkstoffeigenschaft „Nachrissfestigkeit“ im Mittelpunkt. Hier ist zu beachten, nach welchem Regelwerk diese zu bestimmen ist – Faserbetonklassen nach DBV-Merkblatt, Leistungsklassen nach DAfStb-Richtlinie Stahlfaserbeton (auch wenn deren Anwendungsbereich nicht für Industrieböden gilt) oder individuell nach DIN EN 14651 geprüfte Materialeigenschaften sind prinzipiell möglich. Da die dort festgelegten Nachrissfestigkeiten ohne direkten Bezug zu z. B. der im Beton vorhandenen Drahtlänge stehen (Fasernetzwerk), sollten derartige Festlegungen zusätzlich gemacht werden. Sofern Eignungsprüfungen erforderlich sind, sind diese auch auszuschreiben und genügend Zeit zwischen Auftragsvergabe und Lieferung einzuplanen. Alternativ haben sich Rückschlüsse aus Untersuchungen mit dem gleichen Fasertyp an Betonen vergleichbarer Zusammensetzung bewährt.



Dipl.-Ing. Gerhard Vitt,  
Bekaert, Friedrichsdorf

[Gerhard.Vitt@bekaert.com](mailto:Gerhard.Vitt@bekaert.com)

1993-1998 Studium des Bauingenieurwesens an der TU Darmstadt und der KTH Stockholm; 1998-2000 Tätigkeit als Statiker; 2001-2008 technischer Leiter für den Bereich Bauprodukte in Mittel- und Osteuropa sowie Westasien für die Bekaert GmbH; seit 2008 Betreuung des Bereiches Ingenieurbau weltweit für die belgische Konzernmutter NV Bekaert SA; Mitarbeiter in verschiedenen nationalen und internationalen Gremien; seit 2003 Vorsitzender des Verbandes deutscher Stahlfaserhersteller e.V.

AUTHOR //  
AUTOR

**Standard is not necessarily suitable for the construction of an industrial floor. For this reason, supplementary specifications should be defined. This particularly applies to the maximum aggregate size to be used, the specified grading curve, the minimum ratio of fine sand and mortar, and the maximum w/c<sub>eq</sub> value and maximum air void ratio. Applicable concrete standards should be compared prior to any specification to rule out inconsistencies with these standards. Many concrete producers offer concrete grades tailored to the use of steel fibers and to the requirements of industrial floors.**

**CONCLUSION** When ordering steel-fibre reinforced concrete for use in industrial floors, the specified compressive strength and exposure classes should be amended by information specific to fibre reinforced concrete. ■

REFERENCES // LITERATUR  
[www.vdsev.de](http://www.vdsev.de)

**STAHLFASERBETON** Es gilt die DIN EN 206-1 in Verbindung mit der DIN 1045-2. Allerdings muss ein der Norm genügender Beton nicht automatisch für die Herstellung eines Industriefußbodens geeignet sein. Daher ist es empfehlenswert, ergänzende Anforderungen festzulegen. Dies bezieht sich insbesondere auf das zu verwendende Größtkorn, die anzustrebende Sieblinie, den Mindestgehalt an Feinsand und Mörtel, den maximalen w/z<sub>eq</sub>-Wert und den maximalen Luftporengehalt. Um Widersprüche zu den Betonnormen zu verhindern ist ggf. ein Abgleich im Vorfeld notwendig. Viele Betonhersteller bieten für Stahlfaserbeton und Industriefußböden optimierte Betone an.

**FAZIT** Bei der Bestellung von Stahlfaserbeton für die Verwendung in Industriefußböden sind ergänzende Angaben zur Druckfestigkeits- und Expositions-kategorie erforderlich bzw. empfehlenswert. ■

## Unterlagsplatte UPplus®: Die Qualitätsmarke für die zuverlässige Herstellung von perfekten Betonwaren

### Die Markenvorteile von UPplus®:

- + Langlebige, hoch belastbare und formstabile Unterlagsplatten
- + Qualitätsmanagement auf allen Fertigungsstufen
- + Biologisch abbaubare Trennmittel (Emulsion, Konzentrat) erhältlich
- + Verlässliche Partnerschaft
- + Langjährige internationale Service- und Beratungskompetenz



rettenmeier®

Rettenmeier Holzindustrie  
Gaildorf GmbH & Co. KG  
Schoenberger Str. 29  
74405 Gaildorf / GERMANY  
Telefon +49 (0) 79 71 / 95 85 0  
Fax +49 (0) 79 71 / 95 85 802  
[email@rettenmeier.com](mailto:email@rettenmeier.com)  
[www.rettenmeier.com](http://www.rettenmeier.com)

## A: SURFACE FINISHING OF INDUSTRIAL FLOORS – CONCEPTS, DESIGN, EXECUTION

### A: OBERFLÄCHENGESTALTUNG BEI INDUSTRIEBÖDEN – KONZEPTE, PLANUNG, AUSFÜHRUNG

► **The surface finish of an industrial floor should be designed and determined depending on the expected loads and types of use. Surfaces may be specified as rubbed, troweled, smoothed, ground, sealed, aggregate-coated or smoothly coated.**

**Surfaces subjected to high mechanical loads as a result of forklift traffic must provide a sufficiently high resistance to the actions of service loads, braking and tractive forces, and contact pressure of the tires. Aside from mechanical loading, tighter evenness tolerances and more demanding conductance specifications must be considered especially for high-bay warehouses.**

**Industrial floors in the food and chemical industries must often be impervious to liquids and chemical-resistant whilst also, in most cases, resisting high mechanical loads.**

**The wide range of possible actions makes it obvious that not all industrial floors provide the same resistance to all possible loads. For this reason, such floors must be designed depending on the specific project requirements.**

► Die Gestaltung der Oberfläche eines Industriebodens ist entsprechend der zu erwartenden Beanspruchung und der Nutzung zu planen und festzulegen. Dabei können abgeriebene, gescheibte, geglättete, geschliffene, versiegelte, abgestreute oder glatt beschichtete Oberflächen angestrebt werden.

Hoch mechanisch beanspruchte Oberflächen, die mit Flurförderfahrzeugen befahren werden, müssen einen entsprechend hohen Widerstand gegenüber den Einwirkungen aus Last, Brems- und Anfahrkräften und der Pressung der Räder aufweisen. Neben der mechanischen Beanspruchung ist dabei insbesondere bei Hochregallagern die erhöhte Anforderung an die Ebenheit oder die Ableitfähigkeit zu berücksichtigen.

Industrieböden im Food-Bereich und der chemischen Industrie müssen häufig flüssigkeitsdicht, chemisch widerstandsfähig und meist ebenfalls hoch mechanisch beanspruchbar sein.

Aus der Vielzahl der möglichen Einwirkungen wird klar, dass nicht jeder Industrieboden gleichermaßen allen Beanspruchungen widersteht und deshalb objektbezogen und individuell geplant werden muss.

Vorausgehend der Gestaltung der Oberfläche ist zunächst sicherzustellen, dass die Einwirkungen durch den Gesamtaufbau des Industriebodens aufgenommen werden können.

Zur Aufnahme der einwirkenden Lasten sind der Unterbau und die Bodenplatte selbst entsprechend zu bemessen. Hinweise sind in [1] enthalten.

Die klassische Industriebodenoberfläche ist der flügelgeglättete Betonboden. Nach dem Einbau, dem Abziehen und dem maschinellen Abscheiben des Betons wird die Oberfläche maschinell geglättet. Dadurch erhält man einen Industrieboden mit gebrauchsfertiger Oberfläche, der ohne weitere Behandlung für die direkte Nutzung zur Verfügung steht. Nachteil dieser klassischen Betonoberfläche ist die infolge der Bearbeitung durch Abscheiben und Glätten entstehende feinteilige Zementsteinschicht, die zur Rissbildung neigt und deren Abriebfestigkeit gering ist. Das optische Erscheinungsbild derartiger Flächen ist durch unterschiedliche Grauschattierung und Fleckbildung gekennzeichnet. Die zu erwartenden netzartigen Risse können bei hoher mechanischer

**Prior to surface finishing, care must be taken to ensure that the relevant actions and loads can be absorbed by the overall industrial floor structure.**

**Both the base and the floor slab itself need to be designed so as to be capable of resisting the loads acting on them. Reference [1] provides the related guidance.**

**The most common industrial floor surface finish is a power-troweled concrete floor. Following the pouring, leveling and machine-based smoothing of the concrete, the surface is finished by a power trowel. This work step results in an industrial floor whose surface is ready to use. The floor is directly available for its intended use without any subsequent treatment. Yet this most commonly applied surface finish is also associated with a disadvantage: the cement paste layer with a high fines ratio that results from smoothing and troweling. This layer is prone to cracking and provides only a low abrasion resistance. The appearance of such surfaces is characterized by varying shades of gray and staining. The expected alligator cracks may break out under high mechanical loads, which significantly increases their widths while the floor is in use. The paste layer is subjected to a high degree of wear in the area of traffic routes so that the existing pattern of fine cracks becomes more and more pronounced in the course of floor use. Hard aggregate addition has no significant influence on this process either because the paste is subject to wear also on such surfaces.**

**The application of a cementitious industrial screed layer designed to resist the intended loads (wet-on-wet or as a bonded screed) reduces abrasion wear significantly; alligator cracking should also be expected on such surfaces. Industrial screeds are designed depending on the expected frequency of use and mechanical loading [2]. An industrial screed in accordance with DIN 18560, Part 7, is required for a defined degree of abrasion wear in industrial use; hard aggregate addition is not sufficient. Cementitious industrial screeds are not the only option for such floors. Mastic asphalt screeds, epoxy resin screeds or magnesium**

AUTHOR //  
AUTOR

Prof. Claus Flohrer,  
Hochtief Consult Materials,  
Mörfelden-Walldorf

claus.flohrer@hochtief.de

Geb. 1950; Studium des Bauingenieurwesens an der TU Karlsruhe; wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut Massivbau und Baustofftechnologie der TU Karlsruhe; seit 1984 Bauleitung Fa. HOCHTIEF Construction AG; zur Zeit Leiter bei HOCHTIEF Consult Materials; seit 1996 ö. b. u. v. Sachverständiger Betontechnologie, Instandsetzung und zerst.freie Prüfverfahren; seit 1996 Lehrbeauftragter an der FH Kaiserslautern; seit 2008 Obmann „Hauptausschuss Bauausführung“ beim DBV; seit 2008 Obmann SIVV-Ausbildungsbeirat beim DBV





Beanspruchung ausbrechen und damit unter laufender Nutzung ihre Rissweite deutlich vergrößern. Die Zementsteinschicht wird im Bereich von Fahrgassen stark abgenutzt, so dass die vorhandenen feinen Risse im Laufe der Nutzung immer deutlicher hervortreten.

Auch durch Einstreuung von Hartkorn wird der Vorgang nicht wesentlich beeinflusst, da auch bei derartigen Oberflächen der Zementstein abgenutzt wird.

Das Aufbringen einer für die Beanspruchung ausgelegten zementgebundenen Industrieestrichschicht (frisch in frisch oder als Verbundestrich) reduziert den Schleifverschleiß deutlich, die NetZRissbildung ist auch bei derartigen Oberflächen zu erwarten. Industrieestriche werden in Abhängigkeit der zu erwartenden Nutzungsfrequenz und der mechanischen Beanspruchung geplant [2]. Für einen definierten Schleifverschleiß bei industrieller Nutzung ist ein Industrieestrich nach DIN 18560, Teil 7 erforderlich, eine Einstreuung von Hartstoffen ist nicht ausreichend. Neben zementgebundenen Industrieestrichen können auch Gussasphaltestriche, Kunstharzestriche oder Magnesiaestriche eingebaut werden.

Optisch ansprechende zementgebundene Oberflächen werden durch Schleifen der zuvor maschinell geschleibten oder geglätteten Betonoberflächen erreicht. Das Schleifen und Polieren von Industrieböden ist in Deutschland noch nicht weit verbreitet, damit werden jedoch verschleißfeste, mechanisch hoch widerstandsfähige Flächen erzielt. Durch den Schleifvorgang wird die am wenigsten widerstandsfähige Zementsteinschicht über dem Korn entfernt und die oberflächennahe Gesteinskörnung angeschliffen. Die mechanische Beanspruchung an der Oberfläche geht somit direkt auf die Gesteinskörnung. Durch Auswahl der groben Körnung kann damit direkt der Widerstand der genutzten Oberfläche gesteuert werden.

Für hochbeanspruchte, terrazzoähnliche Betonoberflächen sollten Gesteinskörnungen nach DIN 1100 [3] entsprechend den Vorgaben in [2] eingesetzt werden. Jedoch weisen auch normale Betonoberflächen mit Kies- oder Splittkörnung entsprechend der Expositionsklasse XM 2 nach dem Schleifen bereits einen hohen mechanischen Widerstand für eine Beanspruchung durch Staplerverkehr auf. Das Schleifen erfolgt in mehreren Stufen und mit immer feineren Schleifmitteln. Zum Schleifen werden 3-Scheiben-Schleifmaschinen eingesetzt, deren Schleifmittel auf die Härte der Betonoberfläche und den gewünschten optischen Zustand der Oberflächen abgestimmt werden. Geschliffene Oberflächen können mit Natrium- oder Kaliumsilikat vergütet werden. Damit wird

**oxychloride screeds may also be used. Visually appealing cementitious surfaces are achieved by additional grinding of the previously smoothed or troweled concrete surfaces. The grinding and polishing of industrial floors is not yet widespread in Germany. It produces surfaces that are highly resistant to wear and mechanical loads. The grinding process removes the least resistant paste layer on top of the aggregate and slightly roughens the aggregate close to the surface. The mechanical load exerted on the surface thus acts directly on the aggregate. The resistance of the surface in use can be directly determined by selecting suitable coarse aggregates. For heavy-duty terrazzo-like concrete surfaces, mineral aggregates in accordance with DIN 1100 [3] should be used as specified in [2].**

der Schleifverschleiß nicht wesentlich verändert, da dieser im Wesentlichen durch den Widerstand der Gesteinskörnung gesteuert wird. Die Dichtigkeit und die kapillare Saugfähigkeit des Zementsteins zwischen der Gesteinskörnung können jedoch durch die Behandlung mit Silikaten verbessert werden. Durch Polieren der Oberflächen und anschließende Imprägnierung können Oberflächen mit gewünschten Glanzgraden und Rautiefen erzielt werden, die insbesondere für repräsentative Oberflächen eingesetzt werden.

Kunstharzgebundene Oberflächenschutz- und Verschleißschichten werden insbesondere im Foodbereich oder zur Erzielung definierter Widerstände gegenüber chemischen Beanspruchungen eingesetzt. Auch zur Erzielung einer definierten Ableitfähigkeit stehen Oberflächenschutzsysteme zur Verfügung.

**Rimatem**<sup>®</sup>  
WWW.WALLPANELMACHINES.COM



## Mauermaschinen Maueranlagen Beratung, Planung und umfassender Service



Besuchen Sie uns.  
Stand Nr. 117, 118  
www.betonstage.com  
Concrete Solutions  
55. BetonTage  
08.-10. Februar 2011, Neu-Ulm

**www.rimatem.com**  
D-8956 | Dischingen  
Tel. +49.7327.960060

However, even standard concrete surfaces for which gravel or chippings are used as specified for exposure class XM 2 provide a high mechanical resistance suitable for forklift traffic after grinding. Grinding is carried out in several stages, using increasingly finer abrasives. For grinding, triple-disc grinders are used whose abrasives are customized to the hardness of the concrete surface and the desired visual quality of the surfaces.

Ground surfaces may be coated with sodium or potassium silicates. This coating does not significantly alter abrasion wear because this is influenced mainly by the resistance of the aggregate. However, the density and capillary absorption capacity of the cement paste between the aggregate can be improved by silicate application. Surface polishing and subsequent impregnation can be used to produce surfaces with specified degrees of glossiness and roughness depths, which are used mainly for representational areas.

Protective epoxy resin surface coatings and wearing courses are used predominantly in the food sector or for the purpose of achieving defined chemical resistance parameters. Protective systems for achieving a specified conductance are also available.

Smooth or aggregate-coated surfaces may be produced, depending on the required anti-slip properties. The dimensioning of the thickness of the protective layers and wearing courses essentially depends on the loads acting on the floor. For vehicles with pneumatic tires, thicknesses between 1.5 and 2.5 mm are sufficient; the impact of forklifts with a high contact pressure requires thicknesses from 3 to 5 mm. The thickness of the organically bound layer must be selected so as to ensure that this layer alone is capable of resisting the compressive stresses acting on it. A sufficient adhesive bond between the coating and the base must be ensured to absorb the strains resulting from chemical shrinkage and the dynamic braking and tractive forces acting on the surface. For this purpose, the concrete base must have a surface tensile strength of at least 2 N/mm<sup>2</sup>; a pre-treatment by shot blasting is required. The lower the permeability of the concrete surfaces, the lower the viscosity required for the priming coats of the protective systems. The pre-filled primers used today may be unsuitable for impermeable bases; on-site suitability tests are indispensable.

Je nach erforderlicher Rutsicherheit können glatte oder abgestreute Oberflächen hergestellt werden. Die Dimensionierung der Dicke der Schutz- und Verschleißschichten hängt maßgeblich von der Beanspruchung ab. Bei der Befahrung mit luftbereiften Fahrzeugen sind Schichtdicken von 1,5 bis 2,5 mm ausreichend, die Befahrung mit Staplern mit hoher Pressung erfordert Schichtdicken von 3 bis 5 mm. Die Dicke der organisch gebundenen Schicht muss so gewählt werden, dass die Schicht alleine die einwirkenden Pressungen aufnehmen kann. Zur Aufnahme der Spannungen aus dem chemischen Schwinden und den dynamischen Brems- und Anfahrkräften ist ein ausreichender Haftverbund der Beschichtung am Untergrund erforderlich. Der Betonuntergrund muss dazu eine Oberflächenzugfestigkeit von mindestens 2 N/mm<sup>2</sup> aufweisen, eine Untergrundvorbehandlung durch Kugelstrahlen ist obligatorisch. Je dichter die Betonoberflächen sind, desto niedrigviskoser müssen die eingesetzten Grundierungen der Oberflächenschutzsysteme sein. Die inzwischen üblichen vorgefüllten Grundierungen können bei dichten Untergründen ungeeignet sein, Eignungsnachweise am Objekt sind unverzichtbar.

Bei hohen Anforderungen an eine gleichmäßige Ableitfähigkeit sind ebenfalls Reaktionsschichten einzusetzen. Dabei ist sicherzustellen, dass zunächst durch Aufbringung von Grundier- oder Kratzspachtelungen bzw. Ausgleichschichten eine ausreichende Ebenheit und geringe Rautiefe eingestellt wird und die Ableitschicht sowie die Deckbeschichtung eine gleichmäßige Schichtdicke aufweisen.

Rissüberbrückende Beschichtungen mit weichen Zwischenschichten sind nicht für hohe Lastbeanspruchung und hohe Pressungen geeignet. Deshalb sollten hoch beanspruchte organisch gebundene Oberflächenschutz- und Verschleißschichten als starre Systeme ausgebildet werden. Sind flüssigkeitsdichte Oberflächen herzustellen, sollte der Betonuntergrund möglichst rissfrei sein, oder es sind gewebearmierte Beschichtungen einzusetzen. ■

Reactive resin layers should be applied if a highly uniform conductance is required. Care must be taken to ensure that leveling compounds/primers, or leveling courses, are applied initially to provide sufficient evenness and a low roughness depth, and that the conductive layer and the top coat have a uniform thickness.

Soft intermediate coats applied for crack-bridging purposes are not suitable for high loads and contact pressures. For this reason, organically bound protective layers and wearing courses that are subjected to high loads should be designed as rigid systems. If surfaces impermeable to liquids are specified, the concrete base should be free of cracks as far as reasonably possible, or fabric-reinforced coatings must be used.

Possible alternatives to organically bound, liquid-impervious coatings include highly reinforced cementitious coatings consisting of high-strength cement mortar and a micro-mesh reinforcement by steel fibers or multi-layer, spot-welded mesh wire (SIFCON or DOCON) [4,5]. Such systems were also verified for use in applications governed by the WHG (Wasserhaushaltsgesetz; German Water Management Act). The fibers or the micro-mesh reinforcement ensure that any cracks propagating from the concrete base are distributed so finely and evenly that the impermeability to liquids can still be verified. ■

#### REFERENCES // LITERATUR

- [1] Merkblatt „Industrieböden“, Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein E.V. Berlin, Ausgabe 2004.
- [2] DIN 18560, Teil 7 Estriche im Bauwesen, Teil 7: Hochbeanspruchbare Estriche (Industriestriche), April 2004.
- [3] DIN 1100, Hartstoffe für zementgebundene Hartstoffestriche.
- [4] Wienke, B.; Sifcon – Ein Hochleistungsfaserbeton zur Ertüchtigung von mechanisch hochbelasteten Betonoberflächen; Bautechnik, Vol. 83, Nov. 2006.
- [5] Flohrer, C., Tschötschel, M., Hauser, S.; Concrete repair with ultra ductile micro-mesh reinforced abrasive resistant and impervious mortar; 2nd International Conference on Concrete Repair, Rehabilitation and Retrofitting ICCR 2008, Cape Town, South Africa

## B: QUALITY CONTROL BY ANALYZING THE ORIENTATION OF STEEL FIBERS IN INDUSTRIAL FLOORS USING CT SCANS

## B: QUALITÄTSKONTROLLE DURCH RICHTUNGSANALYSE VON STAHLFASERN IN INDUSTRIEBÖDEN MIT HILFE DER COMPUTERTOMOGRAPHIE

► Stahlfaserbeton ist ein Werkstoff, bei dem beige-mischte Stahlfasern eine Verbesserung von Duktilität, Tragfähigkeit und Dauerhaftigkeit des Betons bewirken. Je nach Anwendungsfall werden Fasern mit unterschiedlicher Form und Dosierung beige-mischt. Große Verbreitung hat der Werkstoff bereits in Industriefußböden und Bodenplatten gefunden. Die Veröffentlichung der DAfStb-Richtlinie „Stahlfaserbeton“ im März 2010 hat der Bauweise zusätzlich Impulse gegeben. Die Richtlinie regelt Eigenschaften und Anwendungen des Baustoffes „Stahlfaserbeton“, die nicht durch die DIN 1045 bzw. die DAfStb-Richtlinien „Betonbau beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen“ und „Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton“ abgedeckt sind. In beiden letztgenannten Richtlinien ist der Einsatz von Stahlfaserbeton bereits vorgesehen. Auch bei ultrahochfestem Beton, der bereits erste Anwendungsfelder in der Baupraxis gefunden hat, sind (Mikro-)Stahlfasern für das Tragverhalten von großer Bedeutung. Während unter Laborbedingungen regelmäßig sehr gutes Materialverhalten erreicht wird, erfordert der Einsatz unter Baustellenbedingungen einen erhöhten Qualitätssicherungsaufwand. Es ist jeweils sicherzustellen, dass die zugegebenen Fasern im Bauteil homogen verteilt und isotrop ausgerichtet sind. Sedimentation und Agglomeration der Fasern im Frischbeton sind zu vermeiden. Mit der Computertomographie steht jetzt ein zuverlässiges Verfahren zur Verfügung, das es erlaubt, an Proben aus dem fertiggestellten Bauteil die Verteilung der Fasern ihrer Lage nach exakt zu beschreiben. Dieses Verfahren bietet erhebliche Vorteile in der Qualitätssicherung und zur Aufklärung von Schadensfällen.

**COMPUTERTOMOGRAPHIE** Die Computertomographie (CT) entwickelte sich seit ihrer Einführung in den 1970er Jahren zum leistungsstarken Werkzeug der medizinischen Diagnostik. Seit einiger Zeit beschränkt sich deren Einsatz nicht mehr ausschließlich auf den medizinischen Bereich. Mithilfe der Computertomographie können viele Arten von Fehlstellen in Bau- bzw. Werkstoffen (Poren, Lunker, Einschlüsse etc.) zerstörungsfrei detektiert und mithilfe von Auswertungssoftware als dreidimensionales Modell dargestellt werden. Hierbei können Größe und Lage von Fehlstellen genau vermessen werden.

Durch einen weitaus höheren Leistungsumfang unterscheidet sich der technische Tomograph. Insbe-

► **Steel-fiber reinforced concrete is a material to which steel fibers are added in order to enhance the ductility, strength and durability of the concrete. Depending on the specific application, fibers are added in varying shapes and amounts. Today, fibers are widely used in industrial floors and foundation slabs. This construction method has gained additional significance as a result of the publication of the DAfStb guideline on steel-fiber reinforced concrete in March 2010. This code of practice specifies the characteristics and possible applications of steel-fiber reinforced concrete that are not covered by DIN 1045 or the DAfStb guidelines pertaining to "Concrete Construction in Dealing with Substances Hazardous to Water" and "Waterproof Concrete Structures". The two latter guidelines already provide the use of steel-fiber reinforced concrete. Even in ultra-high performance concrete, which is already in use in some areas of construction, steel (micro)fibers are crucial for ensuring the intended load-bearing behavior. Whereas a very good behavior of the material is regularly achieved under laboratory conditions, its use on the construction site requires a more comprehensive quality control scheme. Care must always be taken to ensure that the added fibers are distributed homogeneously in the structural component whilst showing an isotropic orientation. Any sedimentation and agglomeration of fibers in the fresh concrete should be avoided. Today, computed tomography is available as a reliable method for accurately describing the distribution and orientation of fibers in samples taken from the cast structural component. This method is associated with considerable benefits in quality control and damage evaluation.**

**COMPUTED TOMOGRAPHY** Since its introduction in the 1970s, computed tomography (CT) has become a powerful tool in medical diagnostics. Its fields of use, however, have recently been extended beyond medical applications. Computed tomography is suitable for detecting many types of defects or imperfections in building and other materials (such as pores, cavities or inclusions) by non-destructive

**Prof. Dr.-Ing. Jürgen Schnell,**  
Technische Universität  
Kaiserslautern

AUTHOR //  
AUTOR

[jschnell@rhrk.uni-kl.de](mailto:jschnell@rhrk.uni-kl.de)



Geb. 1953; Studium des Bauingenieurwesens an der Technischen Hochschule Darmstadt; 1979-2002 Technischer und Leitender Angestellter der Philipp Holzmann AG, Frankfurt am Main und Düsseldorf; 1986 Promotion an der TH Darmstadt; 1991-2002 Lehrbeauftragter an der Ruhr-

Universität Bochum; seit 2002 Leiter des Fachgebietes Massivbau und Baukonstruktion an der TU Kaiserslautern

**Dipl.-Ing. (FH), M.Eng. Frank Schuler,**  
Technische Universität  
Kaiserslautern

AUTHOR //  
AUTOR

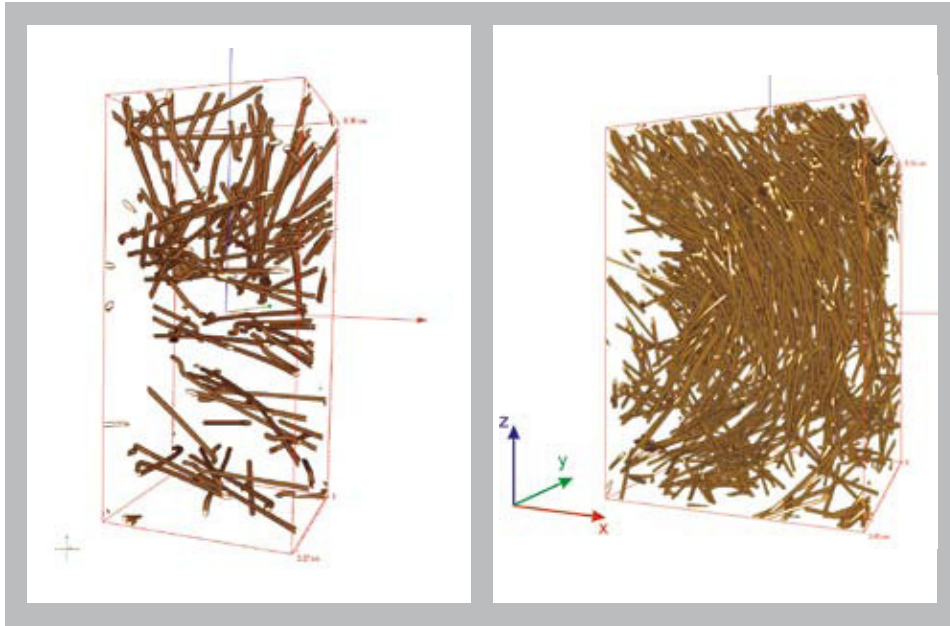
[fschuler@rhrk.uni-kl.de](mailto:fschuler@rhrk.uni-kl.de)



Geb. 1976; Studium des Bauingenieurwesens an der Fachhochschule Kaiserslautern; 2005-2008 wissenschaftlicher Mitarbeiter im Fachgebiet Massivbau, Grundbau und Ingenieurgeodäsie an der Fachhochschule Kaiserslautern; 2008 Erlangung des akademischen Grades M.Eng.; seit

2008 wissenschaftlicher Mitarbeiter der Fachgebiete Massivbau und Baukonstruktion sowie Werkstoffe im Bauwesen an der TU Kaiserslautern





▲ FIG. 1 3D visualization of steel fibers with hooked ends ( $l = 60$  mm,  $d = 0.75$  mm) in an industrial floor (sample dimensions:  $33 \times 33 \times 83$  mm, fiber orientation factors:  $x = 0.57$ ,  $y = 0.60$ ,  $z = 0.35$ , fiber ratio: 1.20 vol.-%). // ABB. 1 3D-Visualisierung von gekröpften Stahlfasern ( $l = 60$  mm,  $d = 0,75$  mm) in einem Industriefußboden (Probengröße:  $33 \times 33 \times 83$  mm, Faserorientierungsbeiwert:  $x = 0,57$ ,  $y = 0,60$ ,  $z = 0,35$ , Fasergehalt: 1,20 Vol.-%).

▲ FIG. 2 3D visualization of steel microfibers ( $l = 6$  mm,  $d = 0.175$  mm) in a UHPC component (sample dimensions:  $35 \times 36 \times 52$  mm, fiber orientation factors:  $x = 0.45$ ,  $y = 0.39$ ,  $z = 0.66$ , fiber ratio: 1.99 vol.-%). // ABB. 2 3D-Visualisierung von Mikro-stahlfasern ( $l = 6$  mm,  $d = 0,175$  mm) in einem UHPC-Bauteil (Probengröße:  $35 \times 36 \times 52$  mm, Faserorientierungsbeiwert:  $x = 0,45$ ,  $y = 0,39$ ,  $z = 0,66$ , Fasergehalt: 1,99 Vol.-%).

testing. These defects can then be shown in 3D visualizations using an analysis software. The size and position of flaws can be accurately measured.

CT systems designed for engineering applications have a much wider range of features. More demanding requirements exist particularly in terms of the spatial resolution to be achieved. Among other features, the MAVI software [1] developed at the Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik (ITWM; Fraunhofer Institute for Mathematics in Engineering and the Economy) in Kaiserslautern provides the option of detecting fibers and deriving 3D visualizations (FIG. 1 and 2). A feasibility study funded by Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein (DBV; German Association for Concrete and Construction Technology) demonstrated that this CT-based analytical method makes it possible to determine the orientation, distribution and quantity of fibers in a test specimen ([2] and [3]).

**CURRENT TESTING OF INDUSTRIAL FLOORS A** series of tests of industrial floors and founda-

Unter allen  
Teilnehmern verlosen wir  
10 Preise – wahlweise:

2 Eintrittskarten + Übernachtung  
zum DFB-Pokalfinale 2011

Ein Grillpaket mit ostwestfälischen  
Köstlichkeiten im Wert von € 250,-

Ein Gutschein für eine Spende  
an einen eingetragenen Verein  
in Ihrer Kommune im Wert  
von € 250,-

tis



sondere an die räumliche Auflösung werden höhere Anforderungen gestellt. Mit der am Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik, Kaiserslautern, entwickelten Software MAVI [1] ist es u. a. möglich, Fasern zu detektieren und in 3D-Visualisierungen räumlich darzustellen (ABB: 1 und 2). Im Rahmen einer vom Deutschen Beton- und Bauingenieurverein (DBV) geförderten Machbarkeitsstudie konnte gezeigt werden, dass es mithilfe dieses CT-Analyseverfahrens möglich ist, die Faserorientierung, Faserverteilung und Fasermenge in einem Probekörper zu bestimmen ([2] und [3]).

**AKTUELLE UNTERSUCHUNGEN AN INDUSTRIEBÖDEN** Zurzeit wird eine Reihenuntersuchung an ausgeführten Industriefußböden und Bodenplatten aus Stahlfaserbeton durchgeführt. Es werden mindestens drei gleichartige Bohrkern je Bauteil entnommen. Für die untersuchten Bauteile sind alle relevanten Parameter wie der Mischungsentwurf, die Art des Beimischens der Stahlfasern sowie das Einbring- und Verdichtungsverfahren bekannt. Ziel ist es u. a., den Einfluss verschiedener Herstellverfahren auf die Ausrichtung und Verteilung der Fasern zu untersuchen. ■

**tion slabs built in steel-fiber reinforced concrete is currently being conducted. A minimum of three identical core samples is extracted from each of these structural components. For the components being investigated, all relevant parameters are known, such as the concrete mix design, the method used for the addition of the steel fibers, and the casting and compaction processes applied. Among other objectives, this research aims to determine the influence of various construction methods on the orientation and distribution of the fibers. ■**

#### REFERENCES // LITERATUR

- [1] Fraunhofer Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik: MAVI-Modular Algorithmus for Volume Images V 1.3.1, [www.mavi-3d.de](http://www.mavi-3d.de), Fraunhofer ITWM, Stand Oktober 2010.
- [2] Schuler, F.; Sych, T.: Analyse der Faserorientierung in Betonen mit Hilfe der Computer-Tomographie, Fraunhofer IRB Verlag, 2009.
- [3] Schnell, J.; Schladitz, K.; Schuler, F.: Richtungsanalyse von Fasern in Betonen auf Basis der Computer-Tomographie, in: Beton- und Stahlbetonbau 105 (2010), Heft 2, S. 72-77.

Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Breit,  
Technische Universität  
Kaiserslautern

AUTHOR //  
AUTOR

[wbreit@rhrk.uni-kl.de](mailto:wbreit@rhrk.uni-kl.de)



Geb. 1963; Studium des Bauingenieurwesens an der RWTH Aachen; 1990-1997 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Bauforschung der RWTH Aachen (ibac); 1997 Promotion; 1997-2007 Oberingenieur im Verein Deutscher Zementwerke e.V. in der Abteilung Betontechnik des Forschungsinstituts der Zementindustrie, Düsseldorf; seit 2007 Leiter des Fachgebiets Werkstoffe im Bauwesen an der TU Kaiserslautern und seit 2008 gleichzeitig Leiter des Materialprüfamts der TU Kaiserslautern

# Tiefbaupreis 2011

Sponsoren:



Informieren • Arbeiten • Lernen



Die Redaktion und der Verlag der tis Tiefbau Ingenieurbau Straßenbau vergeben in diesem Jahr den ersten **tis Tiefbaupreis 2011!** Ausschließlich nach dem Votum der tis-Leser prämiieren wir Hersteller im Tief- und Straßenbau, die sich durch ihre Service- und Kundenorientierung in 2010 besonders ausgezeichnet haben. Dies können Hersteller von Baustoffen, Bauverfahren, Baumaschinen und Baugeräten sein. Den Wahlschein können Sie über [www.tis.de](http://www.tis.de) aufrufen.



## C: TYPICAL DAMAGE TO INDUSTRIAL FLOORS BUILT IN CONCRETE AND STEEL-FIBER REINFORCED CONCRETE

### C: TYPISCHE SCHÄDEN BEI INDUSTRIEBÖDEN AUS BETON UND STAHL-FASERBETON

► To prevent cracking in non-load bearing floor slabs, joints should usually be included and the slab be consistently separated from all fixed components (columns, walls, wells, foundations). This contribution presents frequent causes of cracking in design and execution (i. e. not caused by the use of the floors).

**TYPE 1: FORMATION OF FINE CRACKLES** These cracks occur because the concrete surface zone is drying too quickly, which is often due to insufficient post-treatment of the surface. Although it is difficult to treat extensive surfaces by simple methods, the principle of commencing such a post-treatment as early as possible (as well as its necessity) should always be adhered to.

► Zur Vermeidung von Rissen in nicht tragenden Bodenplatten sollten in der Regel Fugen ausgeführt und konsequente Trennungen der Bodenplatte von allen festen Einbauten (Stützen, Wände, Schächte, Fundamente) vorgenommen werden. Häufige Ursachen für Rissbildungen in Planung und Ausführung (nicht durch Nutzung) werden vorgestellt.

**TYP 1: KRAKELEERISSBILDUNG** Ihre Ursache liegt in der zu schnellen Austrocknung der Betonrandzone, Grund ist oft eine unzureichende Nachbehandlung der Oberfläche. Es ist zwar schwierig, große Flächen mit einfachen Mitteln nachzubehandeln, der Grundsatz des frühestmöglichen Beginns der Nachbehandlung und ihre Notwendigkeit per se bleiben aber hiervon unberührt.

**TYPE 2: CRACKING DUE TO RESTRAINT FORCES – “INTERLOCKING” WITH THE GROUND** “Restraint” refers mainly to tensile forces that act when movement is obstructed. For example, a material undergoing a cooling process tends to shorten. If its movement (or deformation) is obstructed, the material is loaded in tension although no “real” loads are acting on it. An elastic strip or band can compensate this phenomenon due to its expandability – it follows the movement. Concrete can only use its tensile strength to resist the load; if this strength level is exceeded, cracks will form in the concrete. The obstruction of the movement may occur at an early or late point in time. It may be due to various causes, which are outlined below. The first type of obstruction occurs as a result of a possible “interlocking” with the ground. Factors influencing this phenomenon include pump wells or elevator shafts rigidly connected to the floor slab (see also Type 4) but also, and even more importantly, the design of the slab bottom. The recommendation of designing the joint between the ground and the floor slab as smoothly and evenly as possible to minimize friction is not new (see e.g. [1] – [3]). However, core samples often reveal an uneven slab bottom (FIG. 1). It is astonishing that a deviation of only a few centimeters suffices to create many small, irregularly distributed points that generate restraint forces. Cracks resulting from such a load (which is strongly underestimated in most cases) show a “wild” distribution pattern across the slab.

**TYPE 2: RISSBILDUNG DURCH ZWANG – „VERHAKUNGEN” MIT DEM BAUGRUND** Unter „Zwang” wird das Auftreten von zumeist Zugkräften durch die Behinderung einer Bewegung verstanden. Ein in Abkühlung befindlicher Baustoff möchte sich z. B. verkürzen. Wird seine Bewegung (respektive Verformung) behindert, entsteht für den Baustoff eine Zugbeanspruchung, obwohl keine „echten” Lasten auf ihn einwirken. Ein elastisches Band kann dies durch seine Dehnbarkeit ausgleichen und die Bewegung mitmachen. Beton kann der Beanspruchung nur seine Zugfestigkeit entgegensetzen; wird diese überschritten, kommt es zum Riss. Die Bewegungsbehinderung kann zu einem frühen oder späten Zeitpunkt auftreten und mehrere Ursachen haben, die im Folgenden dargestellt werden sollen. Als erste Variante seien mögliche „Verhakungen” mit dem Baugrund genannt. Neben oft biegesteif an die Bodenplatte angeschlossenen Pumpensumpfen oder Aufzugschächten (vgl. hierzu auch Typ 4) ist die Ausbildung der Bodenplattenunterseite entscheidend. Die Empfehlung, die Fuge zwischen Baugrund und Bodenplatte zur Reibungsminimierung möglichst glatt und gleitfähig auszubilden, ist nicht neu (vgl. z. B. [1] – [3]). Dennoch

**TYPE 3: CRACKING DUE TO RESTRAINT FORCES – “INTERLOCKING” WITH THE FOUNDATIONS** After hardening, untreated concrete will become so rough (for instance on the top side of foundations) that another concrete layer poured directly on top may “interlock” with the old concrete. This type of “interlocking”

AUTHOR //  
AUTOR

Dipl.-Ing. Andreas Meier,  
Deutscher Beton- und  
Bautechnik-Verein E.V.,  
München

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

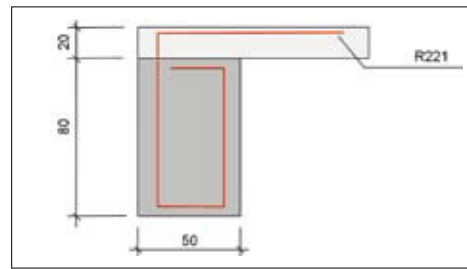
Jg. 1969; 1990-1995  
Studium des Bauingenieurwesens an der Technischen Universität München; 1995-2004 Ingenieurbüro Thoerig, München; 2005-2006 Ingenieurbüro Geissler, Pullach jeweils Tätigkeit als bzw. Projektleiter in der bauaufsichtlichen Prüfung bzw. Planung sowie Gutachten-erstellung im statisch-konstruktiven Bereich; seit 2007 E-Schein; seit 2005 Von der IHK München und Oberbayern ö.b.u.v. Sachverständiger für Beton- und Stahlbetonbau; seit 2006 Bauberater Gebiet Süd beim Deutschen Beton- und Bautechnik-Verein E.V., München







◀ **FIG. 1 "Interlocking" of the floor slab with the ground. // ABB. 1 „Verhakung“ der Bodenplatte mit dem Baugrund.**



◀ **FIG. 2 Reinforcement connection between strip foundation and floor slab. // ABB. 2 Bewehrungsanschluss zwischen Streifenfundament und Bodenplatte.**

ist bei Kernbohrungen oft eine unebene Unterseite zu finden (ABB. 1). Es reichen erstaunlicherweise schon wenige Zentimeter Unebenheit aus, um über die Platte hinweg viele kleine, ungerichtet über die Fläche hinweg angeordnete Punkte zu schaffen, die Zwang erzeugen. Optisch zeigen sich Risse infolge einer solchen – meist stark unterschätzten – Beanspruchung „wild“ über die Platte verteilt.

**TYP 3: RISSBILDUNG DURCH ZWANG – „VERHAKUNGEN“ MIT DEN FUNDAMENTEN** Ein nicht bearbeiteter Beton weist nach dem Erhärten (z. B. an der Oberseite von Fundamenten) eine derartige Rauigkeit auf, dass sich eine weitere, direkt darauf aufgetragene Betonschicht mit dem Altbeton „verhaken“ kann. Auch durch diese „Verhakung“ entsteht die bereits beschriebene Bewegungsbehinderung samt Rissbildung.

**TYP 4: RISSBILDUNG AUS BAUTEILVERBINDUNGEN MIT BEWEHRUNG** Ein typisches Beispiel für eine solche Verbindung zwischen Fundament und Bodenplatte ist in ABB. 2 dargestellt. Wie bei den beiden zuvor beschriebenen Typen 2 und 3 entsteht durch die Bewegungsbehinderung eine ungeplante Zwangsbeanspruchung und Rissbildung der Bodenplatte.

**TYP 5: RISSBILDUNG DURCH SETZUNG** In den meisten Fällen tritt dieser Typ in Verbindung mit einem der als Typ 3 oder 4 geschilderten Sachverhalte auf, bei denen durch eine (ungeplante oder unberücksichtigte) Verbindung Bodenplatte/Fundament auch Biegebeanspruchungen in die Bodenplatte eingeleitet werden. Durch diese Verbindung beteiligen sich Fundamente und Bodenplatte gemeinsam an der statischen Lastabtragung. Übliche Gründungselemente (Einzel- bzw. Streifenfundamente) verursachen unter Last eine Stauchung des Baugrundes, die direkt unter dem Gründungskörper ihren Maximalwert annimmt und mit zuneh-

**also results in the obstruction of movement referred to above, including crack formation.**

**TYPE 4: CRACK FORMATION RESULTING FROM REINFORCED COMPONENT CONNECTIONS** The FIG. 2 shows a typical example of such a connection between a foundation and a floor slab. As described for Types 2 and 3 above, the obstruction of movement leads to the action of irregular restraint forces, and thus to cracking of the floor slab.

**TYPE 5: CRACKING DUE TO SETTLEMENT** In most cases, this type is associated with one of the phenomena described for Type 3 and 4 situations, where a connection between floor slab and foundation not included or considered in the design also results in the transfer of bending stresses into the floor slab. This connection jointly involves the foundations and the floor slab in the static transfer of loads. In loaded condition, commonly used foundation designs such as pad or strip foundations cause a compression of the ground. This compression reaches its maximum directly underneath the foundation and decreases as the distance from the foundation increases ("settlement trough"). This ground deformation (deflection) results in the forced transfer of bending stresses to the structural components that were originally built on level ground. This process progresses in line with increasing settlement. If a floor slab is monolithically connected to foundations, it will be subjected to this forced deflection. It is thus forced to contribute to transferring the foundation loads as long as its bending strength allows. The floor slab then ceases to resist to this irregular loading by flexural cracking. ■

mendem Abstand vom Gründungskörper abnimmt (Setzungsmulde). Diese Baugrundverformung (Krümmung) wird den auf einem ursprünglich ebenen Baugrund errichteten Bauteilen mit zunehmender Setzung als Biegebeanspruchung aufgezungen. Wenn eine Bodenplatte nun mit Fundamenten monolithisch verbunden ist, unterliegt sie dieser ihr aufgezwungenen Krümmung. Sie wird folglich solange zur Mithilfe bei der Abtragung der Gründungslasten gezwungen, wie es ihre Biegetragkraft zulässt, bevor sie sich dieser unplanmäßigen Beanspruchung durch Biegerissbildungen entzieht. ■

**REFERENCES // LITERATUR**

- [1] Deutscher Beton- und Bautechnik – Verein E. V.: Merkblatt „Industrieböden aus Beton für Frei- und Hallenböden“, Fassung November 2004
- [2] „Wege zu WU - trotz Rissen“, Dipl.-Ing. A. Meier, Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein E.V., München; Tagungsband Regionaltagung München, Februar 2009
- [3] Lohmeyer/Ebeling: „Weiße Wannen – einfach und sicher“, 8. überarbeitete Auflage, Verlag Bau+Technik

## D: WHEN CAN A FLOOR BE SMOOTHED? WHEN IS IT IMPERATIVE? – CASES OF DAMAGE AND POSSIBLE SOLUTIONS

### D: WANN DARF UND WANN MUSS ICH GLÄTTEN? – SCHADENSFÄLLE UND LÖSUNGSANSÄTZE

► Appropriately smoothed concrete floors are cost-effective and durable. They have proven their worth in many different applications. The selection of the concrete and the time of smoothing are usually left to the construction contractor.

**TIME OF SMOOTHING** From a technical point of view, the concrete should still be slightly damp and just resistant enough to be walked on in order to prevent surface drying whilst providing a sufficient strength but also workability to enable the smoothing process. In order for all this to happen at the same time (incidentally or carefully planned), at least three factors need to be considered and adjusted to each other:

- 1) Time to tread resistance (depends on concrete and temperature)
- 2) Bleeding water protecting the concrete against drying until tread resistance is reached (depends on concrete and temperature)
- 3) Amount of water evaporating until tread resistance is reached (depends on air movement, humidity and temperature)

In an ideal scenario, the concrete shows a degree of bleeding that is just sufficient to replace the water evaporating from the surface. In this case, the concrete remains slightly damp from the time of leveling to tread resistance.

► Sachgerecht geglättete Betonböden sind günstig und dauerhaft und haben sich in vielen Anwendungen bewährt. I. d. R. werden die Betonauswahl und der Glättzeitpunkt dem Einbauer überlassen.

**GLÄTTZEITPUNKT** Technisch sollte der Beton noch mattfeucht und gerade trittfest sein, damit kein Vertrocknen an der Oberfläche, ausreichend Tragfähigkeit und ausreichende Verformbarkeit für den Glättvorgang vorliegen. Damit dies (zufällig oder geplant) alles gleichzeitig auftritt, müssen mindestens drei Sachverhalte aufeinander abgestimmt sein:

- 1) Dauer bis zur Trittfestigkeit (abhängig von Beton und Temperatur)
- 2) Blutwasser, welches den Beton bis zur Trittfestigkeit vor Austrocknen schützt (abhängig von Beton und Temperatur)
- 3) Menge an Wasser, welches bis zur Trittfestigkeit verdunstet (abhängig von Luftbewegung, Luftfeuchte und Temperatur)

Ideal ist es, wenn der Beton gerade so viel blutet, wie Wasser an der Oberfläche verdunstet, dann ist der Beton vom Zeitpunkt des Abziehens bis zur Trittfestigkeit mattfeucht. Da in dieser Zeit kein Blutwasser beobachtet wird, sagen die Praktiker „der Beton habe nicht geblutet“ und fordern in späteren Bestellungen häufig (fälschlicherweise) „blutfreien“ Beton.

**RICHTIGE PLANUNG** Die sachgerechte Planung beginnt mit dem Zielzeitpunkt „Trittfestigkeit“. Zu diesem Zeitpunkt muss die Fläche eingebaut sein und die Glättkolonne zur Verfügung stehen. Gleichzeitig soll bei den jeweiligen Umgebungsbedingungen die zu glättende Oberfläche nicht zu trocken sein und die Trittfestigkeit erreicht sein. Dies wird selten so geplant und bestellt.

**HÄUFIGE BESTELLUNG** Bei den Betonen wird i. d. R. 320 bis 350 kg/m<sup>3</sup> Zement mit w/z-Wert um 0,50 bestellt. Üblicherweise wird die Zementart genommen, die das Werk vorrätig hat, meist CEM II A-LL 32,5 N, CEM II B-S 32,5 N oder auch CEM III A 42,5 N. Die Frage, wann der Beton trittfest ist, wird selten bei der Bestellung besprochen. Oft weiß weder der Besteller, wann er die Trittfestigkeit wünscht, noch der Betonhersteller, wann sein Beton (bei Laborklima) trittfest ist.

Because of the fact that no bleeding water is observed during this period, practitioners say that “the concrete did not bleed” and (erroneously) specify “non-bleeding” concrete in subsequent orders.

**APPROPRIATE DESIGN** The appropriate design begins with the definition of the target “tread resistance time”. The concrete must have been completely placed by this time, and the smoothing team must be available. At the same time, the surface to be smoothed should not be too dry under the prevailing conditions, and the intended tread resistance should have been reached. Floors are rarely designed and ordered in this way.

**FREQUENT ORDERS** Concretes are usually ordered with a cement ratio of 320 to 350 kg/m<sup>3</sup> and a w/c ratio of about 0.50. In general, the cement grade available at the works is selected, mostly CEM II A-LL 32.5 N, CEM II B-S 32.5 N or CEM III A 42.5 N. The issue of when the concrete will be tread-resistant is rarely discussed in the ordering process. In many cases, the ordering party does not know when tread resistance should be reached. Nor does the concrete supplier know when the produced concrete will be tread-resistant (in a laboratory environment).

**TREAD RESISTANCE, EVAPORATION AND WATER DEMAND OF HARD AGGREGATE** According to the prevailing opinion, the concrete should be smoothed shortly after commencement of setting. The smoothing process should be completed before the end of setting. These points in time directly depend on the binder used, the w/ceq value and the temperature of the fresh concrete. Alternatively, the so-called knead-bag test in accordance with DIN 18218 (fresh concrete pressure) can be used to determine these times. For this purpose, one bag is stored at 20° C in the laboratory, another in hot water at 30° C and the third in the refrigerator at about 10° C.

The evaporation rate depends on the site conditions. High wind speeds, low humidity and

AUTHOR //  
AUTOR

Dr.-Ing. Jürgen Krell,  
krell-consult, Hilden

[info@krell-consult.de](mailto:info@krell-consult.de)

Nach jeweils elf Jahren in der Zementindustrie (VDZ) und der Betonindustrie (Readymix, heute CEMEX) seit mehr als acht Jahren eigenes Ingenieurbüro, gleichzeitig weiterhin in nationalen und internationalen Gremien tätig; ö. b. u. v. Sachverständiger



**TRITTFESTIGKEIT, VERDUNSTUNG UND WAS-SERBEDARF DER EINSTREUUNG** Nach üblicher Lehrmeinung soll der Beton kurz nach dem Erstarrungsbeginn geglättet werden, und der Glättvorgang sollte vor dem Erstarrungsende abgeschlossen sein. Diese Zeitpunkte hängen direkt von dem verwendeten Bindemittel, dem w/zeq-Wert und der Frischbetontemperatur ab. Hilfsweise lässt sich dies mit dem Knetbeuteltest nach DIN 18218 (Frischbetondruck) bestimmen. Dazu wird ein Beutel im Labor bei 20° C, ein Beutel in 30° C warmem Wasser und ein Beutel im Kühlschrank bei ca. 10° C gelagert. Die Verdunstungsrate ist von den Baustellenbedingungen abhängig, hier führen hohe Windgeschwindigkeit, geringe relative Luftfeuchte und die Verwendung von Warmbeton zu hohen Verdunstungsraten und trockenen Oberflächen. Durch Einstreuung von trockenen Hartstoffgemischen wird dies noch verstärkt, da die Einstreuung beim Einarbeiten zusätzlich Wasser an der Oberfläche „verbraucht“, wodurch die Oberfläche steifer bzw. fester wird.

**ZWISCHENNACHBEHANDLUNG** In den o. g. Fällen wäre ein Feuchthalten bis zum Erreichen der Trittfestigkeit erforderlich (Zwischennachbehandlung zwischen Abziehen und Glätten). Erfolgt diese nicht, vertrocknet die Oberfläche. Durch Wasserverlust bildet sich eine steifere Kruste, die trittfest ist, aber auf dem unteren, noch weichen Beton schwimmt. Wird nun diese durch Wasserentzug – und nicht durch erste reaktive chemische Festigkeitsbildung – fest gewordene Schicht mit dem Glättgerät bewegt, so wird die steife Oberfläche auf der noch weichen Betonschicht bewegt, was Ablöseerscheinungen zur Folge hat. Besonders kritisch sind Warmbeton auf kaltem Boden oder Heizstrahler über dem eingebauten Beton. Alle Faktoren führen zu einem rapiden Festwerden der Oberfläche gegenüber den unteren Betonschichten.

**ABLÖSUNGEN** Austrocknen der Oberfläche und zu spätes Glätten sind die häufigsten Ursachen für Ablösungen der Glättschicht. Die gestörte Schicht kann dabei im Bereich von 2 bis 3 mm, aber auch bis 2 cm liegen. Liegt die Ablösung bei 2 bis 3 mm, wurde meist die Einstreuung zu spät aufgebracht und konnte nicht mehr eingearbeitet werden. Liegt die Ablösung bei 1,5 bis 2 cm, so ist die feste, obere Betonschicht gegenüber der darunterliegenden, noch weichen Schicht beim Glätten bewegt worden. ■

the pouring of hot concrete result in high evaporation rates and dry surfaces. This phenomenon is enhanced even more when dry hard aggregate is applied because the hard aggregate “consumes” an additional amount of water on the surface during its application, which makes the surface stiffer or stronger.

**INTERMEDIATE CONCRETE TREATMENT** In the cases referred to above, the concrete would have to be kept damp until tread resistance is reached (intermediate treatment between leveling and smoothing). The surface will dry up if no such treatment is applied. Water loss leads to a stiffer, crusted surface, which is tread-resistant but slips on the soft concrete underneath. If this layer that has become stiff due to water loss, rather than as a result of an initial chemical reaction building up strength, is agitated by the smoothing equipment, the stiff surface moves on the concrete layer underneath, which is still soft. This leads to detachment phenomena. Hot concrete cast on a cold floor or radiant heaters placed on the poured concrete pose particularly high risks. All these factors lead to a more rapid setting of the surface compared to the concrete layers underneath.

**DETACHMENT** Detachment of the smoothed layer occurs mainly as a result of drying-up of the surface or because the concrete was smoothed too late. The detached layer may be 2 to 3 mm but also up to 2 cm thick. A detachment of only 2 or 3 mm is mainly due to the fact that the hard aggregate was added too late, which is why it could not be integrated anymore. If a detachment of 1.5 to 2 cm occurs, the stiff upper concrete layer was moved in relation to the soft layer underneath during the smoothing process. ■

**DUDIK**

## SKIP CONVEYORS and CONCRETE DISTRIBUTOR SYSTEMS



### More than 850 facilities worldwide

- Rollover bucket up to 6.000 l
- Flap bucket up to 8.000 l
- Double chamber bucket
- Concrete distributor systems
- Weighing bucket



Rollover bucket 4.500 l



Double chamber bucket 3.000 / 1.500 l



Rollover bucket in a 32° inclination = 60%



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  
88348 Bad Saulgau /  
Germany

Tel.: +49 7581 - 8877  
Fax: +49 7581 - 4692  
E-mail: dudik@t-online.de

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



DAY 3: THURSDAY, 10<sup>TH</sup> FEBRUARY 2011 //  
TAG 3: DONNERSTAG 10. FEBRUAR 2011

## CONCRETE IN STRUCTURAL ENGINEERING BETON IN DER TRAGWERKSPLANUNG

Page // Seite

Title // Titel

PRESENTATION //  
MODERATOR

Prof. Dr.-Ing. Hans-Joachim  
Walther,  
Hochschule Karlsruhe

jochen.walther@  
betontage.de



Geb. 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 wissenschaftl. Mitarbeiter am Institut für Massivbau und Baustofftechnologie der Universität Karlsruhe (TH); seit 1998 Professor für Massivbau an der Hochschule Karlsruhe; seit 2003 zuständig für das technische Fachprogramm der BetonTage.

- 180** **JOINTLESS DESIGN OF ENGINEERING STRUCTURES – BASIC PRINCIPLES, BUILT EXAMPLES**  
FUGENLOSE BAUWEISE BEI INGENIEURBAUWERKEN – GRUNDLAGEN, AUSGEFÜHRTE BEISPIELE  
*Dr.-Ing. Karl Morgen*
- 182** **REINFORCED CONCRETE FLOOR SLABS WITH SPHERICAL VOID FORMERS – VERIFICATION OF SHEAR AND TORSIONAL RESISTANCE**  
STAHLBETONDECKEN MIT KUGELFÖRMIGEN HOHLKÖRPERN – NACHWEIS DER QUERKRAFT- UND DRILLTRAGFÄHIGKEIT  
*Prof. Dr.-Ing. Andrej Albert / Dr.-Ing. Karsten Pfeffer / Prof. Dr.-Ing. Jürgen Schnell*
- 186** **ERRORS IN THE DESIGN AND CONSTRUCTION OF PARKING DECKS**  
FEHLER BEI DER KONSTRUKTION UND AUSFÜHRUNG VON PARKDECKS  
*Dipl.-Ing. Karsten Ebeling*
- INTRODUCTION OF EUROCODE 2 (EC2), PARTS 1-1 AND 1-2 WITH NATIONAL ANNEX IN GERMANY // EINFÜHRUNG DES EUROCODE 2 (EC2) TEILE 1-1 UND 1-2 MIT NATIONALEM ANHANG IN DEUTSCHLAND**
- 188** **A: OFFICIAL NATIONAL IMPLEMENTATION, MODIFICATION OF APPROVALS**  
A: BAUAUFSICHTLICHE EINFÜHRUNG, ANPASSUNG DER ZULASSUNGEN  
*Dipl.-Ing. Gerhard Breitschaft*
- 190** **B: CONTENTS AND APPLICATION OF THE NATIONAL ANNEX (NA)**  
B: INHALT UND HANDLING DES NATIONALEN ANHANGS (NA)  
*Dr.-Ing. Frank Fingerloos*
- 192** **C: COMPARATIVE CALCULATIONS USING SEVERAL NATIONAL ANNEXES – D, A, UK, IT, NL, B, CZ**  
C: VERGLEICHSCALCULATIONEN FÜR VERSCHIEDENE NATIONALE ANHÄNGE – D, A, UK, IT, NL, B, CZ  
*Dipl.-Ing. Bert Ziemis*
- 195** **D: PUNCHING SHEAR IN ACCORDANCE WITH EUROCODE 2 – NATIONAL ANNEX FOR GERMANY (NAD)**  
D: DURCHSTANZEN NACH EUROCODE 2 – NAD  
*Prof. Dr.-Ing. Josef Hegger / Dipl.-Ing. Carsten Siburg*
- 198** **E: STRUCTURAL FIRE DESIGN ACCORDING TO EC 2, PART 1-2**  
E: HEISSBEMESSUNG NACH EC 2 – NAD  
*Prof. Dr.-Ing. Dietmar Hossler*



Mischen  
Mixing



Beschicken  
Charging



Anlagen  
Batching  
Plants



Wiegen  
Weighing



Reinigen  
Cleaning



## Spielend leicht in der Anwendung – überzeugend exakt im Ergebnis

Das sind die Merkmale des Pemat Planetenmischers PMP. Nach dem Gegenstrom-Mischprinzip arbeitend und auf Wunsch mit zusätzlichem Wirbler (patentiert) ausgestattet, erfüllt er höchste Anforderungen in der Mischtechnik.

Der Wirbler macht den Unterschied. Überzeugen Sie sich selbst von der Kunst des Mischens unter: [www.pemat.de](http://www.pemat.de)

## *Effortlessly easy to use – Compellingly accurate results*

*These are the attributes of the Pemat planetary mixer PMP. Working to the counter flow mixing principle and fitted with an additional whirler (patented) if requested, it fulfills the highest demands in mixing technology.*

*The whirler makes the difference. Come and see the art of mixing for yourself at: [www.pemat.de](http://www.pemat.de)*





► FIG. 1 Built example: Jade-Weser Port. // ABB. 1 Beispiel: Jade Weser-Port.



▲ FIG. 2 Built example: Lauenburg lock. // ABB. 2 Beispiel Schleuse Lauenburg.

## JOINTLESS DESIGN OF ENGINEERING STRUCTURES – BASIC PRINCIPLES, BUILT EXAMPLES

### FUGENLOSE BAUWEISE BEI INGENIEURBAUWERKEN – GRUNDLAGEN, AUSGEFÜHRTE BEISPIELE

► Following recent trends in building construction, seamless designs are developed also for a growing number of engineering structures. Seamless welded rails have been used in railway construction for several decades, and the slab track system is a continuous, seamless concrete structure used for high-speed railway lines. In bridge construction, integral and semi-integral designs are currently the number-one topic. These structures use bearings only partially, or not at all. In structural water engineering, locks are increasingly designed as partially or fully monolithic structures. In harbor engineering, seamless crane runway beams or

► Ausgehend von den Entwicklungen im Hochbau werden auch im Ingenieurbau zunehmend fugenlose Bauwerke entworfen. Schon seit Jahrzehnten gibt es die fugenlos verschweißten Schienen im Eisenbahnbau und im Bereich der Hochgeschwindigkeitsstrecken die so genannte „feste Fahrbahn“ als fugenloses Betonband. Im Brückenbau sind zurzeit integrale und semiintegrale Brücken das große Thema. Bei diesen Bauwerken wird auf die Ausbildung von Brückenlagern ganz oder teilweise verzichtet. Im konstruktiven Wasserbau werden zunehmend Schleusen teil- oder auch vollmonolithisch ausgeführt, und im Hafengebäudebau werden schon seit vielen Jahren fugenlose Kranbahnträger, aber

quay superstructures have been built for many years. Only in the fields covered by the ZTV-Ing (Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen für Ingenieurbauten; Supplementary Technical Terms and Conditions of Contract for Engineering Structures) has seamless construction not been adopted yet. In this sector, expansion joints still need to be inserted in a 10 to 15 m spacing in all retaining walls, trough and tunnel structures. This contribution aims to demonstrate the benefits and particular features of seamless construction.

**BASIC PRINCIPLES** Concrete technology is of crucial importance in seamless construction. Mixes with low heat release and reduced shrinkage coefficients must be developed for this purpose. Excessive concrete strengths should be avoided, and the mix design must be adjusted to changing seasonal conditions. The concrete must be carefully placed and appropriately treated after pouring. Suitable precautions should be taken to prevent excessive drying and cooling.

Design crack widths must be limited in order to ensure durability. The adiabatic temperature of the concrete over time must be determined for the crack width verification, using large test cubes (side length 2 m). The modulus and tensile strength over time must also be provided for the verifications. On the basis of these

AUTHOR //  
AUTOR

Dr.-Ing. Karl Morgen,  
WTM Engineers, Hamburg

[k.morgen@wtm-hh.de](mailto:k.morgen@wtm-hh.de)

Geb. 1952; 1972-1977 Studium des Bauingenieurwesens an der TU Karlsruhe; 1983 Promotion; 1978-1983 Ingenieurbüro Prof. Dr.-Ing. Vogel und Partner, Karlsruhe; 1979-1983 Wissenschaftlicher Mitarbeiter an der TU Karlsruhe; 1984 Ingenieurbüro Harrer, Karlsruhe; 1984-1986 Dyckerhoff & Widmann AG, Niederlassung Hamburg; 1986 Lockwood Greene, Architects and Engineers, New York, USA; seit 1986 Geschäftsführender Gesellschafter WTM ENGINEERS GmbH, Hamburg (ehemals Ingenieurbüro WINDELS · TIMM · MORGEN Beratende Ingenieure im Bauwesen), Hamburg; seit 1990 Prüflingenieur für Baustatik; seit 1995 Landesvorsitzender der Prüflingenieure Hamburg; seit 2000 Geschäftsführender Gesellschafter WTM ENGINEERS Berlin GmbH; seit 2000 Mitglied im Vorstand der hamburgplan AG, Hamburg; Mitarbeit in zahlreichen Fachgremien und Normenausschüssen





auch fugenlose Kaimauerüberbauten realisiert. Lediglich im Bereich der ZTV-Ing hat die fugenlose Bauweise noch nicht Einzug gehalten. Dort müssen für Stützwände, Trog- und Tunnelbauwerke nach wie vor alle 10 bis 15 m Raumfugen angeordnet werden. In diesem Beitrag sollen die Vorteile und Besonderheiten der fugenlosen Bauweise aufgezeigt werden.

**GRUNDLAGEN** Besonderes Augenmerk bei der fugenlosen Bauweise ist auf die Betontechnologie zu legen. Es sind Rezepturen mit geringer Wärmeentwicklung und reduzierten Schwindmaßen zu entwickeln. Überfestigkeiten des Betons sind zu vermeiden, und die Betonrezeptur ist an die Jahreszeiten anzupassen. Neben dem sorgfältigen Einbau des Betons ist auf eine ausreichende Nachbehandlung zu achten. Dabei sind Vorkehrungen gegen Austrocknen und Auskühlen vorzusehen. Zur Sicherstellung der Dauerhaftigkeit sind die rechnerischen Rissbreiten zu begrenzen. Für den rechnerischen Nachweis der Rissbreite ist die adi-

**parameters, finite-element programs can be used for calculating the evolution of temperature and stress in the cross-section over time whilst considering the planned construction sequence, as well as for determining the design crack width. It is also very important to develop an appropriate structural design, particularly in fault zones and end sections.**

**BUILT EXAMPLES** Built examples including a building [1], a quay wall structure [2] and a lock demonstrate that the seamless method was successfully implemented in building practice. ■

**REFERENCES // LITERATUR**

- [1] Morgen, Karl; Die fugenlose Weiße Wanne für das Jakob-Kaiser-Haus in Berlin; Beton- und Stahlbetonbau 98, Heft 11, Verlag Ernst & Sohn, Berlin 2003.
- [2] Morgen, Karl; von Thaden, Harald; Vollstedt, Werner; Fugenloser Überbau für die Containerkajen CT 3a und CT 4; Beton- und Stahlbetonbau 100, Heft 12, Verlag Ernst & Sohn, Berlin, 2005.

abatische Temperaturentwicklung des Betons anhand von großmaßstäblichen Probewürfeln (Kantenlänge 2 m) zu ermitteln. Die Entwicklung des E-Moduls und der Zugfestigkeit über die Zeit werden für die rechnerischen Nachweise ebenfalls benötigt. Mit diesen Angaben können unter Beachtung des vorgesehenen Bauablaufs mit Hilfe von Finite-Elemente-Programmen die Temperatur- und die Spannungsentwicklung im Querschnitt berechnet und die Bemessung auf die rechnerische Rissbreite vorgenommen werden. Besonders wichtig ist auch die konstruktive Durchbildung des Bauwerks insbesondere in Störzonen und in den Endbereichen.

**AUSGEFÜHRTE BEISPIELE** Beispiele aus dem Hochbau [1], dem Kaimauerbau [2] und dem Schleusenbau zeigen die erfolgreiche praktische Umsetzung der fugenlosen Bauweise. ■



# Kühne Ideen sind Erfahrungssache.

Ingenieurbau · Infrastruktur · Industriebau · Gewerbebau · Tragwerksplanung · Forschung · Entwicklung



Containerterminal 4 Bremerhaven  
1.680 m fugenlose Kaje



JadeWeserPort Wilhelmshaven  
1.800 m fugenlose Kaje

WTM ENGINEERS GMBH Beratende Ingenieure im Bauwesen Hamburg · Berlin · München [www.wtm-engineers.de](http://www.wtm-engineers.de)

## REINFORCED CONCRETE FLOOR SLABS WITH SPHERICAL VOID FORMERS – VERIFICATION OF SHEAR AND TORSIONAL RESISTANCE STAHLBETONDECKEN MIT KUGELFÖRMIGEN HOHLKÖRPERN – NACHWEIS DER QUERKRAFT- UND DRILLTRAGFÄHIGKEIT

► Solid flat floors often prove to be the superior system in structural and industrial engineering applications. However, the high dead weights of the slabs can restrict their fields of use. Integrating void formers in the neutral

► Massive Flachdecken erweisen sich im Hoch- und Industriebau häufig als insgesamt überlegene Deckensysteme. Die hohe Eigenlast dieser Decken kann ihren Anwendungsbereich jedoch einschränken. Eine sinnvolle Abhilfe schafft dann die Integration von Hohlkörpern in der neutralen Zone, weil hierdurch eine spürbare Gewichtsreduktion eintritt. Neben der Eigenlast wird auch der Verbrauch der unter ökologischen Gesichtspunkten wesentlichen Ressourcen Betonstahl und Zement deutlich verringert. Die Hohlräume beeinflussen vor allem die Querkrafttragfähigkeit solcher Decken.

zone provides a useful remedy because of the noticeable weight reduction involved. In addition to reducing the dead load, the consumption of reinforcing steel and cement, which represent valuable resources from an ecological perspective, is also reduced considerably. The voids primarily influence the shear resistance of such slabs.

This paper reports on four test series for identifying the shear resistance of voided flat slabs of the cobiax system. In a first series of six four-point bending tests, the reinforcing steel positioning cages used in practical applications for buoyancy safety and void former fixation were not installed. This was done to avoid including their contribution to shear resistance in the test, because it has not yet been incorporated in the design concept.

Three additional tests without cages were carried out to verify the shear resistance also for cases of transverse bending acting simultaneously with the main bending moment, as is the case in flat floors. A loading device to be used for this purpose was designed by the Institut für Beton- und Fertigteilbau at Bochum University of Applied Sciences. This device is suitable for introducing negative transverse bending moments using a tong-type arrangement. Ten slab strips fitted with the reinforcement positioning cages indispensable to the cobiax slab system were also investigated. In the specimens, the reinforcement positioning cages provide shear reinforcement, the anchoring of which does not correspond to the requirements specified in DIN 1045-1 but contributes to shear resistance nonetheless. Finally, the multi-axial load-bearing capacity was examined in a large-scale test at TU Kaiserslautern. The impact of a torsional load in a multi-axial stress state on the load-bearing behavior of a slab with cobiax void formers was examined in this test. The reinforcement was arranged such that the direction of the principal reinforcement was not the same as the direction of the governing principal moments. The void formers, in turn, were held in position without the use

In diesem Beitrag werden vier Versuchsserien zur Bestimmung der Querkrafttragfähigkeit von Hohlkörperdecken des Systems cobiax beschrieben. In einer ersten Serie von sechs Vier-Punkt-Biegeversuchen wurden die im Praxiseinsatz zur Auftriebs- und Lagesicherung der Kugeln immer vorhandenen Haltekörbe aus Betonstahl nicht eingebaut, um deren – im Bemessungskonzept bisher nicht berücksichtigten – Beitrag zur Querkrafttragfähigkeit im Versuch nicht zu erfassen. Um die Querkrafttragfähigkeit auch im Falle von gleichzeitig wirkenden Querbiegemomenten, wie sie in Flachdecken auftreten, abzusichern, wurden drei weitere Versuche ohne Haltekörbe durchgeführt. Vom Institut für Beton- und Fertigteilbau der Hochschule Bochum wurde hierfür eine Belastungseinrichtung entworfen, mit der negative Querbiegemomente durch eine zangenförmige Konstruktion eingetragen werden können. Weiterhin wurden zehn Plattenstreifen untersucht, bei denen die im System cobiax unverzichtbaren Haltekörbe eingebaut wurden. Durch die Körbe ergibt sich eine Schubbewehrung, deren Verankerung zwar nicht den Anforderungen der DIN 1045-1 entspricht, die aber dennoch bei der Querkrafttragfähigkeit mitwirkt. Schließlich wurde in einem Großversuch an der TU Kaiserslautern die mehraxiale Tragfähigkeit überprüft. Bei diesem Versuch sollte die Wirkung einer Drillbeanspruchung bei einer mehrachsigen gespannten Platte mit cobiax-Hohlkugeln untersucht werden. Die Hauptbewehrung wurde derart angeordnet, dass ihre Richtung ungleich der maßgebenden Hauptmomentenrichtung lag. Die Hohl-

AUTHOR //  
AUTOR

**Prof. Dr.-Ing. Andrej Albert,**  
IfBF - Institut für Beton- und  
Fertigteilbau,  
Hochschule Bochum

[andrej.albert@hs-bochum.de](mailto:andrej.albert@hs-bochum.de)

Geb. 1969; Studium des Bauingenieurwesens an der Universität Kaiserslautern; 1994-1996 Philipp Holzmann AG; 2002 Promotion an der TU Darmstadt; 2001-2004 Ingenieurbüro Krebs und Kiefer, Darmstadt;



seit 2004 Professor für Massivbau an der Hochschule Bochum und seit 2009 geschäftsführender Gesellschafter des IfBF – Institut für Beton- und Fertigteilbau, einem An-Institut der Hochschule Bochum

AUTHOR //  
AUTOR

**Dr.-Ing. Karsten Pfeffer,**  
Cobiax Technologies GmbH,  
Darmstadt

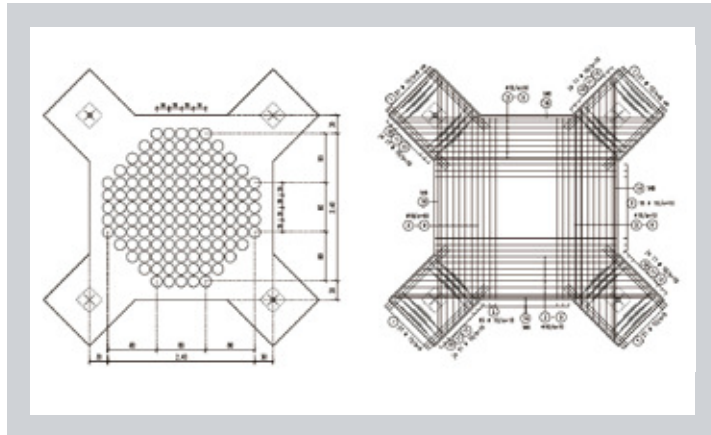
[karsten.pfeffer@cobiax.com](mailto:karsten.pfeffer@cobiax.com)

Geb. 1970; Studium des Bauingenieurwesens an der Technischen Hochschule Darmstadt; 2001 Promotion; 2001-2005 BubbleDeck

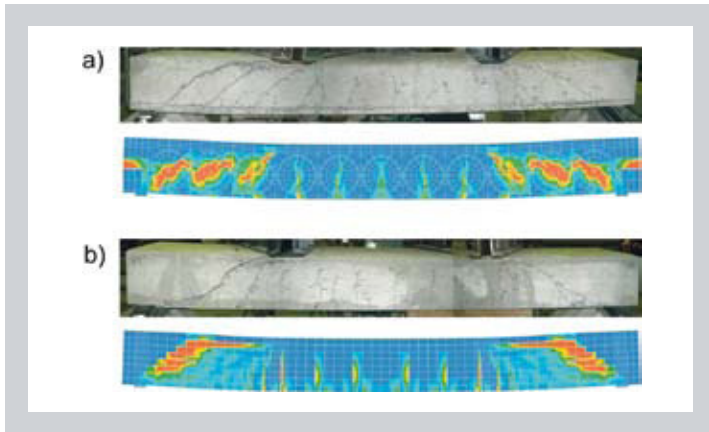
Deutschland GmbH; seit 2005 Cobiax Technologies GmbH, Darmstadt, seit 2006 als Geschäftsführer der Cobiax Technologies GmbH und CTO & Partner der Cobiax Technologies AG, Zug







▲ FIG. 1 The Kaiserslautern large-scale test to check the multi-axial load-bearing capacity: void former arrangement (left) and reinforcement configuration (right). // ABB. 1 Kaiserslauterner Großversuch zur Überprüfung der mehraxialen Tragfähigkeit: Kugelanordnung (links) und Bewehrungsführung (rechts).



▲ FIG. 2 Crack patterns and principal strains of specimens, a) with void formers (V8KL-2007) and b) without void formers (V9KL-2007). // ABB. 2 Rissbilder der Versuchskörper und Hauptdehnungen, a) mit (V8KL-2007) und b) ohne Hohlkörper (V9KL-2007).

körper wurden wiederum ohne die Haltekörbe in ihrer Lage gehalten. An der Platte wurden vier Konsolen vorgesehen. Zwei dieser Konsolen dienten der Auflagerung, während an den anderen beiden eine Vertikallast nach unten eingeleitet wurde, sodass eine Drillbeanspruchung erzeugt wurde (ABB. 1).

Begleitend zu den Versuchen wurden am Institut für Beton- und Fertigteilbau der Hochschule Bochum physikalisch nichtlineare FE-Berechnungen durchgeführt [11]. Hierfür wurde das Programm Diana [12] verwendet. Während Versuche mit Hohlkörpern ohne Haltekörbe bereits in früheren Untersuchungen mit guter Übereinstimmung in FE-Berechnungen nachgerechnet werden konnten [4], wurden somit erstmals auch Versuche mit Haltekörben in FE-Berechnungen simuliert. ABB 2 zeigt die in den beschriebenen Versuchen mit Haltekörben beobachteten Rissbilder für eine

Produkte,  
Beratung & Lösungen  
für die industrielle  
Betonverarbeitung

Ihr Ziel ist  
unser Ziel:  
Effiziente Produktion  
von Beton-  
fertigteilen in  
höchster Qualität.



Wirtschaftliche  
Lösungen für Beton

Telefon: +49 89 35095680

[www.wackerneuson-concretesolutions.com](http://www.wackerneuson-concretesolutions.com)



**WACKER  
NEUSON**  
|concretesolutions|



of the positioning cages in order to exclude their action as shear reinforcement. Four brackets were attached to the slab. Two brackets were used for support while a downward vertical load was applied to the other two to generate a torsional load (FIG. 1).

To accompany the tests, non-linear FEM analyses were carried out at the Institut für Beton- und Fertigteilebau at Bochum University of Applied Sciences [11]. The DIANA [12] program was used for this purpose. While tests using void formers without positioning cages provided a good correlation with FEM analysis results in earlier investigations [4], these were the first FEM analyses using positioning cages in simulation. FIG. 2 shows the crack patterns observed in the tests with positioning cages installed for both a solid slab and a void former slab, as well as the principal tensile strains in the ultimate limit state in the corresponding FEM analyses. Comparing the crack patterns to the principal strains shows that the FEM model used realistically models the cracking behavior of the investigated specimens both with and without void formers. In order to examine the relevance of the FEM model as applied to a bi-axial load transfer, a comparative analysis was also carried out for the large-scale test. The cracking pattern produced in the FEM analysis corresponded to that anticipated for torsion and displayed good correlation with the cracking patterns observed in the test.

Massivplatte und für eine Hohlkörperplatte sowie die Hauptzugdehnungen der entsprechenden FE-Berechnungen im Grenzzustand der Tragfähigkeit. Der Vergleich der Rissbilder mit den Hauptdehnungen zeigt, dass das verwendete FE-Modell das Rissverhalten der untersuchten Versuchskörper wirklichkeitsnah abbildet. Auch für den beschriebenen Großversuch wurde eine Vergleichsrechnung durchgeführt. Das Rissbild stellt sich in der FE-Berechnung entsprechend der Drillbeanspruchung ein und zeigt eine gute Übereinstimmung mit den im Versuch beobachteten Rissbildern.

Anhand der in diesem Beitrag beschriebenen Versuche wurde ein Bemessungsvorschlag für die Querkrafttragfähigkeit von Stahlbetondecken mit kugelförmigen Hohlkörpern abgeleitet, welcher der zwischenzeitlich erteilten allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung [8] zugrunde liegt. In dieser Zulassung wurde der Abminderungsfaktor zur Berechnung der Querkrafttragfähigkeit zu  $f_{cobiax, EL} = 0,50$  festgelegt. ■

The tests described in this article formed the basis for a design concept for the shear resistance of reinforced concrete floor slabs with spherical void formers. This concept was also adopted in a technical approval which has been issued in the meantime [8]. In this approval, the reduction factor for calculating the shear resistance was defined as  $f_{cobiax, EL} = 0,50$ . ■

REFERENCES // LITERATUR

- [1] DIN 1045-1: Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 1: Bemessung und Konstruktion. August 2008.
- [2] Schnellenbach-Held, M; Pfeffer, K.: Tragverhalten zweiachsiger Hohlkörperdecken. Beton- und Stahlbetonbau 96 (2001) Heft 9, S. 573-578, 2001.
- [3] Pfeffer, K.: Untersuchungen zum Biege- und Durchstanztragverhalten von zweiachsigen Hohlkörperdecken, Dissertation. Fortschritt-Bericht VDI Reihe 4 Nr. 178, Düsseldorf, 2002.
- [4] Aldejohann, M.: Zum Querkrafttragverhalten zweiachsiger Hohlkörperdecken, Dissertation, Universität Duisburg-Essen, Fachbereich Bauwissenschaften 2009.
- [5] Schmidt, H: Untersuchungsbericht Nr. 091.01.08: Querkrafttragfähigkeit von cobiax-Hohlkörperdecken ohne Fixierungskörbe. Technische Universität Darmstadt, 5. September 2008.
- [6] Hegger J., Roeser W.: Gutachten zur Querkrafttragfähigkeit von Stahlbetondecken mit cobiax-Hohlkörpern. Hegger+Partner, Aachen, 2008.
- [7] Erläuterungen zu DIN 1045-1. Heft 525 des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton, Entwurf der 2. Auflage, Beuth Verlag GmbH, Berlin, 2010.
- [8] Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung Z-15.1-282: Hohlkörperdecke System „cobiax“. Deutsches Institut für Bautechnik, Berlin, 5. Februar 2010.
- [9] Schnell, J.: Versuchsbericht 07045Ab/512: Querkraftversuche an Hohlkörperdecken. Technische Universität Kaiserslautern, 10. Januar 2008.
- [10] Schnell, J.: Versuchsbericht 09040Ab/538: Drillversuch an einer Hohlkörperdecke. Technische Universität Kaiserslautern, 1. September 2009.
- [11] Albert A., Nitsch A.: Gutachten zum Tragverhalten und zur Bemessung von Decken mit Hohlkörperelementen der Fa. Cobiax Technologies. Institut für Betonfertigteilebau, Bochum, 2009.
- [12] DIANA User's Manual Release 9, TNO, 2005.
- [13] Albert A., Nitsch A.: Bericht zu Querkraftversuchen an Hohlkörperdecken. Hochschule Bochum, 15. Februar 2008.
- [14] Eilers, S.: Querkrafttragfähigkeit von Hohlkörperdecken, Masterthesis, Hochschule Bochum, 2008.

AUTHOR //  
AUTOR

Prof. Dr.-Ing. Jürgen Schnell,  
Technische Universität  
Kaiserslautern

[jschnell@rhrk.uni-kl.de](mailto:jschnell@rhrk.uni-kl.de)

Geb. 1953; Studium des Bauingenieurwesens an der Technischen Hochschule Darmstadt; 1979-2002 Technischer und

Leitender Angestellter der Philipp Holzmann AG, Frankfurt am Main und Düsseldorf; 1986 Promotion an der TH Darmstadt; 1991-2002 Lehrbeauftragter an der Ruhr-Universität Bochum; seit 2002 Leiter des Fachgebietes Massivbau und Baukonstruktion an der TU Kaiserslautern





# Hard Fact No. 14

## Optimized Precast Processes

Your challenge: Production of high quality concrete elements with a well optimized process concerning quality and costs.

Our solution: Sika concrete admixtures and essentials combine high concrete quality with high production efficiency.

For Information about the **Sika® ViscoCrete®** Technology, Admixtures or additional Hard Facts, please visit [www.sika.com/hardfacts](http://www.sika.com/hardfacts)



Sika Services AG, Business Unit Concrete, Tüffenwies 16, CH-8048 Zürich, Switzerland  
Tel +41 58 436 4040, Fax +41 58 436 4150, [www.sika.com](http://www.sika.com), [info.concrete@ch.sika.com](mailto:info.concrete@ch.sika.com)

**Innovation & Consistency** | since 1910



## ERRORS IN THE DESIGN AND CONSTRUCTION OF PARKING DECKS FEHLER BEI DER KONSTRUKTION UND AUSFÜHRUNG VON PARKDECKS

► **PARKING DECKS BUILT IN CONCRETE** Parking decks usually consist of cast-in-place reinforced concrete or are composed of precast floor units with cast-in-place infills. Other designs exist as well, such as precast or composite steel and concrete structures. For this reason, engineering practices and building contractors must acquire specific knowledge and expertise in this field.

**DE-ICING SALTS POSING A RISK TO PARKING DECKS** In the winter season, parked vehicles leave snow and slush in parking facilities. Parking decks and adjoining structural components are thus exposed to chloride-containing water because of the drag-in of de-icing salts. Special precautions need to be taken to prevent chloride-induced corrosion of the reinforcement in order to ensure the durability of the reinforced concrete components.

One of the key aspects is that the built structural system is correctly reflected in the plans in order to be able to close cracks permanently or to protect them by additional measures. The DBV Code of Practice on "Underground Car Parks and Multi-Level Parking Facilities" [2] contains detailed guidance, as well as the new book on "Parking Decks – Guidance and Recommendations for Ensuring the Serviceability and Durability of Concrete Parking

► **BAUAUFGABE PARKDECKS IN BETONBAUWEISE** Üblicherweise werden Parkdecks in Ort betonbauweise aus Stahlbeton oder aus Elementdeckenplatten mit Ort betonergänzung hergestellt. Daneben gibt es weitere Konstruktionsarten wie beispielsweise mit Fertigteilen oder auch als Stahlverbundbauweise. Für Planung und Ausführung sind daher in Ingenieurbüros und bei bauausführenden Unternehmen besondere Kenntnisse erforderlich.

**GEFAHRENQUELLE TAUSALZE BEI PARKDECKS** Die parkenden Fahrzeuge führen im Winterbetrieb Schnee und Schneematsch in Parkbauten ein. Parkdecks und die daran angrenzenden Bauteile werden so durch chloridhaltiges Wasser aus dem Tausalzeintrag beaufschlagt. Um eine chloridinduzierte Korrosion der Bewehrung zu vermeiden, sind besondere Maßnahmen erforderlich, damit die Dauerhaftigkeit der Stahlbetonbauteile sichergestellt werden kann.

Wesentlich ist u.a. die planerisch korrekte Erfassung des Tragsystems, um Risse dauerhaft schließen bzw. durch zusätzliche Maßnahmen schützen zu können. Detaillierte Hinweise und Empfehlungen hierzu enthalten das DBV-Merkblatt „Tiefgaragen und Parkhäuser“ [2] und beispielsweise das neue Fachbuch „Parkdecks – Hinweise und Empfehlungen zur Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit für Parkdecks aus Beton“ [3]. Aufgabe des Tragwerksplaners ist es daher, eine der Konstruktion angepasste Bewehrung zur Begrenzung der Rissbreite in seiner statischen Bemessung zu berücksichtigen. Es werden zwei typische Fallbeispiele gezeigt, die vermeidbare Fehler in der Tragwerksplanung verdeutlichen sollen.

**FALLBEISPIEL 1 – FEHLERHAFTER RISSBEGRENZENDE BEWEHRUNG** Für die Zwischenparkdecks eines mehrgeschossigen Parkhauses hat ein Tragwerksplaner die Deckenplatten in Kombination mit Unterzügen in Ort betonbauweise gewählt und dafür die Stahlbetonkonstruktion festgelegt. Die Parkdecks sind als fugenlose Konstruktion ausgebildet und statisch als Durchlaufträger in Form einer einachsigen gespannten Konstruktion berechnet worden. Dabei wurde gemäß DIN 1045 eine rechnerische Rissbreite von 0,30 mm angenommen. Für die Zwischenparkdecks wurde eine rissüberbrückende Beschichtung OS11a gewählt. Die Parkdecks sind monolithisch mit den Unterzügen und den angrenzenden Stahlbetonwänden

Decks“ [3]. Structural engineers are thus responsible for including a reinforcement adjusted to the structural framework in their design in order to limit crack widths. This article describes two typical cases to highlight errors in the structural design that can be easily avoided.

**CASE 1 – DEFICIENT CRACK-LIMITING REINFORCEMENT** A structural engineer chose cast-in-place slabs in combination with joists and designed the related reinforced concrete solution for the intermediate parking decks of a multi-story car park. The parking decks had a seamless design. In the structural analysis, they were verified as continuous one-way beams. A design crack width of 0.30 mm in accordance with DIN 1045 was assumed for this purpose. A crack-bridging OS 11a coating (OS = Oberflächenschutz; surface protection) was chosen for the intermediate parking decks. The parking decks were monolithically connected to the joists and the adjoining reinforced concrete walls. The top reinforcement layer consisted of R377-A mesh that was positioned only in the area above the joists. Many directional cracks occurred whose widths significantly exceeded 0.30 mm. This defect is due to the insufficient verification of the built structural system as a two-way floor structure for actions of restraint loads without including a reinforcement ratio sufficient for limiting the crack widths as intended. The structural analysis did not include verifications of restraint forces for loads resulting from dissipating hydration heat and from the in-service temperature impact on the hardened concrete.

**CASE 2 – ERROR IN THE USE OF PRECAST FLOOR UNITS WITH CAST-IN-PLACE INFILLS** The structural engineer designed a cast-in-place concrete structure with joists for the intermediate parking decks of a multi-story car park with reinforced concrete perimeter walls. In consultation with the client, a floor structure consisting of precast floor slabs complemented by cast-in-place infills was built as an alternative solution. The analysis prepared by the structural engineer was converted to the precast floor design option in the course of modifying the plans at the precast plant. After completion of the project, wide directional cracks occurred

AUTHOR //  
AUTOR

Dipl.-Ing. Karsten Ebeling,  
ISVP Lohmeyer + Ebeling,  
Burgdorf

ebeling@isvp.de

1990-2003 Beratungsingenieur für zementgebundene Baustoffe in der Bauberatung Zement Hannover im BDZ, davon 1998-2003 Leiter der Bauberatung Zement; seit 2003 Geschäftsführender Partner der Ingenieur- und Sachverständigen-Partnerschaft

ISVP Lohmeyer+Ebeling, Beratender Ingenieur sowie ö. b. u. v. Sachverständiger der Ingenieurkammer Niedersachsen; Referent bei verschiedenen Institutionen und Weiterbildungsmaßnahmen zu Themen des Betonbaues; Autor zahlreicher Fachveröffentlichungen





verbunden. Die obere Bewehrung bestand aus Betonstahlmatten R377-A, die lediglich im Bereich über den Unterzügen angeordnet wurden. In der Folge entstanden zahlreiche gerichtete Risse mit Breiten, die deutlich über 0,30 mm lagen. Ursache dieses Mangels ist die unzureichende Erfassung des tatsächlichen Tragsystems als zweiachsig wirkende Deckenkonstruktion für Zwangbeanspruchungen ohne Berücksichtigung einer ausreichenden Bewehrung zur tatsächlichen Begrenzung der Rissbreite. In der Tragwerksplanung fehlten Nachweise für Zwangbeanspruchungen für die Lastfälle aus dem Abfließen der Hydratationswärme sowie aus einer Temperaturbeanspruchung im erhärteten Zustand unter Betriebsbedingungen.

**FALLBEISPIEL 2 – FEHLER BEIM EINSATZ VON ELEMENTDECKEN MIT ORTBETONERGÄNZUNG** Für Zwischenparkdecks einer mehrgeschossigen Tiefgarage mit Stahlbetonumfassungswänden ist vom Tragwerksplaner eine Ortbetonkonstruktion mit Unterzügen festgelegt worden. In Abstimmung mit dem Bauherrn wurde alternativ eine Deckenkonstruktion, bestehend aus Elementdecken mit Ortbetonergänzung, ausgeführt. Bei der Umpassung durch das Betonfertigteilwerk wurde die vorhandene statische Berechnung des Tragwerksplaners auf die Elementdeckenbauweise umgerechnet. Nach der Bauausführung stellten sich breite gerichtete Risse ein, die sich überwiegend über den Stoßfugen der Elementdecken ausbildeten. Es zeigte sich, dass lediglich eine Biegebemessung als einachsig gespannte Konstruktion vorgenommen wurde. Nachweise für eine hier notwendige beidseitige obere und untere Bewehrung zur Begrenzung der Rissbreite fehlten. Die Bewehrungsstäbe für die untere Bewehrungslage lagen direkt auf der Elementdecke bei unverschlossenen Stoßfugen zwischen benachbarten Elementdeckenplatten. Eine entsprechende Vergrößerung der Verankerungs- bzw. Übergriffungslängen gemäß DAfStb-Heft 525 [1] wurde in der statischen Berechnung nicht vorgenommen. Zudem fehlten besondere planerische Anforderungen an das Fertigteilwerk hinsichtlich der Rauheit der Elementdeckenoberseiten (Anforderung: rau oder verzahnt) gemäß DIN 1045-1 bzw. DAfStb-Heft 525.

**KONSEQUENZEN** Die Fallbeispiele zeigen, dass Zwangbeanspruchungen zu berücksichtigen sind. Geschieht dies nicht, besteht die Gefahr, dass Parkdecks mit breiten Rissen und zu erwartenden großen Rissbreitenänderungen entstehen, denen die Gebrauchstauglichkeit fehlt. ■

**that were visible mainly above the joints of the precast floor units. It turned out that only a bending verification for a one-way slab had been carried out. No verifications were found for the top and bottom reinforcement required to limit crack widths. The rebars of the bottom reinforcement layer were placed directly on the precast floor with open joints between neighboring slabs. The structural analysis did not include the corresponding increase in the embedment or overlap lengths as specified in DAfStb Vol. 525 [1]. Nor did the documents include any special design requirements for the precast plant to ensure the roughness of the top sides of the precast floor units (the surface must be rough or interlocked) in accordance with DIN 1045-1 or DAfStb Vol. 525.**

**CONSEQUENCES** The above cases show that the actions of restraint loads must be considered. If not, this omission poses the risk of constructing unserviceable parking decks with wide cracks and expected major changes in crack widths. ■

**REFERENCES // LITERATUR**

- [1] DAfStb-Heft 525, Erläuterungen zu DIN 1045-1, 2010.
- [2] DBV-Merkblatt Parkhäuser und Tiefgaragen, Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein E.V. (DBV) Berlin, 09/2010.
- [3] Lohmeyer, G.; Ebeling, K.: Parkdecks – Hinweise und Empfehlungen zur Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit für Parkdecks aus Beton, Verlag Bau+Technik (VBT) Düsseldorf, 2011.

**Peikko® Column Shoes**

- Saves time, costs and materials
- Easy and fast adjustments of straightness and height of the column
- No need for support during installation
- The joint is stiff immediately after installation

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

## A: OFFICIAL NATIONAL IMPLEMENTATION, MODIFICATION OF APPROVALS A: BAUAUFSICHTLICHE EINFÜHRUNG, ANPASSUNG DER ZULASSUNGEN

► **THE EUROCODES – A TRIED AND TESTED SUITE OF EUROPEAN STANDARDS** The Eurocodes are a suite of standards coordinated at the European level that reflect the state of the art whilst providing comprehensive guidance on the main construction methods and design loads. They should provide design engineers in the entire European Economic Area with the option of a uniform structural design. These standards are not new but form the basis of most national design standards due to their technical contents and procedures. In their ENV versions, they have been officially applicable for many years (in parallel to the national standards), covering metal, composite and timber construction, as well as the fire safety design of concrete. Today, the Eurocodes include 58 parts with over 5,200 pages, of which 480 pages are dedicated to concrete construction. In addition to the 58 parts of the Eurocodes, which have all been prepared at the European level, the DIN is preparing a National Annex to

► **DIE EUROCODES – EIN SCHON BEWÄHRTES EUROPÄISCHES NORMENWERK** Die Eurocodes bilden für die wesentlichen Bauarten und Lastannahmen ein umfassendes, technisch aktuelles und europäisch abgestimmtes Normenpaket, welches dem Planer im gesamten Europäischen Wirtschaftsraum ein prinzipiell einheitliches Bemessen von Bauwerken ermöglichen soll. Die Eurocodes sind nicht neu, sondern sie sind mit ihren technischen Inhalten und Verfahrensweisen schon seit Jahren die Basis der meisten nationalen Bemessungsnormen. Sie sind auch in ihren ENV-Versionen bereits seit vielen Jahren im Metallbau, Verbundbau, Holzbau und für die Heiße Bemessung auch im Betonbau parallel zu den nationalen Normen bauaufsichtlich eingeführt. Die Eurocodes bestehen heute aus 58 Teilen mit insgesamt über 5.200 Seiten, wovon für den Betonbau ca. 480 Seiten benötigt wurden. Neben den 58 Teilen der Eurocodes, die sämtlich auf europäischer Ebene erarbeitet wurden, wird zu jedem dieser Teile noch ein Nationaler Anhang beim DIN erstellt, in welchem die national zu bestimmenden Parameter festgelegt werden. Nur zusammen mit den Nationalen Anhängen stellen die Eurocodes ein in Deutschland anwendbares Normenwerk dar.

each of these parts that contains the parameters to be determined at the national level. The suite of Eurocodes may be applied in Germany only in conjunction with the National Annexes.

**BASES FOR OFFICIAL NATIONAL IMPLEMENTATION** Due to the Eurocodes' significance across Europe and the design options provided, the relevant ARGEBAU bodies intend to release the Eurocodes to structural designers and engineers in Germany as soon as possible.

Prior to the official national implementation of a technical standard, the relevant bodies and authorities must make sure that all interested parties were involved in preparing this standard, that it reflects the current state of the art, that it is free of technical and editorial errors as far as reasonably possible, that it may be applied in practice, and, as a matter of course, that it meets the safety requirements defined by the relevant bodies and authorities.

**SCHEDULE FOR OFFICIAL NATIONAL IMPLEMENTATION** In order to ensure both quality and applicability, the relevant authorities have decided to perform comparative calculations applying both the new European standards and the established national standards. The results of these calculations are already available for Eurocode 2; they had an influence on the final versions of the National Annexes.

The relevant authority has decided not to introduce each Eurocode part on its own when its National Annex has been finalized. Rather, the Eurocodes should be implemented in meaningful "packages". After consultations of the ARGEBAU bodies regarding the final versions of the standards and their decision to officially introduce them, the Eurocodes will be announced in a draft list of technical building regulations (Musterliste der Technischen Baubestimmungen; MLTB) and submitted to the European Commission for notification purposes. Certain deadlines need to be taken into account after this submission. Key parts of the Eurocodes will be officially implemented on 1 July 2012 by entering them in the list of tech-

**GRUNDLAGEN DER BAUAUFSICHTLICHEN EINFÜHRUNG** Auf Grund der europaweiten Bedeutung und der Möglichkeiten möchten die zuständigen Gremien der ARGEBAU die Eurocodes so früh wie möglich den Planern von Bauwerken in Deutschland zur Anwendung freigeben. Bevor eine technische Regel bauaufsichtlich eingeführt wird, müssen sich die Gremien der Bauaufsicht versichern, dass diese Regel unter Beteiligung aller interessierten Kreise erarbeitet wurde, dass die Regel den aktuellen Stand der Technik darstellt, dass sie technisch und redaktionell möglichst frei von Fehlern ist, dass sie in der Praxis anwendbar ist und natürlich dass die bauaufsichtlichen Anforderungen an die Sicherheit erfüllt wurden.

**DER ZEITLICHE ABLAUF DER BAUAUFSICHTLICHEN EINFÜHRUNG** Um sich der Qualität und Anwendbarkeit zu versichern, hat die Bauaufsicht beschlossen, Vergleichsrechnungen mit den neuen

AUTHOR //  
AUTOR

Dipl.-Ing. Gerhard Breitschaft,  
Deutsches Institut für  
Bautechnik (DIBt), Berlin

[gbr@dibt.de](mailto:gbr@dibt.de)

Geb. 1961;  
1980-1987 Studium des  
Bauingenieurwesens an  
der Technischen  
Universität Berlin;  
1987-1993 wissenschaft-  
licher Mitarbeiter am  
1. Lehrstuhl für Mecha-  
nik an der TU Berlin;  
1993-1994 Ingenieurbüro  
Breitschaft & Partner,  
Nürnberg; 1994-1996 BISG Ingenieurgesellschaft,  
Berlin; 1996-2003 Ingenieurbüro Lindner Stucke  
Gietzelt, Berlin; 2003-2009 Abteilungsleiter im  
DIBt; Mitarbeit in zahlreichen deutschen und  
europäischen Normenausschüssen und  
bauaufsichtlichen Gremien sowie Gremien der  
Europäischen Kommission; Leitung des Bau-  
technischen Prüfamtes im DIBt;  
seit 2009 Präsident des DIBt



europäischen Normen und den etablierten nationalen Normen durchführen zu lassen. Die Ergebnisse dieser Vergleichsrechnungen liegen für den Eurocode 2 bereits vor, sie konnten die Endfassung der Nationalen Anhänge beeinflussen. Die Bauaufsicht hat festgelegt, nicht jeden Eurocode-Teil einzuführen, sobald sein Nationaler Anhang fertig gestellt wurde, sondern die Eurocodes in sinnvollen „Paketen“ einzuführen. Nachdem die Gremien der ARGEBAU die endgültigen Normenfassungen beraten und deren bauaufsichtliche Einführung beschlossen haben, werden diese in einem Entwurf der Musterliste der Technischen Baubestimmungen angekündigt und der Europäischen Kommission zur Notifizierung gesendet. Hier sind dann noch Fristen abzuwarten.

Die bauaufsichtliche Einführung wesentlicher Eurocode-Teile durch Aufnahme in die Liste der Technischen Baubestimmungen wird am 1.7.2012 erfolgen. Entgegenstehende nationale Normen werden an diesem Stichtag zurückgezogen.

**PARALLELGELTUNG VON EUROCODES UND NATIONALEN NORMEN** Eine parallele Auflistung von nationalen Normen und europäischen Normen in der Liste der Technischen Baubestimmungen ist nicht vorgesehen. Allerdings kann gemäß §3, Abs (3), Satz 3, MBO die Gleichwertigkeit von europäischen und nationalen Normen festgestellt werden. Welche Randbedingungen dabei zu beachten sind, wurde bei den obersten Baubehörden der Länder und beim DIBt über das Internet und auch in Papierform veröffentlicht.

Dabei gibt es Vorgaben zur Abgrenzung, falls in einem Bauwerk sowohl die Eurocodes als auch die noch eingeführten nationalen Normen verwendet werden. Das kann erforderlich werden, wenn Zulassungen, Typenprüfungen oder auch andere Nomen noch nicht auf die Eurocodes umgestellt sind. Einschränkungen für die Lastannahmen, den Brandschutz und den Grundbau sind ebenso vorgegeben.

Die Anwendbarkeit des Eurocodes 2 durch die Feststellung der Gleichwertigkeit wird im 1. Quartal 2011 gegeben sein. ■

**nical building regulations. Contradictory national standards will be withdrawn on this date.**

**PARALLEL APPLICABILITY OF EUROCODES AND NATIONAL STANDARDS** A side-by-side layout mentioning both national and European standards in the list of technical building regulations is not envisaged. However, the equivalence of European and national standards may be stated pursuant to section 3 (3), sentence 3 MBO (Musterbauordnung; Model Building Regulations). The conditions to be fulfilled for this purpose are available from the supreme building authorities of the federal states and from the DIBt (both on the Internet and as a printed copy).

**Delimitation requirements exist if both the Eurocodes and national standards that are still applicable are used for one and the same building or structure. Such delimitations may become necessary if approvals, type tests or other standards have not yet been converted to the Eurocodes. Restrictions also apply to design loads, fire safety and earthworks and foundations.**

**The Eurocodes 2 will be applicable from the first quarter of 2011 on the basis of the equivalence statement. ■**

## 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.



[www.LAP-LASER.com](http://www.LAP-LASER.com)

made  
in  
Germany





## B: CONTENTS AND APPLICATION OF THE NATIONAL ANNEX (NA) B: INHALT UND HANDLING DES NATIONALEN ANHANGS (NA)

► **WHY NATIONAL ANNEXES?** Each of the 58 Eurocode parts provides the option of including national definitions in certain areas in a National Annex (NA). These definitions either adopt the proposals given in the original Eurocodes or modify them. This approach ensures that the member states of the European Committee for Standardization (CEN) may determine the level of safety, and also the economic efficiency of structures, at the national level as part of their sovereign responsibilities. This concept was also a key prerequisite for finalizing the current suite of Eurocodes in a consensus procedure.

The National Annex may provide guidance only for those parameters that were left open to national considerations in the Eurocode. These nationally determined parameters (NDP) apply to the structural design of buildings and civil engineering structures in the country in which they are constructed.

► **WIESO NATIONALE ANHÄNGE?** Jeder der 58 Eurocode-Teile enthält die Möglichkeit, in einem Nationalen Anhang (NA) zu bestimmten Regelungsbereichen nationale Festlegungen zu treffen, die entweder die Vorschläge in den Original-Eurocodes akzeptieren oder abändern. Hierdurch wird sichergestellt, dass die Mitgliedsländer der europäischen Normungsorganisation CEN das Sicherheitsniveau und auch die Wirtschaftlichkeit der Bauwerke beispielsweise im Rahmen ihrer staatlichen Hoheitsaufgaben national bestimmen können. Dieses Konzept war auch eine wesentliche Voraussetzung für die Fertigstellung der aktuellen Eurocode-Generation im Konsens-Verfahren.

Der Nationale Anhang darf nur Hinweise zu den Parametern geben, die im Eurocode für nationale Entscheidungen offen gelassen wurden. Diese national festzulegenden Parameter (Nationally Determined Parameters; NDP) gelten für die Tragwerksplanung von Hochbauten und Ingenieurbauten in dem Land, in dem sie erstellt werden.

**DER DEUTSCHE NATIONALE ANHANG FÜR DIN EN 1992-1-1/NA [1]** Die Erarbeitung des ersten Entwurfs des Nationalen Anhangs DIN EN 1992-1-1/NA im Jahr 2005 wurde mit der Strategie begonnen, den Regelungsstand von DIN 1045-1 sowohl im Hinblick auf die Bauwerkssicherheit als auch auf die Wirtschaftlichkeit der Bauart möglichst vollständig umzusetzen. Die 121 in [1] zugelassenen, nationalen Festlegungen schienen hierfür anfangs ausreichend. Bei der Bearbeitung des EC2 ließen sich vier Fälle unterscheiden:

1. Eine DIN 1045-Regelung zu einem Thema existiert, im EC2 gibt es hierzu eine identische Regel.
2. Eine DIN 1045-Regelung zu einem Thema existiert, im EC2 gibt es hierzu eine abweichende Regel.
3. Eine DIN 1045-Regelung zu einem Thema existiert, im EC2 gibt es hierzu keine Regel.
4. Eine EC2-Regelung zu einem Thema existiert, in der DIN 1045 gibt es hierzu keine Regel.

Es stellte sich heraus, dass über die 121 national erlaubten Festlegungen hinaus ergänzende Regeln und Hinweise aus deutscher Sicht erforderlich

### THE GERMAN NATIONAL ANNEX TO DIN EN 1992-1-1/NA [1]

The preparation of the first draft of the National Annex to DIN EN 1992-1-1/NA began in 2005, adopting the strategy of implementing the provisions of DIN 1045-1 as fully as possible both in terms of structural safety and economic efficiency of the construction method. At the outset, the 121 national provisions approved and included in [1] appeared to be sufficient. Four cases were distinguished in the course of the work on the EC2:

1. A DIN 1045 provision covers a certain subject; an identical rule exists in the EC2.
2. A DIN 1045 provision covers a certain subject; a deviating rule exists in the EC2.
3. A DIN 1045 provision covers a certain subject; no rule is provided in the EC2.
4. An EC2 provision covers a certain subject; no rule is provided in DIN 1045.

It was found that, from a German perspective, supplementary rules and guidance were necessary beyond the 121 provisions approved at the national level. In the NA, the option of including "references to the application of the Eurocode to the extent to which they do not contradict but complement it" was thus used and interpreted very widely. Where safety deficits were identified, supplementary provisions or modifications were necessary that partially contradict the Eurocode 2.

Aside from the nationally determined parameters (NDP), the National Annex thus contains non-contradictory complementary information on the application of DIN EN 1992-1-1 (NCI). A rough estimate showed that this procedure made it possible to implement about 80% of the provisions of DIN 1045-1 in the EC2-1-1 with National Annex [1]. Examples of considerable deviations of the EC2-1-1 rules from the previously applicable DIN 1045-1 include the verification concept for punching shear and the inclusion of foundation components made of concrete.

In addition, some formal rules were necessary to make a distinction between NDP and NCI also in terms of their numbering.

AUTHOR //  
AUTOR

Dr.-Ing. Frank Fingerloos,  
Deutscher Beton- und  
Bautechnik-Verein E.V., Berlin

[fingerloos@betonverein.de](mailto:fingerloos@betonverein.de)

Geb. 1961;  
Bauingenieurstudium an  
der Hochschule für  
Bauwesen Cottbus; bis  
1990 wissenschaftlicher  
Mitarbeiter im Bereich  
Konstruktiver Ingenieurbau;  
bis 2000 im Bereich  
Technik der HOCHTIEF  
Construction AG, Berlin;  
seit 2000 Abteilungsleiter

Bautechnik im Deutschen Beton- und Bautechnik-Verein E.V., seit 2005 Sachverständiger beim Deutschen Institut für Bautechnik; seit 2008 ö. b. u. v. Sachverständiger der IHK Berlin; seit 2008 Lehrauftrag für Massivbau an der TU Kaiserslautern; seit 2009 Mitherausgeber des Betonkalenders



sind. Im NA wurde daher die Möglichkeit, „Verweise zur Anwendung des Eurocodes, soweit sie diesen ergänzen und nicht widersprechen“, aufzunehmen, sehr großzügig genutzt und ausgelegt. Soweit Sicherheitsdefizite erkannt wurden, mussten sogar Ergänzungen oder Änderungen vorgenommen werden, die dem Eurocode 2 zum Teil widersprechen.

Über die national festzulegenden Parameter (Nationally Determined Parameters; NDP) hinaus enthält der Nationale Anhang deshalb ergänzende, nicht widersprechende Angaben zur Anwendung von DIN EN 1992-1-1 (Non-contradictory Complementary Information; NCI). Eine überschlägige Einschätzung ergab, dass dadurch DIN 1045-1 zu ca. 80 % im EC2-1-1 mit Nationalem Anhang [1] umgesetzt werden konnte. Beispiele für weitgehende Abweichungen der EC2-1-1-Regeln von den bisher in DIN 1045-1 festgelegten sind das Nachweiskonzept für Durchstanzen oder die Aufnahme von Gründungsbauteilen aus Beton.

Des Weiteren wurden einige formale Regelungen erforderlich, die auch in den Nummerierungen zwischen NDP und NCI unterscheiden.

(NDP) Bilder, Tabellen und Gleichungen, die im Original-EC2 vorhanden sind, aber national verändert werden dürfen, sind durch den Zusatz „N“ gekennzeichnet. Wird die Regel unverändert übernommen, wird das „N“ beibehalten, wie z. B. bei Tab. 7.3N: „Höchstwerte der Stababstände zur Begrenzung der Rissbreiten“. Wurden diese jedoch national geändert, so wurde das „N“ durch das Länderkürzel für Deutschland „DE“ ersetzt, wie z. B. bei Gleichung 9.5N für die Mindestquerkraftbewehrung, die zu den Gleichungen (9.5aDE) und (9.5bDE) wurde.

(NCI) Kapitel, Absätze, Bilder, Tabellen und Gleichungen, die nur für Deutschland ergänzt wurden, sind grundsätzlich durch das Präfix „NA“ und eine fortlaufende Nummer gekennzeichnet.

So wurde das aus deutscher Sicht notwendige Kapitel „Bautechnische Unterlagen“, welches im EC2 fehlt, als Kapitel „NA.2.8“ nach dem Kapitel 2.7 ergänzt.

**NDP Figures, tables and equations contained in the original EC2 but may be modified at the national level are labeled by an additional “N”. If the rule is adopted without change, the “N” label is retained, as in Table 7.3N: “Maximum bar spacings to limit crack widths”. Whenever rules were modified at the national level, however, the “N” was replaced with “DE” for Germany, such as for Equation 9.5N for minimum shear reinforcement, which was converted to Equations (9.5aDE) and (9.5bDE).**

**NCI Chapters, paragraphs, figures, tables and equations that were added exclusively for Germany are always labeled by the prefix “NA” and a serial number.**

**For example, the Chapter on “Structural Design Documentation” missing in the EC2 was considered necessary from a German perspective and added as Chapter “NA.2.8” after Chapter 2.7.**

**This principle was also applied to figures, equations and tables. For instance, the equation number (NA.5.18.1) used for the stiffening criterion for torsional resistance says that this new equation was added to Chapter 5, “Structural Analysis”, for national application and should appear between the existing Equations (5.18) and (5.19).**

**Further guidance and information that would go beyond the usual contents of a standard will be compiled in DAfStb Vol. 600 [2], which is referenced in several instances in the NA. A “Consolidated and Commented Version of EC2-1-1 with NA” [3] will be published to provide support to practitioners. Another tool to get familiar with the standard will be the collection of worked examples of the DBV [4]. ■**

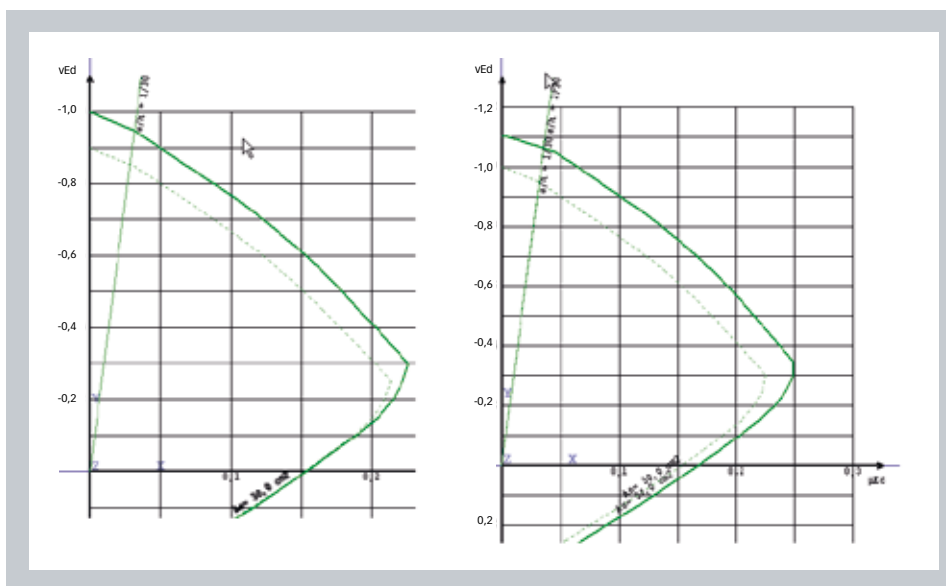
Dieses Prinzip wurde auch bei Bildern, Gleichungen und Tabellen verfolgt. So kann der Gleichungsnummer (NA.5.18.1) für das Aussteifungskriterium für den Verdrehwiderstand entnommen werden, dass diese neue Gleichung national im Kapitel 5 – „Ermittlung der Schnittgrößen“ ergänzt wurde und zwischen den vorhandenen Gleichungen (5.18) und (5.19) zu verorten ist.

Weitere Erläuterungen und Hinweise, die über den angemessenen Inhalt einer Norm hinausgehen, werden in einem DAfStb-Heft 600 [2] aufgenommen, welches im NA an mehreren Stellen in Bezug genommen wird. Zur Unterstützung der Praktiker wird eine „Konsolidierte und kommentierte Fassung des EC2-1-1 mit NA“ [3] herausgegeben. Ein weiteres Hilfsmittel zur Einarbeitung wird die Beispielsammlung des DBV werden [4]. ■

#### REFERENCES // LITERATUR

- [1] DIN EN 1992-1-1: Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln für den Hochbau:2011-01 und DIN EN 1992-1-1/NA Nationaler Anhang:2011-01.
- [2] DAfStb -Heft 600: Erläuterungen zu Eurocode, 2. Ausgabe 2011 (in Vorbereitung).
- [3] Fingerloos, F.: Der Eurocode 2 für Deutschland – DIN EN 1992 – Teil 1-1, Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau, Kommentierte und konsolidierte Fassung, Hrsg.: DBV, BVPI, VBI, ISB. Berlin, Beuth und Ernst & Sohn, 2011 (in Vorbereitung).
- [4] Hrsg. DBV: Beispiele zur Bemessung nach Eurocode 2, Band 1, Hochbau, Ernst & Sohn, Berlin, 2011.

► **FIG. 1 Comparison of bending strength for the NAs for Austria and Italy.** // ABB. 1 Vergleich der Biegetragfähigkeit nach NA von Österreich und Italien.



## C: COMPARATIVE CALCULATIONS USING SEVERAL NATIONAL ANNEXES

– D, A, UK, IT, NL, B, CZ

## C: VERGLEICHRECHNUNGEN FÜR VERSCHIEDENE NATIONALE ANHÄNGE

– D, A, UK, IT, NL, B, CZ

► As a subsidiary of Nemetschek AG, Nemetschek Frilo is getting increasingly involved in implementing international design standards. In this context, we have been dealing with the Eurocodes since the beginning of the 1990s. Our company was a member of the working group that finalized the draft of the German National Annex to Eurocode 2 in 2007. Our programs for reinforced concrete design include not only the original Eurocode and the German National Annex but also, to date, the National

► Als ein Tochterunternehmen der Nemetschek AG ist es für Nemetschek Frilo zunehmend eine Aufgabe, internationale Bemessungsstandards zu implementieren. In diesem Zusammenhang beschäftigen wir uns schon seit Beginn der 1990er Jahre mit dem Eurocode und waren Mitglied der Arbeitsgruppe, die im Jahr 2007 den Entwurf zum deutschen Nationalen Anhang von Eurocode 2 fertig stellte. In unseren Programmen mit Stahlbetonbemessung sind zusätzlich zum Original-Eurocode und dem deutschen Nationalen Anhang bisher die Nationalen Anhänge von Österreich, Großbritannien, Italien, den Niederlanden, Belgien und Tschechien implementiert. Inhalt dieses Beitrages sind Vergleiche in den Bemessungsergebnissen für die Nachweise in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit auf Querschnittsebene.

Annexes for Austria, the United Kingdom, Italy, the Netherlands, Belgium and the Czech Republic. This article shows comparisons of the design results arrived at in the ultimate limit state and serviceability limit state verifications at the cross-sectional level.

**BENDING STRENGTH** The differing national definitions of the long-term strength factor  $\alpha_{cc}$  result in deviations in the crest value  $f_{cd}$  of the concrete stress-strain curve if  $\alpha_{cc} = 0.85$ , i.e. a 15% deviation from the original Eurocode that specifies  $\alpha_{cc} = 1$ . For precast components, this deviation increases to a maximum of 21% because of the varying acceptance of reduced partial safety factors in the NA documents. The differences in the reinforcing steel stress-strain curve relevant to design are usually minor. For precast components, an additional 10% deviation of the design yield strength and tensile strength values results from the varying acceptance of reduced partial safety factors. The comparison of the curves for the absorbable internal forces of a symmetrically reinforced cross-section (Frilo Program B2) clearly illustrates the effect on bending strength of the differences in the stress-strain curves resulting from the National Annexes.

AUTHOR //  
AUTOR

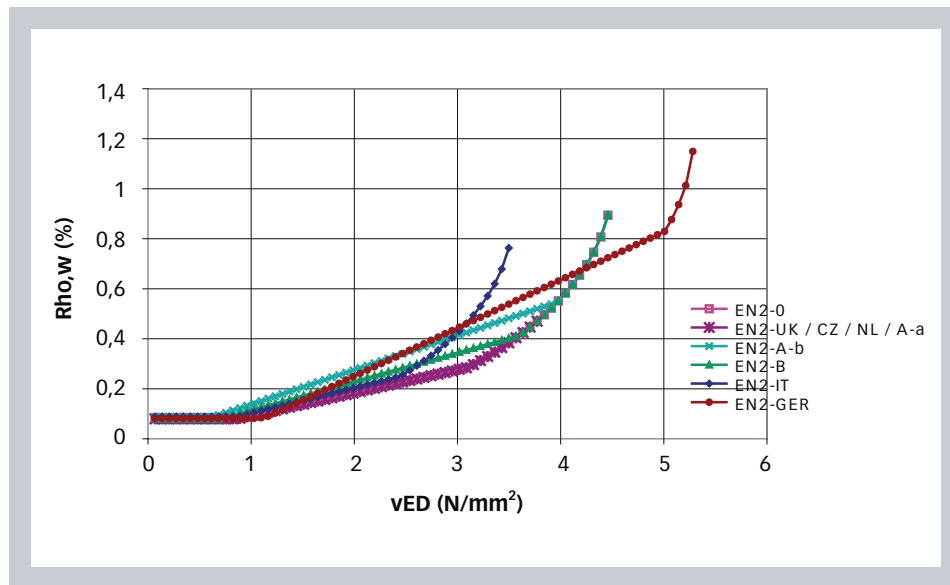
**Dipl.-Ing. Bert Ziems,**  
Friedrich + Lochner, Dresden

[ziems@frilo.de](mailto:ziems@frilo.de)

Geb. 1960;  
1980-1984 Studium des  
Bauingenieurwesens an  
der TU Dresden;  
1984-1989 Mitarbeiter  
am Institut für  
Stahlbeton Dresden;  
seit 1990 Mitarbeiter  
der Friedrich + Lochner  
GmbH

**BIEGETRAGFÄHIGKEIT** In Folge des national unterschiedlich definierten Dauerstandsbeiwertes  $\alpha_{cc}$  ergeben sich für den Scheitelwert  $f_{cd}$  der Betonarbeitslinie mit  $\alpha_{cc} = 0.85$  Abweichungen von 15 % gegenüber dem Originaleurocode mit  $\alpha_{cc} = 1$ . Bei Fertigteilen erhöhen sich die Abweichungen auf bis zu 21 % aufgrund der unterschiedlichen Akzeptanz reduzierter Teilsicherheitsbeiwerte in den NA. Die bemessungsrelevanten Unterschiede bei der





◀ FIG. 2 Comparison of shear strength. // ABB. 2 Vergleich der Querkrafttragfähigkeit.

Arbeitslinie des Betonstahls sind im Normalfall gering, bei Fertigteilen gibt es aufgrund der unterschiedlichen Akzeptanz reduzierter Teilsicherheitsbeiwerte ebenso Abweichungen bei den Bemessungswerten der Streckgrenze und Zugfestigkeit von 10 %. Mit dem Vergleich der Kurven für die aufnehmbaren Schnittkräfte eines symmetrisch bewehrten Querschnittes (Frilo Programm B2) kann die Wirkung der durch die Nationalen Anhänge bedingten Unterschiede bei den Materialarbeitslinien auf die Biegetragfähigkeit anschaulich dargestellt werden. Wie das linke abgebildete Diagramm zeigt, ist die mit einer Betonarbeitslinie mit  $\alpha_{cc} = 0.85$  ermittelte Tragfähigkeit im gedrückten Bereich deutlich geringer. Diese Differenz kann sich, wie im rechten abgebildeten Diagramm gezeigt, bei Fertigteilen weiter erhöhen, wobei jetzt auch der gezogene Bereich betroffen ist. Im Bild werden die Kurven nach den NA von Österreich und Italien gegenübergestellt (ABB. 1).

**QUERKRAFTTRAGFÄHIGKEIT** Untersucht man den Verlauf der bei wachsender Querkraft erforderlichen Bügelbewehrung, kann man deutlich drei Abschnitte unterscheiden. Solange  $V_{Ed} \leq V_{Rd,s}(\rho_{min}, \Theta_{min})$ , ergibt sich mit der Mindestbewehrung ein

As shown in the left diagram, the strength determined using a concrete stress-strain curve with  $\alpha_{cc} = 0.85$  is considerably lower in the area in compression. This difference may increase further for precast components, as shown in the right diagram, which also affects the area in tension. The figure compares the curves determined on the basis of the National Annexes for Austria and Italy. (FIG. 1)

**SHEAR STRENGTH** When examining the change in the required stirrup reinforcement depending on the increase in the shear force, three segments can be clearly distinguished. Provided  $V_{Ed} \leq V_{Rd,s}(\rho_{min}, \Theta_{min})$ , a constant level results for the minimum reinforcement, followed by a linear increase in the reinforcement ratio. If  $V_{Ed} > V_{Rd,max}(\Theta_{min})$ , the upward slope of the curve is disproportionate due to the increase in the strut angle  $\Theta$  until the strength maximum is reached at  $\Theta = 45$  degrees. A comparison of the curves determined for a C25/30 concrete using various National Annexes reveals the following: due to the differing national definitions of parameters (limits of  $\cot \Theta$ , strut strength  $v_1 \cdot f_{cd}$ ), and because of a deviating

konstanter Verlauf, anschließend wächst die Bewehrung linear an. Wenn  $V_{Ed} > V_{Rd,max}(\Theta_{min})$ , ist der Anstieg der Kurve infolge der Erhöhung des Druckstrebenwinkels  $\Theta$  überproportional, bis das Maximum der Tragfähigkeit bei  $\Theta = 45$  Grad erreicht ist. Nachfolgend werden die mit verschiedenen Nationalen Anhängen ermittelten Verläufe für einen Beton C25/30 verglichen. Bedingt durch national unterschiedlich definierte Parameter (Grenzen von  $\cot \Theta$ , Druckstrebenfestigkeit  $v_1 \cdot f_{cd}$ ), und im Falle von Deutschland durch ein abweichendes Verfahren bei der Ermittlung des flachest möglichen Druckstrebenwinkels, ergeben sich sehr unterschiedliche Kurvenverläufe für die Nationalen Anhänge mit starken Abweichungen sowohl bei der erforderlichen Querkraft als auch bei der maximalen Querkrafttragfähigkeit (ABB. 2).

**BEGRENZUNG DER RISSBREITE** Die Größe der Rissbreite ist abhängig von der mittleren Dehnungsdifferenz  $\Delta \epsilon$  und dem Rissabstand  $s_{r,max}$ . Während die nationalen Unterschiede bei der Bestimmung von  $\Delta \epsilon$  klein sind, ergeben sich hinsichtlich  $s_{r,max}$  beträchtliche Abweichungen, bedingt durch die nationalen Parameter  $k_1, k_2, k_3$  und  $k_4$ . Für die Ermittlung des Grenzdurchmessers  $D_s = (wk/\Delta \epsilon -$

Doubrava presenting at international fairs



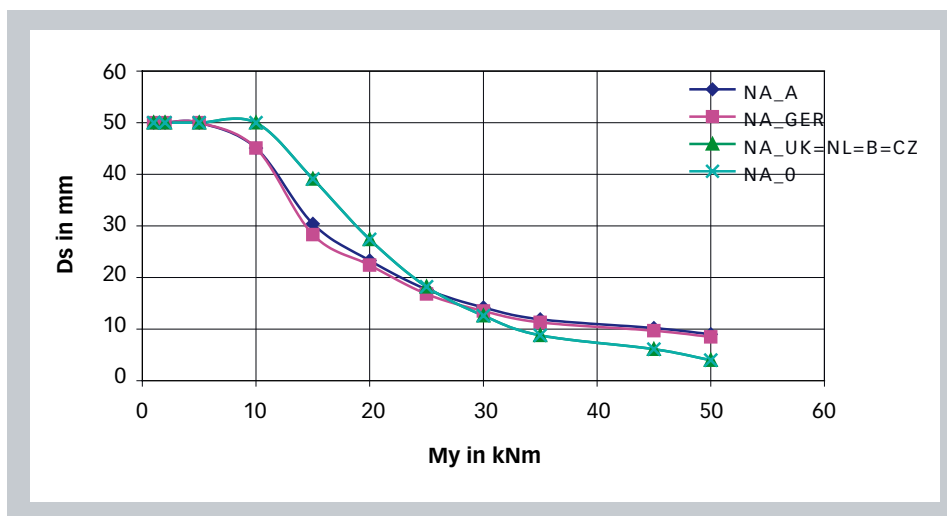
Doubrava Deutschland GmbH  
Raiffeisenstrasse 7-9 · D-70839 Gerlingen  
DI Uwe Schnitzler · Tel: +49-7156-1774019  
uwe.schnitzler@doubrava.at



Doubrava Polytech India Pvt.Ltd.  
#31-C, 2nd Cross, Veerasandra Industrial Area  
Hosur Road · Bangalore - 560100 · India  
DI Reinhard Eder · Tel: +43-7674-601-453  
reinhard.eder@doubrava.at



► FIG. 3 Comparison of limit diameters in the crack width verification.  
// ABB. 3 Vergleich der Grenzdurchmesser beim Rissbreitennachweis.



method adopted in Germany for determining the smallest possible strut angle, significantly different curves are obtained for the individual National Annexes, showing strong deviations both for the required shear force and the maximum shear strength (FIG. 2).

**LIMITATION OF CRACK WIDTH** The magnitude of the crack width depends on the mean strain difference  $\Delta\varepsilon$  and the crack spacing  $s_{r,max}$ . Whereas differences between the National Annexes are minor when determining  $\Delta\varepsilon$ , significant deviations occur for  $s_{r,max}$ , which are due to the nationally determined parameters  $k_1$ ,  $k_2$ ,  $k_3$  and  $k_4$ . The crack formula is modified for determining the limit diameter  $D_s = (w_k / \Delta\varepsilon - s_{r1}) / s_{r2}$ , where  $s_{r,max}$  is divided into the two components  $s_{r1} = k_3 \cdot c$  and  $s_{r2} = k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 / \rho_{p,eff}$ . The nationally determined parameters  $k_1$  and  $k_2$  have almost no influence on the calculated limit diameter because their effects largely neutralize each other. Two different approaches to  $k_3$  and  $k_4$  are observed. Whereas, in the NAs for Austria and Germany, the term  $s_{r1}$  is zero because of  $k_3 = 0$ , which has a favorable effect on  $D_s$ , the other NAs use  $k_3 = 3.4$ , which results in a minimum value of 85 mm depending on the concrete cover. On the other hand,  $s_{r2}$  is more unfavorable due to  $k_4 = 0.694$  (other NAs:  $k_3 = 0.5$ ). The following example is used to demonstrate the effect of this approach on the limit diameter as moments increase: a cross-section of 20 cm \* 100 cm is chosen, using a C25/30 concrete and  $w_{max} = 0.3$  mm. For smaller loads, the NAs result in larger limit diameters if  $s_{r1} > 0$ . For greater loads,  $s_{r1} = 0$  results

in larger limit diameters. The influence of  $s_{r1}$  increases with  $\Delta\varepsilon$  whereas the effect of  $s_{r2}$  decreases. Verification differences that result from varying national definitions of the permissible crack width and the load combination to be applied have not been considered (FIG. 3).

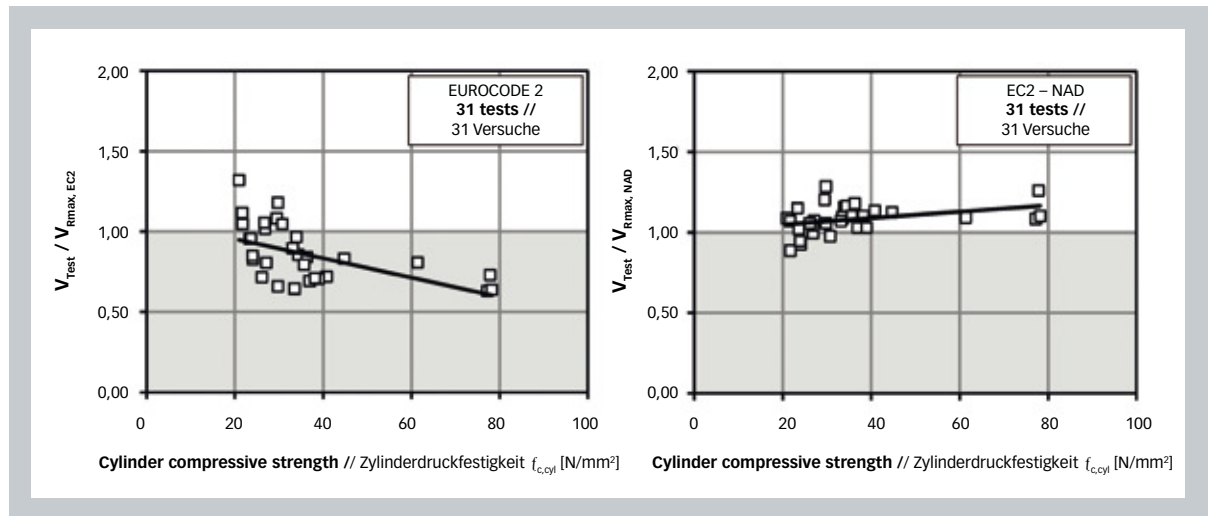
$s_{r1} / s_{r2}$  wird die Rissformel umgestellt, wobei sich  $s_{r,max}$  in die beiden Anteile  $s_{r1} = k_3 \cdot c$  und  $s_{r2} = k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 / \rho_{p,eff}$  aufspaltet. Die nationalen Parameter  $k_1$  und  $k_2$  haben auf den ermittelten Grenzdurchmesser kaum einen Einfluss, da sie sich in ihrer Wirkung nahezu aufheben. Hinsichtlich  $k_3$  und  $k_4$  kann man zwei unterschiedliche Herangehensweisen beobachten. Während bei den NA von Österreich und Deutschland der Term  $s_{r1}$  wegen  $k_3 = 0$  den für  $D_s$  günstigen Wert Null annimmt, ergibt sich bei den anderen NA mit  $k_3 = 3.4$  in Abhängigkeit von der Betondeckung ein Wert von mindestens 85 mm. Auf der anderen Seite ist  $s_{r2}$  ungünstiger wegen  $k_4 = 0.694$  (andere NA  $k_4 = 0.5$ ). Am folgenden Beispiel wird gezeigt, was das für den Grenzdurchmesser bei wachsenden Momenten bedeutet. Betrachtet wird ein Querschnitt 20 cm \* 100 cm mit einem Beton C25/30 und  $w_{max} = 0.3$  mm. Für geringere Beanspruchungen ergeben sich für die NA mit  $s_{r1} > 0$  größere Grenzdurchmesser, bei höheren Beanspruchungen für die NA mit  $s_{r1} = 0$ . Mit wachsendem  $\Delta\varepsilon$  nimmt der Einfluss von  $s_{r1}$  zu, der von  $s_{r2}$  hingegen ab. Nicht berücksichtigt sind Nachweisunterschiede, die sich aus der in den NA unterschiedlichen Definition der zulässigen Rissbreite und der zu verwendenden Lastkombination ergeben (ABB. 3)

**SCHLUSSFOLGERUNGEN** Trotz einer in Zukunft einheitlichen europäischen Bemessungsnorm können sich von Land zu Land recht unterschiedliche Bemessungsergebnisse einstellen. Nicht alle sind mit divergierenden Sicherheitsbedürfnissen zu begründen. Aus unserer Sicht ist es für die langfristige Akzeptanz der neuen Norm wichtig, diese Unterschiede zu reduzieren. ■

in larger limit diameters. The influence of  $s_{r1}$  increases with  $\Delta\varepsilon$  whereas the effect of  $s_{r2}$  decreases. Verification differences that result from varying national definitions of the permissible crack width and the load combination to be applied have not been considered (FIG. 3).

**CONCLUSIONS** Despite a design code that will be uniformly applied across Europe, the design results may vary significantly from country to country. Not all of these variances may be justified by diverging safety requirements. We believe that it is important to reduce these differences in order to create wide acceptance of the new code in the long term. ■

► **FIG. 1 Comparison of the test failure load with the maximum punching shear resistance according to Eurocode 2 (left) and EC2-NAD (right), taken from [2]. // ABB. 1 Vergleich der Versuchsbruchlast mit dem maximalen Durchstanzwiderstand nach Eurocode 2 (links) und EC2-NAD (rechts) aus [2].**



## D: PUNCHING SHEAR IN ACCORDANCE WITH EUROCODE 2 – NATIONAL ANNEX FOR GERMANY (NAD)

### D: DURCHSTANZEN NACH EUROCODE 2 – NAD

► Mit der Einführung des Eurocode 2 (EC2) und des Nationalen Anhangs Deutschland (NAD) wurden die Regelungen aus DIN 1045-1 zum Durchstanz bei Flachdecken und Fundamenten überarbeitet, an das Nachweisformat in Eurocode 2 angepasst und neuere Forschungsergebnisse berücksichtigt [1]. Die wichtigsten Änderungen der Durchstanznachweise gegenüber DIN 1045-1 werden hier vorgestellt.

**DURCHSTANZEN VON FLACHDECKEN OHNE DURCHSTANZBEWEHRUNG** Die Bestimmungsgleichung für die Tragfähigkeit ohne Durchstanzbewehrung nach EC2 entspricht formal der Gleichung in DIN 1045-1. Unterschiede bestehen im Vorfaktor  $C_{Rd,c} = 0,18/\gamma_c$ , der kleiner ist als in DIN 1045-1 ( $0,21/\gamma_c$ ), und dem kritischen Rundschnitt im Abstand  $2,0d$ . Wegen des großen Rundchnittes nach EC2 ergeben sich jedoch etwa gleich große Widerstände:

$$V_{Rd,c} = C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3}$$

Durch den auch bei kleinen Lasteinleitungsflächen großen kritischen Rundschnitt  $u_1$  ist eine zusätzliche Beschränkung der Tragfähigkeit von Flachdecken bei sehr kleinen Stützenabmessungen für Verhältnisse  $u_0/d < 4$  erforderlich:

$$u_0/d < 4 : C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c} \left(0,1 \cdot \frac{u_0}{d} + 0,6\right)$$

► **Eurocode 2 (EC2) was introduced with its National Annex (NA) for Germany to revise the provisions of DIN 1045-1 pertaining to punching shear of flat slabs and foundations and to adjust them to the verification format provided in Eurocode 2 whilst also considering recent research findings [1]. This paper presents the most important changes to punching shear verification compared to DIN 1045-1.**

**PUNCHING SHEAR OF FLAT SLABS WITHOUT PUNCHING SHEAR REINFORCEMENT** The equation used for determining the resistance without punching shear reinforcement in accordance with EC2 formally corresponds to the equation provided in DIN 1045-1. Differences exist with regard to the prefactor  $C_{Rd,c} = 0,18/c$ , which is smaller than that used in DIN 1045-1 ( $0,21/\gamma_c$ ), and with respect to the critical section at a distance of  $2,0d$ . Due to the large section according to EC2, however, the resulting resistance values are roughly identical:

$$V_{Rd,c} = C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3}$$

**Due to the large critical section  $u_1$  that also exists for small load introduction areas, an additional limitation of the resistance of flat slabs is required for very small column dimensions and ratios of  $u_0/d < 4$ :**

**DURCHSTANZTRAGFÄHIGKEIT VON FLACHDECKEN MIT DURCHSTANZBEWEHRUNG** In Eurocode 2 wird die Durchstanzbewehrungsmenge nur im kritischen Rundschnitt  $u_1$  bestimmt und dann in allen Rundschnitten als konstanter Wert solange

Prof. Dr.-Ing. Josef Hegger,  
RWTH Aachen

heg@imb.rwth-aachen.de

AUTHOR //  
AUTOR



Geb. 1954;  
1973-1979 Studium des Bauingenieurwesens an der RWTH Aachen;  
1984 Promotion an der TU Braunschweig;  
1985-1993 Philipp Holzmann AG, Frankfurt;  
seit 1993 Leiter des

Lehrstuhls und Instituts für Massivbau der RWTH Aachen; seit 1994 Prüflingenieur für Baustatik Fachrichtung Massivbau; seit 1997 Sachverständiger des Eisenbahnbundesamtes; seit 1998 Mitglied der Sachverständigenausschüsse für Bewehrungstechnik, Spannverfahren, Verpresspfehle und Spannbetonhohldielen und Verbundbau beim DIBt; seit 1999 Sprecher des Sonderforschungsbereichs 532 Textilbewehrter Beton; 2004-2005 Vertreter des Normenausschusses NA 005-07-01, Entwicklung der Richtlinie „Massige Bauteile aus Beton“



$$u_0 / d < 4 : C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c} (0,1 \cdot \frac{u_0}{d} + 0,6)$$

**PUNCHING SHEAR RESISTANCE OF FLAT SLABS WITH PUNCHING SHEAR REINFORCEMENT** In Eurocode 2, the ratio of punching shear reinforcement is determined only for the critical section  $u_1$  and then used as a constant value for all sections until the verification is successful without punching shear reinforcement. Unlike DIN 1045-1, EC2 does not specify a graduation of shear reinforcement. The evaluation of test results showed that this approach significantly underestimated the required punching shear reinforcement ratio for the first two sections. For this reason, the NAD applies a factor of 2.5 to the punching shear reinforcement in the first row and a factor of 1.4 to the reinforcement in the second row:

$$A_{sw} = \frac{(V_{Ed} - 0,75 \cdot V_{Rd,c}) \cdot d \cdot u_1}{1,5 \cdot (d/s_t) \cdot f_{ywd,ef} \cdot \sin\alpha}$$

To account for the less effective embedment of stirrups in thin slabs, the effective design yield strength must be modified to  $f_{ywd,ef} = 250 + 0,25 \cdot d \leq f_{ywd}$ .

**MAXIMUM PUNCHING SHEAR RESISTANCE OF FLAT SLABS** In EC2, the maximum resistance is determined for section  $u_0$  (circumference of the column) using the strut strength of beams. The analysis of punching shear tests at the maximum resistance level proves a strong correlation with the column circumference and concrete compressive strength, and sometimes leads to significant safety deficits [2] (FIG. 1). By contrast, the method of determining the maximum resistance of flat slabs as a multiple of the punching shear resistance without punching shear reinforcement turned out to be appropriate. The NAD defines the maximum punching shear resistance of flat slabs with stirrups as follows:

$$V_{Rd,max} = 1,4 \cdot V_{Rd,c}$$

**PUNCHING SHEAR OF FOUNDATIONS WITHOUT PUNCHING SHEAR REINFORCEMENT** Test results [3] indicate that the propensity for cracking correlates with shear slenderness (FIG. 2). Moreover, the fact that soil pressure has a relieving effect within the critical section, and may thus be fully subtracted according to EC2, means that the position of the critical section

angeordnet, bis der Nachweis ohne Durchstanzbewehrung gelingt. Eine Abstufung der Querkraftbewehrung, wie nach DIN 1045-1 üblich, ist in EC2 nicht vorgesehen. Die Überprüfung an Versuchsergebnissen ergab, dass dieser Ansatz die erforderliche Durchstanzbewehrungsmenge in den ersten beiden Rundschnitten deutlich unterschätzt. Daher wird im NAD die Durchstanzbewehrungsmenge in der ersten Reihe mit dem Faktor 2,5 und in der zweiten Reihe mit dem Faktor 1,4 erhöht:

$$A_{sw} = \frac{(V_{Ed} - 0,75 \cdot V_{Rd,c}) \cdot d \cdot u_1}{1,5 \cdot (d/s_t) \cdot f_{ywd,ef} \cdot \sin\alpha}$$

Um die schlechtere Verankerung von Bügeln in dünnen Platten zu berücksichtigen, ist der wirksame Bemessungswert der Streckgrenze mit  $f_{ywd,ef} = 250 + 0,25 \cdot d \leq f_{ywd}$  zu bestimmen.

**MAXIMALTRAGFÄHIGKEIT VON FLACHDECKEN** Die Maximaltragfähigkeit wird in EC2 im Rundschnitt  $u_0$  (Umfang der Stütze) mit der Druckstrebentragfähigkeit von Balken ermittelt. Die Auswertung von Durchstanzversuchen auf dem Niveau der Maximaltragfähigkeit belegt eine starke Abhängigkeit vom Stützenumfang und der Betondruckfestigkeit und führt zu teilweise erheblichen Unterschreitungen des geforderten Sicherheitsniveaus [2] (ABB. 1). Dagegen hat sich die Ermittlung der Maximaltragfähigkeit von Flachdecken als ein Vielfaches der Durchstanztragfähigkeit ohne Durchstanzbewehrung bewährt. Nach NAD ist die maximale Durchstanztragfähigkeit von Flachdecken mit Bügeln wie folgt festgelegt:

$$V_{Rd,max} = 1,4 \cdot V_{Rd,c}$$

**DURCHSTANZEN VON FUNDAMENTEN OHNE DURCHSTANZBEWEHRUNG** Versuchsergebnisse [3] belegen eine Abhängigkeit der Rissneigung von der Schubslankheit (ABB. 2). Da außerdem die Sohlpressung innerhalb des kritischen Rundschnitts entlastend wirkt und nach EC2 voll abgezogen werden darf, ist für Fundamente die Lage des kritischen Rundschnitts iterativ zu ermitteln. Daher wird in der Bemessungsgleichung für Fundamente der Tragwiderstand zusätzlich mit dem Faktor (2-d/a) ergänzt, wobei a dem Abstand vom Stützenanschnitt zum kritischen Rundschnitt entspricht. Mit größerem Abstand a vergrößert sich die Fläche innerhalb des Rundschnitts und die einwirkende Querkraft wird durch die entlastenden Bodenpressungen verringert. Der Quotient (2-d/a) wird gleichzeitig kleiner, sodass der Durch-

of foundations must be determined in an iterative process. For this reason, the design equation for foundations adds a factor of (2d/a) to the load-bearing capacity, where a is equivalent to the distance between the column section and the critical section. The area within the section increases with the distance a, and the acting shear force is reduced by the relieving soil pressure. At the same time, the quotient (2d/a) gets smaller, which is why punching shear resistance is reduced. The critical distance  $a_{crit}$  is obtained for the smallest absorbable punching shear load:

$$V_{Rd,c} = C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} \cdot$$

$$\frac{2 \cdot d}{a} \cdot d \cdot u_{crit} \geq v_{min} \cdot \frac{2 \cdot d}{a} \cdot d \cdot u_{crit}$$

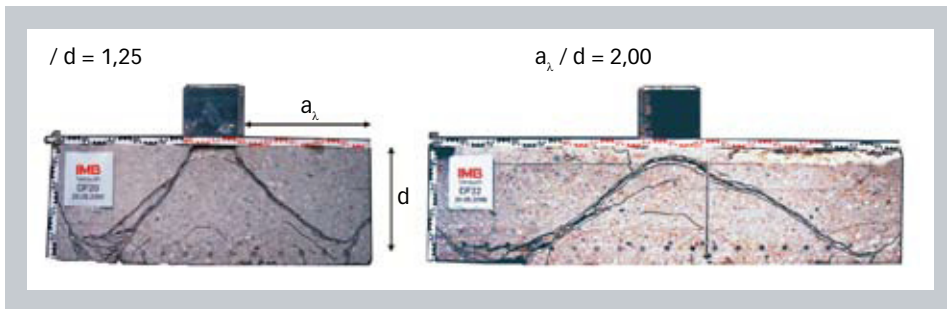
mit  $C_{Rd,c} = 0,15 / \gamma_c$

**PUNCHING SHEAR RESISTANCE OF FOUNDATIONS WITH PUNCHING SHEAR REINFORCEMENT** In some cases, determining the amount of punching shear reinforcement according to NAD for foundations leads to reinforcement ratios that are so high that they can no longer be included within one and the same section. A modified approach was thus proposed to ensure the resistance in the area with punching shear reinforcement:

$$A_{sw,0,8d} = \frac{\beta \cdot V_{Ed} \cdot (1 - \frac{A_{crit}}{A})}{f_{ywd,ef}}$$

The punching shear reinforcement ratio  $A_{sw,0,8d}$  is the total of the reinforcement in the first row positioned at a distance of 0.3 · d from the column edge and the reinforcement in the second row inserted at a distance of 0.8 · d from the column edge.

**MAXIMUM PUNCHING SHEAR RESISTANCE OF FOUNDATIONS** In analogy to flat slabs, the maximum punching shear resistance of foundations is defined as 1.4 times the value of the punching shear resistance without punching shear reinforcement, using the iterative approach. ■



▲ FIG. 2 Saw cut and failure crack, taken from tests referred to in [3]. // ABB. 2 Sägeschnitt und Versagensriss aus Versuchen aus [3].

stanzwiderstand reduziert wird. Der maßgebende Abstand  $a_{crit}$  ergibt sich für die kleinste aufnehmbare Durchstanzlast:

$$V_{Rd,c} = C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} \cdot$$

$$\frac{2 \cdot d}{a} \cdot d \cdot u_{crit} \geq v_{min} \cdot \frac{2 \cdot d}{a} \cdot d \cdot u_{crit}$$

mit  $C_{Rd,c} = 0,15 / \gamma_c$

**DURCHSTANZTRAGFÄHIGKEIT VON FUNDAMENTEN MIT DURCHSTANZBEWEHRUNG** Die Ermittlung der Durchstanzbewehrung nach NAD führt bei Fundamenten teilweise zu so großen Bewehrungsmengen, dass sie nicht mehr innerhalb eines Rundschnittes eingebaut werden können. Daher wurde zur Sicherstellung der Tragfähigkeit innerhalb des durchstanzbewehrten Bereichs ein modifizierter Ansatz vorgeschlagen:

$$A_{sw,0,8d} = \frac{\beta \cdot V_{Ed} \cdot \left(1 - \frac{A_{crit}}{A}\right)}{f_{ywd,ef}}$$

Die Durchstanzbewehrungsmenge  $A_{sw,0,8d}$  ist die Summe der Bewehrung in der ersten Reihe im Abstand  $0,3 \cdot d$  und der weiteren Reihe bis zum Abstand  $0,8 \cdot d$  vom Stützenrand.

**MAXIMALTRAGFÄHIGKEIT VON FUNDAMENTEN** In Analogie zu Flachdecken wird die Maximaltragfähigkeit von Fundamenten als 1,4-facher Wert der Tragfähigkeit ohne Durchstanzbewehrung nach dem iterativen Ansatz definiert. ■

#### REFERENCES // LITERATUR

- [1] Hegger, J.; Siburg, C.: (V) Durchstanzen, Beitrag zum Tagungsband der Gemeinschaftstagung: Eurocode 2 für Deutschland, 2. Auflage, Beuth Verlag, 2010.
- [2] Hegger, J.; Walraven, J.; Häusler, F.: Zum Durchstanzen von Flachdecken nach Eurocode 2. Beton- und Stahlbetonbau 105, Heft 4, S. 206-215, 2010.
- [3] Hegger, J.; Ricker, M.; Sherif, A.G.: Punching strength of reinforced concrete footings. ACI Structural Journal, S. 706-716, September-October 2009.

Dipl.-Ing. Carsten Siburg,  
RWTH Aachen

csiburg@imb.rwth-aachen.de

AUTHOR //  
AUTOR



Geb. 1976; 2005 Diplom an der RWTH Aachen; 2005-2008 Tätigkeit in einem Ingenieurbüro; seit 2008 Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Massivbau der RWTH Aachen

**Peikko® Wall Shoes**

- Comfortable and fast bolt connection, no welding needed
- Invisible after installation
- Working connection once installed

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

## E: STRUCTURAL FIRE DESIGN ACCORDING TO EC 2, PART 1-2 E: HEISSBEMESSUNG NACH EC 2 Teil 1-2

► **ALTERNATIVE DESIGN METHODS** Eurocode 2, Part 1-2, specifies fire safety design methods on three levels. In the design with tabulated data (level 1), cross-sectional dimensions of a structural element are compared to minimum values which are derived from standard fire tests for a given fire resistance class. The simplified calculation method (level 2) uses simple mechanical models to compare the relevant combination of mechanical actions with the load-bearing capacity reduced under the fire exposure. With the general calculation method (level 3), the load-bearing and deformation behavior of a structural element or system under a given fire exposure is numerically simulated.

► **NACHWEISALTERNATIVEN** Der Eurocode 2, Teil 1-2, sieht brandschutztechnische Nachweisverfahren auf drei Stufen vor. Beim Nachweis mit tabellarischen Daten (Stufe 1) werden die Querschnittsabmessungen eines Bauteils mit Mindestwerten verglichen, die nach Ergebnissen von Normbrandversuchen für eine bestimmte Feuerwiderstandsklasse erforderlich sind. Im vereinfachten Rechenverfahren (Stufe 2) wird mit einfachen mechanischen Modellen nachgewiesen, dass die im Brandfall vorhandenen mechanischen Einwirkungen mit der brandbedingt reduzierten Bauteiltragfähigkeit aufgenommen werden können. Mit dem allgemeinen Rechenverfahren (Stufe 3) kann für eine vorgegebene Brandbeanspruchung das Trag- und Verformungsverhalten eines Bauteils oder Tragwerks numerisch simuliert werden.

**ACTIONS IN THE EVENT OF FIRE** The thermal and mechanical actions to be assumed for the fire safety design are given in Eurocode 1, Part 1-2. The thermal actions depend on the gas temperature which can be defined by various nominal temperature-time curves depending on the fire duration. Usually, the standard temperature-time curve (analogous to DIN 4102-2) is chosen. The so-called external fire curve (analogous to DIN 4102-3) can be applied to structural elements or surfaces outside a fire compartment. For an individual investigation, so-called natural fire models, which are described in informative annexes, can be used to calculate the thermal actions. To determine the mechanical actions in the event of fire, the actions from the normal temperature design are combined according to the rule for accidental situations. According to a simplified method, the actions in the event of fire can be derived from the actions of the normal temperature design using a reduction factor  $\eta_{fi} = 0.7$ .

**EINWIRKUNGEN IM BRANDFALL** In Eurocode 1, Teil 1-2, sind die für die brandschutztechnische Bemessung anzunehmenden thermischen und mechanischen Einwirkungen geregelt. Die thermischen Einwirkungen ergeben sich aus der Heißgastemperatur, für die verschiedene nominelle Temperaturzeitkurven in Abhängigkeit der Branddauer angegeben werden. Im Regelfall ist die Einheits-Temperaturzeitkurve (analog zu DIN 4102-2) anzunehmen. Bei außerhalb eines Brandraumes liegenden Bauteilen oder Bauteiloberflächen kann die so genannte Außenbrandkurve (analog zu DIN 4102-3) verwendet werden. Für eine individuelle Untersuchung können die Brandeinwirkungen mit so genannten Naturbrandmodellen berechnet werden, die in informativen Anhängen beschrieben sind. Zu den mechanischen Einwirkungen zählen die bei der Bemessung für Normaltemperatur berücksichtigten Lasten, die für den Brandfall nach der Kombinationsregel für außergewöhnliche Situationen zu kombinieren sind. Vereinfachend dürfen die Einwirkungen im Brandfall aus den Einwirkungen bei Normaltemperatur durch pauschale Reduktion mit einem Faktor  $\eta_{fi} = 0,7$  abgeleitet werden.

**FIRE SAFETY DESIGN** For the fire safety design of a structural element or system, EC 2-1-2 gives thermal and thermo-mechanical material parameters for normal-weight concrete, reinforcing steel and prestressing steel depending on the temperature. In the general calculation method, a thermal analysis is performed to determine the cross-sectional temperatures of structural elements based on the gas temperature. Using the reduced material parameters for higher temperatures, the load-bearing and deformation behavior of the structural element or system is numerically calculated in the mechanical analysis. The simplified calculation method approximately considers the reduced load-bearing capacity of a structural element by reducing the dimensions of the concrete cross-section as well as the material parameters. The mechanical actions in the event of fire are then compared with the load-bearing capacity determined analogously to the normal temperature design but with strengths of concrete and steel reduced by the coefficients  $k_c$  (⊖) and  $11^\circ_s$  (⊖) (FIG. 1).

AUTHOR //  
AUTOR

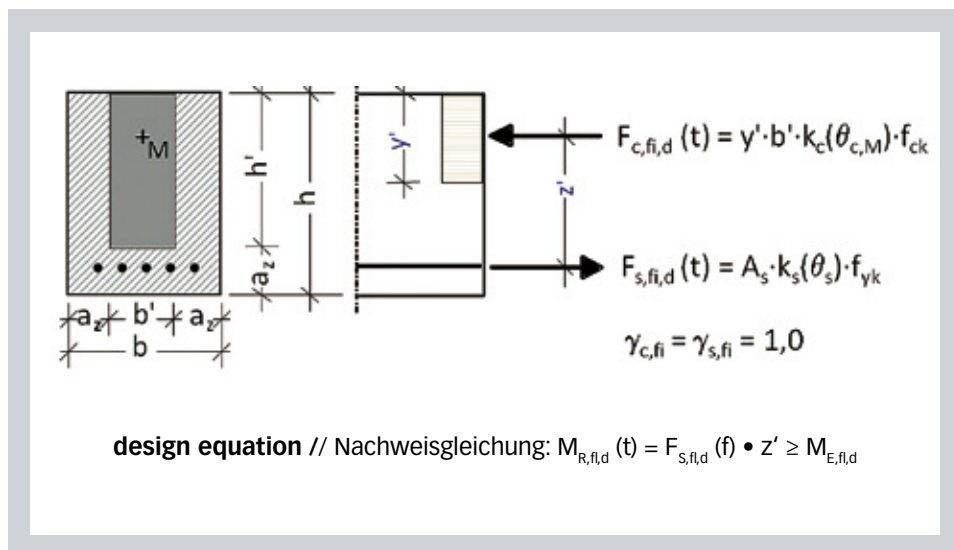
**Prof. Dr.-Ing. Dietmar Hosser,**  
Technische Universität  
Braunschweig

d.hosser@  
tu-braunschweig.de

1965-1970 Studium des Bauingenieurwesens an der TH Darmstadt; 1970-1974 Bauleiter und Tragwerksplaner im Ingenieurbüro; 1974-1977 Promotion; 1977-1986 Leitender Ingenieur; seit 1986 Professor an der TU Braunschweig; seit 1987 Beratender Ingenieur für Bauwesen und Brandschutz sowie Prüfingenieur für Baustatik (Massivbau und Stahlbau); seit 1989 Geschäftsführer einer Ingenieurgesellschaft; seit 2000 Alleininhaber eines Ingenieurbüros. Geschäftsführender Leiter des Instituts für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz (iBMB); Mitglied zahlreicher Normenausschüsse sowie zahlreiche Veröffentlichungen







◀ **FIG. 1** Simplified calculation model for a reinforced concrete beam under three-dimensional fire exposure with reduced cross-section. // **ABB. 1** Vereinfachter Nachweis eines dreiseitig beflamten Stahlbetonbalkens mit brandreduziertem Querschnitt.

thermo-mechanische Materialkennwerte für Normalbeton, Beton- und Spannstahl in Abhängigkeit von der Temperatur angegeben. Beim allgemeinen Rechenverfahren werden zunächst in der thermischen Analyse, ausgehend von der Heißgastemperatur, die Bauteiltemperaturen ermittelt. In der mechanischen Analyse wird dann mit den temperaturabhängig reduzierten Materialkennwerten das Trag- und Verformungsverhalten des Bauteils oder Tragwerks berechnet. Das vereinfachte Rechenverfahren berücksichtigt die Verringerung der Tragfähigkeit eines Bauteils beim Brand näherungsweise durch die temperaturabhängige Verkleinerung des Betonquerschnitts und Abminderung der Materialfestigkeiten. Der Tragfähigkeitsnachweis wird dann mit dem Restquerschnitt analog zum Nachweis für Normaltemperatur geführt, wobei die Festigkeiten von Beton und Bewehrungsstahl mit Beiwerten  $k_c(\theta)$  bzw.  $k_s(\theta)$  abgemindert werden (**ABB. 1**).

Der EC 2-1-2 enthält Bemessungstabellen mit Mindestabmessungen und Mindestachsabständen der Bewehrung für Stützen mit Rechteck- oder Kreisquerschnitt bei ein- und mehrseitiger Brandbeanspruchung, nichttragende und tragende Wände, Balken mit Rechteck- und I-Querschnitt bei drei- oder vierseitiger Brandbeanspruchung sowie einachsige oder zweiachsige gespannte Platten, Durchlaufplatten, Flachdecken und Rippendecken. Wenn ein Querschnitt bei Normaltemperatur nicht

**EC 2-1-2 also contains tabulated data with minimum cross-section dimensions and minimum axial distances of the reinforcement for columns with rectangular or circular cross-sections under one- or multi-dimensional fire exposure, load-bearing and non-load-bearing walls, beams with rectangular or I-shape cross-sections under three- or four-dimensional fire exposure as well as simply supported one-way or two-way solid slabs, continuous solid slabs, flat slabs and ribbed slabs. If a cross-section is not fully loaded at normal temperature, the critical temperature of the reinforcement increases, and the axial distance taken from the design table may be reduced.**

**HIGH-STRENGTH CONCRETE** In general, the methods for the fire safety design of structures built in normal-weight concrete may also be applied to elements consisting of high-strength concrete. However, the reduction of concrete compressive strength with increasing temperature is higher for the simplified method, and the minimum dimensions from the tabulated data must be increased. Additional requirements are given to prevent destructive concrete spalling. ■

voll ausgelastet ist, erhöht sich die kritische Temperatur der Bewehrung, und der aus der Bemessungstabelle abgelesene Achsabstand der Bewehrung darf verringert werden.

**HOCHFESTER BETON** Beim Nachweis von Bauteilen aus hochfestem Beton dürfen grundsätzlich die Bemessungsverfahren für normalfesten Beton benutzt werden. Abweichend davon sind jedoch beim vereinfachten Rechenverfahren stärkere temperaturabhängige Abminderungen der Druckfestigkeit und beim tabellarischen Nachweis vergrößerte Mindestmaße zugrunde zu legen. Außerdem sind besondere Vorkehrungen zur Vermeidung zerstörender Betonabplatzungen zu treffen. ■

DAY 3: THURSDAY, 10<sup>TH</sup> FEBRUARY 2011 //

TAG 3: DONNERSTAG, 10. FEBRUAR 2011

## PIPELINE CONSTRUCTION AND DRAINAGE TECHNOLOGY ROHRLEITUNGSBAU UND ENTWÄSSERUNGSTECHNIK

Page // Seite

Title // Titel

PRESENTATION //  
MODERATOR

**Dipl.-Ing. Hans-Georg Müller,**  
Fachvereinigung Betonrohre  
und Stahlbetonrohre, Bonn

hg.mueller@  
berdingbeton.de

Geb. 1961;  
bis 1989 Studium des  
Bauingenieurwesens an  
der FH Bochum;  
1989-2006 DYWIDAG-  
Fertigteilwerk, Dormagen-  
Nievenheim; 2006-2010  
Geschäftsführer DW  
Betonrohre GmbH; seit  
2010 Niederlassungs-  
leiter des Werkes DW



Nievenheim der BERDING BETON GmbH;  
seit 2007 2. Vorstandsvorsitzender der Fach-  
vereinigung Betonrohre und Stahlbeton-  
rohre e.V. (FBS), Bonn

- 202** **A NEW, CEMENT-FREE CONCRETE DESIGNED FOR PIPE PRODUCTION – AS ROBUST AND ACID-RESISTANT AS CERAMIC MATERIALS?**  
EIN NEUER ZEMENTFREIER BETON FÜR DIE ROHRHERSTELLUNG – ROBUST UND SÄUREUNEMPFINDLICH WIE KERAMIK?  
*Dr. rer. nat. Dietmar Stephan / Dipl.-Ing. Ricarda Tänzer*
- 204** **DURABILITY AND STRUCTURAL STRENGTH – THE NEW CONCRETE-PLASTIC COMPOSITE PIPE FOR SEWER LINES IN TESTS**  
DAUERHAFTHE BESTÄNDIGKEIT UND STATIK – DAS NEUE BETON-KUNSTSTOFF-VERBUNDROHR FÜR SCHMUTZWASSERLEITUNGEN IM TEST  
*Mag. Christian Weinberger*
- 206** **CONCRETE GUTTERS IN TRAFFIC AREAS – DAMAGE PATTERNS AND PREVENTION**  
SCHLITZRINNEN IN VERKEHRSFLÄCHEN – SCHÄDEN UND SCHADENSOPHYLAXE  
*Prof. Dr.-Ing. Rolf Breitenbücher*
- 208** **SELF-CLEANING DRAINAGE CHANNELS MADE OF CONCRETE – CONCEPT, PRACTICAL APPLICATION**  
SELBSTREINIGENDE ENTWÄSSERUNGRINNEN AUS BETON – KONZEPT, PRAKTISCHE ANWENDUNG  
*Dr.-Ing. Wolfgang Berger / Dipl.-Phys. Jörg Labahn*
- 210** **MONOLITHIC MANHOLE BASES MADE OF CONCRETE – SPECIFICATIONS FOR CONCRETE TECHNOLOGY, PRODUCTION EQUIPMENT AND CONSTRUCTION**  
MONOLITHISCHE SCHACHTUNTERTEILE AUS BETON – ANFORDERUNGEN AN BETONTECHNOLOGIE, FERTIGUNGSANLAGEN UND REALISIERUNG  
*Prof. Dr.-Ing. Karsten Körkemeyer*
- 213** **POWER STATION COOLING-WATER CIRCUIT WITH LARGE REINFORCED-CONCRETE PRESSURE PIPES – REPORT OF THE CONSTRUCTION CONTRACTOR**  
KRAFTWERKSKÜHLWASSERKREISLAUF MIT GROSS DIMENSIONIERTEN STAHLBETON-DRUCKROHREN – ERFAHRUNGSBERICHT DER BAUAUSFÜHRENDEN FIRMA  
*Dipl.-Ing. Jürgen Wanke*
- 215** **CONSIDERATION OF TRAFFIC LOADS IN THE COURSE OF REVISING DWA WORKSHEETS A161 AND A127 – A CRITICAL REVIEW**  
BERÜCKSICHTIGUNG DER VERKEHRSLASTEN BEI DER ÜBERARBEITUNG DER DWA-ARBEITSBLÄTTER A161 UND A127 – EINE KRITISCHE BETRACHTUNG  
*Dr.-Ing. Gerfried Schmidt-Thrö*

## Termine und Veranstaltungsorte

09.02.2011 Berlin

03.03.2011 Frankfurt

09.03.2011 München

24.03.2011 Düsseldorf

## Programm

- **Eignungsprüfung und -nachweis der Bieterqualifikation RAL-GZ 961**  
*Güteschutz Kanalbau*
- **Kernfaktor Nachhaltigkeit:**  
**Systemketten für eine zukunftsfähige Entwässerungstechnik**  
*Dipl.-Ing. Markus Blaschke, ACO Tiefbau Vertrieb GmbH*
- **Einsatz von duktilen Abwasserrohren**  
**Werterhaltung und Nachhaltigkeit**  
*Steffen Ertelt, Duktus Rohrsysteme Wetzlar GmbH*
- **Ingenieurbauwerk im Tiefbau mit neuen Herausforderungen**  
**Entwicklungen / Durchführungen**  
*Dipl.-Ing. Werner Schultz, Dyckerhoff AG*
- **Cradle to Cradle – Ökonomische und ökologische Zertifizierung im Kanalbau**  
*Dipl.-Ing. Stefan Brodner, EuroCeramic GmbH*
- **Polymere Kanalrohrsysteme – eine vergleichende Betrachtung**  
*Dipl. Ing. (FH) Rudolf Töws, Funke Kunststoffe GmbH*
- **40 Jahre Schlauchlining: Erfahrungen, Möglichkeiten, Einsatzgrenzen**  
*Dipl.-Ing. Jörg Brunecker, Insituform Rohr-sanierungstechniken GmbH*

Anmelden unter: [www.tis.de/fachforum](http://www.tis.de/fachforum)

Partner:



DUKTUS

DUYCKERHOFF



Weitere Informationen:  
[heidi.schettner@bauverlag.de](mailto:heidi.schettner@bauverlag.de)  
[christian.reinke@bauverlag.de](mailto:christian.reinke@bauverlag.de)

bauverlag

Wir geben Ideen Raum



## A NEW, CEMENT-FREE CONCRETE DESIGNED FOR PIPE PRODUCTION – AS ROBUST AND ACID-RESISTANT AS CERAMIC MATERIALS? EIN NEUER ZEMENTFREIER BETON FÜR DIE ROHRHERSTELLUNG – ROBUST UND SÄUREUNEMPFINDLICH WIE KERAMIK?

► **Currently used concrete pipes that form part of sewer systems are increasingly exposed to aggressive fluids. Of particular significance in this respect is corrosion caused by biogenic sulfuric acid where sulfur-oxidizing bacteria decompose sulfur-containing sewage to sulfuric acid. For concrete pipes, various active and passive protective measures can be taken to delay the onset of damage. However, plastic or ceramic materials with a higher acid resistance are preferably used in environments under severe acid attack. On the other hand, such pipes present other disadvantages if large diameters are needed.**

► Heutige Betonrohre, die in Abwasseranlagen Einsatz finden, werden immer intensiver durch aggressive Medien beaufschlagt. An dieser Stelle ist insbesondere die Biogene Schwefelsäurekorrosion (BSK) zu nennen, bei der schwefelbelastete Abwässer von schwefeloxidierenden Bakterien zu Schwefelsäure abgebaut werden. Durch verschiedene aktive und passive Schutzmaßnahmen kann die Schädigung der Betonrohre zwar verzögert werden, bei sehr starkem Säureangriff werden jedoch säurebeständigere Werkstoffe auf Kunststoffbasis oder Keramik bevorzugt eingesetzt, die allerdings bei großen Durchmessern andere Nachteile aufweisen.

Alternativen zu herkömmlichen portlandzementhaltigen Betonen bzw. Kunststoffen und Keramiken können unkonventionelle Bindersysteme, so genannte „kalte Keramiken“, auf Basis alkalisch aktivierter Hüttensande und Flugaschen sein. Mit Aktivatoren wie Alkalilaugen und Alkaliwassergläsern lassen sich Bindemittel herstellen, die nicht nur bei Temperaturen <100°C erhärten, sondern auch eine hohe chemische und mechanische Widerstandsfähigkeit aufweisen. Aktuell werden verschiedene alkalische Lösungen auf Basis von Alkalihydroxiden, Alkalicarbonaten und Alkalisilikaten zur Aktivierung von Hüttensanden und Flugaschen genutzt. Insbesondere durch den Einsatz von Alkalisilikaten, auch als Wassergläser bekannt, lässt sich eine ganzheitliche Verkiesselung des Gefüges erreichen. Diese besitzt einen erheblichen Einfluss

Unconventional binder systems (also referred to as “cold ceramics”) based on alkali-activated blast-furnace slag and fly ash can provide alternatives to conventional concretes containing Portland cement, or to plastics. Activating agents such as alkaline solutions or water glass can be used for producing binders that not only harden at temperatures lower than 100°C but also provide a high degree of chemical and mechanical resistance. Various alkaline solutions based on alkali hydroxides, alkali carbonates and alkali silicates are currently used to activate blast-furnace slag and fly ash. In particular, the application of alkali silicates (also known as water glass) results in a consistent silicification of the material structure. This reaction has a significant influence on the pore structure and thus on the impermeability and physical resistance of the binder.

FIG. 1 shows a scanning electron microscopy of a blast-furnace slag activated by water glass after a reaction time of 28 days. This binder has a very dense structure that does not show any pores or phase boundaries; its fracture face is very similar to crushed ceramics. The binder pastes can also provide a very high mechanical strength.

A key feature of ceramic materials particularly important for sewage treatment is their corrosion-preventing resistance to aggressive fluids. Specially designed test rigs are used to determine the acid resistance of specimens in various sizes. For example, these specimens are exposed to varying pH values in aqueous fluids. The materials are tested for damage caused by biogenic sulfuric acid corrosion by adjusting the pH value using sulfuric acid. Testing periods may range from several hours to months or even years.

Initial acid resistance tests carried out for “cold ceramics” showed that these materials provide a higher resistance compared to systems containing Portland cement. Whereas conventional cement mortars show a considerable loss of material, or even disintegrate comple-

**Dr. rer. nat. Dietmar Stephan,**  
Universität Kassel

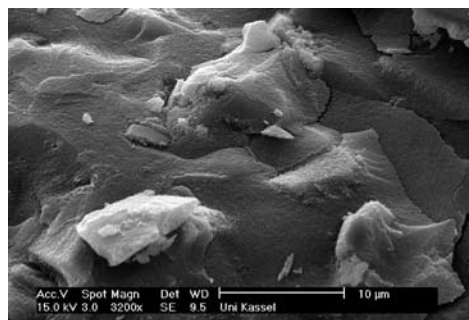
AUTHOR //  
AUTOR

dietmar.stephan@  
uni-kassel.de

Studium der Chemie an der Universität-Gesamthochschule Siegen und der Bristol University, Großbritannien; 1999 Promotion; 1999-2001 „Senior Scientist Cement & Quality“ bei der Heidelberger Zement AG; Habilitand am Lehrstuhl für Bauchemie an der



TU München; seit 2006 Leiter der Abteilung „Anorganische Bindemittel und Smart Materials“ im Fachgebiet Werkstoffe des Bauwesens und Bauchemie der Universität Kassel; 2010 Habilitation; 2010 Ruf auf die Professur „Baustoffe und Bauchemie“ der TU Berlin



▲ **FIG. 1 SEM scan of an alkali-activated blast-furnace slag after a reaction time of 28 days. // ABB. 1 REM-Aufnahme eines alkalisch aktivierten Hüttensandes nach 28 Tagen Reaktion.**

auf die Porenstruktur und damit auf die Dichtigkeit und den physikalischen Widerstand des Binders. In ABB. 1 ist eine rasterelektronenmikroskopische Aufnahme eines mit einem Wasserglas alkalisch aktivierten Hüttensandes nach 28 Tagen Reaktionszeit dargestellt. Dieser Binder weist eine sehr dichte Gefügestruktur auf, die keine Poren oder Phasengrenzen zeigt und mit ihrer Bruchfläche einer gebrochenen Keramik gleicht. Die reinen Bindemittelsteine können darüber hinaus auch eine sehr hohe mechanische Festigkeit aufweisen.

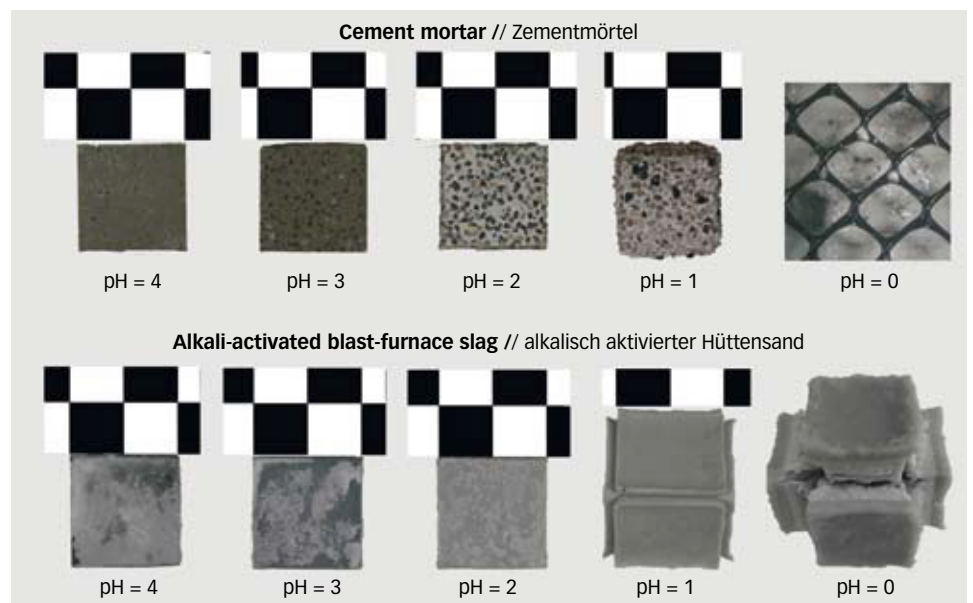
Eine primär im Abwasserbereich bedeutende Eigenschaft von Keramiken ist ihre Korrosionsbeständigkeit gegenüber aggressiven Medien. Mit speziellen Prüfständen lassen sich Probekörper unterschiedlicher Größe auf ihre Säurebeständigkeit prüfen. Dabei werden diese z. B. in wässrigen Medien mit unterschiedlichen pH-Werten beaufschlagt. Die Prüfung der Materialien auf eine Schädigung durch Biogene Schwefelsäurekorrosion erfolgt entsprechend durch Einstellen des pH-Wertes mit Schwefelsäure. Dabei können die Prüfzeiträume von wenigen Stunden bis Tagen auch auf Monate und Jahre ausgedehnt werden.

Erste Untersuchungen der Säurebeständigkeit an „kalten Keramiken“ ergaben, dass diese im Vergleich zu portlandzementgebundenen Systemen einen höheren Widerstand besitzen. Während herkömmliche Zementmörtel bei pH-Werten von 3 bis 0 einen erheblichen Substanzverlust aufweisen beziehungsweise vollständig zerfallen, ist dieser bei alkalisch aktivierten Bindern nur sehr gering.

ABB. 2 zeigt die Aufnahmen eines Zementmörtel-Probekörpers und eines Probekörpers aus Hüttensand, der mit Wasserglas alkalisch aktiviert wurde, im Vergleich.

Für die Prüfungen wurden Würfel mit einer Kantenlänge von 2 cm verwendet, die jeweils aufeinanderfolgend über einen Zeitraum von 14 Tagen einem pH-Wert von 4, 3, 2, 1 und 0 ausgesetzt waren.

Der Mörtel auf Basis von Portlandzement zeigt kontinuierlich bis pH = 1 einen Substanzverlust, der bei pH = 0 bis zur völligen Zerstörung des



▲ FIG. 2 Images of cement mortar cubes (2 x 2 x 2 cm) in comparison to a cube consisting of blast-furnace slag activated by water glass after storage in an acidic environment at pH values from 4 to 0. // ABB. 2 Aufnahmen von Würfeln (2 x 2 x 2 cm) eines Zementmörtels im Vergleich zu einem mit Wasserglas alkalisch aktivierten Hüttensand nach der Säurelagerung von pH = 4 bis pH = 0.

tely, at pH values from 3 to 0, only a very minor loss is observed for alkali-activated binders.

FIG. 2 shows a comparison of images of a cement mortar specimen and a specimen consisting of blast-furnace slag activated by water glass.

Cubes with a side length of 2 cm were used for the tests. These cubes were exposed to pH values of 4, 3, 2, 1 and 0 during consecutive two-week periods.

The Portland cement mortar specimen showed a continuous loss of material up to a pH value of 1, and was completely destroyed at a pH value of 0. The alkali-activated binder showed no alteration up to and including a pH value of 2 and a slight swelling at pH = 1, which becomes more pronounced at pH = 0. ■

Probekörpers führt. Der alkalisch aktivierte Binder zeigt bis pH = 2 keine Veränderung und bei pH = 1 ein leichtes Aufquellen, das sich bei pH = 0 verstärkt. ■

Dipl.-Ing. Ricarda Tänzler,  
Universität Kassel

ricarda.taenzler@uni-kassel.de

AUTHOR //  
AUTOR



Bis 2009 Studium der Werkstoffwissenschaften an der Bauhaus-Universität Weimar; seit 2009 wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Universität Kassel im Fachgebiet Werkstoffe des Bauwesens und Bauchemie;

Themengebiete: mineralische Polymerbinder, alkalisch aktivierte Bindemittel und kalthärtende Keramiken

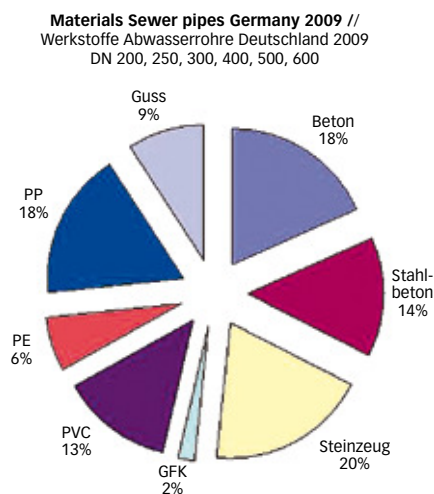
## DURABILITY AND STRUCTURAL STRENGTH – THE NEW CONCRETE-PLASTIC COMPOSITE PIPE FOR SEWER LINES IN TESTS

### DAUERHAFTE BESTÄNDIGKEIT UND STATIK – DAS NEUE BETON-KUNSTSTOFF-VERBUNDRÖHR FÜR SCHMUTZWASSERLEITUNGEN IM TEST

► When constructing pipelines for sewer systems, the materials used and their share in the overall installation volume are subject to continuous change. This is mainly due to significant progress in the development of new materials, which enabled mainly flexible pipes to win a significant market share in the past few years. Correspondingly, the use of concrete, reinforced concrete and vitrified clay (i.e. rigid materials that still dominate the market segment starting at a nominal bore of DN300) is decreasing continuously. This trend is also due to changing requirements for installation and site logistics, as well as the proactive promotion of new products.

As a matter of fact, however, different materials have different characteristics that play in favor or, depending on the case at hand, also against their use. Fig. 1 shows a breakdown of sewer pipes according to their nominal bores and materials that were specified in public tenders in Germany in 2009.

▼ FIG. 1 // ABB. 1



► Im Rohrleitungsbau für die Abwasserkanalisation unterliegen die eingesetzten Werkstoffe und deren Anteil am Gesamteinbauvolumen einem stetigen Wandel. Die Grundlage dafür sind in erster Linie Fortschritte in der Werkstoffentwicklung, die vor allem für biegeweiche Rohre in den letzten Jahren einen starken Marktanteilsgeinn ermöglicht haben. Dementsprechend geht der Einsatz der derzeit ab Nennweite DN300 insgesamt noch dominierenden biegesteifen Werkstoffe Beton, Stahlbeton und Steinzeug kontinuierlich zurück. Weitere Gründe für diese Entwicklung sind veränderte Anforderungen an die Einbaupraxis und die Baustellenlogistik sowie die aktive Vermarktung neuer Produkte.

Nun haben unterschiedliche Werkstoffe auch unterschiedliche Eigenschaften, die für deren Einsatz sprechen oder im konkreten Einsatzfall ebendiesen auch in Frage stellen. In der Baupraxis wurden im Jahr 2009 in Deutschland Rohre für die Abwasserkanalisation laut folgender Verteilung nach Nennweiten und Materialien öffentlich ausgeschrieben (ABB. 1).

▼ FIG. 2 Test setting 1000-h-groundwater pressure test.// ABB. 2 Prüfaufbau 1000-h-Grundwasserdruckversuch.



The key benefits of plastic pipes (single or multi-layer, corrugated etc.) and GRP pipes are their resistance to corrosion and aggressive fluids, low weight during transport and installation and, to a certain extent, low manufacturing costs. Vitrified clay, cast and polymer concrete pipes provide advantages with respect to corrosion and fluid resistance and durability. Concrete or reinforced concrete pipes, in turn, are chosen mainly because of their strength and resistance to various actions, as well as due to their durability provided by a material structure that remains unchanged over a long period. Despite all these benefits, however, the use of each of these materials is also associated with significant disadvantages, including limited corrosion resistance, adverse environmental effects and insufficient structural performance characteristics.

The fact that none of these pipes provides all characteristics required for ensuring reliable and durable service in a single product was the starting point for developing a new sewer pipe system: the innovative Perfect Pipe+ concrete-plastic composite pipe presented for the first time in 2010.

This new pipe system is suitable for installation in trenches and jacking in the range from DN200 to DN1000 and combines the benefits of plastic pipes, i.e. corrosion and fluid resistance, with the advantages of concrete pipes in terms of strength and durability. The innovative features of the new pipe system are its reliable fastening of the inner liner to the concrete and its shape, which makes it very easy to install. Due to its inherent characteristics, the polyethylene inner liner provides long-term resistance to chemical attack up to a pH value of 1.0 and meets the requirements of EN 12666 and ISO/TR 10358. It also corresponds to the DIBt list of fluids.



Mag. Christian Weinberger,  
Schlüsselbauer Technology,  
Gaspoltshofen, Österreich

AUTHOR //  
AUTOR

[christian.weinberger@sbm.at](mailto:christian.weinberger@sbm.at)

Studium der Wirtschaftspädagogik an der Johannes  
Kepler Universität Linz; 1992-1993 Tech-nischer  
Einkauf bei der STIWA Fertigungstechnik Sticht



Gesellschaft m.b.H.,  
Attnang-Puchheim;  
1993-1997 Marketinglei-  
ter bei der Wintersteiger  
GmbH, Ried/Innkreis;  
1998-2005 Marketing-  
manager und Leiter  
Mechatronik-Cluster der  
OÖ. TMG, Linz; seit 2005  
Marketingleiter der  
Schlüsselbauer  
Technology  
GmbH & Co. KG

Die wesentlichen Vorteile von Kunststoffrohren (einfach, mehrlagig, gewellt etc.) und GFK-Rohren liegen in der Korrosions- bzw. Medienbeständigkeit, im geringen Gewicht für Transport und Einbau sowie zum Teil in den geringen Herstellkosten. Steinzeug-, Guss- und Polymerbetonrohre weisen Vorteile sowohl in der Korrosions- bzw. Medienbeständigkeit als auch in der Dauerhaftigkeit auf. Beton- bzw. Stahlbetonrohre wiederum überzeugen vorrangig durch ihre Belastbarkeit hinsichtlich unterschiedlicher Kräfteinwirkungen und durch ihre Dauerhaftigkeit im Sinne einer langfristig unveränderten Materialstruktur. Bei all den genannten Vorteilen können jedem Material jedoch auch signifikante Nachteile zugeschrieben werden. Diese reichen von begrenzter Korrosionsbeständigkeit über nachteilige ökologische Aspekte bis hin zu unzureichenden statischen Eigenschaften.

Die Tatsache, dass kein Rohrtyp alle für einen zuverlässigen und dauerhaften Einsatz erforderlichen Eigenschaften in einem Produkt vereint, bildete die Grundlage für die Entwicklung eines neuen Abwasserrohr-Systems – dem unter dem Namen Perfect Pipe+ 2010 erstmals präsentierten neuen Beton-Kunststoffverbundrohr.

Dieses neue für Grabenbauweise und Vortrieb im Nennweitespektrum DN200 bis DN1000 gleichermaßen einsetzbare Rohrsystem verbindet die Vorteile von Kunststoffrohren hinsichtlich Korrosions- und Medienbeständigkeit mit den Vorteilen von Betonrohren in Bezug auf Belastbarkeit und Dauerhaftigkeit. Die Innovation in dem neuen Rohrsystem liegt in der zuverlässigen Verankerung



▲ FIG. 3 Plug in pipe connection easy to install//  
ABB. 3 Einfache Rohrverbindung mittels Steckmuffe.

**The key feature ensuring the durability of the composite pipe is the reliable connection between the inner liner and the concrete, which is achieved by a new anchor geometry and the use of self-compacting concrete. Even if temperatures fluctuate during the life cycle of the pipe (production – storage – transport – installation), the inner liner remains firmly connected to the concrete pipe. The optimized anchor geometry and the larger number of anchors enable the inner liner to permanently resist pressures of 1.5 or 2.0 bar. This performance was demonstrated in successful groundwater pressure tests during 1,000 hours of operation using the SKZ method. A pressure of 4.0 bar needed to be applied to detach the inner liner from the concrete (FIG. 2).**

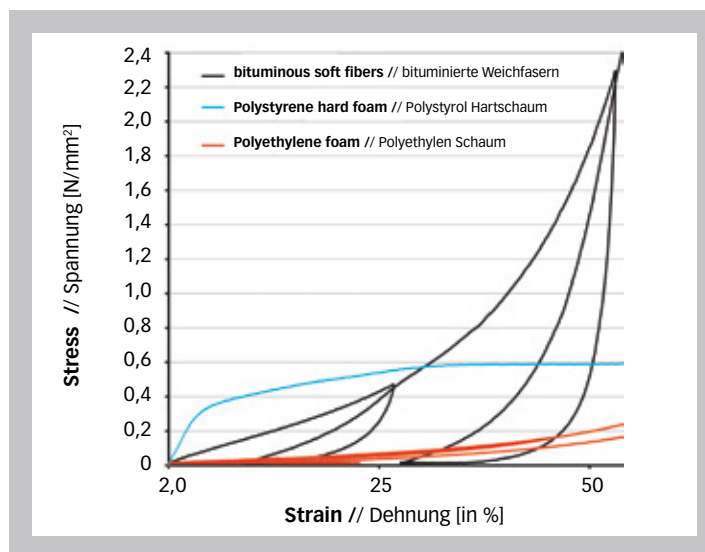
**Moreover, the pipe geometry designed for open-cut laying (FIG. 3) makes installation easier because of its base and due to the absence of spigot joints. In addition, it holds the pipe firmly in position both during installation and in service. To date, all types of pipes (both rigid and flexible) have caused problems in particular with regard to their bedding and backfilling. Critical assessments inevitably reveal defects in most construction projects either during installation or due to the unstable support of the pipeline in operation. Compelling features of the new pipe system include its operational safety due to the use of concrete as a heavy-duty material but also the inner liner, which provides a high degree of mechanical resistance. For PE as the material used for the inner liner, tests successfully demonstrated the high-pressure jetting resistance of the pipe at 230 bar, as well as its abrasion resistance in accordance with EN 12666 / A6. ■**

des Inliners im Betonrohr und in der einbaufreundlichen Rohrgeometrie. Der aus Polyethylen hergestellte Inliner hält per se chemischen Angriffen bis zu einem pH-Wert von 1,0 dauerhaft stand und erfüllt die Anforderungen aus EN 12666 sowie ISO/TR 10358 und entspricht darüber hinaus der DIBt-Medienliste.

Wesentlich für die Beständigkeit des Verbundrohres ist letztlich die zuverlässige Verbindung des Inliners mit dem Beton, die über eine neue Ankergeometrie und den Einsatz von selbstverdichtendem Beton erreicht wird. Auch bei schwankenden Temperaturen im Rohrlebenszyklus (Herstellung – Lagerung – Transport – Einbau) bleibt der Inliner zuverlässig im Betonrohr eingebunden. Durch die optimierte Ankergeometrie und -anzahl hält der Inliner gemäß erfolgreich absolvierter 1.000-h-Grundwasserdruckversuche nach SKZ-Methode einem dauerhaften Druck von 1,5 bzw. 2,0 bar stand. Für ein Ablösen des Inliners vom Beton musste ein Druck von 4,0 bar angelegt werden (ABB. 2).

Die Rohrgeometrie für offene Bauweise (ABB. 3) wiederum erleichtert aufgrund des Fußes und des Verzichts auf Glockenmuffen den Einbau und sorgt zudem für Lagestabilität im Einbau und Betrieb. Vor allem die Bettung und Grabenverfüllung sorgen bis dato bei allen Rohrtypen für Probleme, egal ob biegeweich oder biegesteif. In den meisten Bauvorhaben sind bei kritischer Prüfung Mängel entweder bereits im Zuge des Einbaus oder in der späteren, instabilen Lage des Stranges festzustellen. Neben der Betriebssicherheit der Rohrleitung durch den robusten Werkstoff Beton überzeugt auch der Inliner durch seine Widerstandsfähigkeit gegenüber mechanischer Beanspruchung. Mit dem Inliner-Material PE wurde die Hochdruckspülbeständigkeit bei einem aufgetragenen Druck von 230 bar ebenso erfolgreich belegt wie die Abrasionsfestigkeit gemäß EN 12666 / A6. ■

► **FIG. 1** Stress-strain curve in the compression tests (including cycles without loading) carried out for various joint filling materials up to a compression of 50%. // **ABB. 1** Spannungs-Dehnungslinie im Druckversuch (mit Haltezyklen) für unterschiedliche Fugenfüllstoffe bis zu einer Stauchung von 50 %.



## CONCRETE GUTTERS IN TRAFFIC AREAS – DAMAGE PATTERNS AND PREVENTION SCHLITZRINNEN IN VERKEHRSFLÄCHEN – SCHÄDEN UND SCHADENSOPHYLAXE

► In the past few years, cracking patterns were detected in concrete gutters situated adjacent to extensive concrete pavements.

Aside from local flaws such as concrete flowing into the joints, this damage is caused mainly by obstructions of the significant temperature-induced deformation of neighboring concrete slabs. The deformation of the free slab edge may

► In den letzten Jahren wurden in Betonschlitzrinnen, an die große Betonflächen angrenzen, Schäden in Form von Rissen festgestellt.

Neben lokalen Fehlern wie beispielsweise in die Fugen eingelaufener Beton sind als maßgebende Ursachen Behinderungen der nicht unerheblichen Temperaturverformungen angrenzender Betonplatten zu sehen. Die Verformungen des freien Plattenrandes können durchaus in der Größenordnung von 5 bis 10 mm liegen. Um diese Dehnungen möglichst zwängungsfrei aufnehmen zu können, werden zwischen den Schlitzrinnen und den Betonplatten Raumfugen angeordnet.

Planmäßig werden für die Schlitzrinnen keine horizontalen Kräfte angesetzt. Kann jedoch eine zwängungsfreie Ausführung der Raumfugen nicht sichergestellt werden, bilden sich seitliche Flächenpressungen auf die Schlitzrinnen aus. Daher haben neben der Temperaturverformung der Betonplatten die Steifigkeit des Füllmaterials und die Breite der Raumfugen einen signifikanten Einfluss auf die Entwicklung von Zwangsbeanspruchungen auf die Schlitzrinnen.

Um die maßgeblichen Einflüsse für die auftretende Rissbildung erfassen und bewerten zu können, wurde zum einen das Spannungs-Dehnungsverhalten verschiedener Fugenfüllstoffe im Labor erfasst (ABB. 1), zum anderen wurden die Spannungsverhältnisse in den Raumfugen und den Schlitzrinnen für verschiedene Beanspruchungskollektive berechnet.

Die bislang oftmals verwendeten bituminierten Weichfaserplatten weisen im Vergleich zu anderen

reach magnitudes between 5 and 10 mm. Expansion joints are placed between the gutters and the slabs in order to compensate for these strains without restraint.

No horizontal loads are usually considered in the design of the gutters. However, contact pressure acts on the side walls of the gutters if the expansion joints cannot be designed free of restraint. For this reason, not only the temperature-induced deformation of the slabs but also the stiffness of the filling material and the widths of the expansion joints significantly influence the development of restraint forces acting on the gutters.

In order to identify and analyze the key factors influencing crack formation, the stress-strain behavior of various joint filling materials was investigated at the laboratory (FIG. 1). In addition, stresses and strains acting on the expansion joints and gutters were calculated for various load combinations.

Compared to other infill materials, the commonly used bituminous soft boards provide a relatively high stiffness. As a result, even minor deformations of the concrete slabs, in combination with the restricted compression of the bituminous soft boards, lead to relatively high internal reaction forces, which then exert a contact pressure directly on the side walls of the gutters.

Moreover, a corresponding elastic recovery potential of the joint filling materials must also be provided in addition to a certain compressibility

AUTHOR //  
AUTOR

Prof. Dr.-Ing.  
Rolf Breitenbücher,

Ruhr-Universität Bochum

Rolf.Breitenbuecher@rub.de

Geb. 1957;  
1982 Abschluss des  
Studiums des Bauingenieurwesens an der  
TU München;  
1989 Promotion; 1992-  
2002 Leiter Zentrales  
Baustofflabor bei der  
Philipp Holzmann AG,  
Frankfurt/Main und  
gleichzeitig Geschäftsführer der Philipp



Holzmann Bautechnik GmbH; seit 2003 Inhaber  
des Lehrstuhls für Baustofftechnik an der Ruhr-  
Universität Bochum; Vorsitzender des  
Normenausschusses „Betontechnik“ und des  
FGSV Arbeitsausschusses „Straßenbeton“

Fugenfüllstoffen eine relativ hohe Steifigkeit auf. Folglich resultieren bereits bei geringen Verformungen der Betonplatten und der eingeschränkten Kompression der bituminierten Weichfaserplatten verhältnismäßig hohe innere Reaktionskräfte, die dann direkt als Flächenpressung auf die Seitenflächen der Schlitzrinnen einwirken.

Neben einer gewissen Kompressibilität ohne allzu hohen Spannungsaufbau ist darüber hinaus auch ein entsprechendes Rückverformungspotenzial der eingesetzten Fugenfüllstoffe relevant. Wäre dies nicht gegeben, würden sich in dem dann verbleibenden Spalt verformungsbehindernde Feststoffe absetzen, die anschließend zu einer punktförmigen Krafteinleitung auf die Seitenflächen der Schlitzrinnen führen können.

Die Simulationsrechnungen zeigten, dass sich infolge von Verformungen, wie sie in einem 150 m langen angrenzenden Betonfeld auftreten können, bei Verwendung der üblicherweise eingesetzten bituminierten Weichfaserplatten bereits Flächenpressungen von über 2,0 N/mm<sup>2</sup> auf die Seitenflächen der Schlitzrinnen ergeben können. Daraus resultieren dann in den Wandungen der Schlitz-

**without the development of excessive strain. In the absence of this potential, the remaining gap would be closed by solid particles obstructing deformation, which may then lead to the transfer of point loads to the side walls of the gutters. Simulations showed that the deformation that may occur in an adjoining 150 m long concrete pavement may result in a contact pressure of more than 2.0 N/mm<sup>2</sup> on the gutter side walls when inserting the commonly used bituminous soft boards. This pressure then results in tensile bending stresses acting on the walls of the gutters that reach the magnitude of the tensile bending strength of the concrete, which provides an explanation of the cracks detected in the gutters (FIG. 2).**

**On the other hand, the tests results provide guidance with respect to the measures to be taken to prevent this type of damage. Not only is it important to select an appropriate joint filling material – the correct design of the joint width is equally crucial. Both aspects are currently being dealt with on an empirical rather than project-specific basis. ■**

rinnen Biegezugspannungen, die bereits in der Größenordnung der Biegezugfestigkeit des Betons liegen, sodass sich schon daraus die in den Rinnen festgestellten Risse (ABB. 2) erklären lassen.

Aus den vorliegenden Untersuchungen lassen sich andererseits auch Maßnahmen zur Vermeidung solcher Schäden ableiten. Neben der geeigneten Materialwahl für die Fugeneinlage kommt der Bemessung der Fugenbreite eine hohe Bedeutung zu. Beides erfolgt bislang mehr auf empirischem Weg als auf einer projektspezifischen Bemessung. ■



▲ FIG. 2 Longitudinal and shear cracks inside the gutter. // ABB. 2 Längs- und Scherrisse im Rinneninnern.

**wolf**

## Das THEPRO Bausystem

Besuchen Sie uns!  
Stand Nr. 116  
55. BetonTage • Neu-Ulm  
8. – 10. Februar 2011

- Abdichtung und Wärmedämmung in einem System
- Erweiterte Herstellergarantie

Roland Wolf GmbH | Großes Wert 21 | 89155 Erbach  
Tel. 07305.96 22-0 | [www.wolfseal.de](http://www.wolfseal.de) | [info@wolfseal.de](mailto:info@wolfseal.de)



► FIG. 1 Structured area of a 25 m long, tested concrete drainage channel (DN 400) [4]. // ABB. 1 Strukturierter Bereich einer 25 m langen Betonrohrversuchsstrecke DN 400 [4].



▲ FIG. 2 Removal of sediments (arrow indicates direction of flow) [4]. // ABB. 2 Abtrag von Sediment (Pfeil: Strömungsrichtung) [4].

## SELF-CLEANING DRAINAGE CHANNELS MADE OF CONCRETE – CONCEPT, PRACTICAL APPLICATION

### SELBSTREINIGENDE ENTWÄSSERUNGSRINNEN AUS BETON – KONZEPT, PRAKTISCHE ANWENDUNG

► The inner pipe surface has a major influence on the flow behavior within a pipeline. For this reason, this inner surface is designed as smoothly as possible in order to keep pipe friction loss to a minimum and to ensure that little or no sedimentation occurs in continuously used sewer lines.

► Einen entscheidenden Einfluss auf das Strömungsverhalten in Rohrleitungen hat die Oberfläche der Innenseite. Deshalb ist man bestrebt, diese möglichst glatt auszubilden, um Rohrreibungsverluste gering zu halten und darüber hinaus zu gewährleisten, dass sich in kontinuierlich betriebenen Abwasserleitungen keine bzw. nur geringe Sedimente ablagern.

Die Wirksamkeit ist jedoch eingeschränkt, da es bei Unterschreitung einer kritischen Transportgeschwindigkeit in der Kanalisation zur Ablagerung von Inhaltsstoffen des abgeleiteten Abwassers kommt. Mögliche Schadensfolgen sind u. a. Reduzierung der hydraulischen Leistungsfähigkeit durch Ablagerungen insbesondere an der Kanalsole bis zur Verstopfung des gesamten Querschnitts mit vollständiger Funktionsuntüchtigkeit des Kanals. Die Erkenntnisse auf dem Gebiet selbstreinigender Oberflächen, besser bekannt als vielfach publiziertes Phänomen des Lotuseffektes, waren die Initialzündung für die Idee von Mitarbeitern der FITR – Forschungsinstitut für Tief- und Rohrleitungsbau gemeinnützige GmbH aus Weimar, die Innenseite von Rohrleitungen zu strukturieren, um dem Problem von Ablagerungen entgegenzutreten [1]. Weitere Vorbilder aus der Natur können Anregungen für eine gezielte Beeinflussung des Flüssigkeits- und Feststofftransportes in Rohrleitungen geben. Besonderes Augenmerk wurde hierbei auf das Flügeladersystem der Insekten sowie den Wasser- bzw. Stofftransport in Gefäßpflanzen gelegt. Im Flügeladersystem von Insekten bringen abwechselnd versteifte und nicht versteifte Wandbereiche

However, its effectiveness is compromised because solid matter contained in the sewage may form deposits in the pipelines if a certain critical flow rate is not reached. This may result in deleterious effects such as a reduction in hydraulic performance caused by deposits predominantly on the sewer bottom, as well as blockage of the entire cross-section, which makes the sewer line completely un-serviceable.

The research findings for self-cleaning surfaces, which are more commonly referred to as lotus effect in many publications, provided the starting point for employees of the FITR (Forschungsinstitut für Tief- und Rohrleitungsbau; Research Institute for Civil Engineering and Pipeline Construction) in Weimar to design an appropriate structure of the inner pipe surface in order to prevent sedimentation [1].

Other examples taken from our natural environment may be used for developing ideas on how to influence the transport of fluids and solids in pipelines in a targeted manner. The research particularly concentrated on the system of venation found in insects and the transport of water and other substances in vascular plants. The venation system of insects has a positive effect on the flow of fluids due to its alternating pattern of stiffened and non-stiffened wall areas [2]. The water-conducting tissue of many ligneous plants also contains conductive tracts with helical thickened sections [3].

AUTHOR //  
AUTOR

Dr.-Ing. Wolfgang Berger,  
Forschungsinstitut für Tief- und  
Rohrleitungsbau Weimar

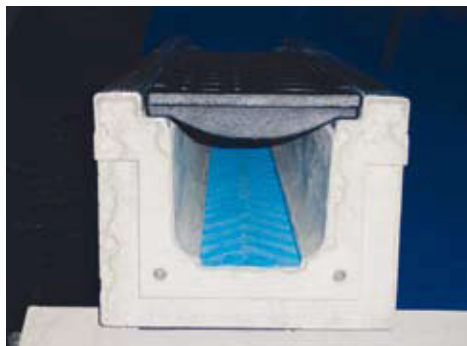
wolfgang.berger@fitr.de

Geb. 1957; 1978-1982 Studium an der Hochschule für Architektur und Bauwesen (HAB Weimar); 1988 Promotion; bis 1990 Assistent an der HAB Weimar; bis 1993 Fachbereichsleiter bei einem mittelständischen Unternehmen in Wiesbaden; bis 1996 Abteilungsleiter in einem Weimarer Ingenieurbüro; bis 1998 Technischer Leiter der FITR - Gesellschaft für Innovation im Tief- und Rohrleitungsbau Weimar mbH; seit 1998 Institutsdirektor des FITR; seit 2000 Beiratsmitglied der 3R international; seit 2000 Geschäftsführer der FITR - Gesellschaft für Innovation im Tief- und Rohrleitungsbau Weimar mbH; seit 2008 Geschäftsführer der FITR gGmbH





▲ FIG. 3 TROLINING® SelfCleaning System in installed condition [5]. // ABB. 3 Einbauzustand TROLINING® SelfCleaning System [5].



◀ FIG. 4 Self-cleaning AQUAWAY® drainage channel offered by RHEBAU [6]. // ABB. 4 Selbst-reinigende Entwässerungsrinne aus der Serie AQUAWAY® von RHEBAU [6].

positive Effekte auf die Fluidströmung hervor [2]. Auch im wasserleitenden Gewebe vieler Holzpflanzen findet man Leitbahnen, die aufgelagerte, schraubenförmige Verdickungen aufweisen [3]. Schließlich konnten im Rahmen experimenteller Untersuchungen – u. a. an einer 25 m langen Rinne aus Betonhalbschalen DN 400 (ABB. 1 und ABB. 2) – makroskopische Strukturen für die Rohrinneflächen erkundet werden, die selbst bei niedrigen Strömungsgeschwindigkeiten und bei geringem Gefälle durch Erzeugung von künstlichen Wirbeln in der wandnahen Zone den Abtrag von Feststoffen beschleunigen und eine erneute Sedimentation im Abwasser- bzw. Kanalnetz verhindern.

Für eine Nutzung der Neuentwicklung speziell für die Rohrsanierung mit PE-HD konnte die Firma TROLINING GmbH aus Troisdorf gewonnen werden. Das Trolining® SelfCleaning System – gekennzeichnet durch einen kontinuierlichen Besatz der Gerinnesohle mit „hydraulisch positiven“ Stufen – wurde seit Juli 2005 im Auftrag der Firma Infracor GmbH im Chemiepark Marl in Betonkanäle DN 700, DN 800 (ABB. 3), DN 1000 und DN 1200 installiert.

Überzeugt von der innovativen Technologie ist auch die Firma RHEBAU Rheinische Beton- und Bauindustrie GmbH aus Dormagen und hat eine Applikation der Technologie in Entwässerungsrinnen aus Beton vorgenommen. Die selbstreinigende Rinne aus der Serie Aquaway® wurde erstmalig auf der IFAT Entsorga 2010 vorgestellt (ABB. 4). Weitere gemeinsame Aktivitäten sind vorgesehen. ■

In addition, experimental investigations were conducted for a 25 m long drainage channel consisting of DN 400 spherical concrete shells (FIG. 1 and FIG. 2) in order to identify macroscopic structures for the inner pipe surfaces that accelerate the transport of solids even at low flow rates and gradients by generating eddy currents in the zone close to the wall whilst preventing new sedimentation in the sewer network.

TROLINING GmbH, based in Troisdorf, was contracted for the use of this new product specifically for repairing and upgrading pipelines using PE-HD. The Trolining® SelfCleaning System, which is characterized by a sewer bottom that is continuously covered with “hydraulically positive” steps, has been installed in DN 700, DN 800 (FIG. 3), DN 1000 and DN 1200 pipelines at Chemiepark Marl since July 2005. These works were contracted by Infracor GmbH.

This innovation has also prompted RHEBAU Rheinische Beton- und Bauindustrie GmbH, of Dormagen, to use this technology in drainage channels made of concrete. The self-cleaning Aquaway® drainage channel was first presented at the IFAT Entsorga trade fair in 2010 (FIG. 4). Further joint activities are envisaged. ■

Dipl.-Phys. Jörg Labahn,  
Forschungsinstitut für Tief-  
und Rohrleitungsbau Weimar

AUTHOR //  
AUTOR

joerg.labahn@fitr.de



Geb. 1966; 1988-1994  
Physik-Studium an der  
Otto-von-Guericke-  
Universität Magde-  
burg; 1994-1997  
Wissenschaftlicher  
Mitarbeiter an der  
Bauhaus-Universität  
Weimar; 1998-1999  
Weiterbildung „Internet-  
Multimedia-Entwickler“  
am CDI Erfurt; seit 2000

Wissenschaftlicher Mitarbeiter und Mitarbeiter  
im Fachbereich Leitungsbionik am FITR – For-  
schungsinstitut für Tief- und Rohrleitungsbau  
gGmbH

#### REFERENCES // LITERATUR

- [1] Patentschrift DE 199 45 009 A1: Rohrleitungen und Leitungselemente zum Transportieren fließfähiger Medien, 1999.
- [2] Kesel, A.: Bionik – Lernen von der Natur für die Technik der Zukunft, BIONA-report 9, Gustav Fischer Verlag, 1995.
- [3] Roth, A., Mosbrugger, V.: Wasserleitsysteme in Landpflanzen – Optimierungsstrategien im Hinblick auf Transporteffizienz und Materialaufwand, BIONA-report 10, Gustav Fischer Verlag, 1996.
- [4] Berger, W.; Labahn, J.: Oberflächenstruktur in Rohrleitungen, Abschlussbericht, FITR Weimar e.V., 2002.
- [5] TROLINING GmbH, 2005.
- [6] FITR gGmbH, 2010.

# MONOLITHIC MANHOLE BASES MADE OF CONCRETE – SPECIFICATIONS FOR CONCRETE TECHNOLOGY, PRODUCTION EQUIPMENT AND CONSTRUCTION

## MONOLITHISCHE SCHACHTUNTERTEILE AUS BETON – ANFORDERUNGEN AN BETONTECHNOLOGIE, FERTIGUNGSANLAGEN UND REALISIERUNG

► **INTRODUCTION** According to the results of the recent DWA survey on the sewer system in Germany, more than 13.4 million manholes are integrated in the public sewer network [1]. This means that, on average, there is one manhole for every 40 meters of pipeline. Manholes mainly provide access to the sewer system for cleaning and maintenance purposes, as well as ventilation of the relevant sewer sections. They are also used for merging several lines and changing the direction, gradient and cross-section of pipelines. Today, manholes almost exclusively consist of Type 2 precast components in accordance with DIN V 4034-1 [2] in nominal bores of DN 1000, 1200 and 1500. This article deals with manhole bases that require particularly sophisticated production arrangements

► **EINLEITUNG** Nach Auswertung der aktuellen DWA-Umfrage zum Stand der Entwässerung in Deutschland verfügt das öffentliche Entwässerungsnetz über 13,4 Mio. Schächte [1]. Dies bedeutet, dass durchschnittlich alle 40 m ein Schacht vorhanden ist. Schächte dienen in erster Linie dem Zugang zur Kanalisation, um Reinigungsarbeiten und Instandhaltungsmaßnahmen durchführen zu können, sowie der Be- und Entlüftung der jeweiligen Kanalabschnitte. Darüber hinaus werden sie zur Zusammenführung mehrerer Leitungen sowie zur Richtungs-, Neigungs- und Querschnittsänderung genutzt. Schächte wurden und werden heute fast ausschließlich aus Schachtfertigteilen Typ 2 nach DIN V 4034-1 [2] in den Nennweiten DN 1000, 1200 und 1500 hergestellt. Der vorliegende Beitrag widmet sich den Schachtunterteilen, die aufgrund ihrer individuellen Gestaltung der Anschlüsse und Gerinne hohe Ansprüche an die Fertigungstechnik stellen. Ein Schachtunterteil besteht aus (ABB. 1):

because of their custom-made connections and channels. A manhole consists of (FIG. 1):

- > base
- > channel
- > platform
- > manhole wall with molded socket or inserted connections (socket or spigot end) to connect couplings
- > sealant
- > if required, step irons and fasteners.

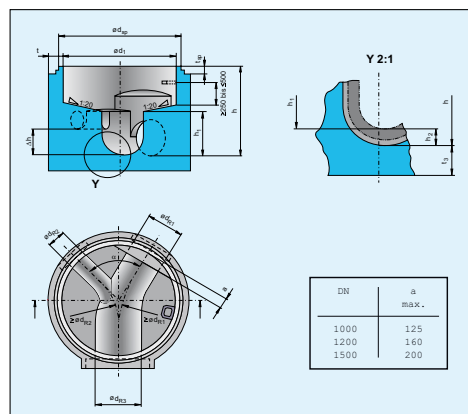
The manhole bottom and walls must be produced monolithically whereas channels and platforms may also be inserted at a later stage.

**REQUIREMENTS** Precast manhole components conforming to DIN V 4034-1 [2], Type 2, may be used in environments under moderate chemical attack in accordance with exposure class XA 2 specified in DIN 1045-2 [3]. They are thus "particularly suitable for combined sewers and foul-water sewers" (DIN V 4034-1 [2]). The following key requirements exist:

- > Concrete strength of at least C40/50. (Subsequently inserted channels and platforms must be made of C40/50 concrete, which, however, only needs to achieve an actual strength corresponding to C16/20.)
- > Minimum cement ratio 320 kg/m<sup>3</sup>, or 270 kg/m<sup>3</sup> if at least 50 kg/m<sup>3</sup> of admixtures are added.
- > Uniform, impermeable surfaces.

Detailed guidance on the design of channels, platforms and connections is provided in Worksheet ATV-DVWK-M 157 [4]. For hydraulic reasons, the platform height  $h_1$  must at least correspond to the nominal diameter of the connections for nominal connection widths of up to 500 mm. For larger connection widths, the platform must at least be 500 mm high. The angle  $\alpha$  between the inlet and the incoming main sewer may not be greater than 90°. Inlets positioned at angles between 60° and 90° are permissible only if they allow for a height difference between inlet and outlet

- > Boden,
- > Gerinne,
- > Auftritt,
- > Schachtwand mit angeformter Muffe oder eingebauten Anschlussstücken (Muffe oder Spitzende) zum Anschluss von Gelenkstücken,
- > Dichtmittel,



▲ FIG. 1 Type 2 manhole base according to DIN 4034-1 [2] and FBS quality guideline [11] // ABB. 1 Schachtunterteil Typ 2 nach DIN 4034-1 [2] und FBS-Qualitätsrichtlinie [11].

**AUTHOR // AUTOR**

**Prof. Dr.-Ing. Karsten Körkemeyer,**  
Technische Universität Kaiserslautern

[koerkeme@rhrk.uni-kl.de](mailto:koerkeme@rhrk.uni-kl.de)

Geb. 1965;  
1990 Abschluss des Studiums Bauingenieurwesen an der Ruhr-Universität Bochum;  
1991-1993 wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Ruhr-Universität Bochum; 2003 Promotion an der RWTH Aachen; 2001-2003 Wirtschaftswissenschaften für Ingenieure an der Fernuniversität Hagen;  
1993-2004 Mitgründung und Geschäftsführender Gesellschafter im Ingenieurbüro Prof. Dr.-Ing. Stein & Partner; 2004-2005 Technischer Leiter der Züblin Rohrwerke Schermbeck; 2005-2007 Leiter Technik und Entwicklung Werke bei NRW Berding Beton, Rohrwerk Schermbeck; 2004-2009 Lehrbeauftragter an der Hochschule Bochum; seit 2007 Zerna Ingenieure GmbH, Bochum; seit 2009 Professor für Baubetrieb und Bauwirtschaft TU Kaiserslautern; Mitgliedschaft in diversen ATV-Arbeitsgruppen





- > gegebenenfalls Steighilfen und Verbindungsmittel.

Boden und Schachtwände sind stets monolithisch herzustellen; Gerinne und Auftritt können auch nachträglich eingebracht werden.

**ANFORDERUNGEN** Schachtfertigteile gemäß DIN V 4034-1 [2] Typ 2 können in chemisch mäßig angreifender Umgebung entsprechend der Expositionsklasse XA 2 nach DIN 1045-2 [3] verwendet werden und sind damit „besonders geeignet für Misch- und Schmutzwasserleitungen und -kanäle“ (DIN V 4034-1 [2]). Es gelten u. a. folgende wesentliche Anforderungen:

- > Festigkeitsklasse mindestens C 40/50. (Nachträglich eingebrachte Gerinne und Auftritte müssen aus Beton C 40/50 hergestellt werden, der allerdings lediglich eine tatsächliche Festigkeit

**bottom ( $\Delta h$ ) of at least one twentieth of the nominal main sewer diameter (in mm), and if the transition within the manhole ensures a favorable flow pattern. For a change in direction, the radius of the bottom line of the channel must at least correspond to the diameter of the inlet pipe, as far as geometrically feasible. These requirements ensure that the operational roughness parameters  $k_b = 0.5 \text{ mm}$  or  $k_b = 0.75 \text{ mm}$  specified in DWA-A 110 [5] are adhered to.**

**STATE OF THE ART** The fact that channels and platforms have relatively complex designs including adjustments to changes in direction and nominal diameters explains that manhole bases continue to be produced in two work steps: a) bottom and walls, b) channel and plat-

entsprechend C 16/20 zu erreichen braucht.)

- > Mindestzementgehalt  $320 \text{ kg/m}^3$  bzw.  $270 \text{ kg/m}^3$  bei Einsatz von Zusatzstoffen von mindestens  $50 \text{ kg/m}^3$ .
- > gleichmäßige und geschlossene Oberflächen.

Detaillierte Angaben für die Ausführung von Gerinne, Auftritt und Anschlussstücken sind dem Arbeitsblatt ATV-DVWK-M 157 [4] zu entnehmen. Aus hydraulischen Gründen muss die Auftrittshöhe  $h_1$  bei Anschlussnennweiten bis 500 mm mindestens dem Nenndurchmesser der Anschlüsse entsprechen, bei größeren Anschlussdurchmessern beträgt die Auftrittshöhe mindestens 500 mm. Der Winkel  $\alpha$  zwischen Zulauf und ankommendem Hauptkanal darf maximal  $90^\circ$  betragen. Einmündungen zwischen einem Winkel von  $60^\circ$  und  $90^\circ$  sind nur zulässig, wenn sie mit einer



▲ FIG. 2 Molding elements (a) [6] and monolithic manhole base (b) [7]. // ABB. 2 Formungselemente (a) [6] und monolithisches Schachtunterteil (b) [7].

form. Utmost care must be taken to ensure a sufficient bond between the precast “block” and the concrete used for the channel, which is difficult to mold and compact. This process is prone to errors and has an adverse effect on cost efficiency.

**MONOLITHIC MANHOLE BASES** Methods that enable the production of monolithic manhole bases with complex channel layouts have been introduced several years ago. Channels are fabricated either in a special molding process using custom-made blockouts or by subsequent exact milling of the channel from the rough cast. The former category includes, for instance, the Schlüsselbauer Perfect [6], BFS-Capitan [7] and Roeser [8] systems whereas Prinzing Primuss [9] uses milling equipment. These methods require varying concrete workabilities and demolding times. The channels molded by custom-made, ultra-precise plastic blockouts usually require easily compactable concretes because the introduction of mechanical energy for compaction purposes may lead to displacement or deformation of the molding elements. Reference [10] describes highly acid-resistant concretes particularly suitable for this

Höhendifferenz zwischen Zulaufsohle und Auslaufsohle  $\Delta h$  von mindestens einem Zwanzigstel der Nennweite des Hauptkanals in mm erfolgen und der Übergang innerhalb des Schachtes strömungstechnisch günstig ausgeführt wird. Bei Richtungsänderung muss, soweit geometrisch möglich, der Radius der Sohllinie des Gerinnes mindestens dem Durchmesser des einmündenden Rohres entsprechen. Unter diesen Voraussetzungen sind die Werte für die betriebliche Rauigkeit  $k_b = 0,5$  mm bzw.  $k_b = 0,75$  mm gemäß DWA-A 110 [5] eingehalten.

**STAND DER TECHNIK** Angesichts der recht komplexen Ausbildung von Gerinne und Auftritt mit individuellen Anpassungen an Richtungsänderung und Nennweitenwechsel ist erklärlich, dass nach wie vor Schachtunterteile in zwei Arbeitsphasen hergestellt werden: 1. Boden und Schachtwände, 2. Gerinne und Auftritt. Der Verbund zwischen vorgefertigtem „Rohling“ und dem aufwändig zu formenden und zu verdichtenden Gerinnebeton erfordert größte Sorgfalt. Dieser Vorgang ist fehleranfällig und geht zu Lasten der Wirtschaftlichkeit.

**MONOLITHISCHE SCHACHTUNTERTEILE** Seit einigen Jahren existieren Verfahren, die eine Fertigung monolithischer Schachtunterteile mit komplexen Gerinnebereichen ermöglichen, und zwar entweder durch Gerinneformung mit individuell angefertigten Schalungskörpern oder durch nachträgliches präzises Fräsen des Gerinnes aus dem Rohling. Vertreter der ersten Gruppe sind z. B. Schlüsselbauer-Perfect [6], BFS-Capitan [7] und System Reser [8], während Prinzing Primuss [9] mit Frästechnik arbeitet.

Die Verfahren stellen unterschiedliche Anforderungen an die Betonkonsistenz und die Ausschulfristen. Die mittels leichter individuell und sehr präzise gefertigter Kunststoffformkörper geschalteten Gerinne erfordern in der Regel leicht verdichtbare Betone, da das Eintragen von mechanischer Energie zur Betonverdichtung die Formkörper verschieben oder verformen könnte. Diesbezüglich besonders vorteilhafte Betone mit hohem Säurewiderstand sind in [10] beschrieben. Mit Hilfe einer besonderen Fixierung der Formkörper und „Ballastierung“ über die Gerinneplatten soll im Fall des Systems Röser auch erdfreuchter Beton einbaufähig sein. Im Fall des gefrästen Gerinnes (Primuss) kommt nach Herstellerangaben ein feinkörniger Beton C 40/50 oder C 60/75 zum Einsatz. Hierbei ist zu beachten, dass gemäß DIN 1045-2 [3] ein Größtkorn von mehr als 4 mm vorliegen muss. ■

purpose. In the Röser system, a special bracing of the blockouts and a “weight” provided by the channel plates should also enable the placement of low-slump concrete. For the milled channel (PRIMUSS), a fine-aggregate C40/50 or C60/75 concrete is used according to the manufacturer. In this case, it should be noted that DIN 1045-2 [3] specifies a maximum aggregate size of at least 4 mm. ■

#### REFERENCES // LITERATUR

- [1] DWA-Umfrage 2009. Gemeinsame Presseinformation des Deutschen Städtetages, des Deutschen Städte- und Gemeindebundes und der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA), 11.2010.
- [2] DIN V 4034-1: Schächte aus Beton, Stahlfaserbeton und Stahlbetonfertigteilen für Abwasserleitungen und -kanäle – Typ 1 und Typ 2: Anforderungen, Prüfung und Bewertung der Konformität (08.04).
- [3] DIN 1045-2: Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton; Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität (01.2005).
- [4] ATV-DVWK-A 157: Bauwerke der Kanalisation (11.2000).
- [5] DWA-A 110: Hydraulische Dimensionierung und Leistungsnachweis von Abwasserleitungen und -kanälen (08.2006).
- [6] Firmeninformation Schlüsselbauer, Gaspoltshofen/Österreich.
- [7] Firmeninformation BFS Casagrande, Blaubeuren.
- [8] Patentanmeldung „Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung von Schachtunterteilen und ein solches Schachtunterteil“; Siegfried Röser GmbH & Co. KG, Obersontheim.
- [9] Firmeninformation Prinzing, Blaubeuren.
- [10] Körkemeyer, K.; Schubert, A.; Mönnich J.: Entwicklung und Prüfung neuer säurewiderstandsfähiger Spezialbetone für die Rohrproduktion. BFT 02/2010, S. 172-174.
- [11] FBS-Qualitätsrichtlinie; Teil 2-1: Schachtfertigteile (Beton und Stahlbeton).

## POWER STATION COOLING-WATER CIRCUIT WITH LARGE REINFORCED-CONCRETE PRESSURE PIPES – REPORT OF THE CONSTRUCTION CONTRACTOR KRAFTWERKSKÜHLWASSERKREISLAUF MIT GROSS DIMENSIONIERTEN STAHL-BETONDRUCKROHREN – ERFAHRUNGSBERICHT DER BAUAUSFÜHRENDEN FIRMA

► Mit dieser Erkenntnis müssen Tiefbauer auch heute noch leben: Die meisten unterhalb der Oberkante Erdreich realisierten Bauaufgaben werden im Gegensatz zu „herausragenden“ Hochbauten ihrer Bedeutung entsprechend selten wahrgenommen und oft nur als notwendiges Übel registriert. Dabei sind leistungsfähige Kanalsysteme – wie bereits vor mehr als 2000 Jahren von den alten Römern praktiziert – Ingenieurbauwerke höchster Präzision. Sie übertreffen bzgl. der Langlebigkeit die vieler Hochbauten. Schwerpunkt dieses Beitrages sind innovative, schlaff bewehrte Stahlbetondruckrohre, die hier speziell als Kühlwasserrohre für Kraftwerke konzipiert und designt wurden.

**HOHE ANFORDERUNGEN AN STARK BEANSPRUCHTE ROHRLEITUNGEN** Für die Entwicklung, Ausführung und Verlegung solcher Rohre war viel neues Know-how gefragt, das eine intensive Zusammenarbeit aller am Projekt Beteiligten erforderte. Die Rohre müssen immerhin einen Kühlwasserdurchsatz von bis zu 23 m<sup>3</sup>/Sekunde schadlos bewältigen. Daraus resultieren hohe Anforderungen an den Beton wie beispielsweise eine besonders hohe Gefügedichte und sehr geringe Wassereindringtiefe sowie ein geringer Porenanteil in der Deckeninnenfläche, um den Abrieb so gering wie möglich zu halten. Höchste Präzision war ferner bei der Maßgenauigkeit im Bereich der Rohrverbindung nötig, damit Verformungen im Gebrauchszustand ohne schädliche Folgen bleiben. Bei den rechnerischen Nachweisen waren für die Verkehrsbelastungen die Lastklasse SLW 60 bzw. für Teilbereiche Kranlasten in Höhe von 530 KN/m<sup>2</sup> zu berücksichtigen.

**DIMENSIONIERUNG, HERSTELLUNG UND PRÜFUNG DER ROHRE – EINE EFFIZIENTE GEMEINSCHAFTS-LEISTUNG** Die Glockenmuffenrohre mit einem Durchmesser DN 3000 mm, einem Glockendurchmesser von 4.090 mm sowie einer Wandstärke von 380 mm haben eine Baulänge von 5.200 mm und ein Gewicht von 56 t. Sie sind ohne Vorspannung schlaff bewehrt. Für die Herstellung eines Rohres wurden ca. 21 m<sup>3</sup> Beton (Betongüte C45/55) sowie 6 t Bewehrung benötigt. Sehr aufwändig

► **Civil engineers are still faced with the following situation: unlike “outstanding” buildings, most subsurface structures are rarely appreciated to a degree that would correspond to their significance; they are often only considered a necessary evil. Yet high-performance sewer systems (which were already built by the Romans more than 2,000 years ago) are civil engineering structures of utmost precision. For example, their durability is superior to that of many buildings. This article focuses on innovative unstressed reinforced-concrete pressure pipes that were designed as cooling water pipes for a power station.**

gestaltete sich die Bewehrungsführung speziell im Anker- und Muffenbereich wegen der starken Querkraftkräfte sowie die lagegenaue Fixierung der Bewehrung in der Sonderschalung. Als wichtiges Kriterium für eine hohe Rohrqualität erwies sich das Herstellungsverfahren. Die im Rüttelverfahren einzeln hergestellten und in stehenden Stahlschalungen erhärteten Rohre wurden bis zur vollständigen Aushärtung einer aufwändigen Nachbehandlung unterzogen. Aufgrund der hohen Betriebsdrücke/Durchlaufmengen sind Druckrohre höchsten inneren Belastungen sowie extremen Einbaubedingungen ausgesetzt. Vor Fertigungsfreigabe fanden zahlreiche Ge-



▼ **FIG. 1** The 5 m high reinforcement cages weighing 6 tonnes each are welded with “pinpoint” precision at the factory. The complex design and dimensioning and the degree of workmanship called for utmost precision – a prime example of the “art of concrete construction”. // **ABB. 1** Die 5 m hohen und 6 t schweren Bewehrungskörbe werden im Werk „punktgenau“ verschweißt. Die Schwierigkeit der Bemessung sowie der handwerklichen Umsetzung verlangen höchste Präzisionsarbeit – ein Beispiel für die „hohe Schule des Betonbaus“.



▼ **FIG. 2** Prior to erecting the cooling tower, the “giant” pressure pipes were laid according to a specially developed surveying plan, and installed using chain hoists. // **ABB. 2** Vor der Errichtung des Kühlturms wurden die „Riesen unter den Druckrohren“ nach einem besonderen Vermessungskonzept verlegt und über Kettenzüge eingezogen.



**DEMANDING SPECIFICATIONS FOR HEAVY-DUTY PIPELINES** Comprehensive state-of-the art knowledge and expertise was required for the development, production and laying of these pipes, which is why a close cooperation of all parties involved in the project became necessary. The pipes must withstand a cooling water flow rate of up to 23 m<sup>3</sup>/s without being damaged. Correspondingly, the concrete had to meet demanding requirements such as a particularly high structural impermeability, a very low water penetration depth and a low air void ratio on the inner surface in order to keep abrasion to a minimum. Utmost precision was also required with respect to the dimensional accuracy of the pipe connections in order to limit in-service deformation to a safe level. The structural verifications had to consider load class SLW 60 (where SLW stands for SchwerlastWagen = heavy truck) for live loads and, in certain areas, crane loads of 530 kN/m<sup>2</sup>.

**DESIGN, PRODUCTION AND TESTING OF THE PIPES – AN EFFICIENT JOINT PERFORMANCE** The bell-and-spigot pipes have a nominal bore of DN 3000, a bell diameter of 4,090 mm and a wall thickness of 380 mm. They are 5,200 mm long and weigh 56 tonnes each. They consist of unstressed reinforced concrete. Approx. 21 m<sup>3</sup> of concrete (C45/55) and 6 tonnes of reinforcement were needed for producing a single pipe. The routing of the reinforcement was particularly complex in the anchor and socket areas in order to resist the high transverse tensile loads and to accurately position the reinforcement in the custom-made formwork. The production process was crucial for ensuring a high quality of the pipes. A vibration process was applied to produce the pipes separately. They hardened in vertical steel molds and were subjected to a sophisticated treatment scheme until the end of the hardening process.

brauchsfähigkeits-Untersuchungen statt. Dazu zählen ein Scherversuch sowie ein Abwinkelungsversuch im Muffenbereich. Hierbei werden die Auswirkungen der zeitabhängigen Randbedingungen bei der Prüfdurchführung gewertet. Eine wesentliche Rolle spielt dabei die Temperatursituation. Im Rohrwerk wurde bereits jedes einzelne Rohr auf Dichtigkeit in einem eigens eingerichteten 1:1-Prüfstand bei Wasserfüllung mit 6,5 bar getestet. Darüber hinaus fanden im Werk vor Verladung sowie auf der Baustelle bei Rohrübernahme Sichtprüfungen mit entsprechender Dokumentation statt. Auch für die vor Ort veranlassten Druckprüfungen waren aufgrund der beachtlichen Rohrdimension und Druckstufe besondere Vorkehrungen und Sicherungen notwendig.

**RATIONELLER BAUFORTSCHRITT DURCH DEZIDIERTE ZEITPLANUNG UND LOGISTIK** In punkto Logistik galt es, mit dem Rohrwerk einen geradezu minutiösen Zeitplan festzulegen und einzuhalten. So konnte beispielsweise der Rohrtransport zu der rund 100 km entfernten Baustelle wegen der hohen Gewichte und Abmessungen ausschließlich auf Spezialfahrzeugen als zu genehmigende Transporte nur nachts durchgeführt werden. Zum Entladen auf der Baustelle sowie für den Einbau hatte man schweres Gerät vorzuhalten: Mobilkräne mit 500 t und 700 t Tragkraft. Äußerste Präzision war bei der Verlegung der Rohre erforderlich und mit besonderen Messmethoden auch erreichbar. So bewegt sich die Soll-Ist-Lage der Rohre im Millimeterbereich. Dafür musste ein besonderes Vermessungskonzept entwickelt werden. ■

Due to the high operating pressures/flow rates, pressure pipes are exposed to highest internal loads and extreme installation conditions. Many serviceability tests were performed prior to their release for production, which included a shear test and a bending test in the socket area. In the course of these tests, the effects of the time-dependent parameters are analyzed. Temperature plays a key role in this regard.

At the pipe works, each pipe had already been tested for tightness on a specially designed, 1:1 test rig. For this purpose, the pipes were filled with water at a pressure of 6.5 bar. In addition, visual inspections were carried out at the factory prior to dispatch, as well as on the construction site upon handover of the pipes. These inspections were documented. The pressure tests carried out on the job site also required special precautions because of the large pipe dimensions and high pressure levels.

**EFFICIENT CONSTRUCTION PROGRESS ENABLED BY DEDICATED SCHEDULING AND LOGISTICS** In terms of logistics, a very detailed schedule had to be agreed with the pipe works and adhered to during construction activity. For example, only special vehicles could be used for transporting the pipes to the construction site (which was situated approx. 100 km away from the factory) because of the extremely heavy weight and large dimensions of the pipes. These transports required a special approval and had to take place at night. Suitable heavy-duty equipment had to be provided on the site for unloading and installation purposes: mobile cranes with lifting capacities of 500 and 700 tonnes.

Laying of the pipes also required utmost precision, which was achieved by using special measuring methods. As a result, the routing of the pipes deviates from the plans only by a few millimeters. A special surveying plan had to be prepared for this purpose. ■

AUTHOR //  
AUTOR

Dipl.-Ing. Jürgen Wanke,  
Köster Bauunternehmen,  
Osnabrück

juergen.wanke@  
koester-bau.de

Geb. 1956; 1980-1984  
Studium des Bauingenieurwesens an der Fachhochschule Münster; 1984-1986 von Bodelschwingsche Anstalten, Abteilung für Bau- und Wohnungswesen, Bielefeld-Gadderbaum; 1986-1989 Bauleiter bei der F.

Probst GmbH, Oelde/Westf.; 1989-2001 Bauleiter bzw. Oberbauleiter bei der A. Bückler GmbH & Co., Bauunternehmen, Melle; seit 2002 Projekt- bzw. Bereichsleiter bei der Köster AG, Osnabrück



## CONSIDERATION OF TRAFFIC LOADS IN THE COURSE OF REVISING DWA WORKSHEETS A161 AND A127 – A CRITICAL REVIEW

### BERÜCKSICHTIGUNG DER VERKEHRSLASTEN BEI DER ÜBERARBEITUNG DER DWA-ARBEITSBLÄTTER A161 UND A127 – EINE KRITISCHE BETRACHTUNG

► Verkehrslasten werden durch Regelfahrzeuge erfasst. Bisher wurde auf der sicheren Seite nur der vertikale Anteil der Radlasten erfasst und die stützende Wirkung des horizontalen Anteils vernachlässigt. Bei häufiger Verkehrsbelastung wird ein Ermüdungsnachweis erforderlich. Nach Einführung des DIN FB 101 – Einwirkungen auf Brücken – wird immer öfter gefordert, diese teils neuen Lastansätze auch bei erdbetteten Rohren zu verwenden. Leider wurde dabei manchmal übersehen, dass die Lastübertragung und Lastaufnahme bei einer Brücke nicht immer mit den Verhältnissen bei Rohren vergleichbar sind. Warum ist eine neue Beurteilung von Verkehrslasten notwendig, wenn eigentlich keine Schadensfälle (zumindest bei Beton-/Stahlbetonrohren) bekannt sind?

Im Gelbdruck von DWA-A 161 (Vortrieb) und bei der Überarbeitung von DWA-A 127 (offene Verlegung) werden neue Lastansätze eingeführt. Diese sollen kritisch mit den bisherigen Ansätzen verglichen werden.

**STRASSENVERKEHRSLASTEN** Hauptverkehrslast ist bisher der SLW 60 (ABB. 1). Obwohl auf einer Brücke die Verkehrslast 60/30 gilt, d. h. ein SLW 30 neben einem SLW 60, vereinfachte man dies bei Rohren auf eine Betrachtung eines SLW 60-Fahrzeuges (Radlast 100 kN ohne Stoßbeiwert). Wegen der besseren Dämpfung bei einer Erdbettung wird der Stoßbeiwert von 1,4 auf 1,2 verringert. Der Ermüdungsnachweis wird für 50 % der Verkehrslast bei einer wegen der besseren Lastverteilung eines Straßenaufbaus fiktiv um 0,30 m höheren Überdeckung für i. d. R.  $2 \times 10^6$  Lastwechsel geführt. Die zulässige Stahlspannung reduziert sich dabei bei geschweißter Bewehrung auf 80 N/mm<sup>2</sup> (in neuer DIN 1045-1 nur noch 64,3 N/mm<sup>2</sup>).

Jetzt soll das Lastmodell LM1 (ABB. 2) Verwendung finden. Dabei handelt es sich um zwei Tandemachsen auf parallelen Fahrstreifen mit Radlasten von jeweils 120 kN bzw. 80 kN (jeweils inklusive Stoßbeiwert). Bei engen Fahrstreifen ist die Last mit dem Faktor 1,2 zu erhöhen. Die seitliche Horizontalkraft aus Verkehr soll mit dem Faktor  $K_2$  be-

► **Standard vehicles are used to account for traffic loads. To date, only the vertical components of wheel loads have been considered in a conservative approach whilst neglecting the supporting effect of the horizontal component. A fatigue verification is required for frequent traffic loads. Following the introduction of DIN FB 101 (actions on bridges), requests are made more and more often to apply these (partly new) load assumptions also to pipes embedded in the soil. Unfortunately, this approach sometimes overlooks the fact that the load transfer and absorption patterns observed for bridges are not always comparable to the behavior of pipes. Why is a new evaluation of traffic loads necessary if no actual cases of damage are known (at least for concrete/reinforced concrete pipes)? The yellow print of DWA-A 161 (pipe jacking) and the revised edition of DWA-A 127 (open-cut laying) introduce new load assumptions. This article provides a critical comparison of these new assumptions with the previously applied methods.**

**ROAD TRAFFIC LOADS** To date, the main traffic load assumption has been SLW 60 (FIG. 1). Although a 60/30 traffic load is applied to bridges, i.e. SLW 30 alongside SLW 60, this approach was simplified for pipes so that only an SLW 60 vehicle is considered (with a wheel load of 100 kN without impact coefficient). The impact coefficient is reduced from 1.4 to 1.2 due to the more efficient damping resulting from embedment in soil. The fatigue verification considers 50% of the traffic load at a cover notionally increased by 0.30 m due to the better load distribution across the pavement structure, and usually  $2 \times 10^6$  stress cycles. The permissible steel stress is reduced to 80 N/mm<sup>2</sup> for welded reinforcement (the new DIN 1045-1 specifies only 64.3 N/mm<sup>2</sup>). Load model LM1 (FIG. 1) should now be applied. This model includes two tandem axles on par-

rücksichtigt werden. Da dies bei geringer Überdeckung schwierig ist, wird in A161 bei  $h \leq d_a - 0,4$  (z. B. bei DN 2000 erst bei 2 m Überdeckung, obwohl das Parallelrad bereits einwirkt) darauf verzichtet. In A127 ist dieser Absatz noch nicht ausformuliert, als  $K_2$  ist 0,4 vorgesehen.

Zusätzlich geht noch die Rohrlänge in die Betrachtung ein. Der Ermüdungsnachweis erfolgt für 40 % der Verkehrslast, eine bessere Lastverteilung ist nicht vorgesehen.

Kurzkommentar: Unnötig kompliziert – auf eine 2. Fahrspur verzichten – Ermüdung nur für Lasten aus 1 Fahrzeug – horizontale Stützwirkung auch bei geringeren Überdeckungen – Reduzierung der Last um 1,2/1,4 (bei  $h \geq 0,50$  m).

Dr.-Ing. Gerfried Schmidt-Thrö,  
Ingenieurbüro für Rohrstatik,  
Burghausen

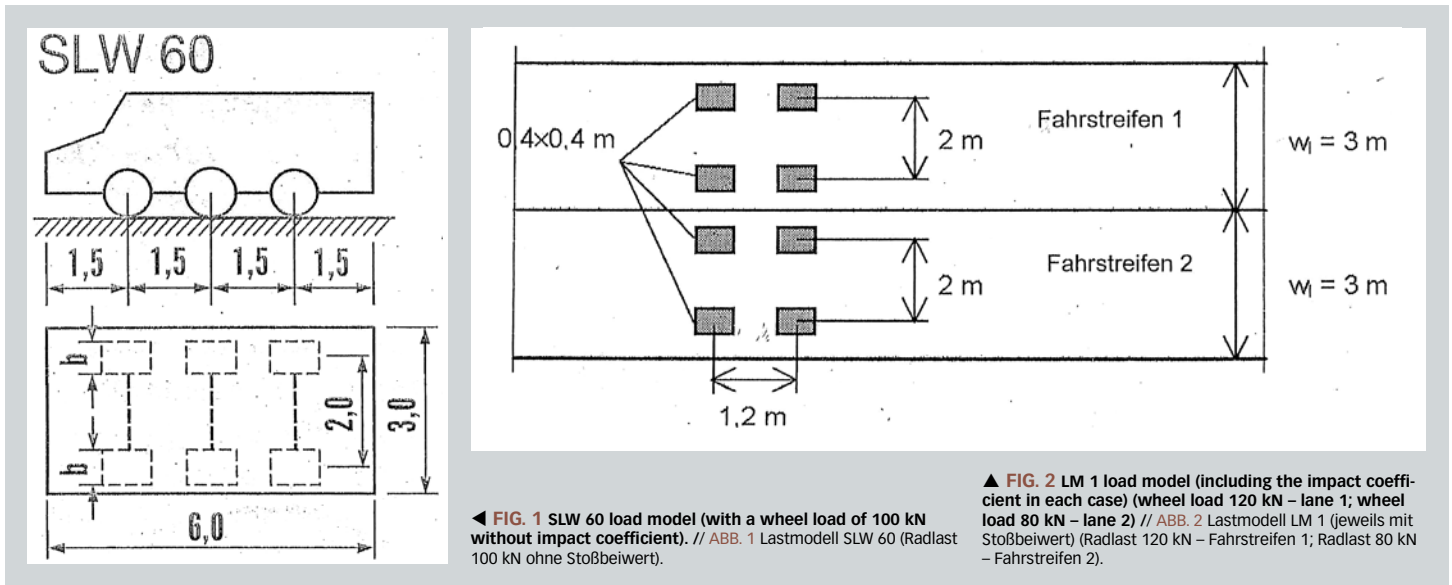
AUTHOR //  
AUTOR

info@schmidt-throe.de



Geb. 1952; Studium des Bauingenieurwesens an der TU München; ab 1979 wiss. Mitarbeiter in der Forschung (TUM); 1987 Promotion; ab 1987 Technischer Werkleiter bei der Fa. Bartlechner; seit 1993 selbstständiges Ing.-Büro für Rohrleitungstiefbau;

seit 1997 ö. b. u. v. Sachverständiger; Mitarbeit in Normungsgremien (DWA, DIN, ÖN, EN)



◀ FIG. 1 SLW 60 load model (with a wheel load of 100 kN without impact coefficient). // ABB. 1 Lastmodell SLW 60 (Radlast 100 kN ohne Stoßbeiwert).

▲ FIG. 2 LM 1 load model (including the impact coefficient in each case) (wheel load 120 kN – lane 1; wheel load 80 kN – lane 2) // ABB. 2 Lastmodell LM 1 (jeweils mit Stoßbeiwert) (Radlast 120 kN – Fahrstreifen 1; Radlast 80 kN – Fahrstreifen 2).

allel lanes with wheel loads of 120 and 80 kN (including the impact coefficient in each case). For narrow lanes, the load must be increased by a factor of 1.2. The lateral horizontal force resulting from vehicle traffic should be considered by the factor  $K_2$ . Since this is difficult to achieve at a low cover, A161 waives this requirement at  $h \leq d_a - 0.4$  (e.g. only from a cover of 2 meters for DN 2000 although the parallel wheel already impacts the road). This approach has not yet been formulated in A127,  $K_2$  should equal 0.4.

The pipe length is also considered. The fatigue verification is carried out for 40% of the traffic load, a better load distribution is not considered.

**Brief comment:** Unnecessarily complicated – do not use a second lane – fatigue verification only for loads of a single vehicle – consider horizontal support also for smaller covers – reduction of load by 1.2/1.4 (for  $h \geq 0.50$  m).

**AIR TRAFFIC LOADS** Load stresses of 150 kN/m<sup>2</sup> are assumed for the BFZ 90 to BFZ 750 series of standard aircraft, considering different footprints of the landing gear (1.8 x 1.8 m to 5 x 5 m). These values already include an impact coefficient of 1.5. This approach requires a minimum cover of 1 m, individual wheel loads must be considered in all other cases.

The load assumptions remain unchanged after the revision. However, the horizontal load component (without impact coefficient) may also be considered. The fatigue verification remains unchanged and must be performed for 60% of the traffic load.

**FLUGBETRIEBSLASTEN** Für die Bemessungsflugzeuge BFZ 90 bis BFZ 750 werden Lastspannungen von 150 kN/m<sup>2</sup> für unterschiedliche Lastaufstandsflächen der Fahrgestelle (1,8 x 1,8 m bis 5 x 5 m) angesetzt. Hierin ist ein Stoßbeiwert von 1,5 bereits enthalten. Mindestüberdeckung für diesen Ansatz ist 1 m, ansonsten sind Einzelradlasten zu betrachten. Bei der Überarbeitung bleiben die Lastansätze gleich. Allerdings darf dann auch hier der horizontale Lastanteil (ohne Stoßbeiwert) berücksichtigt werden. Der Ermüdungsnachweis ist unverändert für 60 % der Verkehrslast zu führen. **Kurzkomentar:** Verkehrslasten werden durch Horizontalkraftanteil günstiger, erscheint aber gerechtfertigt.

**EISENBahnVERKEHRSLASTEN** Das bisherige Lastmodell UIC 71 bleibt unverändert und heißt jetzt LM 71. Der Ermüdungsnachweis ist für 100 % der Verkehrslast zu führen.

Gravierende Änderungen gab es beim Stoßbeiwert und der nachzuweisenden Lastwechselzahl. Nach Fassung 2008 der RIL 836 ist der Stoßbeiwert nicht mehr wie bisher mit

$$\phi = 1,4 - 0,1 (h - 0,5); \text{ in A127 } \phi = 1,4 - 0,1 (h - 0,6)$$

sondern nach einer Gleichung im DIN FB 101 für überschüttete Bauwerke mit

$$\phi = 1,67 - 0,1 (h - 1,0) \text{ anzusetzen.}$$

Ein weitere Reduzierung ergibt sich bei Röhren  $> 4,4$  m.

Dafür darf nach Gelbdruck A161 der horizontale Lastanteil aus Verkehr mit halbem Stoßbeiwert und mit Berücksichtigung des jeweiligen  $K_2$  angesetzt werden.

**Brief comment:** Traffic loads become more favorable due to the consideration of the horizontal load component but this approach appears justified.

**RAIL TRAFFIC LOADS** The previously applied UIC 71 load model remains unchanged in its content but is renamed to LM 71. The fatigue verification must consider 100% of the traffic load.

Major changes were made to the impact coefficient and the number of stress cycles to be verified. According to the 2008 edition of RIL 836, the impact coefficient must no longer be determined using

$$\phi = 1,4 - 0,1 (h - 0,5); \text{ in A127 } \phi = 1,4 - 0,1 (h - 0,6)$$

but using the equation that DIN FB 101 specifies for covered structures, i.e.

$$\phi = 1,67 - 0,1 (h - 1,0).$$

An additional reduction must be considered for pipes  $> 4.4$  m.

Conversely, the yellow print of A161 specifies that the horizontal component of traffic loads may be considered at half the impact coefficient and taking the applicable  $K_2$  factor into account.

Deutsche Bahn now requires a fatigue verification for 10<sup>8</sup> stress cycles and 100% of the traffic load. Although this has not yet been included in the RIL or other documents in writing, this approach reflects the current discussion.

**Brief comment:** New approaches mostly result in considerably higher, uneconomical loads.



Bei Ermüdung verlangt die Bahn jetzt einen Nachweis für  $10^8$  Lastwechsel für 100 % der Verkehrslast. Dies ist zwar noch nicht in RIL o. ä. schriftlich festgelegt, aber Stand der Diskussion.

Kurzkommentar: Neue Vorstellungen ergeben meist wesentlich höhere und unwirtschaftliche Belastungen.

- > Bisheriger Stoßbeiwert ausreichend, bei neuem Ansatz wird der Stoßbeiwert erst ab einer Überdeckung von 7,70 m zu 1,00.
- > Der Ansatz von  $10^8$  LW mag beispielsweise bei Fahrbahnübergängen auf einer Brücke zutreffend sein, wo jede Achse zählt. Bei überschütteten Bauwerken – außer vielleicht bei sehr geringer Überdeckung – besteht ein Lastwechsel aber je Zug – also wären  $2 \times 10^6$  LW ausreichend.
- > Der Nachweis bei Röhren für die gegenüber den Waggonachsen deutlich höheren Achslasten der Lokomotive (156 kN/m) – selbst wenn jede Achse als LW zählt, ist bei weitem nicht jeder LW mit einer Achslast der Lokomotive (Ausnahme bei SW/2 mit 150 kN/m, sonst nur 89 kN/m) beaufschlagt – eine Reduzierung wie bei anderen Verkehrslasten auf beispielsweise 60 % erscheint daher realistisch.
- > Berücksichtigung des Stoßbeiwertes für den Horizontalanteil führt teilweise zu einer Überkompensierung.

> **The previously applied impact coefficient is sufficient; in the new approach, the impact coefficient equals 1.0 only from a cover of 7.70 m.**

> **The consideration of  $10^8$  stress cycles might be accurate for road crossings on a bridge where every axle counts. For covered structures, however, there is one stress cycle per train (except perhaps for very low covers), which means that  $2 \times 10^6$  stress cycles would be sufficient.**

> **Regarding the verification of pipes for the axle loads of the locomotive (156 kN/m), which are significantly higher than the wagon axle loads, a reduction to, say, 60% of the traffic loads appears realistic, as for other traffic loads (even if each of the axles is equated with one stress cycle, not every stress cycle is associated with a locomotive axle load - with the exception of SW/2 with 150 kN/m, 89 kN/m in all other cases).**

> **The consideration of the impact coefficient for the horizontal component leads to partial over-compensation.**

**SUMMARY** The forthcoming introduction of the new traffic loads adds a high degree of complexity to the verification, which does not appear necessary according to the experience gained to date. Moreover, the planned changes are so significant that an extended trial phase appears useful. The option of performing computer-based comparative calculations using different programs would be desirable because the manual verification is very time-consuming. ■

**ZUSAMMENFASSUNG** Die geplante Einführung der neuen Verkehrslasten führt zu einer deutlichen Verkomplizierung der Berechnung, die nach bisherigen Erfahrungen nicht erforderlich erscheint. Die Änderungen sind zudem so weit reichend, dass eine längere Erprobungsphase sinnvoll erscheint. Da eine Berechnung per Hand sehr zeitaufwändig ist, wäre es wünschenswert, wenn Vergleichsrechnungen mit verschiedenen Rechenprogrammen möglich sind. ■

**Excellent  
Vibration.**



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

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

Italtibras 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**

Italtibras 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)

DAY 3: THURSDAY, 10<sup>TH</sup> FEBRUARY 2011 //

TAG 3: DONNERSTAG, 10. FEBRUAR 2011

## SMALL WASTEWATER TREATMENT SYSTEMS KLEINKLÄRANLAGEN

Page // Seite

Title // Titel

PRESENTATION //  
MODERATION

Dipl.-Biol. Bettina Schürmann,  
RWTH Aachen

[schuermann@  
isa.rwth-aachen.de](mailto:schuermann@isa.rwth-aachen.de)

Geb. 1948; Studium in  
Münster, Bonn und  
Aachen; 1976 Abschluss  
als Dipl.-Biol.; wissen-  
schaftliche Mitarbeiterin  
am Institut für Siedlungs-  
wasserwirtschaft der  
RWTH Aachen; seit 1980  
in Forschung und Lehre;  
Mitglied in folgenden  
Ausschüssen: Normen-  
ausschuss Kleinkläran-  
lagen im DIN (Obfrau);



WG 41 des CEN TC 165 (Kleinkläranlagen);  
CEN TC 165 (Abwassertechnik); Sachverständi-  
genausschuss Kleinkläranlagen des DIBt.

- 220** **MANUFACTURING OF WASTE WATER TREATMENT CONCRETE TANKS – INCREASED EFFICIENCY BY MOBILE MANUFACTURING**  
HERSTELLUNG VON KLEINKLÄRANLAGENBEHÄLTERN AUS BETON – EFFIZIENZGE-  
WINN DURCH MOBILE FERTIGUNG  
*Roland Pöhl*
- 222** **NEW STANDARDS FOR THE RE-USE OF WATER IN PRIVATE AND PUBLIC AREAS – REASONABLE OR DISPENSABLE?**  
NEUE NORMEN FÜR DIE WIEDERVERWENDUNG VON WASSER IM HÄUSLICHEN UND  
ÖFFENTLICHEN BEREICH – SINNVOLL ODER ÜBERFLÜSSIG?  
*Dipl.-Biol. Bettina Schürmann*
- 224** **THE NEW GERMAN QUALITY LABEL FOR SMALL WASTEWATER TREATMENT SYSTEMS – AN OPPORTUNITY FOR EUROPE?**  
DAS NEUE DEUTSCHE QUALITÄTSZEICHEN FÜR KLEINKLÄRANLAGEN – EINE  
CHANCE FÜR EUROPA?  
*Dr.-Ing. Elmar Dorgeloh*
- 226** **OPERATING PERFORMANCE OF SMALL WASTEWATER TREATMENT PLANTS UNDER VARIOUS LOADING CONDITIONS**  
BETRIEBSVERHALTEN VON KLEINKLÄRANLAGEN BEI UNTERSCHIEDLICHEN LASTZU-  
STÄNDEN  
*Dr.-Ing. Andrea Straub*

# Aus Vision wird Realität: Mit dem richtigen Know-how und einem kompetenten Partner

**z. B.**

FIFA Fußball WM 2010  
Soccer City Stadion,  
Johannesburg, Südafrika

## **Eirich-Intensivmischer:**

**Nach Expertenmeinung auch für SVB und UHPC  
die Mischtechnik mit den Vorteilen**

- weniger Fließmittel
- weniger Wasser
- kürzere Mischzeit

**Wir informieren Sie gerne.**

Beton für Fassadenelemente  
aufbereitet mit Eirich-Mischtechnik

**Da haben Sie Kosten und  
Qualität sicher im Griff!**

**Maschinenfabrik Gustav Eirich GmbH & Co KG**  
Postfach 1160, 74732 Hardheim, Deutschland  
Telefon: +49 (0) 6283 51-0, Fax: +49 (0) 6283 51-325  
E-Mail: [eirich@eirich.de](mailto:eirich@eirich.de), **Internet: [www.eirich.de](http://www.eirich.de)**



**EIRICH**

The Pioneer in Material Processing®



## MANUFACTURING OF WASTE WATER TREATMENT CONCRETE TANKS – INCREASED EFFICIENCY BY MOBILE MANUFACTURING HERSTELLUNG VON KLEINKLÄRANLAGENBEHÄLTERN AUS BETON – EFFIZIENZGEWINN DURCH MOBILE FERTIGUNG

► Up to the expiry of the coexistence phase of EN 12566 part 3 at the end of June 2010, it was common practice that tanks as well as technical built-in parts could be purchased at different suppliers and were completed as a unit. The regulation of the respective building law for the tanks was fulfilled by the national technical approval. In the meantime, the CE-marking according to EN 12566 part 3 is binding and is basically comprising tanks and the appropriate technology as a whole. It is not allowed to combine single components and to put them on the market without declaration of the manufacturer. Comprehensive and partly expensive initial tests are required for this manufacturer's declaration according to the specified system 3 of the certificate of conformity. Finally, the extensive work's own production control, which is including also the water tight assembly for shaft ring tanks at the construction site, might be the end of the present in-house tank production for manufacturers of only little quantities.

► Bis zum Ablauf der Koexistenzphase der EN 12566 Teil 3 Ende Juni 2010 war es gängige Praxis, dass Behälter sowie technische Einbauteile von verschiedenen Herstellern bezogen und komplettiert werden konnten. Die Regelung des erforderlichen Baurechts für die Behälter erfolgte mittels allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung. Mittlerweile ist die CE-Kennzeichnung nach EN 12566 Teil 3 verpflichtend und umfasst grundsätzlich Behälter und die dazugehörige Technik als Ganzes. Einzelkomponenten dürfen nicht mehr ohne Erklärung eines Herstellers zusammengeführt und in Verkehr gebracht werden. Das vorgegebene System 3 der Konformitätsbescheinigung setzt für diese Herstellererklärung umfassende und zum Teil teure Erstprüfungen voraus. Letztlich wird die umfangreiche werkseigene Produktionskontrolle, die beispielsweise bei Schachtringbehältern auch die wasserdichte Baustellenmontage umfasst, für Hersteller geringer Stückzahlen das Ende der bisherigen Eigenbehälterfertigung bedeuten.

**HOW DOES THE TANK MANUFACTURER BECOME A TRADER?** The alternative purchase of monolithic concrete tanks with high freight charges is environmentally frowned upon and has unmeant economical advantages for the competitive product, the plastic tanks. Standardized and favourable package freight transports for plastic tanks have to be compared with freight costs in the amount of more than 2.00 EUR – in future even 3.00 Euro up to 3.50 EUR – per km of actual transportation for the special crane truck.

**COMMERCIAL ASPECTS** Cost pools as necessary direct material costs (concrete, steel), wage costs as well as energy costs for production are calculable fixed costs and are influencing the production costs, regardless of the manufactured quantity and the production place. However, indirect material costs (costs for mold, facilities and for CE-initial tests) decrease at increasing quantities. Due to a centralized manufacturing of plastic tanks in large quantities, immense advantages can be achieved. In view of the little weight, also the incidental acquisition expenses for the customer as e.g. freight and assembly are favourable, even at large distances. As an approach for maintaining the competitiveness of concrete tanks, the manufacturing as near as possible at the demanded place at low fixed costs seems to be appropriate.

### WIRD DER BEHÄLTERHERSTELLER ZUM HÄNDLER?

Der alternative Zukauf von monolithischen Betonbehältern mit hohen Vorfrachten ist ökologisch verpönt und bringt dem Wettbewerbsprodukt Kunststoffbehälter ungewollt wirtschaftliche Vorteile. Standardisiert günstigen Stückguttransporten beim Kunststoffbehälter stehen heute Frachten in Höhe von über 2,00 Euro – zukünftig sogar 3,00 Euro bis 3,50 Euro – pro Lastkilometer für das Spezialkranfahrzeug gegenüber.

**AUS DER KAUFMÄNNISCHEN PERSPEKTIVE** Kostenblöcke, wie erforderliche Materialeinzelkosten (Beton, Stahl), Lohnkosten sowie Fertigungsenergie, sind fest kalkulierbare Fixkosten und beeinflussen die Herstellkosten unabhängig von den gefertigten Stückzahlen und dem Fertigungsort. Materialgemeinkosten (Formkosten, Infrastrukturkosten, Kosten für CE-Erstprüfungen) fallen jedoch mit steigenden Stückzahlen. Bei Kunststoffbehältern lassen sich durch eine zentrale Fertigung in hohen Stückzahlen immense Vorteile generieren. Angesichts des geringen Gewichts sind auch die Anschaffungsnebenkosten des Kun-

**LOW FIXED COSTS AT SMALL QUANTITIES?** As solution, mobile manufacturing facilities are suitable. With one truck transport (FIG. 1) for one ready-for-production mold equipment as well as construction work of only one day, the set-up time is kept within reasonable limits. A ready-to-plug-in and easy to operate mobile mold equipment is required, for which no individual and fixed concrete factory facility has to be provided. The wet cast concrete placing provides more advantages compared to the shake and compression molding method. During manufacturing, only a crane with approx. 7 m hook height as well as a lifting capa-

AUTHOR //  
AUTOR

Roland Pöhnrl,  
utp umwelttechnik pöhnrl,  
Seybothenreuth

poehnrl@  
utp-umwelttechnik.de

Geb. 1961;  
1989-2001 Betriebsleiter und Prokurist eines mittelständischen Betonwerkes; seit 1989 Produktion Klärtechnik mit bauaufsichtlicher Zulassung; seit 2002 geschäftsführender Gesellschafter der neu gegründeten utp umwelttechnik pöhnrl

GmbH mit Entwicklung und Markteinführung der Kleinkläranlage klärofix®; Leiter des Arbeitskreises CE-Kennzeichnung im BDZ e.V., Leipzig; Mitarbeit im Sachverständigenausschuss „Klärtechnik“ im DIBT





◀ **FIG. 1** Mobile concrete forms allow a production close to demand. // **ABB. 1** Mobile Betonformen ermöglichen eine Produktion nah am Bedarf.

den, wie z. B. Fracht und Montage, selbst bei hohen Entfernungen günstig. Als Lösungsansatz zum Erhalt der Wettbewerbsfähigkeit des Betonbehälters bietet sich somit eine Fertigung möglichst nah am Bedarf bei gleichzeitig niedrigen Gemeinkosten an.

**GERINGE GEMEINKOSTEN BEI NIEDRIGEN STÜCKZAHLEN?** Als Ausweg eignen sich mobile Fertigungseinrichtungen. Mit einem LKW-Transport (**ABB. 1**) für eine betriebsfertige Formausrüstung sowie Aufbauzeiten von einem Tag halten sich die Rüstzeiten stark in Grenzen. Erforderlich ist eine „steckerfertige“, einfach zu bedienende mobile Formenausrüstung, die keine individuelle, fest installierte Infrastruktur eines Betonwerkes erfordert. Das Wetcast- (englisch: flüssig gießen) Betonier-Verfahren bietet gegenüber dem Rüttel-Press-Verfahren die optimaleren Voraussetzungen. Im Fertigungsbetrieb ist lediglich ein Kran mit ca. 7 m Hakenhöhe sowie 15 t Tragkraft erforderlich. Ein 64 Ampere-Stromanschluss ist über Steckdosen bereitzustellen. Die betontechnologischen Anforderungen bei unproblematischer flüssiger Konsistenz sind vergleichsweise niedrig und werden in der Regel durch jede Transportbetonmischanlage erfüllt. Die Arbeitskräfte müssen keine umfangreichen handwerklichen Kenntnisse vorweisen. Wesentliche Arbeitsschritte bestehen im Einlegen der Bewehrung gemäß Standsicherheitsnachweis, im Einrichten von Dichtungen für die Zu- und Ablauföffnungen sowie im Füllen mit Beton mittels einem mobilen Transportkübel. Die Steuerung der Schalungsrüttler ist mit einer SPS-Steuereinheit vorprogrammiert. Dies gewährleistet eine definierte Verdichtungsleistung und damit eine gleichbleibend hohe Produktqualität. Durch die an der Form montierte Wendetraverse mit entsprechend dimensioniertem Hydraulikaggregat wird das „über Kopf“ betonierte Fertigteil gewendet (**ABB. 2**). Der erste Entschalprozess erfolgt hydraulisch mit angebrachten Zylindern nach dem

city of 15 tons is required. A 64-ampere power connection has to be provided by electric sockets. The concrete-technological requirements at unproblematic liquid consistency are comparatively low and can be complied with by every transport concrete mixer. Essential work steps of the operators are the placing of the reinforcement according to stability proof, the accurate setting of the openings for inlet and drain outlet as well as the filling with concrete by means of the mobile transport tub. The control system of the external vibrator is pre-programmed with a PLC control unit. The same is ensuring a defined compressing capacity and therefore a constantly high product quality. By means of the turn-over cross bar which is mounted at the mold, the “overhead” concreted pre-cast part is being turned around (**FIG. 2**) by the accordingly dimensioned hydraulic units. After hardening, the first de-molding process takes place hydraulically by means of the attached cylinders. In order to fulfil the requirements of the minimum pressure resistance of DIN 1045 part 4, the concrete is hardening in the mold. Hydraulic cylinders provide for modestly defined demolding pressure.

**WHO IS MANUFACTURER ACCORDING TO EN 12566? Initial tests according to chart 1 of EN 12566 part 3 apply to several production sites of a manufacturer at the same production conditions – however, the water tightness proof has to be provided for every site. Mobile manufacturing – by reasonable management of the capacity utilization of the mold and know-how supply, absolutely new fields of business activity can be opened up for well-established tank manufacturers as well as for technology suppliers. CE-marking enables the usage and application not only nation-wide but also Europe-wide and opens new markets. ■**



▲ **FIG. 2** A complete mold equipment at work. // **ABB. 2** Eine komplette Formausrüstung bei der Arbeit.

Erstarren. Um die Anforderungen an die Mindestdruckfestigkeit der DIN 1045 Teil 4 zu erfüllen, erstarrt der Beton in der Schalung. Hydraulikzylinder sorgen für eine maßvoll definierte Entschalkraft.

**WER IST HERSTELLER NACH EN 12566?** Erstprüfungen nach Tabelle 1 der EN 12566 Teil 3 gelten bei gleichen Produktionsbedingungen für mehrere Fertigungsstandorte eines Herstellers – der Nachweis der Wasserdichtheit ist jedoch für jedes Werk neu zu erbringen. Mobile Fertigung – durch die Steuerung der Formauslastung und die Bereitstellung von Know-How eröffnet sich ein völlig neues Betätigungsfeld für etablierte Behälterhersteller sowie für Technikhersteller. Durch die CE-Kennzeichnung sind dabei nicht nur deutsche Hürden sondern auch die europäischen Grenzen beseitigt. ■

	Bevölkerung // Population [km³]	Industry // Industrie [km³]
Europe // Europa	11.6	-18.4
Africa // Afrika	44.9	22.3
South America // Südamerika	30.0	29.0
South Asia // Südasien	136.8	31.5
China // China	201.1	40.4

▲ TAB. 1 Forecast of the change in water consumption from 1995 to 2025. // TAB. 1 Prognose zur Änderung des Wasserverbrauchs von 1995 bis 2025.

## NEW STANDARDS FOR THE RE-USE OF WATER IN PRIVATE AND PUBLIC AREAS – REASONABLE OR DISPENSABLE? NEUE NORMEN FÜR DIE WIEDERVERWENDUNG VON WASSER IM HÄUSLICHEN UND ÖFFENTLICHEN BEREICH – SINNVOLL ODER ÜBERFLÜSSIG?

► When searching for documents prepared by the standardization committee for water engineering and management, the website of DIN (German Institute of Standardization) offers 1,891 valid standards. These cover almost every subject matter and type of product, such as gully covers, large-scale wastewater treatment plants and the provision of services in the field of wastewater and drinking water. This does not only apply to Germany but also, increasingly, to the European and international level. When looking at any of the European standards, more than 250 experts will have dealt with the subject matter of such a standard after three years of work from the first idea to the publication of the final version, both nationally and internationally. At the European level, these experts, most of them volunteers, mainly come from Germany, France, the United Kingdom, Ireland and the Netherlands. When looking at the huge number of European standards in the field of water engineering and management, the question arises whether it is actually necessary to work on a suite of standards for the re-use of water in private and public areas.

Water is a precious good that is increasingly being altered both in quantity and quality by anthropogenic influences. In many regions, organic trace substances and pharmaceuticals can be detected in surface and groundwater to be treated to become drinking water, and water scarcity is observed in some regions. In

► Sucht man auf den Internetseiten des DIN in dem Bereich des Normenausschusses Wasserwesen, so lässt sich eine lange Liste von 1.891 gültigen Normen herunterladen. Von Gullideckeln über Großkläranlagen bis zu Dienstleistungen im Bereich Trinkwasser und Abwasser wird fast jedes Interessens- und Produktgebiet normativ erfasst. Dies gilt nicht nur in Deutschland, sondern in zunehmendem Maße auch auf europäischer und internationaler Ebene. Betrachtet man eine einzelne der europäischen Normen, so haben sich bis zur endgültigen Veröffentlichung nach ca. drei Jahren auf nationaler und europäischer Ebene mehr als 250 Experten intensiv mit dem Thema befasst, wobei sich die Nationalität der auf europäischer Ebene tätigen, zumeist ehrenamtlichen Experten in den meisten Fällen auf die europäischen Kernländer Deutschland, Frankreich, Großbritannien, Irland und die Niederlande beschränkt. Bei der Vielzahl der schon vorhandenen Normen kann man berechtigt die Frage stellen, ob es notwendig ist, ein normatives Regelwerk für die Wiederverwendung von Wasser im häuslichen und öffentlichen Bereich zu erarbeiten.

Wasser ist ein kostbares Gut, das in zunehmendem Maße durch anthropogene Einflüsse in seiner Qualität, aber auch seiner Quantität verändert wird. Bereits heute lassen sich in vielen Regionen organische Spurenstoffe und Medikamente in dem Oberflächen- oder auch Grundwasser nachweisen, das zu Trinkwasser aufbereitet werden soll, und tritt regional Wassermangel auf. Von einer Verknappung dieser Ressource ist nicht nur der

Europe, this situation does not only concern the Mediterranean region but also some areas even in Germany where water scarcity is detected regularly in summer, e.g. in Brandenburg, although the mean daily water consumption is already lower in this region than the average consumption of 124 l per capita per day. TAB. 1 shows the estimated trend of water consumption from 1995 to 2025 for the population and the industry. While water consumption in the European industry will decrease significantly, a dramatic increase in water consumption is predicted for other parts of the world.

Due to these facts and in the face of the predicted climate change, water scarcity will become an even bigger problem in the future. In response to the activities of the ISO (International Organization for Standardization), a working group was founded in Europe that will work on the on-site re-use of water (rainwater, greywater and treated wastewater). ISO and CEN (European Committee for Standardization) agreed on a clear division of their working fields. ISO will work on standards for the re-use of treated wastewater for agricultural purposes. CEN standards will comprise all other working fields except the re-use of treated wastewater as drinking water. Principles of design, construction, testing, installation, operation and maintenance as well as product standards will be in the scope of the newly founded working group. Standards specifying performance,



Dipl.-Biol. Bettina Schürmann,  
RWTH Aachen

[schuermann@isa.rwth-aachen.de](mailto:schuermann@isa.rwth-aachen.de)

AUTHOR //  
AUTOR



Geb. 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; Mitglied in folgenden Ausschüssen: Normenausschuss Kleinkläranlagen im DIN (Obfrau); WG 41 des CEN TC 165 (Kleinkläranlagen); CEN TC 165 (Abwassertechnik); Convenor der WG 50 des TC 165 (Wiederverwendung von behandeltem Abwasser) Sachverständigenausschuss Kleinkläranlagen des DIBt

Mittelmeerraum betroffen, sondern auch in Deutschland gibt es Regionen, in denen im Sommer regelmäßig Wassermangel vorkommt – z. B. Brandenburg, obwohl der Wasserverbrauch in dieser Region schon deutlich unter dem normalen Pro-Kopf-Verbrauch von 124 l (Person/Tag) in Deutschland liegt. Eine Abschätzung der Entwicklung des Wasserverbrauchs von 1995 bis 2025 in verschiedenen Regionen der Welt ist in der TAB. 1 aufgelistet. Während es wegen des konsequenten Handelns in Europas Industrie zu einer Senkung des Wasserverbrauchs kommen wird, muss man in anderen Teilen der Welt mit einer massiven Zunahme rechnen.

Vor diesem Hintergrund und weil bedingt durch den sich abzeichnenden Klimawandel in zunehmendem Maße mit Wassermangel gerechnet werden muss, sowie als Reaktion auf Aktivitäten innerhalb der ISO (International Organization for Standardization), wurde in Europa eine Arbeitsgruppe gegründet, die sich mit der Wiederverwendung von Wasser (Regenwasser, Grauwasser und behandeltem Abwasser) zur Vorort-Verwendung befassen soll. In Absprache mit ISO wurden die Arbeitsgebiete der beiden Normungsinstitutionen untereinander abgegrenzt. Während sich ISO mit der Verwendung von gereinigtem Abwasser ausschließlich in der Landwirtschaft befasst, werden bei den neuen CEN-Normen alle anderen Sachgebiete außer der Verwendung von gereinigtem Abwasser zu Trinkwasserzwecken umfasst. Als Aufgabenbereich werden Anwendungsregeln für die Dimensionierung und Prüfung von Behand-

**test methods, structural behavior and installation guidance for various products, e.g. tanks, filters, controls, treatment units, infiltration units, will be developed where no specific material-related standards exist yet that were prepared by other working groups. Considerations related to drinking water are expressly excluded.**

**Why should it be reasonable to draft a new standard in this field if there are already several specifications in different countries and if there have been so many research projects worldwide? Currently, a European enterprise is not able to freely market greywater or rainwater treatment plants across Europe. They have to consider each country's national standards, which often greatly differ from each other. Plants that may have been useful in a research project in Australia may not be used in Europe because of the applied performance test method, or the plants have never gone beyond their pilot phase.**

**Since it is considered reasonable in the whole of Europe to reduce water consumption both in private households and in the industrial sector whilst intensifying the effort to prevent water scarcity, as well as to introduce technical rules and standards across Europe, standards for the re-use of treated wastewater will be developed at the CEN level in the coming years. ■**

lungsanlagen sowie die Prinzipien des Vorort-Betriebs und der Wartung betrachtet. Des Weiteren sind Normen für verschiedene Produkte wie Behälter, Filter, Steuerungen, Behandlungseinheiten und Filtrationseinheiten vorgesehen, wenn noch keine materialspezifischen Normen in anderen Arbeitsgruppen erarbeitet worden sind. Trinkwasserbelange sind ausdrücklich ausgeschlossen.

Warum soll ein solcher Plan sinnvoll sein, wenn es schon viele unterschiedliche Vorgaben in verschiedenen Ländern gibt bzw. viele Forschungsvorhaben weltweit auf diesem Arbeitsgebiet durchgeführt worden sind? Derzeit ist es für einen europäischen Unternehmer nicht möglich, Grauwasser- oder Regenwasser-Behandlungsanlagen europaweit frei zu handeln. In jedem Land sind, wenn vorhanden, andere nationale Normen zu beachten, die sich oft deutlich unterscheiden. Anlagen, die sich in Forschungsvorhaben in Australien als sinnvoll erwiesen haben, können vielleicht wegen des angewandten Testverfahrens zum Nachweis ihrer Leistungsfähigkeit nicht in Europa eingesetzt werden oder sind über den Status einer Forschungsanlage nie hinausgekommen.

Da man europaweit der Meinung ist, dass es sinnvoll ist, den Wasserverbrauch nicht nur im industriellen, sondern auch im privaten Bereich zu senken und den Schutz der Ressource Wasser zu verstärken sowie europaweit gültige Verfahrensregeln einzuführen, werden in den kommenden Jahren Normen für die Wiederverwendung von behandeltem Abwasser erarbeitet werden. ■

## THE NEW GERMAN QUALITY LABEL FOR SMALL WASTEWATER TREATMENT SYSTEMS – AN OPPORTUNITY FOR EUROPE? DAS NEUE DEUTSCHE QUALITÄTSZEICHEN FÜR KLEINKLÄRANLAGEN – EINE CHANCE FÜR EUROPA?

► **Small wastewater treatment systems are construction products and must be CE-marked in order to be marketed in Europe. Depending on the type of system, the CE marking procedure must adhere to the specifications given in EN 12566, the European standard pertaining to small wastewater treatment systems.**

The required tests must be carried out by a testing institution accredited in accordance with EN 12566-3 (NB). CE marking (FIG. 1) must conform to the specifications provided in the Construction Products Directive but also meet other requirements, such as those stipulated in the Machinery Directive. However, EN 12566 does not contain guidance on the design of the systems and does not specify effluent concentrations. For this reason, most European countries have issued national approvals to regulate the use of these products.

► Kleinkläranlagen sind Bauprodukte und müssen, um auf dem europäischen Markt gehandelt werden zu können, mit einem CE-Zeichen versehen werden. Im Rahmen der CE-Kennzeichnung sind, je nach Art der Anlage, die Vorgaben der europäischen Kleinkläranlagen-Norm EN 12566 zu berücksichtigen.

Die erforderlichen Prüfungen sind durch ein anerkanntes Prüfinstitut für die EN 12566-3 (NB) durchzuführen. Neben den Vorgaben der Bauproduktenrichtlinie müssen für die CE-Kennzeichnung (ABB. 1) auch weitere Anforderungen, wie beispielsweise aus der Maschinenrichtlinie, eingehalten werden. Die EN 12566 enthält jedoch keine Hinweise zur Bemessung der Anlagen und keine Vorgaben zu Ablaufkonzentrationen, daher wird in den meisten europäischen Ländern die Anwendung dieser Produkte durch nationale Zulassungen geregelt.

In order to make the use of small wastewater treatment systems for distributed wastewater disposal a widely accepted option in the long term, generally accepted rules for the design and combination of a series of systems must be adopted. Therefore, the BDZ (Bildungs- und Demonstrationszentrum für dezentrale Abwasserbehandlung e. V.; Training and Demonstration Center for Distributed Wastewater Disposal) prepared a quality guideline for small wastewater treatment systems, which took effect in July 2010.

Small wastewater treatment systems with the BDZ quality label should be a permanent solution for safe wastewater disposal on par with central treatment plants. This quality label (FIG. 2) applies to small wastewater treatment systems that are completely factory-produced, assembled on site or supplied by a manufacturer as a retrofitting kit for suitable septic tanks. Complete small wastewater treatment systems are CE-marked on the basis of EN 12566-3 or a European Technical Approval and were granted a national technical approval for the use of CE-marked products issued by Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt). Retrofitting kits must have a national technical approval of the DIBt for use as a small wastewater treatment system.

The BDZ quality label is granted for a five-year period; an extension is possible. Prior to granting of the label, the system undergoes an initial test and inspection at the manufacturer's site to be carried out by a German testing institution (NB).

AUTHOR //  
AUTOR

**Dr.-Ing. Elmar Dorgeloh,**  
RWTH Aachen

[dorgeloh@  
pia.rwth-aachen.de](mailto:dorgeloh@pia.rwth-aachen.de)

Geb. 1958; Studium des Bauingenieurwesens an der RWTH Aachen; 1994 Promotion; bis 2000 Oberingenieur an der RWTH Aachen; seit 1999 Geschäftsführer des Prüf- und Entwicklungsinstitut für Abwassertechnik an der RWTH Aachen (PIA e. V.) und seit 2002 Geschäftsführer der PIA – Prüfinstitut für Abwassertechnik GmbH; seit 2002 stellvertretender Vorstandsvorsitzender des Bildungs- und Demonstrationszentrums für dezentrale Abwasserbehandlung (BDZ) in Leipzig; Mitglied in der CEN SG12 „Pipes, tanks and waste water engineering products“; Mitarbeit in diversen DWA- und BDZ-Ausschüssen und Arbeitsgruppen



CE	
Any Co Ltd, P.O. Box 21, B-1050	
08	
<b>EN 12566-3</b> Vorgefertigte Kläranlage zur Behandlung von häuslichem Abwasser — Referenznummer des Produktes: „BWV 714“ — Material: <b>BETON</b>	
<b>Wirksamkeit der Behandlung:</b>	
Wirkungsgrad der Reinigungsleistung (bei einer geprüften organischen Tagesschmutzfracht BSB <sub>5</sub> = 0,9 kg/d)	CSB: 80 % BSB <sub>5</sub> : 80 % SS: 80 %
<b>Reinigungskapazität (Bemessung):</b>	
— Nominale organische Tagesschmutzfracht (BSB <sub>5</sub> )	1,2 kg/d
— Nominale Tageszufluss (Q <sub>N</sub> )	3 m <sup>3</sup> /d
<b>Wasserdichtheit:</b> (Prüfung mit Wasser)	Bestanden
<b>Standfestigkeit:</b> (Prüfung in der Prüfgrube)	Bestanden
<b>Dauerhaftigkeit</b>	Bestanden

◀ **FIG. 1** CE mark of a small wastewater treatment system in accordance with EN 12566-3. // **ABB. 1** CE-Kennzeichnung einer Kleinkläranlage nach EN 12566-3.

Um eine breite und nachhaltige Akzeptanz des Einsatzes von Kleinkläranlagen zur dezentralen Abwasserentsorgung zu erreichen, müssen vor allem allgemein akzeptierte Regeln für die Bemessung sowie für das Zusammenstellen einer Baureihe vorhanden sein. Daher wurde vom BDZ (Bildungs- und Demonstrationszentrum für dezentrale Abwasserbehandlung e. V.) in Leipzig eine Qualitätsrichtlinie für Kleinkläranlagen erarbeitet, die im Juli 2010 in Kraft getreten ist.

Kleinkläranlagen mit BDZ-Qualitätszeichen sollen als Dauerlösung eine gesicherte Abwasserreinigung auf dem Niveau zentraler Kläranlagen sicherstellen. Dabei gilt dieses Qualitätszeichen (ABB. 2) für Kleinkläranlagen, die komplett im Werk gefertigt, vor Ort montiert oder von einem Hersteller als Nachrüstatz für geeignete Klärbehälter geliefert werden. Komplette Kleinkläranlagen sind auf der Grundlage der EN 12566-3 oder einer europäischen technischen Zulassung mit einem CE-Zeichen gekennzeichnet und haben eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung für die Verwendung CE-gekennzeichneter Produkte des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt). Nachrüstätze müssen über eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung des DIBt für die Verwendung als Kleinkläranlage verfügen.

Das BDZ-Qualitätszeichen wird für eine Geltungsdauer von fünf Jahren erteilt, eine Verlängerung ist möglich. Vor der Erteilung erfolgt eine Erstprüfung und Inspektion im Betrieb des Herstellers durch ein deutsches Prüfinstitut (NB). Das Qualitätszeichen umfasst neben der Herstellung der Kleinkläranlage auch alle mit dem Produkt verbundenen Leistungen wie Beratung, Einbau, Inbetriebnahme, Wartung und Service. Der Hersteller hat nach Erteilung des BDZ-Qualitätszeichens durch Kontrollen für die Einhaltung der Bestimmungen zu sorgen, Berichte zu dokumentieren und für mindestens fünf Jahre zu archivieren.

Bei Verstößen gegen die Qualitätsrichtlinie ist die Verleihung durch das BDZ ohne Einhaltung einer Frist widerrufbar. Verstöße können gegenüber der Geschäftsführung des BDZ angezeigt werden. Vom Vorstand des BDZ wird die Erstellung eines Gut-

**Aside from the production of the small wastewater treatment system, the quality label also covers all services associated with the product, such as consultancy, installation, commissioning, maintenance and servicing. Once the BDZ label has been granted, the manufacturer must monitor compliance with the requirements, prepare related reports and archive them for at least five years. Any breach of the quality guideline may give rise to revocation without notice of the granting of the label by the BDZ. Breaches may be notified to the Managing Board of BDZ. The Committee of the BDZ will commission an expert opinion, followed by a joint decision of the Managing Board and Committee of the association regarding the revocation of the quality label. If the quality label granted to a manufacturer is revoked, it must not market or distribute plants, systems, documents and promotional materials bearing the label after the revocation date. The same applies if no application for extension is submitted upon expiry of the five-year validity period. The BDZ publishes both the revocation and the expiry of the validity period of the quality label on the Internet.**

**Since national approvals are currently being prepared in many European countries that contain comprehensive requirements for the entire life cycle of a small wastewater treatment system, the application for the BDZ quality label is a useful step for manufacturers seeking to identify market potentials in other European countries. For example, a major part of the BDZ quality label documentation can be directly used for obtaining an approval from the French Ministry for Health and the Environment. With its potential for two to three million new systems, the French market should be very attractive to many German manufacturers. ■**



◀ **FIG. 2 BDZ quality label.** // **ABB. 2** BDZ-Qualitätszeichen.

achtens beauftragt, danach entscheiden Vorstand und Geschäftsführung über die Aberkennung des Qualitätszeichens. Wird einem Hersteller das Qualitätszeichen entzogen, so darf er keine Anlagen, Dokumente und Werbematerialien mit dieser Kennzeichnung mehr in den Verkehr bringen. Gleiches gilt auch, wenn nach Ablauf der Gültigkeit von fünf Jahren keine Verlängerung beantragt wird. Sowohl der Entzug als auch der Ablauf der Geltungsdauer des Qualitätszeichens wird vom BDZ aktuell im Internet veröffentlicht.

Da in vielen europäischen Ländern derzeit nationale Zulassungen mit weitreichenden Anforderungen an den gesamten Lebenszyklus einer Kleinkläranlage erarbeitet werden, bietet sich für Hersteller, die auch in anderen europäischen Ländern ein Marktpotenzial suchen, der Schritt zum BDZ-Qualitätszeichen an. So kann, beispielsweise für die französische Zulassung durch das Umwelt- und das Gesundheitsministerium, ein Großteil der Unterlagen für das BDZ-Qualitätszeichen direkt genutzt werden. Der französische Markt mit einem Potenzial von rund 2 bis 3 Mio. Neuanlagen dürfte für viele deutsche Hersteller sehr interessant sein. ■



## OPERATING PERFORMANCE OF SMALL WASTEWATER TREATMENT PLANTS UNDER VARIOUS LOADING CONDITIONS

### BETRIEBSVERHALTEN VON KLEINKLÄRANLAGEN BEI UNTERSCHIEDLICHEN LASTZUSTÄNDEN

► In rural areas, small wastewater treatment plants suitable for up to 50 inhabitants (PE) are an equivalent alternative to a central treatment plant. Their operational behavior is affected by the influent hydraulic and organic loads. However, the influent waste shows large fluctuations in its chemical quality and hydraulic quantity. Instead of a hydraulic design capacity of 150 L/(E·d), only under 80 L/(E·d) of wastewater are often fed into the plant. In small plants, the hydraulic and organic load is not homogenized compared to large-scale wastewater treatment plants. Because small wastewater treatment plants are built in standardized dimensions (e.g. four or eight PE) whereas an average of only two persons live in a household in Germany [1], a significant number of plants work in underload with partial load fluctuations. The effect of different load conditions on the effluent quality of small treatment plants is described in this contribution.

► Kleinkläranlagen bieten im ländlichen Bereich eine gleichwertige Alternative zur zentralen Abwasserbehandlung und sind bis zu einer Anschlussgröße von 50 Einwohnerwerten (EW) verfügbar. Sie werden in ihrem Betriebsverhalten durch die zulaufenden hydraulischen wie auch stofflichen Frachten geprägt. Der Zulauf weist jedoch relativ große Schwankungen in der Zusammensetzung und der Menge des anfallenden Abwassers auf. Statt der Abwassermenge von 150 L/(E·d) als hydraulische Auslegungsgröße werden oft nur unter 80 L/(E·d) in die Anlage eingeleitet. Eine hydraulische Vergleichmäßigung sowie stoffliche Homogenisierung, wie sie bei größeren Kläranlagen anzutreffen ist, findet nicht statt. Da Kleinkläranlagen in standardisierten Größen (z. B. 4 EW, 8 EW) angeboten werden und in Deutschland durchschnittlich etwa zwei Personen pro Haushalt leben [1], werden diese in beachtlicher Anzahl in Unterlast mit teilweise auftretenden Belastungsschwankungen betrieben. Die Auswirkung unterschiedlicher Lastzustände auf die Ablaufqualität von Kleinkläranlagen wird hier dargestellt.

**GRUNDLAGEN DER UNTERSUCHUNG** Über 70 % der Anlagen weisen eine Anschlussgröße von maximal 8 EW auf. Daher wurde die Auswertung auf diese Anschlussgröße beschränkt. Die über 6.000 Messwerte stammen von unterschiedlichen Herstellern, öffentlichen Institutionen und Wartungsfirmen Deutschlands. Lediglich bei den Schwebebett-Anlagen dominieren mit 77 % die Daten eines Herstellers. Untersucht wurden Anlagentypen nach dem Belebungsverfahren (konventionelle Belegung, SBR) und mit Biofilmausbildung (überstautes Festbett, Schwebebett, Tropfkörper). Die Anlagen waren i. d. R. für die Reinigungsklasse „C“ mit den Grenzwerten 150 mg/l CSB und 40 mg/l BSB<sub>5</sub> ausgelegt.

**FUNDAMENTALS OF ANALYSIS** About 70% of the plants have a design load of up to eight PE so that the analysis was limited to this load. More than 6,000 datasets for different types of small wastewater treatment plants were estimated by maintenance staff, various plant manufacturers, public authorities and scientific institutions. Only in the case of the data for fluidized bed plants, one manufacturer dominated with 77%. Plant designs were classified according to the activated sludge process (e.g. conventional aeration, sequence batch reactor (SBR)) and according to the biofilm process (e.g. fixed bed, fluidized bed, trickling filter). These plants were to comply with German treatment class C, adhering to the limit values of 150 mg/l of COD and 40 mg/l of BOD<sub>5</sub>.

**EFFECT OF VARIOUS LOADING CONDITIONS ON EFFLUENT QUALITY** Less than 55% of all conventional aeration systems comply with the German COD limit value regardless of their degree of utilization. The data were excluded from further consideration due to this insufficient treatment performance. This treatment technology is thus not suitable for use under ten PE.

All other plant designs show a significant improvement of the effluent quality with increasing underload despite the decrease in specific sludge production. Independently of the design, about 80% of all plants adhere to the German limit values. The good effluent values of SBR plants in underloaded condition are attributable to long retention times and the resulting partial degradation in the primary settlement tank. Also, the development of a biofilm on the plant surfaces (walls, bottom)

Dr.-Ing. Andrea Straub,  
Hochschule Lausitz, Cottbus

Andrea.Straub@hs-lausitz.de

AUTHOR //  
AUTOR



Studium der Verfahrenstechnik an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg; seit 1995 wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Hochschule Lausitz – Fachbereich Architektur, Bauingenieurwesen, Versorgungstechnik; seit 1998 Leitung des Fachgebietes Abfall- und Siedlungswasserwirtschaft an der Hochschule Lausitz; 2008 Promotion an der BTU Cottbus; aktive Mitgliedschaften im BDZ Leipzig, DWA, BWK, Institut für Umwelttechnik und Recycling Senftenberg

**EINFLUSS VERSCHIEDENER LASTZUSTÄNDE AUF DIE ABLAUFQUALITÄT** Weniger als 55 % aller konventionell durchströmten Belebungsanlagen halten unabhängig von ihrer Auslastung den CSB-Grenzwert ein. Sie wurden aufgrund dieser unzureichenden Reinigungsleistung von weiteren Bewertungen ausgeschlossen. Für einen Einsatz unter 10 EW ist diese Reinigungstechnologie nicht geeignet.

Alle anderen Anlagentypen zeigen trotz Abnahme der spezifischen Schlammproduktion mit zunehmender Unterlast eine signifikante Verbesserung der Reinigungsleistung. Unabhängig vom Anlagentyp halten über 80 % aller betrachteten Anlagen die Ablaufwerte ein. Die guten Ablaufwerte von SBR-Anlagen in Unterlast können auf lange Verweilzeiten und den dadurch bedingten Teilabbau in der Vorklärung zurückgeführt werden. Auch die Ausbildung eines Biofilms an den Anlagenoberflächen (Wand, Boden) kann besonders bei einer Auslastung von maximal 25 % der Nennlast einen nennenswerten Beitrag zum Abbau organischer Substanzen liefern.

Problematisch wirken sich die sprunghafte Erhöhung der zugeführten Schmutzfracht oder Belastungsschwankungen bei Anlagen mit suspendierter Biomasse nach einem länger andauernden Betrieb in extremer Unterlast aus. Durch verfahrenstechnische Randbedingungen, wie zeittaktgesteuerte Schlammfördereinrichtungen oder fehlende Rückkopplung zu den Zustandsparametern im Reaktor, können hier ungünstige Schlammeigenschaften und eine an die neue Fracht nicht angepasste Belebtschlammkonzentration auftreten. Die Anlage benötigt einen längeren Zeitraum für die Erzeugung der notwendigen Biomasse. In der Übergangszeit sind Überschreitungen der Grenzwerte nicht ausgeschlossen.

**can make a considerable contribution to the degradation of organic substances, in particular at a plant utilization of up to 25% of the nominal load.**

**However, the volatile increase in the influent organic load or hydraulic load fluctuations occurring under extreme underload conditions over a longer period are problematic in plants with suspended biomass.**

**Process boundary conditions, such as time-cycle controlled sludge conveying systems or missing feedback to the condition parameters in the reactor, inappropriate sludge qualities and activated sludge concentrations that are not adjusted to the new loading conditions may occur. The plant needs a longer period for the generation of the necessary biomass. Limit values may be exceeded in the transition phase.**

**Under these conditions, biofilm plants are advantageous. The colonization of the microorganisms largely happens independently of the hydraulics in the reactor. In the low-nutrient period, bacteria in the biofilm become dormant. Upon a sudden increase in the organic load, they adapt very quickly to the new conditions and become active again. Biofilm processes achieve a higher degree of operating stability due to the immobilization of the biomass on a carrier.**

**The behavior in overloaded condition depends on the planned performance reserves of the plants in terms of the degradation of the organic load, as well as on the period and magnitude of the overload. Fluidized bed plants have the largest reserve whereas trickling filters, fixed bed and SBR plants reach their degradation limit. ■**

Biofilmanlagen weisen unter diesen Bedingungen einen Vorteil auf. Die Ansiedlung der Mikroorganismen geschieht weitgehend unabhängig von der Hydraulik im Reaktor. In der nährstoffarmen Zeit gehen Bakterien im Biofilm in einen Ruhezustand über. Bei einer sprunghaften Erhöhung der Schmutzfracht stellen sie sich sehr schnell auf die neuen Verhältnisse ein und werden wieder aktiv. Durch die Fixierung der Biomasse auf einem Träger erhalten Biofilmverfahren ein höheres Maß an Betriebsstabilität.

Das Verhalten bei Überlast hängt von den geplanten Leistungsreserven der Anlagen, der Dauer sowie Höhe der Überlast ab. Die Schwebelbettanlagen weisen die größten Leistungsreserven auf, während Tropfkörper, Festbett- und SBR-Anlagen ihre Leistungsgrenze erreichen. ■

#### REFERENCES // LITERATUR

- [1] Statistisches Bundesamt: Haushalte. <http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Navigation/Statistiken/Bevoelkerung/Haushalte/Haushalte.psmi>; Zugriff am 17.11.2010.



# EXHIBITORS LIST // AUSSTELLERVERZEICHNIS

Concrete Solutions

## 55. BetonTage

08.-10. Februar 2011, Neu-Ulm

Gastland Schweiz | Guest country Switzerland



### BETONSUISSE

### Swiss Beton

Fachverband für Schweizer Betonprodukte  
Association pour les produits suisse en béton

Träger | Under the umbrella of:



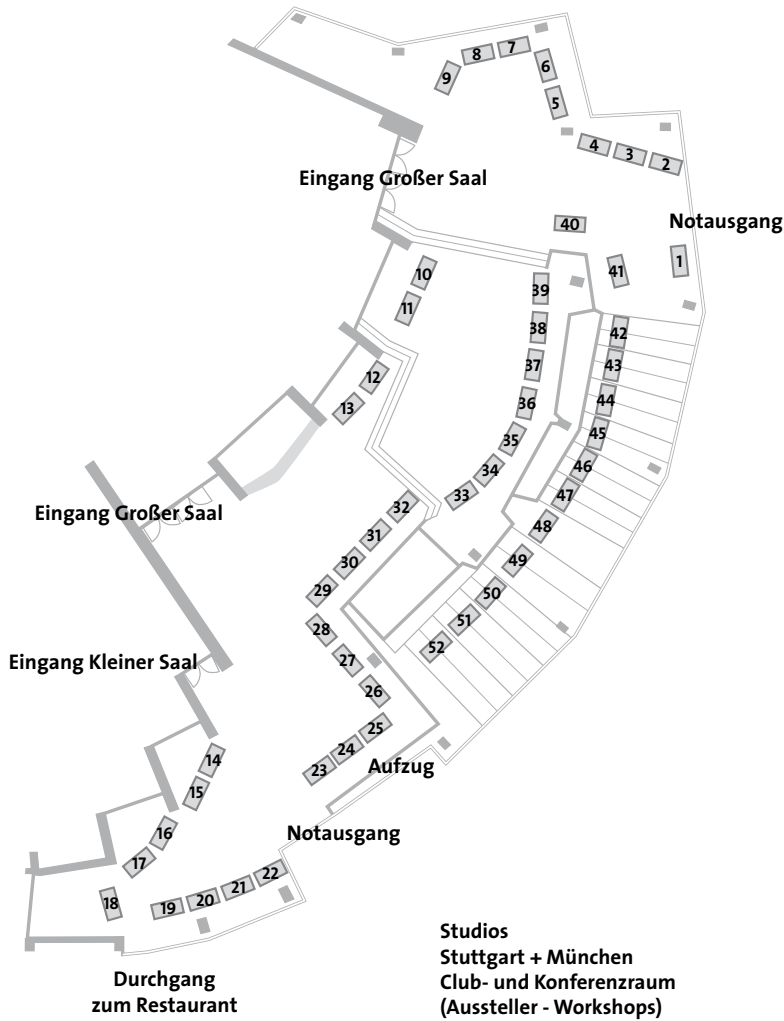
Partner:



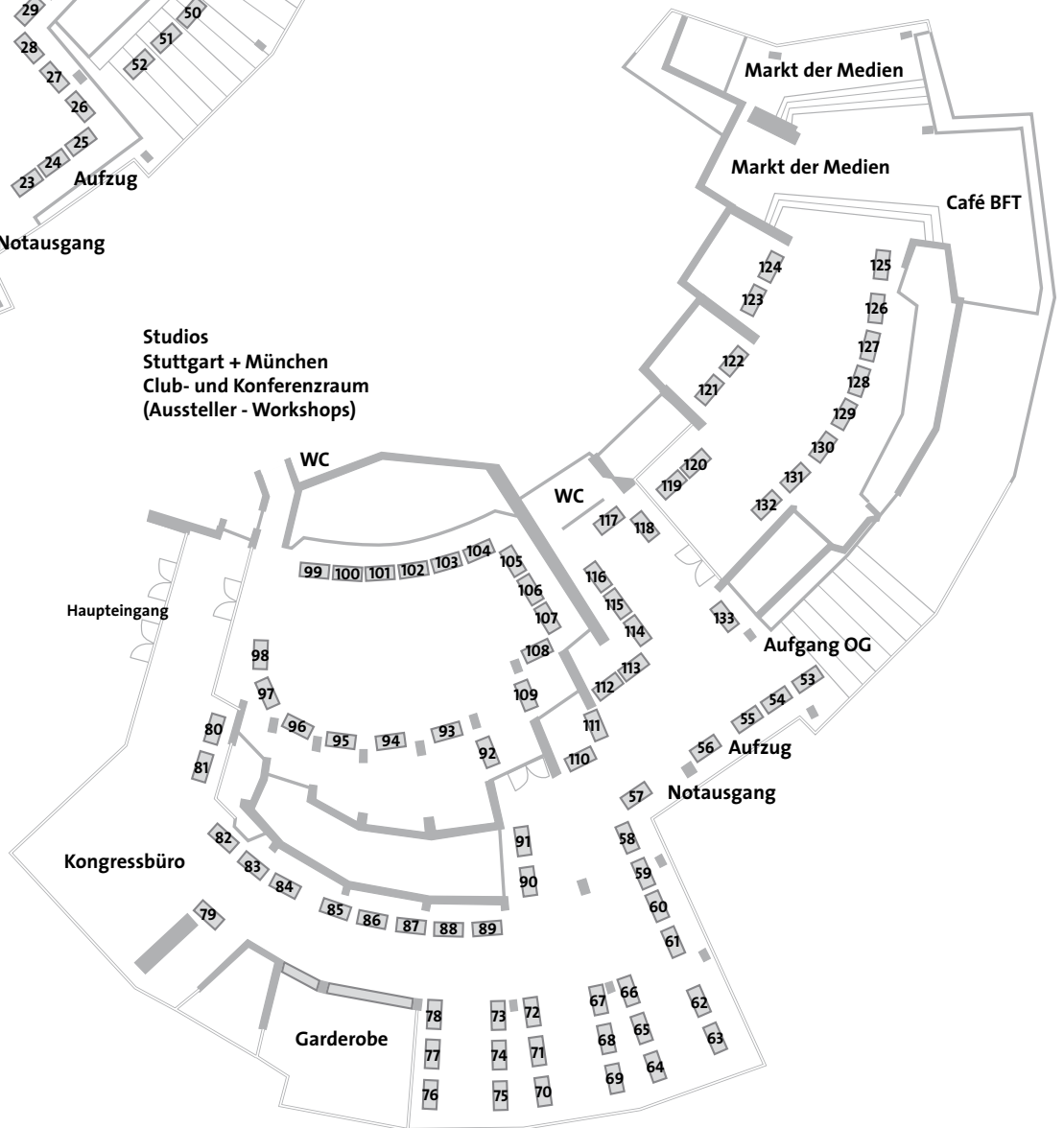


# EXHIBITORS LIST

## First Floor // Obergeschoss



## Ground Floor // Erdgeschoss



STAND	COMPANY // FIRMA
1	Doubrava Deutschland
2	Weckenmann Anlagentechnik
3	HALFEN Vertriebsgesellschaft
4	Hess Maschinenfabrik
5	Prilhofer Consulting
6	Max Frank
7	SAA Engineering
8	GTSdata
9	RATEC / Reymann Technik
10, 11	Harold Scholz
12, 13	Liebherr-Mischtechnik.
14, 15	BASF Construction Polymers
16	Gebr. Lotter / Roth-Werke
17	Quarzwerke
18	TPH Bausysteme
19	KÜBAT Förderanlagen
20	SSB Dr. Strauch Systemberatung
21, 22	Schöck Bauteile
23	IDAT Ingenieurbüro
24	Würschum
25	Omya
26	Ebawe Anlagentechnik / progress
27	Friedrich Schroeder
28	Liapor
29, 30	Sika Deutschland
31	Knauer Engineering
32	Unitechnik Cieplik & Poppek / Vollert Anlagenbau
33	Wiggert + Co.
34	Nemetschek Engineering
35	IBB – Ingenieurbüro für Bauinformatik Ehlert & Wolf
36, 37	Ha-Be Betonchemie
38	Deutsche Kahneisen / H-BAU Technik / J&P Bautechnik / Jordahl Befestigungs- technik / Pfeifer Seil- und Hebeteknik
39	RAMPF FORMEN
40	B.T. innovation
41	RECKLI
42	Tekla
43	Unimerco Fastening
44	AVERMANN Maschinenfabrik
45	Rhein-Chemotechnik
46	Sauter
47	BRECON
48	Form + Test Seidner + Co.
49	Informationsstelle Edelstahl Rostfrei
50	KNIELE Baumaschinen
51	KTI-Pfersch Kältetechnik / Sauter Pfersch
52	KBH - Baustoffwerke Gebhart & Söhne
53	Ecoratio
54	INTER-MINERALS Deutschland
55	Filigran Trägersysteme
56	Hebau
57	KOBRA Formen
58	Hilti Deutschland
59	BauMineral
60	Werne & Thiel Sensortechnik

STAND	COMPANY // FIRMA
61	Calenberg Ingenieure
62	B+S
63	TORKRET
64	Wagener Bauartikel
65	RWEV
66	ratiobond Klebesysteme
67	REUSS-SEIFERT
68	S&B Industrial Minerals
69	Peri
70	Wacker Chemie
71	Kiwa Bautest / PÜZ BAU
72	Haarup Maskinfabrik
73	Günther Spelsberg
74	Kaemmerer
75	Schnell
76	IMKO Micromodultechnik
77	wbr Rohr- und Bauelemente
78	TOP MINERAL
79	BVT Rausch
80	TEKA Maschinenbau
81	TUDALIT Markenverband
82	BETONSUISSE Marketing / SwissBeton Fachverband für Schwei- zer Betonprodukte
83, 84	sh minerals
85	Walter Gerätebau
86	Sommer Anlagentechnik
87, 88	HA BA Haberstroh Baubedarf
89	WACKER-WERKE
90	Filzmoser Maschinenbau
91	Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie
92, 93	Quadrant Plastic Composites
94	Neuro Hardware (Hangzhou)
95	Langendorf
96	DESOL
97	NUSPL Maschinenbau
98	bauBIT Software & Service
99	Stephan Schmidt
100	KAISER
101	KOBATO.
102	Quick Bauprodukte
103, 104	Maschinenfabrik Gustav Eirich
105	Dorner Electronic
106	KauPo Plankenhorn
107	Polarmatic
108, 109	SCHWENK Zement
110, 111	RÖHRIG granit
112	OGS Gesellschaft für Datenverarbei- tung und Systemberatung
113, 114	REMEI Blomberg
115	Ancon
116	Roland Wolf
117, 118	Rimatem
119, 120	Dyckerhoff / info-b Informations gemeinschaft Betonwerkstein
121	Baustahlgewebe
122	Beta Maschinenbau
123	Saint-Gobain Weber

STAND	COMPANY // FIRMA
124	LAP
125	Probst Greiftechnik Verlegesysteme
126	Peikko Deutschland
127	BAWAX
128	EXTE-Extrudertechnik
129	BIKOTRONIC
130	Rockwood Pigments Brockhues
131	Minelco
132	PHILIPP
133	DICAD Systeme

## MARKET OF THE MEDIA // MARKT DER MEDIEN

Bauverlag BV
Bauwerk Verlag
Berufsförderungswerk für die Beton- und Fertigteilhersteller
BetonBauteile Bayern
BetonMarketing Deutschland
Betonverband Straße, Landschaft, Garten (SLG)
Beuth Verlag
BQ-Zert GbR
Bundesverband Betonbauteile Deutschland
Bundesverband Spannbeton- Fertigdecken (BVSF)
Bureau International du Béton Manufacturé (BIBM)
Deutscher Ausschuss für Stahlbeton
Deutscher Beton- und Bautechnik- Verein
Ernst & Sohn Verlag
EuroMediaPro
Fachverband Beton- und Fertigteil- werke BW
Fachvereinigung Deutscher Beton- fertigteilbau(FDB)
fib - fédération internationale du béton
Forschungsvereinigung der deutschen Beton- und Fertigteilindustrie.
Güteschutz Beton- und Fertigteilwerke BW
Verlag Bau + Technik
Vieweg+Teubner
Werner Verlag
Wolters Kluwer Deutschland

## PRODUCT GROUPS // PRODUKTGRUPPENÜBERSICHT

### 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	STAND
BIKOTRONIC GmbH	129
Maschinenfabrik Gustav Eirich GmbH & Co KG	103, 104
Form + Test Seidner + Co. GmbH	48
Hess Maschinenfabrik GmbH + Co. KG	4
Kaemmerer GmbH technische Handelsvertretung	74
KBH - Baustoffwerke Gebhart & Söhne	52
Knauer Engineering GmbH Industrieanlagen & Co. KG	31
KOBRA Formen GmbH	57
KÜBAT Förderanlagen GmbH	19
OGS Gesellschaft für Datenverarbeitung und Systemberatung mbH	112
Peri GmbH	69
Probst Greiftechnik Verlegesysteme GmbH	125
RAMPF FORMEN GmbH	39
RECKLI GmbH	41
Werne & Thiel Sensortechnik GbR	60
Würschum GmbH Dosieranlagen - Abfüllmaschinen	24

### 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	STAND
B + S GmbH	62
BRECON GmbH Vibrationstechnik	47
Maschinenfabrik Gustav Eirich GmbH & Co KG	103, 104
Hess Maschinenfabrik GmbH + Co. KG	4
Kaemmerer GmbH technische Handelsvertretung	74
KÜBAT Förderanlagen GmbH	19
Langendorf GmbH	95
Probst Greiftechnik Verlegesysteme GmbH	125
WACKER-WERKE GmbH & Co. KG	89

### 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	STAND
AVERMANN Maschinenfabrik GmbH & Co. KG	44
B.T. innovation GmbH	40
B + S GmbH	62
Beta Maschinenbau GmbH & Co. KG	122
BRECON GmbH Vibrationstechnik	47
Doubrava Deutschland GmbH	1
Ebawe Anlagentechnik GmbH	26
Ecoratio bv	53
Maschinenfabrik Gustav Eirich GmbH & Co KG	103,104
Filzmoser Maschinenbau	90
IDAT Ingenieurbüro für Datenverarbeitung in der Technik GmbH	23
Kaemmerer GmbH technische Handelsvertretung	74
KauPo Plankenhorn e.K. Kautschuk & Polyurethane	106
Knauer Engineering GmbH Industrieanlagen & Co. KG	31
KÜBAT Förderanlagen GmbH	19
LAP GmbH Laser Applikationen	124
Nemetschek Engineering GmbH	34
Neuro Hardware (Hangzhou) Co. Ltd.	94
NUSPL Maschinenbau GmbH	97
Peri GmbH	69
Prilhofer Consulting	5
Probst Greiftechnik Verlegesysteme GmbH	125
progress Maschinen & Automation AG	26
RATEC GmbH	9
RECKLI GmbH	41
Reymann Technik GmbH	9
Rimatem GmbH	117, 118
SAA Engineering GmbH System Analyse & Automation	7
Schnell S.p.A.	75
Harold Scholz & Co. GmbH	10,11
Sommer Anlagentechnik GmbH	86
Unimerco Fastening GmbH	43
Unitechnik Cieplik & Poppek AG	32
Vollert Anlagenbau GmbH	32
WACKER-WERKE GmbH & Co. KG	89
Weckenmann Anlagentechnik GmbH & Co. KG	2



## PRODUCT GROUPS // PRODUKTGRUPPENÜBERSICHT

### PRODUCT GROUP 4 // PRODUKTGRUPPE 4

#### Machines and equipment for concrete production and conveying

Maschinen und Anlagen für die 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, Zusatzmittel-dosiergeräte, Feuchtemess- und Wasserdosiergeräte, Betonrecyclinganlagen

COMPANY // FIRMA	STAND
Doubrava Deutschland GmbH	1
Maschinenfabrik Gustav Eirich GmbH & Co KG	103,104
Haarup Maskinfabrik A/S	72
Hess Maschinenfabrik GmbH & Co. KG	4
KNIELE Baumaschinen GmbH	50
KTI-Pfersch Kältetechnik GmbH	51
KÜBAT Förderanlagen GmbH	19
Liebherr-Mischtechnik GmbH	12,13
Polarmatic Oy	107
Prilhofer Consulting	5
RATEC GmbH	9
Reymann Technik GmbH	9
Rockwood Pigments Brockhues GmbH & Co.KG	130
RWEV GmbH	65
Sauter GmbH Elektrotechnik - Automation	46
Sauter Plersch AG	51
Harold Scholz & Co. GmbH	10,11
TEKA Maschinenbau GmbH	80
Walter Gerätebau GmbH	85
Werne & Thiel Sensortechnik GbR	60
Wiggert + Co. GmbH	33
Würschum GmbH Dosieranlagen - Abfüllmaschinen	24

### 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	STAND
baubIT Software & Service GmbH	98
BIKOTRONIC GmbH	129
BRECON GmbH Vibrationstechnik	47
DICAD Systeme GmbH	133
Dorner Electronic GmbH	105
Ebawe Anlagentechnik GmbH	26
Maschinenfabrik Gustav Eirich GmbH & Co KG	103,104
Form + Test Seidner + Co. GmbH	48
Hilti Deutschland GmbH	58
IBB – Ingenieurbüro für Bauinformatik Ehlert & Wolf	35
IDAT Ingenieurbüro für Datenverarbeitung in der Technik GmbH	23
IMKO Micromodultechnik GmbH	76
Kiwa Bautest GmbH	71
Nemetschek Engineering GmbH	34
OGS Gesellschaft für Datenverarbeitung und Systemberatung mbH	112
Prilhofer Consulting	5
progress Maschinen & Automation AG	26
PÜZ BAU GmbH	71
Reymann Technik GmbH	9
SAA Engineering GmbH System Analyse & Automation	7
Sauter GmbH Elektrotechnik - Automation	46
SSB - Dr. Strauch Systemberatung GmbH	20
Tekla GmbH	42
TUDALIT Markenverband e.V.	81
Unitechnik Cieplik & Poppek AG	32
Werne & Thiel Sensortechnik GbR	60

## PRODUCT GROUPS // PRODUKTGRUPPENÜBERSICHT

### PRODUCT GROUP 6 // PRODUKTGRUPPE 6

#### Binders, raw materials and aggregates

Bindemittel, Roh- und Zuschlagstoffe

#### Cement, aggregates, pigments (fly ash, rock powder), slags, chromate reducers

Zement, Gesteinskörnungen, Zuschlagstoffe, Farben, Füllstoffe (Flugasche, Steinmehl), Schlacken, Chromatreduzierer

COMPANY // FIRMA	STAND
BauMineral GmbH	59
Dyckerhoff AG	119, 120
INTER-MINERALS Deutschland GmbH	54
Liapor GmbH & Co. KG Werk Pautzfeld	28
Liapor GmbH & Co. KG Werk Tuningen	28
Minelco GmbH	131
Omya GmbH	25
Quarzwerke GmbH	17
RÖHRIG granit GmbH	110, 111
Rockwood Pigments Brockhues GmbH & Co. KG	130
Saint-Gobain Weber GmbH	123
S&B Industrial Minerals S. A.	68
Harold Scholz & Co GmbH	10, 11
SCHWENK Zement KG	108, 109
sh minerals GmbH	83, 84
Stephan Schmidt KG	99
TOP MINERAL GmbH	78

### 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 technology, blasting abrasives

Zusatzmittel, Trennmittel, Oberflächenschutz, -gestaltung und -veredelung, Beschichtungen, Säure-Gel, Abdichtungstechnik, Strahlmittel

COMPANY // FIRMA	STAND
BASF Construction Polymers GmbH	14, 15
BAWAX GmbH	127
DESOI GmbH	96
Ecoratio bv	53
HA BA Haberstroh Baubedarf GmbH	87, 88
Ha-Be Betonchemie GmbH & Co. KG	36, 37
Hebau GmbH	56
KauPo Plankenhorn e.K. Kautschuk & Polyurethane	106
KOBATO B.V.	101
RECKLI GmbH	41
REMEI Blomberg GmbH & Co. KG	113, 114
Rhein-Chemotechnik GmbH	45
Saint-Gobain Weber GmbH	123
Schöck Bauteile GmbH	21, 22
Sika Deutschland GmbH Bauwerksabdichtung	29
Sika Deutschland GmbH Geschäftsbereich Beton	30
TORKRET AG	63

TPH Bausysteme GmbH	18
WACKER-WERKE GmbH & Co. KG	89
Wacker Chemie AG	70
Roland Wolf GmbH dichte Kellersysteme	116

### PRODUCT GROUP 8 // PRODUKTGRUPPE 8

#### Reinforcing, fastening and anchoring technology

Bewehrungs-, Befestigungs- und Verankerungstechnik

#### Lattice girders, punching shear reinforcement, reinforcement and threaded connections, anchor channels, connectors, stainless steel reinforcement, steel and plastic fibers, spacers, connection and fastening technology, transport and assembly 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	STAND
Ancon GmbH	115
Baustahlgewebe GmbH	121
BVT Rausch GmbH & Co. KG	79
Calenberg Ingenieure GmbH	61
DESOI GmbH	96
Deutsche Kahneisen Gesellschaft mbH	38
Filigran Trägersysteme GmbH & Co. KG	55
Filzmoser Maschinenbau GmbH	90
Friedrich Schroeder GmbH + Co. KG	27
Gebr. Lotter KG - Kummelstahl	16
HA BA Haberstroh Baubedarf GmbH	87, 88
HALFEN Vertriebsgesellschaft mbH	3
H-BAU Technik GmbH	38
Hilti Deutschland GmbH	58
Informationsstelle Edelstahl Rostfrei	49
J&P Bautechnik Vertriebs-GmbH	38
Jordahl Befestigungstechnik	38
Nemetschek Engineering GmbH	34
Max Frank GmbH & Co. KG	6
Neuro Hardware (Hangzhou) Co. Ltd.	94
Peikko Deutschland GmbH	126
Pfeifer Seil- und Hebeteknik GmbH	38
PHILIPP GmbH	132
progress Maschinen & Automation AG	26
Quick Bauprodukte GmbH	102
RATEC GmbH	9
REUSS-SEIFERT GmbH	67
Roland Wolf GmbH dichte Kellersysteme	116
Schöck Bauteile GmbH	21, 22
Friedrich Schroeder GmbH + Co. KG	27
TUDALIT Markenverband e.V.	81
Unimerco Fastening GmbH	43
Wagener Bauartikel GmbH	64
wbr Rohr- und Bauelemente GmbH	77
Roland Wolf GmbH dichte Kellersysteme	11

## PRODUCT GROUPS // PRODUKTGRUPPENÜBERSICHT

### 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 insulation and soundproofing systems, assembly aids, aligning struts, fall protection, handling and laying technology**

Schalungen, Matrizen, Kautschuk für flexible Formen, Abschalelemente, Elektroinstallationen, Zargen, sonstige Einbauteile, Bauteillagerung, Wärme- und Schallschutzsysteme, Montagehilfen, Richtstreben, Absturzsicherung, Greif- und Verlegetechnik

COMPANY // FIRMA	STAND
Ancon GmbH	115
AVERMANN Maschinenfabrik GmbH & Co. KG	44
B.T. innovation GmbH	40
B + S GmbH	62
BRECON GmbH Vibrationstechnik	47
BVT Rausch GmbH & Co. KG	79
Beta Maschinenbau GmbH & Co. KG	122
Calenberg Ingenieure GmbH	61
Deutsche Kahneisen Gesellschaft mbH	38
EXTE-Extrudertechnik GmbH	128
Günther Spelsberg GmbH + Co. KG	73
H-BAU Technik GmbH	38
Hilti Deutschland GmbH	58
info-b Informationsgemeinschaft Betonwerkstein e.V.	119,12
J&P Bautechnik Vertriebs-GmbH	38
Jordahl Befestigungstechnik	38
KAISER GmbH & Co. KG	100
KauPo Plankenhorn e.K. Kautschuk & Polyurethane	106
Gebr. Lotter KG - Kummelstahl	16
Nemetschek Engineering GmbH	34
NUSPL Maschinenbau GmbH	97
Peikko Deutschland GmbH	126
Peri GmbH	69
Pfeifer Seil- und Hebeteknik GmbH	38
Probst Greiftechnik Verlegesysteme GmbH	125
Quadrant Plastic Composites AG	92, 93
Quick Bauprodukte GmbH	102
RATEC GmbH	9
ratiobond Klebesysteme GmbH	66
RECKLI GmbH	41
REMEI Blomberg GmbH & Co. KG	113, 114
REUSS-SEIFERT GmbH	67
RWEV GmbH	65
Schöck Bauteile	21, 22
Sommer Anlagentechnik GmbH	86
wbr Rohr- und Bauelemente GmbH	77
Weckenmann Anlagentechnik GmbH & Co. KG	2
Roland Wolf GmbH dichte Kellersysteme	116

### PRODUCT GROUP 10 // PRODUKTGRUPPE 10

#### Organizations and service providers

Organisationen und Dienstleister

**Trade associations and organizations, education and training, research and development organizations, consulting services, public relations and lobbying, publishers**

Branchenverbände und -vereinigungen, Aus- und Fortbildung, Forschungs- und Entwicklungseinrichtungen, Beratung, Öffentlichkeitsarbeit und Lobbying, Verlage

COMPANY // FIRMA	STAND
Bauverlag BV GmbH	Markt der Medien
Bauwerk Verlag GmbH	Markt der Medien
Berufsförderungswerk für die Beton- und Fertigteilhersteller e.V.	Markt der Medien
Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie	91
BetonBauteile Bayern	Markt der Medien
BetonMarketing Deutschland GmbH	Markt der Medien
BETONSUISSE Marketing AG	82
Betonverband Straße, Landschaft, Garten e.V. (SLG)	Markt der Medien
Beuth Verlag GmbH	Markt der Medien
BQ-Zert GbR	Markt der Medien
Bundesverband Betonbauteile Deutschland e.V.	Markt der Medien
Bundesverband Spannbeton-Fertigdecken e.V. (BVSF)	Markt der Medien
Bureau International du Béton Manufacturé (BIBM)	Markt der Medien
Deutscher Ausschuss für Stahlbeton e.V.	Markt der Medien
Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein e.V.	Markt der Medien
Ernst & Sohn Verlag	Markt der Medien
EuroMediaPro	Markt der Medien
Fachverband Beton- und Fertigteilwerke BW e.V.	Markt der Medien
Fachvereinigung Deutscher Betonfertigteiltbau e.V. (FDB)	Markt der Medien
fib - fédération internationale du béton	Markt der Medien
Forschungsvereinigung der deutschen Beton- und Fertigteilindustrie e.V.	Markt der Medien
Güteschutz Beton- und Fertigteilwerke BW e.V.	Markt der Medien
SwissBeton Fachverband für Schweizer Betonprodukte	82
TUDALIT Markenverband e.V.	81
Verlag Bau + Technik GmbH	Markt der Medien
Vieweg+Teubner	Markt der Medien
Werner Verlag-Wolters Kluwer Deutschland GmbH	Markt der Medien



# EXHIBITORS LIST

Firmenanschrift Company address	Produkte/Firmenprofil Products/Company profile	Stand/Produktgruppe Stand/Product group
<p>Ancon GmbH Bartholomäusstr. 26 90489 Nürnberg / D</p> <p>Phone: +49 911 9551234-0 Fax: +49 911 9551234-9 info@anconbp.de www.anconbp.de</p>	<p>Betonstahlkupplungen, Zugstabsysteme, Einzeldorne, rostfreie Bewehrung</p> <p>Reinforcement bar couplers, tension systems, connectors, stainless reinforcement</p>	<p>115 / 8,9</p>
<p>AVERMANN Maschinenfabrik GmbH &amp; Co. KG Lengericher Landstr. 35 49078 Osnabrück / D</p> <p>Phone: +49 5405 5050 Fax: +49 5405 6441 info@avermann.de www.avermann.de</p>	<p>Komplette Anlagen sowie Maschinenteknik zur Fertigung von Deckenplatten, Massivwänden, Doppelwänden und Sandwich-Elementen, Schalungen, Kipptische, Rüttelbahnen, Sondermaschinenbau</p> <p>Turnkey plant, equipment and technology to manufacture floor slabs, solid walls, double walls and sandwich elements, formwork, tilting tables, vibration beds, customized machines</p>	<p>44 / 3,9</p>
<p>B + S GmbH Kanalstr. 63 48432 Rheine / D</p> <p>Phone: +49 5971 79113-0 Fax: +49 5971 79113-19 info@bs-baumaschinen.com www.bs-baumaschinen.com</p>	<p>Maschinen und Schalungen zur Herstellung von Betonfertigteilen wie Betonrohren, -schächten, -schwelle, -masten und Sonderelementen aus Beton</p> <p>Molds and equipment to produce precast elements such as concrete pipes, manholes, sleepers, poles and special concrete elements</p>	<p>62 / 2,3,9</p>
<p>B.T. innovation GmbH Ebendorfer Str. 19/20 39108 Magdeburg / D</p> <p>Phone: +49 391 7352-0 Fax: +49 391 7352-52 info@bt-innovation.de www.bt-innovation.de</p>	<p>MagFly® AP, FlyFrame®, MultiForm®, MagSwing®, Planung &amp; Consulting, RubberElast®, SynkoElast®, InnoElast® &amp; ProElast® System, BT-Spannschloss, DoWaTherm®</p> <p>MagFly® AP, FlyFrame®, MultiForm®, MagSwing®, planning &amp; consulting, RubberElast®, SynkoElast®, InnoElast® &amp; ProElast® system, BT-turnbuckle, DoWaTherm®</p>	<p>40 / 3,9</p>
<p>BASF Construction Polymers GmbH Geschäftsbereich Betonzusatzmittel Dr.-Albert-Frank-Str. 32 83308 Trostberg / D</p> <p>Phone: +49 39266 983-10 Fax: +49 39266 983-51 stefanie.hoellrig@basf.com www.basf-cc.de</p>	<p>Betonzusatzmittel, RheoMATRIX, Betontrennmittel, X-SEED 100 (BE), GLENIUM SKY 900er Serie</p> <p>Concrete additives, RheoMATRIX, release agents, X-SEED 100 (BE), GLENIUM SKY 900 series</p>	<p>14,15 / 7</p>
<p>baubit Software &amp; Service GmbH Gimpelstr. 3 5302 Henndorf am Wallersee / ÖSTERREICH</p> <p>Phone: +43 6214 20-175 Fax: +43 6214 20-177 office@baubit.at www.baubit.at</p>	<p>CAD/AV-Software FT-Decke / Wand / Treppe mit automatischer Elementdeckenstatik, ein- und zweiachsige Berechnung + Bemessung + Bewehrung; Auftragsdispo für Decken- / Wandwerke</p> <p>CAD/AV software FT-Floor / Wall / Stair &amp; automated structural floor slab verification, calculation of one / two axes, dimensioning &amp; reinforcement, scheduling of orders for floor and wall manufacturing plants</p>	<p>98 / 5</p>
<p>BauMineral GmbH Hiberniastr. 12 45699 Herten / D</p> <p>Phone: +49 2366 509-0 Fax: +49 2366 509-285 info@baumineral.de www.baumineral.de</p>	<p>EFA-Füller, Grobalith, Isogran, Microsit</p> <p>EFA fillers, Grobalith, Isogran, Microsit</p>	<p>59 / 6</p>



Firmenanschrift Company address	Produkte/Firmenprofil Products/Company profile	Stand/Produktgruppe Stand/Product group
<p>Baustahlgewebe GmbH Friedrichstr. 16 69412 Eberbach / D</p> <p>Phone: +49 6271 82-100 Fax: +49 6271 82-368 mail@baustahlgewebe.com www.baustahlgewebe.com</p>	<p>Gitterträger, Bewehrungsdraht, Betonstahl in Ringen und Stäben, Bewehrungselemente, Lagermatten, Listenmatten</p> <p>Lattice girders, reinforcing steel and wire, reinforcing steel in coils and bars, reinforcing elements, standard mesh, design mesh</p>	121 / 8
<p>Bauverlag BV GmbH Avenwedder Str. 55 33311 Gütersloh / D</p> <p>Phone: +49 5241 8089364 Fax: +49 5241 8094115 bft@bauverlag.de www.bauverlag.de</p>	<p>BFT INTERNATIONAL - Betonwerk + Fertigteil-Technik, Beton- und Fertigteil-Jahrbuch, DBZ - Deutsche Bauzeitschrift, tis - Tiefbau Ingenieurbau Straßenbau, ZKG International Zement-Kalk-Gips</p> <p>BFT INTERNATIONAL - Concrete Plant + Precast Technology, Beton- und Fertigteil-Jahrbuch, DBZ Deutsche Bauzeitschrift, tis - Tiefbau Ingenieurbau Straßenbau, ZKG International Cement-Lime-Gypsum</p>	Markt der Medien /10
<p>Bauwerk Verlag GmbH Verlag für Architektur, Bauingenieurwesen und Baurecht Sieglindestr. 6 12159 Berlin / D</p> <p>Phone: +49 30 61286904 Fax: +49 30 61286905 info@bauwerk-verlag.de www.bauwerk-verlag.de</p>	<p>Aktuelle Baufachliteratur, z. B.: Stahlbetonbau aktuell 2010, Stahlbetonbau-Praxis / 3. Aufl., Stahlbetonbau-Projekt / 3. Aufl., Verbundbau-Praxis Current technical literature on construction, e. g. Stahlbetonbau aktuell 2010 (Reinforced Concrete Construction 2010), Stahlbetonbau-Praxis (Reinforced Concrete Construction Practice), 3<sup>rd</sup>. ed., Stahlbetonbau-Projekt (Reinforced Concrete Construction Project), 3rd ed., Verbundbau-Praxis (Composite Construction Practice)</p>	Markt der Medien /10
<p>BAWAX GmbH Graffring 6 29227 Celle / D</p> <p>Phone: +49 5141 88888-14 Fax: +49 5141 88888-64 info@bawax.de www.bawax.de</p>	<p>XYPEX - wasserundurchlässiger Beton durch Kristallisation</p> <p>XYPEX - waterproof concrete by crystallization</p>	127 / 7
		<b>Ausstellerforum: 09.02.2011, 12:40 Uhr Konferenzraum</b>
<p>Berufsförderungswerk für die Beton- und Fertigteilhersteller e.V. Gerhard-Koch-Str. 2 + 4 73760 Ostfildern / D</p> <p>Phone: +49 711 32732-323 Fax: +49 711 32732-350 info@berufsausbildung-beton.de www.berufsausbildung-beton.de</p>	<p>Der gemeinnützige Verein setzt sich für die Ausbildungsförderung der Berufe der Betonfertigteilindustrie und des Betonsteinhandwerks ein</p> <p>The not-for-profit association promotes vocational training in the concrete and precast industry trades</p>	Markt der Medien /10
<p>Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie Branchenprävention Baustoffe - Steine - Erden Theodor-Heuss-Str. 160 30853 Langenhagen / D</p> <p>Phone: +49 511 7257-971 Fax: +49 511 7257-791 wolfgang.pichl@bgrci.de www.bgrci.de</p>	<p>Informationen zu Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz für Betriebe der Beton- und Betonfertigteilindustrie</p> <p>Information on occupational safety and health protection for businesses in the concrete and precast industries</p>	91 / 10
<p>Beta Maschinenbau GmbH &amp; Co. KG Nordhäuser Str. 2 99765 Heringen / D</p> <p>Phone: +49 36333 666-0 Fax: +49 36333 666-18 info@beta-mb.de www.beta-mb.de</p>	<p>Schalungen und Stahlformen, Kipp- und Rütteltische, Betonierkübel, Ausfuhrwagen, Traversen, Sonderkonstruktionen, Zubehör</p> <p>Formwork and steel molds, tilting and vibrating tables, casting buckets, exit carriages, lifting beams, customized designs, accessories</p>	122 / 3,9



# EXHIBITORS LIST

Firmenanschrift Company address	Produkte/Firmenprofil Products/Company profile	Stand/Produktgruppe Stand/Product group
<p>BetonBauteile Bayern im Bayerischen Industrieverband Steine und Erden e.V. Beethovenstr. 8 80336 München / D</p> <p>Phone: +49 89 51403-181 Fax: +49 89 51403-183 www.betonbauteile-by.de</p>	<p>BetonBauteile Bayern ist der Fachverband der bayerischen Hersteller von Beton- und Fertigteilen. Wir bieten exklusiv für unsere Mitglieder fachkundige Seminare, spezifische Kommunikationsplattformen, technische Services</p> <p>BetonBauteile Bayern is the association of Bavarian concrete and precast producers. As a service provided exclusively to our members, we offer industry-related seminars, specific communication platforms and technical services</p>	<p>Markt der Medien / 10</p>
<p>BetonMarketing Deutschland GmbH Steinhof 39 40699 Erkrath / D</p> <p>Phone: +49 211 28048-1 Fax: +49 211 28048-320 bmd@betonmarketing.org www.beton.org</p>	<p>Presse- und Öffentlichkeitsarbeit, Publikationen, Internet-Plattform „beton.org“, Architekturwettbewerb, Messeauftritte und Hochschulinitiative, Koordination gemeinsamer Aktivitäten mit vier Regionalgesellschaften</p> <p>Press and public relations activities, publications, Internet platform beton.org, architectural competition, participation in trade fairs and university initiative, coordination of joint activities with four regional organizations</p>	<p>Markt der Medien / 10</p>
<p>BETONSUISSE Marketing AG Marktgasse 53 3011 Bern / SCHWEIZ</p> <p>Phone: +41 31 32797-97 Fax: +41 31 32797-70 www.betonsuisse.ch</p>	<p>Seit 2007 nimmt Betonsuisse die Marketing- und Kommunikationsaktivitäten der an der Wertschöpfung von beton beteiligten Industrien wahr. Träger dieser Organisation sind vier Verbände der Baustoffindustrie</p> <p>Since 2007, BETONSUISSE has been conducting all marketing and communications activities for the industries involved in adding value to concrete. This organization is supported by four associations of the building materials industry</p>	<p>82 / 10</p>
<p>Betonverband Straße, Landschaft, Garten e.V. (SLG) Schloßallee 10 53179 Bonn / D</p> <p>Phone: +49 228 95456-0 Fax: +49 228 95456-90 slg@betoninfo.de www.betonstein.de</p>		<p>Markt der Medien / 10</p>
<p>Beuth Verlag GmbH Burggrafenstr. 6 10787 Berlin / D</p> <p>Phone: +49 30 26012-260 Fax: +49 30 2601-1260 info@beuth.de www.beuth.de</p>		<p>Markt der Medien / 10</p>
<p>BIKOTRONIC GmbH Im Hohen Acker 7 67146 Deidesheim / D</p> <p>Phone: +49 6326 9653-0 Fax: +49 6326 9653-50 info@bikotronic.de www.bikotronic.de</p>	<p>Prozessleitsysteme für Betonfertigung, Wasserdosiercomputer, Mikrowellensonden für Beton- und Sandfeuchte, Steuerungen</p> <p>Process control systems for concrete production, water batching computers, microwave sensors for sand and concrete moisture, contactor panels and installation</p>	<p>129 / 5</p>
<p>BQ-Zert GbR Die Bau- und Baustoffzertifizierer BÜV-QMB-Zert Gerhard-Koch-Str. 2+4 73760 Ostfildern / D</p> <p>Phone: +49 711 32732-333 Fax: +49 711 32732-335 bq-zert@betonservice.de www.betonservice.de</p>	<p>Zertifizierungsstelle für Qualitätsmanagement im Bereich Bau- und Baustoffindustrie: QM/UM-Audits und -Zertifizierungen, Kombi-Audits mit Produktüberwachung</p> <p>Certification agency for quality management systems in the construction and building materials industries: QM/EM audits and certifications, combined audits with product monitoring</p>	<p>Markt der Medien / 10</p>



Firmenanschrift Company address	Produkte/Firmenprofil Products/Company profile	Stand/Produktgruppe Stand/Product group
<p>BRECON GmbH Vibrationstechnik Stolberger Str. 393 50933 Köln / D</p> <p>Phone: +49 221 9544-270 Fax: +49 221 9544-277 info@brecon.de www.brecon.de</p>	<p>BRECON Außenrüttler, Innenrüttler, Frequenzumrichter, Steuerungen, Spezialentwicklungen für Erstausrüster, TOP: Synchronlaufrüttler, die die Lärm-entwicklung bei der Betonverdichtung deutlich reduzieren; NEU: SLIM2 - das rationelle Schnellspann-System</p> <p>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 process; NEW: SLIM2 - the economic quick mount system</p>	47 / 2,3,5,9
<p>Bundesverband Betonbauteile Deutschland e.V. Kochstraße 6-7 10969 Berlin / D</p> <p>Phone: +49 30 2592292-10 Fax: +49 30 2592292-19 gf@betoninfo.de www.betoninfo.de</p>	<p>Der BDB repräsentiert eine Branche mit ca. 1.700 Produktionsstätten, die pro Jahr Güter im Wert von etwa 4,8 Milliarden Euro herstellen. Dabei beschäftigt diese leistungsfähige Industrie rund 38.000 Mitarbeiter und zählt somit zu den bedeutenden Branchen im Baubereich</p> <p>The BDB represents an industry comprising about 1,700 production sites manufacturing goods worth approx. 4.8 billion euros each year. This high-performing industry employs approx. 38,000 people and is thus one of the most significant sectors in construction</p>	Markt der Medien / 10
<p>Bundesverband Spannbeton- Fertigdecken e.V. (BVSF) Schloßallee 10 53179 Bonn / D</p> <p>Phone: +49 228 95456-66 Fax: +49 228 95456-90 info@spannbeton-fertigdecken.de www.spannbeton-fertigdecken.de</p>	<p>Spannbeton-Fertigdecken, Informationsmaterial zum Bestellen und als Download, Merkblätter, Seminarangebot, technische Beratung</p> <p>Precast prestressed concrete hollow core slabs; documents containing relevant information can be ordered and downloaded, codes of practice, workshops, technical advice</p>	Markt der Medien / 10
<p>Bureau International du Béton Manufacturé (BIBM) Bd. du Souverain, 68 1170 Brüssel / BELGIEN</p> <p>Phone: +32 2 7387442 Fax: +32 2 7356069 info@bibt.org www.bibt.org</p>	<p>Das BIBM ist der europäische Berufsverband der Beton- und Fertigteil- industrie und bemüht sich um die Verteidigung der Interessen der Industrie sowie um die Förderung der europäischen Zusammenarbeit</p> <p>BIBM is the European Federation of the precast concrete industry. The organization strives to advocate industry interests and to promote cooperation at European level</p>	Markt der Medien / 10
<p>BVT Rausch GmbH &amp; Co. KG / Precontech Beckerweg 6 65468 Trebur / D</p> <p>Phone: +49 6147 9139-0 Fax: +49 6147 9139-29 info@bvtrausch.com www.bvtrausch.com</p>	<p>Verankerungssysteme für Betonfertigteile, PTA Ankerschienen mit Ham- merkopfschrauben, PTU Trapezblechschielen, BVT Verbin- dungsschlaufen, KAP Welle für Doppelwände</p> <p>Fixing systems for prefabricated concrete elements, PTA anchor channels with BVT hammer-head bolts, PTU cast-in channels, BVT connecting loop, KAP wave for double-walls</p>	79 / 8,9
<p>Calenberg Ingenieure GmbH Am Knübel 2 - 4 31020 Salzhemmendorf / D</p> <p>Phone: +49 5153 9400-0 Fax: +49 5153 9400-49 info@calenberg-ingenieure.de www.calenberg-ingenieure.de</p>	<p>Statische und dynamische Bauteillagerung, Körperschall- und Erschüt- terungsschutz, Lärmschutz</p> <p>Static and dynamic support of building components, protection against vibration and structure borne noise, airborne noise protection</p>	61 / 8,9
<p>DESOI GmbH Gewerbestr. 16 36148 Kalbach/Rhön / D</p> <p>Phone: +49 6655 9636-0 Fax: +49 6655 9636-6666 info@desoi.de www.desoi.de</p>	<p>Injektionsgeräte und Injektionspacker für die Bauwerksabdichtung und Injektion gerissener Bauteile aus Beton und Mauerwerk, Stahlspann- packer für den Einsatz von Hochlochziegeln, Rammverpresslanzen für das Verfüllen von Hohlräumen</p> <p>Injection machines and injection packers for the sealing of structures and grouting of cracked components consisting of concrete and masonry, steel prestressing packers for use of hollow bricks, ram injection lances for the filling of cavities</p>	96 / 7,8

# EXHIBITORS LIST

Firmenanschrift Company address	Produkte/Firmenprofil Products/Company profile	Stand/Produktgruppe Stand/Product group
<p>Deutsche Kahneisen Gesellschaft mbH Nobelstr. 51-55 12057 Berlin / D</p> <p>Phone: +49 30 68283-02 Fax: +49 30 68283-497 info@jordahl.de www.jordahl.de</p>	<p>Befestigungssysteme wie Ankerschienen, Trapezblechbefestigungsschienen, Durchstanzbewehrungen, Schubdorne</p> <p>Fastening systems e. g. anchor channels, trapezoidal sheet fastening rails, punching shear reinforcements, shear pins</p>	<p>38 / 8,9</p>
<p>Deutscher Ausschuss für Stahlbeton e.V. Budapester Str. 31 10787 Berlin / D</p> <p>Phone: +49 30 2693-1320 Fax: +49 30 2693-1319 udo.wiens@dafstb.de www.dafstb.de</p>	<p>Der DAfStb hat die zentrale Aufgabe, den Betonbau als sichere, dauerhafte, wirtschaftliche und umweltfreundliche Bauart zu fördern. Er bildet die Plattform, auf der alle Aktivitäten des Betonbaus im Bereich der Forschung / Regelung gebündelt werden</p> <p>The key task of the DAfStb is to promote concrete construction as a safe, durable, economical and environmentally friendly construction method. The committee acts as a platform to focus all concrete construction related activities in the field of research/standardization</p>	<p>Markt der Medien / 10</p>
<p>Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein E.V. Kurfürstenstr. 129 10785 Berlin / D</p> <p>Phone: +49 30 236096-0 Fax: +49 30 236096-23 info@betonverein.de www.betonverein.de</p>	<p>Der DBV ist ein Verein zur Förderung und Weiterentwicklung der wissenschaftlichen und technischen Grundlagen des Betonbaus und der Bautechnik</p> <p>The DBV is an association promoting and developing scientific and technical foundations to concrete construction and structural engineering</p>	<p>Markt der Medien / 10</p>
<p>DICAD Systeme GmbH Theodor-Heuss-Str. 92 - 100 51149 Köln / D</p> <p>Phone: +49 2203 9313-0 Fax: +49 2203 9313-199 info@dicad.de www.dicad.de</p>	<p>Innovative CAD-Lösungen von Praktikern für Betonfertigteilwerke und Bauingenieure</p> <p>Innovative, hands-on CAD solutions for precast plants and construction engineers</p>	<p>133 / 5</p>
<p>Dorner Electronic GmbH Kohlgrub 914 6863 Egg / ÖSTERREICH</p> <p>Phone: +43 55122240-0 Fax: +43 5512 2240-46 info@dorner.at www.dorner.at</p>	<p>Planung, Herstellung &amp; Installation industrieller Prozesssteuerungen &amp; Prozessleitsysteme für Transportbeton- und Fertigteilwerke, Laborsoftware, Ressourcenverwaltung, Netzwerk &amp; Datenverbund</p> <p>Design, manufacture and installation of industrial process controls and process instrumentation and control systems for ready-mixed and precast concrete plants, laboratory software, resource management, networks and data integration</p>	<p>105 / 5</p>
<p>Doubrava Deutschland GmbH Raiffeisenstr. 7-9 70839 Gerlingen / D</p> <p>Phone: +49 7156 17740-19 Fax: +49 7156 17740-40 uwe.schnitzlerk@doubrava.at www.doubrava.at</p>	<p>Mobile und stationäre Betonanlagen, Kiesanlagen, Trockenbaustoffanlagen, Fördertechnik, Aufbereitungsanlagen</p> <p>Mobile and stationary concrete plants, sand and gravel plants, dry building material systems, conveying equipment, processing plants</p>	<p>1 / 3,4</p>
<p>Dyckerhoff AG Biebricher Str. 69 65203 Wiesbaden / D</p> <p>Phone: +49 611 676-0 Fax: +49 611 676-1040 info@dyckerhoff.com www.dyckerhoff.de</p>		<p>119, 120 / 6</p>



Platin-Sponsor

Firmenanschrift Company address	Produkte/Firmenprofil Products/Company profile	Stand/Produktgruppe Stand/Product group
<p>Ebawe Anlagentechnik GmbH Dübener Landstr. 58 04838 Eilenburg / D</p> <p>Phone: +49 3423 665-0 Fax: +49 3423 665-200 info@ebawe.de www.ebawe.de</p>	<p>Palettenumlaufanlagen, Modernisierungs- und Rationalisierungskonzepte für bestehende Fertigungsanlagen, Fertigungsbahnen, Kipptische, Batterieformen</p> <p>Carrusel systems, upgrading and streamlining concepts for existing production lines, casting beds, tilting tables, battery molds</p>	26 / 3,5
<p>Ecoratio bv Industrieweg 161 3044 AS Rotterdam / NIEDERLANDE</p> <p>Phone: +31 88 2244-440 Fax: +31 88 2244-444 info@ecoratio.com www.ecoratio.com</p>	<p>Ecoratio entwickelt und produziert hochwertige, wasserbasierte Trennemulsionen für Beton unter dem Namen Betopro®. Unsere Produkte enthalten wirksame Korrosionsinhibitoren, die Rost auf Stahlschalungen verhindern.</p> <p>coratio develops and produces a line of high quality, water based concrete release emulsions called Betopro®. Our products contain very efficient corrosion inhibitors that prevent corrosion on steel molds.</p>	53 / 3,7
<p>Maschinenfabrik Gustav Eirich GmbH &amp; Co KG Walldürner Str. 50 74736 Hardheim / D</p> <p>Phone: +49 6283 51-0 Fax: +49 6283 51-325 eirich@eirich.de www.eirich.de</p>	<p>Intensivmischer für Aufschluss von Zement-, Pigment- und Lehm-Klumpen; NEU: 1-Liter-Labormischer</p> <p>High-intensity mixers for disintegrating cement, pigment and clay lumps; NEW: 1-liter lab mixer</p>	103,104 / 1,2,3,4,5
<p>Wilhelm Ernst &amp; Sohn Verlag für Architektur und technische Wissenschaften GmbH &amp; Co. KG Rotherstr. 21 10245 Berlin / D</p> <p>Phone: +49 30 47031-200 Fax: +49 30 47031-270 info@ernst-und-sohn.de www.ernst-und-sohn.de</p>	<p>Fachbücher / -zeitschriften für Bauingenieure und Architekten, Beton-Kalender, Beton- und Stahlbetonbau, Bauen mit Betonfertigteilen im Hochbau</p> <p>Specialist books / trade journals for construction engineers, architects, Beton-Kalender (Concrete Calendar), concrete and reinforced concrete construction, use of precast concrete elements in building construction.</p>	Markt der Medien / 10
<p>EuroMediaPro Avenu Palladina, 13 of. 170 Kiev, Ukraine / 03179</p> <p>www.euroconcrete.com.ua</p>		Markt der Medien / 10
<p>EXTE-Extrudertechnik GmbH Industriestraße 3 06429 Nienburg/Saale / D</p> <p>Phone: +49 34721 401-0 Fax: +49 34721 401-99 info@exte.de www.exte.de</p>	<p>Schalungszubehör: Kunststoffverarbeitung, Abstandhalter für den Betonbau aus Kunststoff, Stahl und Faserbeton</p> <p>Mold accessories: plastics processing, spacers for the precast industry made of plastic, steel and fiber concrete</p>	128 / 9
<p>Fachverband Beton- und Fertigteilwerke Baden-Württemberg e.V. Gerhard-Koch-Str. 2+4 73760 Ostfildern / D</p> <p>Phone: +49 711 32732-300 Fax: +49 711 32732-350 fbf@betonservice.de www.betonservice.de</p>	<p>Exklusiv für Mitgliedsunternehmen: Lobbying und Öffentlichkeitsarbeit für Betonbauteile, Betreuung in technischen Fragen, arbeitsrechtliche Beratung und Prozessvertretung, Aus- und Weiterbildung, Einkaufspools</p> <p>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</p>	Markt der Medien / 10

**Ausstellerforum:**  
09.02.2011, 13:00 Uhr  
Konferenzraum



Firmenanschrift Company address	Produkte/Firmenprofil Products/Company profile	Stand/Produktgruppe Stand/Product group
<p>Fachvereinigung Deutscher Beton- fertigteilbau e.V. (FDB) Schloßallee 10 53179 Bonn / D</p> <p>Phone: +49 228 95456-56 Fax: +49 228 95456-90 info@fdb-fertigteilbau.de www.fdb-fertigteilbau.de</p>	<p>Broschüren, Bücher und Merkblätter zum Bestellen oder Download, Ausschreibungstexte, Typenprogramm, Wissensdatenbank, Vordimensionierung, Architektur, Musterzeichnungen, technische Beratung</p> <p>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 examples, technical advice</p>	<p>Markt der Medien / 10</p>
<p>fib - fédération internationale du béton Case Postale 88 1015 Lausanne / SCHWEIZ</p> <p>Phone: +41 21 693-2747 Fax: +41 21 693-6245 fib@epfl.ch www.fib-international.org</p>	<p>Neue Bulletins sind da (siehe Website)! Wichtigste Events 2011: Das Symposium in Prag (Juni) und Herausgabe des neuen fib Model Code</p> <p>New Bulletins available (see website)! Major events 2011: The symposium in Prague (June) and the publication of the new fib Model Code</p>	<p>Markt der Medien / 10</p>
<p>Filigran Trägersysteme GmbH &amp; Co. KG Zappenberg 6 31633 Leese / D</p> <p>Phone: +49 5761 9225-0 Fax: +49 5761 9225-40 info@filigran.de www.filigran.com</p>	<p>Filigran Durchstanzbewehrung FDB, Gitterträger, Betonstahl in Ringen BST 500 KR (A)</p> <p>Filigran punching shear reinforcement FDB, lattice girders, reinforcing steel in coils BST 500 KR (A)</p>	<p>55 / 8</p>
<p>Filzmoser Maschinenbau GmbH Unterhart 76 4641 Steinhaus bei Wels / ÖSTERREICH</p> <p>Phone: +43 7242 3434-0 Fax: +43 7242 3434-413 marketing@fil.co.at www.filzmoser.com</p>	<p>Richt- und Schneidemaschinen für Betonstahl vom Coil, mit Rollen und Rotorrichtwerk, Zusatzeinrichtungen für Fertigteilwerke und Eisenbiegereien, automatische Bewehrungssysteme mit Roboteranfertigung, Mattenschweißanlagen</p> <p>Straightening and cutting machines for reinforcing steel off coil with roller or rotor straightening units, optional equipment for precast concrete plants and rebar shops, automatic reinforcement systems including robotics for laying, mesh welding plants</p>	<p>90 / 3,8</p>
<p>Form + Test Seidner + Co. GmbH Zwiefalter Str. 20 88499 Riedlingen / D</p> <p>Phone: +49 7371 9302-0 Fax: +49 7371 9302-99 vertrieb@formtest.de www.formtest.de</p>	<p>Druck- und Biegeprüfmaschinen für Pflastersteine, Platten und Bordsteine, Abriebprüfgeräte, Probenschleifmaschinen, Druckvorrichtungen für Spaltzugprüfung, Analysen-Prüfsiebe, Siebmaschine, Service + Kalibrierung von Prüfmaschinen</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</p>	<p>48 / 5</p>
<p>Forschungsvereinigung der deutschen Beton- und Fertigteilindustrie e.V. Schloßallee 10 53179 Bonn / D</p> <p>Phone: +49 228 95456-11 Fax: +49 228 95456-90 becke@betoninfo.de www.betoninfo.de</p>	<p>Aufgabe und Ziel der Forschungsvereinigung ist die Förderung der anwendungsorientierten Forschung und Entwicklung zugunsten kleiner und mittlerer Unternehmen für die Herstellung werkmäßig vorgefertigter Betonzeugnisse.</p> <p>The research association aims to promote application-oriented research and development for small- and medium-sized businesses supplying factory-produced precast concrete elements.</p>	<p>Markt der Medien / 10</p>
<p>Max Frank GmbH &amp; Co. KG Mitterweg 1 94339 Leiblfing / D</p> <p>Phone: +49 9427 189-0 Fax: +49 9427 1588 info@maxfrank.de www.maxfrank.de</p>	<p>Technologien für die Bauindustrie, Geschäftsbereiche: Abstandhalter, Schalungstechnik, Bewehrungstechnik, Dichtungstechnik, Bauakustik</p> <p>Technologies for the construction industry, product lines: spacers, formwork technology, reinforcement technology, sealing technologies, sound insulation</p>	<p>6 / 8</p>



Firmenanschrift Company address	Produkte/Firmenprofil Products/Company profile	Stand/Produktgruppe Stand/Product group
<p>GTSdata GmbH &amp; Co. KG Zinngießerstr. 12 31789 Hameln / D</p> <p>Phone: +49 5151 10738-0 Fax: +49 5151 10738-55 info@gtsdata.com www.gtsdata.com</p>	<p>Priamos - die komplette Softwarelösung für Betonwerke, Module für CRM, digitales Archiv, ToD-Management, Kalkulation, Anfrage-, Angebots- und Auftragsabwicklung, Produktions- und Lieferplanung, CAD- und Leitrechnerintegration</p> <p>Priamos – the complete software solution for concrete plants, modules for CRM, digital archive, to-do management, costing, processing of enquiries, quotations and orders, production and delivery scheduling, CAD and master computer integration</p>	8 / 5
<p>Güteschutz Beton- und Fertigteilwerke Baden-Württemberg e.V. Gerhard-Koch-Str. 2+4 73760 Ostfildern / D</p> <p>Phone: +49 711 32732-330 Fax: +49 711 32732-335 www.betonservice.de/gbf</p>	<p>Der Dienstleister für alle Fragen rund um die Qualität im Bauwesen: Seminarreihe „Qualität in der Bauplanung“ für Tragwerksplaner aus Ingenieurbüros und Herstellerwerken, Sachverständigentätigkeit, QM-Coaching, technische Schulungen</p> <p>The service provider dealing with all topics related to quality in construction: „Quality in Construction Planning“ series of seminars for structural engineers from practices and manufacturing plants, expert opinions, QM coaching, technical training</p>	Markt der Medien / 10
<p>H-BAU Technik GmbH Am Güterbahnhof 20 79771 Klettgau-Erzingen / D</p> <p>Phone: +49 7742 9215-20 Fax: +49 7742 9215-90 info.klettgau@h-bau.de www.h-bau.de</p>	<p>Mauerabfangungen, Schalungen, Schubdorne, Doppelwandtransportanker, Wärmedämmelemente, Schallsisolierung</p> <p>Wall holds, formworks, shear pins, double-wall handling ties, heat-insulating elements, soundproofing</p>	38 / 8,9
<p>Ha-Be Betonchemie GmbH &amp; Co. KG Stüvestr. 39 31785 Hameln / D</p> <p>Phone: +49 5151 587-0 Fax: +49 5151 587-55 info@ha-be.com www.ha-be.com</p>	<p>Betonzusatzmittel, Betonfarben, Oberflächenschutz-Systeme, Trennmittel</p> <p>Concrete admixtures, concrete colors, surface protection systems, release agents</p>	36, 37 / 7
<p>Haarup Maskinfabrik A/S Haarupvej 20 8600 Silkeborg / DÄNEMARK</p> <p>Phone: +45 8684 6255 Fax: +45 8684 5377 haarup@haarup.dk www.haarup.dk</p>	<p>Seit 40 Jahren Experte für Dosier- und Mischanlagen für die gesamte Betonindustrie und alle Arten von Beton</p> <p>For over 40 years, specializing in mixing and batching plants for the entire concrete industry and all types of concrete</p>	72 / 4
<p>Haberstroh Baubedarf GmbH Odenwaldstr. 74 63322 Rödermark / D</p> <p>Phone: +49 6074 8950-0 Fax: +49 6074 8950-20 info@haberstroh-gmbh.de www.haberstroh-gmbh.de</p>		87, 88 / 7,8
<p>HALFEN Vertriebsgesellschaft mbH Katzbergstr. 3 40764 Langenfeld / D</p> <p>Phone: +49 2173 970-0 Fax: +49 2173 970-225 info@halfen.de www.halfen.de</p>	<p>Transportankersysteme, Durchstanzbewehrung, Dynagrip, HIT Halfen-Iso-Elemente zur thermischen Trennung von Balkonen, Bewehrungsanschlüsse, Halfen bi-Trapez-Box, HLB Loop Box</p> <p>Transport anchor systems, punch-shear reinforcement, Dynagrip, HIT Halfen-Iso-Elements for thermal insulation of balconies, reinforcement connections, Halfen bi-Trapez-Box for reduction of impact, HLB Loop Box</p>	3 / 8

# EXHIBITORS LIST

Firmenanschrift Company address	Produkte/Firmenprofil Products/Company profile	Stand/Produktgruppe Stand/Product group
<p>Hebau GmbH An der Eisenschmelze 13 87527 Sonthofen / D</p> <p>Phone: +49 8321 6736-0 Fax: +49 8321 6736-36 mail@hebau.de www.hebau.de</p>	<p>Produkte für Architekturbeton bzw. dekorativen Beton: Waschbetonprodukte (Lack + Papier), Säure-Gel, Trennmittel (Sichtbeton und Wetcast), Imprägnierungen, Additive, Fasern</p> <p>Products for architectural and decorative concrete: exposed aggregate concrete chemicals (liquid + paper), acid gels, release agents for architectural and wetcast concrete, protective coatings, admixtures, fibers</p>	<p>56 / 7</p>
 <p>Hess Maschinenfabrik GmbH + Co. KG Freier-Grund-Str. 123 57299 Burbach / D</p> <p>Phone: +49 2736 497-60 Fax: +49 2736 497-620 info@hessgroup.com www.hessgroup.com</p>	<p>Dosier- und Mischanlagen, Steinfertigungsanlagen mobil und stationär, Bodenfertiger, Kippformmaschinen, Transport- und Verpackungsanlagen, Veredelungsanlagen, Rohr- und Schachtmaschinen</p> <p>Metering and mixing systems, mobile and stationary block machines, egg layers, tilting-mold machines, handling and packaging equipment, surface finishing equipment, pipe and manhole machines</p>	<p>4 / 1,2,4</p>
 <p>Hilti Deutschland GmbH Hiltistr. 2 86916 Kaufering / D</p> <p>Phone: +49 800 8885522 Fax: +49 800 8885523 www.hilti.de</p> <p>Gold-Sponsor</p>	<p>Hilti Ankerschiene HAC, HILTI HIT-RE 500-SD, RE 500, HY 150 MAX für Dübel- &amp; Bewehrungstechnik, Ferrosan PS200 Schubverbinder HCC, Schalungsanschlag X-FS</p> <p>Hilti Anchor channel HAC, HILTI HIT-RE 500-SD, -RE 500, HY 150 MAX for anchor &amp; reinforcement technology, Ferrosan PS200 shear connector HCC, form-stop X-FS</p>	<p>58 / 5,8</p>
<p>IBB - Ingenieurbüro für Bauinformatik Ehler &amp; Wolf Vor den Feldern 17 51147 Köln / D</p> <p>Phone: +49 2203 928614 Fax: +49 2203 696560 ehler@betsy.de www.betsy.de</p>	<p>Betsy, seit 1984 bei vielen Werken im Einsatz, wurde völlig neu programmiert. Alle Bereiche von der Kalkulation bis zur Abrechnung profitieren von neuen Nutzungsmöglichkeiten und schnellerem Datenzugriff</p> <p>Having been in use at many plants since 1984, Betsy was redesigned completely. All modules - from costing to invoicing - benefit from new usability and faster data access</p>	<p>35 / 5</p>
<p>IDAT Ingenieurbüro für Datenverarbeitung in der Technik GmbH Pfnorstr. 10 64293 Darmstadt / D</p> <p>Phone: +49 6151 7903-0 Fax: +49 6151 7903-55 info@idat.de www.idat.de</p>	<p>CAD-Programme zur Fertigteilverplanung: Massivwände, Massivdecken, Doppelwände, Elementdecken, Hohlkörperdecken, Treppen, Treppenhäuser, Fassaden, Stützen und Binder</p> <p>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</p>	<p>23 / 3,5</p>
<p>IMKO Micromodultechnik GmbH Im Stoeck 2 76275 Ettlingen / D</p> <p>Phone: +49 7243 5921-0 Fax: +49 7243 5921-40 info@imko.de www.imko.de</p>	<p>Feuchtesonden SONO mit modernster Radartechnologie, Mobiles Sandfeuchtemessgerät</p> <p>SONO moisture measurement probes using state-of-the-art radar technology, handheld sand moisture measuring device</p>	<p>76 / 5</p> <div data-bbox="1214 1776 1457 1861" style="background-color: #8B4513; color: white; padding: 5px; text-align: center;"> <b>Ausstellerforum:</b>  <b>08.02.2011, 12:40 Uhr</b>  <b>Konferenzraum</b> </div>
<p>info-b Informationsgemeinschaft Betonwerkstein e.V. Biebricher Str. 69 65203 Wiesbaden / D</p> <p>Phone: +49 611 603403 Fax: +49 611 609092 service@info-b.de www.info-b.de</p>	<p>Marketing-Service für Betonwerkstein- und Terrazzohersteller und Fertigteilwerke, Beratung für Planer und Architekten bei der Planung von Betonwerkstein und Sichtbeton</p> <p>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</p>	<p>119,120 / 10</p>



Firmenanschrift Company address	Produkte/Firmenprofil Products/Company profile	Stand/Produktgruppe Stand/Product group
<p>Informationsstelle Edelstahl Rostfrei Sohnstr. 65 40237 Düsseldorf / D</p> <p>Phone: +49 211 6707-835 Fax: +49 211 6707-344 info@edelstahl-rostfrei.de www.edelstahl-rostfrei.de</p>	<p>Nichtrostender Betonstahl, nichtrostende Verbindungstechnik</p> <p>Stainless steel rebar, stainless steel connection technology</p>	49 / 8
<p>INTER-MINERALS Deutschland GmbH Dahlienstr. 23 53332 Bornheim / D</p> <p>Phone: +49 2227 9905-0 Fax: +49 2227 9905-55 inter-minerals@t-online.de www.interminerals.com</p>	<p>Natursteinkörnungen für die Betonindustrie</p> <p>Natural aggregates for the concrete industry</p>	54 / 6
<p>J&amp;P Bautechnik Vertriebs-GmbH Dr.-Karl-Lenz-Str. 66 87700 Memmingen / D</p> <p>Phone: +49 8331 937-290 Fax: +49 8331 937-342 memmingen@jp-bautechnik.de www.jp-bautechnik.de</p>	<p>Ankerschienen, Verbindungselemente, Durchstanzbewehrung, Schubdorne, Transportankersysteme GS, BS, WK, Wärmedämmelemente, Dichttechnik</p> <p>Anchor channels, connectors, punch-shear reinforcement, shear pins, transport anchor systems, GS, BS, WK, heat insulation elements, sealing technology</p>	38 / 8,9
<p>Jordahl Befestigungstechnik Nobelstr. 51-55 12057 Berlin / D</p> <p>Phone: +49 30 68283-02 Fax: +49 30 68283-497 info@jordahl.de www.jordahl.de</p>	<p>Ankerschienen, Trapezbefestigungsschienen, Durchstanzbewehrung, Schubdorne</p> <p>Anchor channels, trapezoidal fastening rails, punch-shear reinforcement, shear pins</p>	38 / 8,9
<p>Kaemmerer GmbH technische Handelsvertretung Buchenweg 14 91586 Lichtenau / D</p> <p>Phone: +49 9827 9222-0 Fax: +49 9827 9222-5 kaemmerer.lichtenau@t-online.de www.hallen-heizung.de</p>	<p>Schalungsbeheizungen, Lufterhitzer, Strahlungsheizung, Hallenbeheizung, Härtekammerbeheizung</p> <p>Formwork/mold heating systems, air heaters, radiation heating, indoor heating for factory buildings, curing chamber heating</p>	74 / 1,2,3
<p>KAISER GmbH &amp; Co. KG Ramslöh 4 58579 Schalksmühle / D</p> <p>Phone: +49 2355 809-0 Fax: +49 2355 809-21 info@kaiser-elektro.de www.kaiser-elektro.de</p>	<p>Elektroinstallationen für die Werksfertigung: Wandfertigung: B<sup>2</sup>-Programm - schnell, einfach, sicher; Deckenfertigung: Gehäuse für LED, NV-/HV-, Energiesparleuchten, Lautsprecher.</p> <p>Electrical installations for factory production: wall production: B<sup>2</sup> program - fast, easy, safe; slab production: casings for LV/HV, energy-saving lamps, loudspeakers</p>	100 / 9
<p>KauPo Plankenhorn e.K. Kautschuk &amp; Polyurethane Max-Planck-Str. 9/3 78549 Spaichingen / D</p> <p>Phone: +49 7424 95842-3 Fax: +49 7424 95842-55 info@kaupo.de www.kaupo.de</p>	<p>Flüssiger PUR-Kautschuk zur Eigenfertigung von elastischen Vorsatzschalungen und flexiblen Betonsteinformen; Herstellung von Sonder-schalungen und Betonsteinformen auf Kundenwunsch</p> <p>Liquid rubber for own production of flexible formliners and concrete molds; custom-made formliners and concrete block molds</p>	106 / 3,9





Firmenanschrift Company address	Produkte/Firmenprofil Products/Company profile	Stand/Produktgruppe Stand/Product group
<p>KBH – Baustoffwerke Gebhart &amp; Söhne GmbH &amp; Co. KG Einöde 2 87760 Lachen / D</p> <p>Phone: +49 8331 9503-0 Fax: +49 8331 9503-20 maschinen@k-b-h.de www.k-b-h.de</p>	<p>Anlagen zur lagenweisen Alterung von Betonpflastersteinen, Anlagen zur Alterung von Spaltproduktion, Mobile Off Line Alterungsanlage, COLORIST - Ergänzungsmodul, zur Erzeugung von Colormix-Optiken, Wasserstrahlanlage, Kugelstrahlanlage</p> <p>Systems for layer-by-layer aging of concrete paving blocks, aging systems for split products; mobile off line dancing weight systems, COLORIST-color blend unit for creation of multi color blend concrete, washing system, shot blasting system</p>	<p>52 / 1</p>
<p>Kiwa Bautest GmbH Mühlmahdweg 25 a 86167 Augsburg / D</p> <p>Phone: +49 821 72024-0 Fax: +49 821 72024-40 info@bautest.de www.bautest.de</p>	<p>Prüfungen und Ingenieurleistungen für Baustoffe und Bauwerke</p> <p>Testing and engineering services for building materials and structures</p>	<p>71 / 5</p>
<p>Knauer Engineering GmbH Industrieanlagen &amp; Co. KG Elbestr. 11-13 82538 Geretsried / D</p> <p>Phone: +49 8171 6295-0 Fax: +49 8171 64545 info@knauer.de www.knauer.de</p>	<p>Steinformmaschinen, Mobile, Labor-, -Formen, Rütteltische, Außenrüttler, Stromversorgungen, Vibrationstechnik, Sonderanlagen</p> <p>Block making machines, mobile, laboratory-molds, vibrating tables, vibrators, power supplies, vibration technique, special machines</p>	<p>31 / 1,3</p>
<p>KNIELE Baumaschinen GmbH Gemeindebeunden 6 88422 Bad Buchau / D</p> <p>Phone: +49 7582 9303-0 Fax: +49 7582 9303-30 info@kniele.de www.kniele.de</p>	<p>Horizontale und vertikale Mischanlagen zur Herstellung von Transportbeton, Betonwaren, Mobile Mischanlagen, Konusmischer, Ringteller-Intensiv-Mischer, Gegenstrom-Mischer, Waagen, Trockenmörtelanlagen</p> <p>Horizontal and vertical mixing systems to manufacture ready-mixed concrete and concrete products; mobile mixing units, cone mixers, ring-pan mixers, countercurrent mixers, weighing systems, dry mortar systems</p>	<p>50 / 4</p>
<p>KOBATO B.V. De Mors 118 7631 AK Ootmarsum / NIEDERLANDE</p> <p>Phone: +31 541 291681 Fax: +31 541 293247 info@kobato.nl www.kobato.nl</p>	<p>Kobaflex - verschleißfreie Polyurethan-Beschichtungen, sehr abriebfest, schnell und einfach zu reinigen u. a. in Kübeln, Wannen, Trichtern, Bunkern</p> <p>Kobaflex - hard-wearing polyurethane coatings, high resistance to abrasion on buckets, hoppers, chutes, bunkers etc..</p>	<p>101 / 7</p>
<p>KOBRA Formen GmbH Plohnbachstr. 1 08485 Lengenfeld / D</p> <p>Phone: +49 37606 302-0 Fax: +49 37606 302-22 info@kobragroup.com www.kobragroup.com</p>	<p>Formen und Verschleißteile für alle Betonsteinmaschinen, Pflasterstein-, Bordstein-, Hohlblock-, Sonderformen, Hydraulische Formen</p> <p>Molds and wear parts for all block machines, molds for pavers, curbs, hollow blocks, special molds, hydraulic molds</p>	<p>57 / 1</p>
<p>KTI-Plersch Kältetechnik GmbH Carl-Otto-Weg 14/2 88481 Balzheim / D</p> <p>Phone: +49 7347 9572-0 Fax: +49 7347 9572-22 ice@kti-plersch.com www.kti-plersch.com</p>		<p>51 / 4</p>

**Ausstellerforum:**  
08.02.2011, 13:00 Uhr  
Konferenzraum

Firmenanschrift Company address	Produkte/Firmenprofil Products/Company profile	Stand/Produktgruppe Stand/Product group
<p>KÜBAT Förderanlagen GmbH Max-Planck-Str. 14 88361 Altshausen / D</p> <p>Phone: +49 7584 9209-0 Fax: +49 7584 9209-20 info@kuebat.de www.kuebat.de</p>	<p>Kübelbahnanlagen, Betonverteileranlagen, Schalt- und Steueranlagen</p> <p>Bucket conveyor systems, concrete distribution units, switching and control systems</p>	19 / 1,2,3,4
<p>Langendorf GmbH Bahnhofstr. 115 45731 Waltrop / D</p> <p>Phone: +49 2309 938-0 Fax: +49 2309 938-191 info@langendorf.de www.langendorf.de</p>	<p>Auflieger zum Transport von Betonfertigteilen „Flatliner“ und innerbetriebliche Fahrzeuge</p> <p>“Flatliner” trailer to transport precast elements and in-plant vehicles</p>	95 / 2
<p>LAP GmbH Laser Applikationen Zeppelinstr. 23 21337 Lüneburg / D</p> <p>Phone: +49 4131 9511-95 Fax: +49 4131 9511-96 info@lap-laser.com www.lap-laser.com</p>	<p>Lasermesssysteme, Linienlaser und Laserprojektoren für verschiedene industrielle Anwendungen. Speziell für den Bereich Schalung und Nachbearbeitung von Betonfertigteilen liefert LAP schlüsselfertige Laserprojektionsanlagen.</p> <p>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.</p>	124 / 3
<p>Liapor GmbH &amp; Co. KG Werk Pautzfeld Industriestr. 2 91352 Hallerndorf-Pautzfeld / D</p> <p>Phone: +49 9545 448-0 Fax: +49 9545 448-80 info@liapor.com www.liapor.com</p>	<p>Liapor-Leichte Gesteinskörnungen nach DIN 4226, Technologieberatung, Einsatzgebiete: Liapor-Mauerwerk, Liapor-Massivwand, Zuschlag für gefügedichten Leichtbeton und Leichtmörtel</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</p>	28 / 6
<p>Liapor GmbH &amp; Co. KG Werk Tuningen Haldenwald-Industriegebiet Ost 78609 Tuningen / D</p> <p>Phone: +49 7464 9890-0 Fax: +49 7464 9890-80 info.tuningen@liapor.com www.liapor.com</p>	<p>Liapor-Leichte Gesteinskörnungen nach DIN 4226, Technologieberatung, Einsatzgebiete: Liapor-Mauerwerk, Liapor-Massivwand, Zuschlag für gefügedichten Leichtbeton und Leichtmörtel</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</p>	28 / 6
<p>Liebherr-Mischtechnik GmbH Im Elchgrund 12 88427 Bad Schussenried / D</p> <p>Phone: +49 7583 949-0 Fax: +49 7583 949-399 info.lmt@liebherr.com www.liebherr.com</p>	<p>Horizontale und vertikale Betonanlagen für die Transportbeton- und Fertigteilindustrie, mobile horizontale Betonanlagen, Liebherr-Ringtellermischer (750-4500 l Frischbeton)</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)</p>	12,13 / 4
<p>Gebr. Lotter KG Kummetat Stahl Rödelheimer Landstr. 75 60486 Frankfurt am Main / D</p> <p>Phone: +49 69 7191524-0 Fax: +49 69 7191524-19 stahl@kummetat.de www.kummetat.de</p>	<p>Betonstabstahl, Betonstahl in Ringen, Gitterträger, Spannstahl, Betonstahlmatten, Betonkerntemperierung</p> <p>Rebars, reinforcing steel in coils, lattice girders, prestressing steel, reinforcing steel mesh, temperature-controlled concrete cores</p>	16 / 8,9





Firmenanschrift Company address	Produkte/Firmenprofil Products/Company profile	Stand/Produktgruppe Stand/Product group
<p>Minelco GmbH Friedrichstr. 47 45128 Essen / D</p> <p>Phone: +49 201 4506-0 Fax: +49 201 4506-490 minelco.gmbh@minelco.com www.minelco.com</p>	<p>Magnetit - mit dem Handelsnamen MagnaDense - eine Gesteinskörnung für Schwer- und Strahlenschutzbeton aus eigenen Gruben in Schweden. MagnaDense = hohe Dichte bei geringem Volumen</p> <p>Magnetite (tradename MagnaDense) from our own mines in Sweden - an aggregate for heavy concrete. Suitable for radiation-shielding concrete. MagnaDense = high density, low volume</p>	<p>131 / 6</p>
<p>Nemetschek Engineering GmbH Stadionstr. 6 5071 Wals-Siezenheim / Österreich</p> <p>Phone: +43 662 854111 Fax: +43 662 854111-610 info@nemetschek-engineering.at www.nemetschek-engineering.at</p>	<p>Precast Parts- Manager, SQL Datenbank für Fertigteile, Allplan Precast, Software für Fertigteilerwerke</p> <p>Precast Parts Manager, SQL database for precast components, Allplan Precast, CAD software for precast plants</p>	<p>34 / 3,5,8,9</p> <p><b>Ausstellerforum: 08.02.2011, 12:20 Uhr Konferenzraum</b></p>
<p>Neuro Hardware (Hangzhou) Co. Ltd. Ducheng Lu, Hangqiao Town 310015 Hangzhou / CHINA</p> <p>Phone: +86 571 88040-151 Fax: +86 571 88040-151 neuro@nero.com.cn www.neuro.ae</p>	<p>Neuro Transportankersystem für Betonfertigteile</p> <p>Neuro transport anchor system for precast concrete elements</p>	<p>94 / 3,8</p>
<p>NUSPL Maschinenbau GmbH Unterer Dammweg 2 76149 Karlsruhe / D</p> <p>Phone: +49 721 7080-0 Fax: +49 721 7080-70 info@nuspl.com www.nuspl.com</p>	<p>Schalungsbau, Umlaufanlagen, Betonverteilungstechnik, Transportsysteme, Treppenschalungen</p> <p>Precast molds, circulation plants, concrete distribution systems, transport systems, staircase molds</p>	<p>97 / 3,9</p>
<p>OGS Gesellschaft für Datenverarbeitung und Systemberatung mbH Hohenfelder Str. 17-19 56068 Koblenz / D</p> <p>Phone: +49 261 91595-0 Fax: +49 261 91595-55 info@ogs.de www.ogs.de</p>	<p>Software für die Baustoffindustrie</p> <p>Software for the building materials industry</p>	<p>112 / 5</p>
<p>Omya GmbH Altental 6 89143 Blaubeuren / D</p> <p>Phone: +49 7344 9288-0 Fax: +49 7344 9288-22 gi.de@omya.com www.omya.de</p>	<p>Hochwertige Zusatzstoffe für Betonwerkstein, Terrazzo, Farb- und Waschbeton sowie Fassaden, Hochleistungsfüllstoffe für Beton und Betonwaren</p> <p>High-quality additives for cast stone, terrazzo, colored concrete, exposed-aggregate concrete and facades, high-performance fillers for concrete and concrete products</p>	<p>25 / 6</p>
<p>Peikko Deutschland GmbH Brinker Weg 15 34513 Waldeck / D</p> <p>Phone: +49 5634 9947-0 Fax: +49 5634 7572 peikko@peikko.de www.peikko.de</p>	<p>Befestigungssysteme für den Stahlbetonfertigteilbau, Deltabeam Verbundträger, Pi-Platten-Auflager, Durchstanzbewehrungen, Transportanker, Bewehrungsanschlüsse, Fugensysteme</p> <p>Fastening systems for precast reinforced concrete construction, Deltabeam composite beam, Pi-panels-support, punch shear reinforcement, transport anchors, reinforcement connections, joint systems</p>	<p>126 / 8,9</p>



Firmenanschrift Company address	Produkte/Firmenprofil Products/Company profile	Stand/Produktgruppe Stand/Product group
<p>Peri GmbH Rudolf-Diesel-Str. 89264 Weißenhorn / D</p> <p>Phone: +49 7309 950-0 Fax: +49 7309 951-0 info@peri.de www.peri.com</p>	<p>Großformatige Schalungspaletten für die Fertigteilindustrie, Unterlagsplatten PERI Pave für die Betonsteinindustrie</p> <p>Large-size formwork panels for the precast industry, PERI Pave production pallets for the concrete paving industry</p>	<p>69 / 1,3,9</p> <p><b>Ausstellerforum:</b> 10.02.2011, 13:00 Uhr Konferenzraum</p>
<p>Pfeifer Seil- und Hebetechnik GmbH Dr.-Karl-Lenz-Str. 66 87700 Memmingen / D</p> <p>Phone: +49 8331 937-290 Fax: +49 8331 937-342 bautechnik@pfeifer.de www.pfeifer.de</p>	<p>Stahlaufleger, VS-System, Wand- und Stützenfußsystem, Transportankersysteme wie RS, WK, GS, Betonerdungsbrücken</p> <p>Steel supports, VS system, wall and support base system, transport anchor systems such as RS, WK, GS, concrete grounding bridges</p>	<p>38 / 8,9</p>
<p>PHILIPP GmbH Lilienthalstr. 7-9 63741 Aschaffenburg / D</p> <p>Phone: +49 6021 4027-0 Fax: +49 6021 4027-440 info@philipp-gruppe.de www.philipp-gruppe.de</p>	<p>Gewinde-Transportanker, Lastaufnahmemittel, Kugelkopfsystem, Abhebeschlaufen, Verbindungs-, Befestigungs-, Erdungstechnik, Sandwichverbundanker, Lochanker, Leichtbetonprogramm</p> <p>Threaded transport anchors, lifting devices, spherical head anchors, lifting loops, connection, fastening and grounding technology, sandwich panel anchors, hole anchor system, accessories for lightweight concrete</p>	<p>132 / 8</p>
<p>Polarmatic Oy Ahertajankatu 9 33720 Tampere / FINNLAND</p> <p>Phone: +358 +10 3979-100 Fax: +358 +10 3979-101 polarmatic@polarmatic.fi www.polarmatic.fi</p>	<p>Turbomatic™ Wärmeenergieanlage: schnelles Auftauen von Zuschlagstoffen, Beheizen des Zuschlagstoffsilos, Erzeugen von Heißwasser für Prozess und Heizung</p> <p>Turbomatic™ energy unit for: quick melting of aggregates, pre-heating/heating of aggregates, production of hot water for process and heating</p>	<p>107 / 4</p>
<p>Prilhofer Consulting Münchener Str. 1 83395 Freilassing / D</p> <p>Phone: +49 8654 6908-0 Fax: +49 8654 6908-40 mail@prilhofer.com www.prilhofer.com</p>	<p>Berater und Planer für die Betonfertigteilindustrie, Technologietransfer, Strategieberatung</p> <p>Precast concrete technology provider, strategic consultancy, services for real estate developers</p>	<p>5 / 3,4,5</p>
<p>Probst Greiftechnik Verlegesysteme GmbH Gottlieb-Daimler-Str. 6 71729 Erdmannhausen / D</p> <p>Phone: +49 7144 3309-0 Fax: +49 7144 3309-50 info@probst.eu www.probst.eu</p>	<p>Greif- und Verlegetechnik zum Handling von Baustoffen: Betonrohre, Schachtringe, Kone, Betonteile, Pflaster-, Bord- und Hohlsteine usw., NEU: Steinspalter SSP</p> <p>Handling and laying systems for construction products such as concrete pipes, manhole rings, cones, concrete elements, pavers, curbs, hollow blocks etc., NEW: SSP stone splitter</p>	<p>125 / 1,2,3,9</p>
<p>Progress Maschinen &amp; Automation AG Julius-Durst-Str. 100 39042 Brixen / ITALIEN</p> <p>Phone: +39 0472 979-100 Fax: +39 0472 979-200 info@progress-m.com www.progress-m.com</p>	<p>Maschinen und Anlagen wie Bügelbiegeautomaten, Rotor-Richt-Schneidemaschinen, automatisierte Systeme für die Verlegung von Bewehrung, automatische Schweißanlagen für die Fertigung von individuellen Bewehrungsmatten</p> <p>Coil wire processing machinery and equipment including stirrup benders, rotary straighteners and cutters, automated reinforcement placing systems and welding plants for the production of custom-made reinforcement mesh</p>	<p>26 / 3,5,8</p>



**J&P: Die Baupartner.**

# EXHIBITORS LIST

Firmenanschrift Company address	Produkte/Firmenprofil Products/Company profile	Stand/Produktgruppe Stand/Product group
<p>PÜZ BAU Gesellschaft zur Prüfung, Überwachung und Zertifizierung von Bauprodukten und -verfahren mbH Beethovenstr. 8 80336 München / D Phone: +49 89 51403-163 Fax: +49 89 51403-168 info@puezbau.de www.puezbau.de</p>	<p>Prüfung, Überwachung und Zertifizierung aus einer Hand, für ein sehr breites Spektrum an Bauprodukten in Deutschland und Europa</p> <p>Testing, monitoring and certification from a single source, catering to a very broad range of construction products in Germany and Europe.</p>	<p>71 / 5</p>
<p>Quadrant Plastic Composites AG Hardstr. 5 5600 Lenzburg / Schweiz</p> <p>Phone: +41 62 8858-150 Fax: +41 62 8858-385 qpc@qplac.com www.quadrantplastics.com</p>	<p>MultiQ Concrete – Betonschalung Wand/Decke aus Vollkunststoff; MultiQ Impact – Gerüstboden aus Vollkunststoff</p> <p>MultiQ Concrete – concrete ceiling and wall formwork made of thermoplastic sandwich panel composites; MultiQ Impact – scaffolding made of thermoplastic sandwich panel composites</p>	<p>92, 93 / 9</p> <p><b>Ausstellerforum: 09.02.2011, 13:40 Uhr Konferenzraum</b></p>
<p>Quarzwerke GmbH Kaskadenweg 40 50226 Frechen / D</p> <p>Phone: +49 2234 101-0 Fax: +49 2234 101-400 beton@akw-kaolin.com www.quarzwerke.com</p>	<p>Der Rohstoff Quarzsand zeichnet sich aus durch hohe Abriebfestigkeit, gleichmäßige Kornverteilung, hohe chemische Beständigkeit und eine kantengerundete Form</p> <p>Crystal quartz sand is characterized by high abrasion and excellent chemical resistance, uniform grain size distribution and rounded particle edges</p>	<p>17 / 6</p>
<p>Quick Bauprodukte GmbH Westendamm 3 58239 Schwerte / D</p> <p>Phone: +49 2304 98143-0 Fax: +49 2304 98143-22 info@quick-bauprodukte.de www.quick-bauprodukte.de</p>	<p>Schalungs- und Bewehrungszubeör für Fertigteilewerke</p> <p>Formwork and reinforcement accessories for the precast industry</p>	<p>102 / 8,9</p>
<p>RAMPF FORMEN GmbH Altheimer Str. 1 89604 Allmendingen / D</p> <p>Phone: +49 7391 505-0 Fax: +49 7391 505-142 info@rampf.de www.rampf.com</p>	<p>Stahlformen für Betonprodukte</p> <p>Molds for the concrete industry</p>	<p>39 / 1</p>
<p>RATEC GmbH Karlsruher Str. 32 68766 Hockenheim / D</p> <p>Phone: +49 6205 9407-29 Fax: +49 6205 9407-30 info@ratec.org www.ratec.org</p>	<p>NEU Massivwand-Schalungs-Systeme; Elementdecken und Doppelwand-Schalung; Einbauteil-Befestigungs-Magnete; Optimierung von Produktionsabläufen; Upcrete UCI Betonfüllanschluss, UPP Pumpstation</p> <p>NEW: Formwork systems for solid wall units; precast floors and double walls; magnet holders for fittings; optimization of production processes; Upcrete UCI universal concrete inlet, UPP pump station</p>	<p>9 / 3,4,8,9</p>
<p>ratiobond Klebesysteme GmbH Ludwig-Erhard-Straße 32 28197 Bremen / D</p> <p>www.ratiobond.de</p>		<p>66 / 9</p>





**Firmenanschrift**  
**Company address**
**Produkte/Firmenprofil**  
**Products/Company profile**
**Stand/Produktgruppe**  
**Stand/Product group**

<p>RECKLI GmbH Eschstr. 30 44629 Herne / D</p> <p>Phone: +49 2323 1706-0 Fax: +49 2323 1706-50 info@reckli.de www.reckli.de</p>	<p>Elastische Vorsatzschalungen: Standardprogramm 1x, 50x, 100x-Wiederverwendung, Sonderformen nach Vorgabe, Flüssigkunststoff, Selbstherstellung, Betonoberflächenverzögerer, Absäuerungsprodukte, Oberflächenschutzsysteme</p> <p>Flexible rubber formliners: standard program 1x, 50x, 100x re-use, customized molds, inhouse liquid-rubber production, concrete surface retarders, acidifiers, concrete surface protection</p>	41 / 1,3,7,9	
<p>REMEI Blomberg GmbH &amp; Co. KG Industriestr. 19 32825 Blomberg / D</p> <p>Phone: +49 5235 963-0 Fax: +49 5235 963-230 info@remei.de www.remei.com</p>	<p>Pigmente, Ausblühverminderer, Betonzusatzmittel, Oberflächenschutz, Trenn- und Pflegemittel, Waschbetonhilfsmittel</p> <p>Pigments, efflorescence reducers, concrete additives, surface protection, release agents and care products, retarders for exposed-aggregate concrete</p>	113,114 / 7,9	
<p>REUSS-SEIFERT GmbH Wuppertaler Str. 77 45549 Sprockhövel / D</p> <p>Phone: +49 2324 9046-0 Fax: +49 2324 9046-112 info@reuss-seifert.de www.reuss-seifert.de</p>	<p>Spezialartikel für die Bauindustrie insbesondere für den Fertigteilebau, Abstandhalter aus Kunststoff, Stahl, Beton, Bauteilanschlüsse, Befestigungs- und Hebeltechnik, Bauprofile, kundenspezifische Sonderanfertigungen</p> <p>Special products for the construction industry, especially for precast producers, rebar spacers made of plastics, steel, concrete element connection systems, fasteners, lifting systems, construction profiles, customized items</p>	67 / 8,9	
<p>Reymann Technik GmbH Karlsruher Str. 32 68766 Hockenheim / D</p> <p>Phone: +49 6205 9407-0 Fax: +49 6205 9407-20 info@reymann-technik.de www.reymann-technik.de</p>	<p>Beratung, Planung und Projektmanagement; Konstruktion und Entwicklung; Optimierung von Produktionsabläufen, unabhängige Beratung; Upcrete UCI Betonfüllanschluss</p> <p>Consulting services, planning and project management, design and development, optimization of production processes, independent advisory services; Upcrete UCI universal concrete inlet</p>	9 / 3,4,5	
<p>Rhein-Chemotechnik GmbH Gewerbepark Siebenmorgen 8 53547 Breitscheid / D</p> <p>Phone: +49 2638 9317-0 Fax: +49 2638 9317-13 info@rhein-chemotechnik.com www.rhein-chemotechnik.com</p>	<p>Innovative Zusatzmittel für die Betonstein- und Fertigteilindustrie, Imprägnier- und Versiegelungsmittel, Betontrennmittel</p> <p>Innovative additives for the concrete block and precast industry, concrete sealants and impregnating agents, release agents</p>	45 / 7	
<p>Rimatem GmbH Mauermaschinen Baumgartenstr. 7 89561 Dischingen / D</p> <p>Phone: +49 7327 9600-60 Fax: +49 7327 9600-70 post@rimatem.com www.rimatem.com</p>	<p>Maschinen, Anlagen und Know-how zur Herstellung von Fertigwänden aus Ziegelsteinen, Beton- und Porenbetonsteinen bis 12 m x 4 m Größe</p> <p>Machines, equipment and know-how for the production of prefabricated wall units of up to 12 m x 4 m in size made of bricks, concrete and aerated concrete blocks</p>	117,118 / 3	
<p>Rockwood Pigments Brockhues GmbH &amp; Co. KG Mühlstr. 118 65396 Walluf / D</p> <p>Phone: +49 6123 797-0 Fax: +49 6123 72336 info.de@rpigments.com www.rpigments.com</p>	<p>Einfärbesystem GRANUFIN® – GRANUMAT®: Zur Herstellung von Betonwaren, Fertigteilen und Transportbeton. SOLRAOX™ - eine neue Generation photokatalytischer Pigmente</p> <p>GRANUFIN® – GRANUMAT® coloring system: for concrete products, precast and ready-mix applications. SOLRAOX™ - a new generation of photocatalytic pigments</p>	130 / 4,6	<p><b>Ausstellerforum:</b> 08.02.2011, 13:20 Uhr Konferenzraum</p>

Firmenanschrift Company address	Produkte/Firmenprofil Products/Company profile	Stand/Produktgruppe Stand/Product group
<p>RÖHRIG granit GmbH Werkstraße Röhrig 1 64646 Heppenheim / D</p> <p>Phone: +49 6252 7009-0 Fax: +49 6252 7009-11 info@roehrig-granit.de www.roehrig-granit.de</p>	<p>Farbige, feuergetrocknete Mischungen für dichte, moderne Oberflächen; Farbige Vorsatzmischungen; Odenwald Granit-Edelsplitt grau, rot, anthrazit, kristall hell und -schwarz; Neue Farben: gelb-beige und kristall-weiß</p> <p>Colored, fire-dried mixes for state-of-the-art impermeable surfaces; colored face mixes; Odenwald premium granite chippings in grey, red, charcoal, crystal-bright and black. New colors: yellow-beige and crystal-white</p>	<p>110,111 / 6</p>
<p>RWEV GmbH Markgrafstr. 5 30419 Hannover / D</p> <p>Phone: +49 511 483028 Fax: +49 511 484450 info@rwev.de www.rwev.de</p>	<p>Ersatzteile für Betonmischer, Elevatoren, Formen für die Betonteileproduktion aus Kunststoff, Greiferleisten</p> <p>Spare and wear parts for concrete mixers, elevators, plastic molds for the production of precast items, gripper bars</p>	<p>65 / 4,9</p>
<p>S&amp;B Industrial Minerals S. A. A. Metaxa 15 14564 Kifissia / GRIECHENLAND</p> <p>Phone: +30 210 629-6179 Fax: +30 210 629-6087 c.dedeloudis@sandb.com www.sandb.com</p>	<p>S&amp;B Silica ist ein superfeines, natürliches Puzzolanmaterial zur Verwendung in Beton und bietet hohe Leistung und Haltbarkeit</p> <p>S&amp;B Silica is a superfine natural pozzolanic material for use in concrete offering high performance and durability</p>	<p>68 / 6</p>
<p>SAA Engineering GmbH System Analyse &amp; Automation Gudrunstr. 184/4 1100 Wien / A</p> <p>Phone: +43 1 6414247-0 Fax: +43 1 6414247-21 office@saa.at www.saa.at</p>	<p>Automatisierungstechnik für Palettenumlaufanlagen, Leitsystem LEIT2000, Palettenbelegung, Maschinen- und Robotersteuerungen, Lagerlogistik STORE2000</p> <p>Automation technology for pallet carousel plants, LEIT2000 master computer system, pallet optimization, machine- and robot controls, STORE2000 stockyard management</p>	<p>7 / 3,5</p> <p style="background-color: #800000; color: white; padding: 5px; text-align: center;"><b>Ausstellerforum: 08.02.2011, 12:00 Uhr Konferenzraum</b></p>
<p>Saint-Gobain Weber GmbH Bürgermeister-Grünzweig-Str. 1 67059 Ludwigshafen / D</p> <p>www.sg-weber.de</p>	<p>Mineralische Edelputze, Wärmedämm-Verbundsysteme, Putz-Systeme, Sanierputz-Systeme, Natursteinkörnungen, Fliesenverlege-Systeme, Bautenschutz-Systeme, Bodensysteme</p> <p>Decorative mineral renders, composite thermal insulation systems, render and repair render systems, mineral aggregate mixes, tile laying systems, structural protection systems, flooring systems</p>	<p>123 / 6,7</p>
<p>Sauter GmbH Elektrotechnik – Automation Untere Mühlewiesen 14 79793 Wutöschingen / D</p> <p>Phone: +49 7746 9230-40 Fax: +49 7746 9230-40 info@sauter-gmbh.de www.sauter-gmbh.de</p>	<p>Misch- und Dosiersteuerungen für Transportbeton- und Betonfertigteilwerke, Steuerung von Sand- und Kiesaufbereitungsanlagen, Laborprogramm</p> <p>Mixing and dosing control systems for ready-mixed concrete and precast concrete plants, control of sand and gravel processing plants, laboratory software</p>	<p>46 / 4,5</p>
<p>Sauter Plersch AG Zelgstr. 8 8583 Sulgen / Schweiz</p> <p>Phone: +41 71 644 85 00 Fax: +41 71 644 86 00 info@sauter-plerschag.com</p>	<p>Heizungsprozesse für Beton- und Kiesanlagen, Heizungsprozesse für Asphaltanlagen, Kieselhallen und Kundenspezifische Lösungen</p> <p>Heating processes for concrete and gravel plants, heating processes for asphalt plants, gravel halls and customized solutions</p>	<p>51 / 4</p>

Firmenanschrift Company address	Produkte/Firmenprofil Products/Company profile	Stand/Produktgruppe Stand/Product group
<p>Stephan Schmidt KG Bahnhofstraße 92 65599 Dornburg / D</p> <p>Phone: +49 6436 609-0 Fax: +49 6436 609-49 concsol@schmidt-tone.de www.schmidt-tone.de</p>	<p>Concsol®: Betonzusatzstoffe auf Tonmineralbasis</p> <p>Concsol®: Additives for concrete based on clay minerals</p>	<p>99 / 6</p>
<p>Schnell S.p.A. Via Borghetto, 2 - Zona Ind. San Liberio 61030 Montemaggiore al Metauro (PU) / ITALIEN</p> <p>Phone: +39 0721 8787-11 Fax: +39 0721 8787-330 sales@schnell.it www.schnell.it</p>	<p>Maschinen und Anlagen zur Bearbeitung von Bewehrungsstahl, Mattenschweißanlagen, innovative Bausysteme</p> <p>Rebar processing machinery and plants, mesh welding plants; innovative construction systems</p>	<p>75 / 3</p>
<p>Schöck Bauteile GmbH Vimbucher Str. 2 76534 Baden-Baden / D</p> <p>Phone: +49 7223 967-0 Fax: +49 7223 967-450 schoeck@schoeck.de www.schoeck.de</p>	<p>Mehr Qualität mit Einbauteilen von Schöck: Schöck Isokorb® gegen Wärmebrücken, Schöck Bole® gegen Durchstanzen, Schöck Tronsole® Schallschutz für Treppen</p> <p>Better quality with components from Schöck: Schöck Isokorb® against thermal bridges, Schöck Bole® for punch-shear protection, Schöck Tronsole® soundproofing for stairs</p>	<p>21, 22 / 8,9</p> <p><b>Ausstellerforum: 10.02.2011, 13:20 Uhr Konferenzraum</b></p>
<p>Harold Scholz &amp; Co. GmbH Ickerottweg 30 45665 Recklinghausen / D</p> <p>Phone: +49 2361 9888-0 Fax: +49 2361 9888-833 info@harold-scholz.de www.harold-scholz.de</p>	<p>Anorganische Pigmente für die dauerhafte Einfärbung von Baustoffen als Pigmentpulver, Kompaktpigment, Granulat und Flüssigfarbe sowie Beratung und Entwicklung von modernen dosiertechnischen Systemen</p> <p>Inorganic pigments for permanent coloring of construction materials, available as pigment powder, compact pigment, granulated pigment and liquid colors; consultancy with regard to, and development of state-of-the-art metering systems</p>	<p>10,11 / 3,4,6</p>
<p>Friedrich Schroeder GmbH + Co. KG Hönnestr. 24 58809 Neuenrade / D</p> <p>Phone: +49 2394 9180-0 Fax: +49 2394 9180-88 info@schroeder-neuenrade.de www.schroeder-neuenrade.de</p>	<p>Transportanker, Befestigungshülsen, Bewehrungsanschlüsse, Verankerungen für den Brückenbau, LSW Anker, Kappenanker, Schweißtechnik, Reibschweißen</p> <p>Transport anchor systems, fixing sockets, rebar connecting systems, anchor systems for civil engineering works, specialised welding service, friction welding</p>	<p>27 / 8</p>
<p>SCHWENK Zement KG Hindenburgring 15 89077 Ulm / D</p> <p>Phone: +49 731 9341-0 Fax: +49 731 9341-398 schwenk-zement.bauberatung@schwenk.de www.schwenk.de</p>	<p>Fastcrete® plus, Duracrete® basic</p> <p>Fastcrete® plus, Duracrete® basic</p>	<p>108,109 / 6</p>
<p>sh minerals GmbH Im Waibertal 89520 Heidenheim / D</p> <p>Phone: +49 7328 9615-50 Fax: +49 7328 9615-60 info@sh-minerals.de www.sh-minerals.de</p>	<p>Betonzusatzstoffe, weiße Marmormehle, weiße Marmorsande und -körnungen, farbige Körnungen</p> <p>Additives for concrete, white marble powders, white marble sands and aggregates, colored aggregates</p>	<p>83,84 / 6</p>



# EXHIBITORS LIST

Firmenanschrift Company address	Produkte/Firmenprofil Products/Company profile	Stand/Produktgruppe Stand/Product group
<p>Sika Deutschland GmbH Geschäftsbereich Beton Peter-Schuhmacher-Str. 8 69181 Leimen / D</p> <p>Phone: +49 6224 988-490 Fax: +49 6224 988-522 leimen@de.sika.com www.sika.de</p>	<p>Beton- und Mörtelzusatzmittel, Produkte zum Kleben und Dichten, Trennmittel, Oberflächenschutz und -gestaltung</p> <p>Concrete and mortar additives, adhesives and sealants, release agents, surface protection and finishing</p>	30 / 7
 <p>Sika Deutschland GmbH Von-Helmholtz-Str. 1 89257 Illertissen / D</p> <p>Phone: +49 7303 180-0 Fax: +49 7303 180-280 illertissen@de.sika.com www.sika.de</p>	<p>Fertigteilfugen einfach dichtkleben mit Tricoflex Abklebesystem; KAB, das neue Fugenbandsystem für Dreifachwände - die Verbindungen können geklebt werden</p> <p>Easily glue-seal precast element joints using the Tricoflex adhesive system; combination waterstop, new construction joint strip system for triple walls – the connections can be glued</p>	29 / 7
<p>Sommer Anlagentechnik GmbH Benzstr. 1 84051 Altheim / D</p> <p>Phone: +49 8703 9891-0 Fax: +49 8703 9891-25 info@sommer-landshut.de www.sommer-landshut.de</p>	<p>Produktionstechnik und Automatisierungssysteme für Betonfertigteilerwerke, Palettenumlaufanlagen für die Produktion von Elementdecken, Doppel- und Massiwänden, variable Raumzellenschalungen</p> <p>Production technology and automation systems for precast plants, pallet circulation systems for the manufacture of floor slabs, double and solid walls, variable box-unit molds</p>	86 / 3,9
<p>Günther Spelsberg GmbH + Co. KG Elektro-Installationssysteme Im Gewerbepark 1 58579 Schalksmühle / D</p> <p>Phone: +49 2355 892-0 Fax: +49 2355 892-299 info@spelsberg.de www.spelsberg.de</p>	<p>IBT-Elektro-Installationssysteme für den Betonbau, Einbaudosen für Schalter und Steckdosen, Gehäuse für LED-, NV-/HV-Leuchten und Lautsprecher, Gehäuse für Plattendecken</p> <p>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</p>	73 / 9
<p>SSB – Dr. Strauch Systemberatung GmbH Virchowstr. 22 57074 Siegen / D</p> <p>Phone: +49 271 303858-0 Fax: +49 271 332082 info@ssbstrauch.de www.ssbstrauch.de</p>	<p>Software für Betonfertigteilerwerke: -Kalkulation: SSB WINKALK PRO, -Produktionsplanung: SSB WINTERM PRO, -Betriebsdatenerfassung: SSB WINBDE PRO</p> <p>Software for precast concrete plants: costing: SSB WINKALK PRO, production planning: SSB WINTERM PRO, production data acquisition: SSB WINBDE PRO</p>	20 / 5
<p>SwissBeton Fachverband für Schweizer Betonprodukte Hauptstr. 34a 5502 Hunzenschwil / SCHWEIZ</p> <p>Phone: +41 62 82382-23 Fax: +41 62 82382-21 info@swissbeton.ch www.swissbeton.ch</p>	<p>SwissBeton umfasst 41 Firmen mit 44 Produktionsstätten, die Betonprodukte oder vorfabrizierte Betonelemente herstellen und vertreiben. SwissBeton vertritt einen Anteil von über 60% am Gesamtvolumen (inkl. Importe) von Betonprodukten/-fertigteilen.</p> <p>SwissBeton comprises 41 companies with 44 factories that produce and sell concrete products and precast elements. SwissBeton represents a share of more than 60% in the total volume (including imports) of concrete products/precast elements.</p>	82 / 10
<p>TEKA Maschinenbau GmbH In den Seewiesen 2 67480 Edenkoben / D</p> <p>Phone: +49 6323 809-18 Fax: +49 6323 809-10 www.teka.de</p>	<p>Hochleistungsmischer für hochwertige Betonprodukte</p> <p>High-performance mixers for premium concrete products</p>	80 / 4

**Firmenanschrift**  
**Company address**
**Produkte/Firmenprofil**  
**Products/Company profile**
**Stand/Produktgruppe**  
**Stand/Product group**

<p>Tekla GmbH Rathausplatz 12-14 65760 Eschborn / D</p> <p>Phone: +49 6196 4730-830 Fax: +49 6196 4730-840 contact@de.tekla.com www.tekla.com/de</p>	<p>Tekla Structures: 3D-CAD-Softwarelösungen für den Ingenieurbau</p> <p>Tekla Structures: 3D CAD-solutions for civil engineering</p>	<p>42 / 5</p>
<p>TOP MINERAL GmbH Industriegebiet 3 79206 Breisach-Niederrimsingen / D</p> <p>Phone: +49 7668 7107-74 Fax: +49 7668 7107-78 info@topmineral.de www.topmineral.de</p>	<p>Vertrieb von farbigen Splitten für die Betonindustrie, Exklusivvertrieb von rotem Schwarzwaldgranit, Vertrieb hochwertiger Gesteinsmehle für SVB und Betonprodukte</p> <p>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</p>	<p>78 / 6</p>
<p>TORKRET AG Langemarckstr. 39 45141 Essen / D</p> <p>Phone: +49 201 2943-0 Fax: +49 201 2943-110 info@torkret.de www.torkret.de</p>	<p>TORKRET Relief® ist ein neuartiges patentiertes Verfahren zur Gestaltung von mehrfarbigen, reliefartig ausgebildeten Spritzbetonoberflächen.</p> <p>TORKRET Relief® is an innovative patented technique for shotcrete designed as a multi-colored surface relief.</p>	<p>63 / 7</p>
<p>TPH Bausysteme GmbH Gutenbergring 55C 22848 Norderstedt / D</p> <p>Phone: +49 40 501166 Fax: +49 40 502956 info@tph-hamburg.com www.tph-hamburg.com</p>	<p>Bauwerksabdichtung + Oberflächenschutz, Sanierungen, Injektionstechnik</p> <p>Building waterproofing and surface protection, retrofitting, injection technology</p>	<p>18 / 7</p>
<p>TUDALIT Markenverband e.V. Chemnitzer Str. 46b 01187 Dresden / D</p> <p>Phone: +49 351 4633-6344 Fax: +49 351 4633-7872 info@tudalit.de www.tudalit.de</p>	<p>Neue Produkte und Verstärkung mit textilbewehrtem Beton - Entwicklung und Beratung</p> <p>New products and higher strength provided by textile-reinforced concrete - development and consultancy services</p>	<p>81 / 5,8,10</p>
<p>Unimerco Fastening GmbH Monreposstr. 49 71634 Ludwigsburg / D</p> <p>Phone: +49 7141 6434-920 Fax: +49 7141 6434-919 fastening@unimerco.com www.unimercofastening.de</p>	<p>MAX Bindsysteme und BENDOF Baustahl-Schneidegeräte für den Einsatz in Betonfertigteilwerken und im Baustellenbereich. Bei Bestellung im Rahmen des Kongresses erhalten Sie 10 % Messe-Rabatt</p> <p>MAX binding systems and BENDOF construction steel cutters for use in precast plants and on the construction site; 10% exhibition discount on all orders placed during the congress</p>	<p>43 / 3,8</p>
<p>Unitechnik Cieplik &amp; Poppek AG Fritz-Kotz-Str. 14 51674 Wiehl / D</p> <p>Phone: +49 2261 987-0 Fax: +49 2261 987-333 precast@unitechnik.com www.unitechnik.com/precast</p>	<p>Die weltweit modernsten und leistungsfähigsten Betonfertigteilwerke sind mit dem Leitrechner UniCAM und der Steuerungstechnik aus dem Haus Unitechnik ausgerüstet</p> <p>The most advanced and efficient plants for precast concrete elements worldwide are equipped with the UniCAM master computer and Unitechnik process control technology</p>	<p>32 / 3,5</p>



**Ausstellerforum:**  
09.02.2011, 13:20 Uhr  
Konferenzraum

# EXHIBITORS LIST

Firmenanschrift Company address	Produkte/Firmenprofil Products/Company profile	Stand/Produktgruppe Stand/Product group
<p>Verlag Bau + Technik GmbH Steinhof 39 40699 Erkrath / D</p> <p>Phone: +49 211 92499-0 Fax: +49 211 92499-55 vertrieb@verlagbt.de www.verlagbt.de</p>	<p>Fachbücher: Professionelle Arbeitshilfen für die baupraktische Anwendung. Beton – Fachzeitschrift für Bau + Technik; Cement International – Fachzeitschrift für Herstellung, Eigenschaften, Anwendung von Zement</p> <p>Specialist books: Professional aids to building practice. Beton – technical journal for construction and technology; Cement International – technical journal covering the production, properties and application of cement</p>	<p>Markt der Medien / 10</p>
<p>Vieweg+Teubner Abraham-Lincoln-Str. 46 65189 Wiesbaden / D</p> <p>www.viewegteubner.de</p>	<p>Fach- und Lehrbücher, Nachschlagewerke für Bauwesen allgemein, Konstruktion, Bauwirtschaft und -betrieb</p> <p>Textbooks and reference books for general construction, structural design, construction management and operation</p>	<p>Markt der Medien / 10</p>
 <p>Vollert Anlagenbau GmbH Stadtseestr. 12 74189 Weinsberg / D</p> <p>Phone: +49 7134 52-231 Fax: +49 7134 52-205 precast@vollert.de www.vollert.de</p>	<p>Maschinen, Anlagen und Systeme zur Herstellung von flächigen Betonfertigteilen und Spannbetonschwellen</p> <p>Machinery, plants and systems for the production of flat precast concrete elements and prestressed concrete sleepers</p>	<p>32 / 3</p>
 <p>Wacker Chemie AG Hanns-Seidel-Platz 4 81737 München / D</p> <p>Phone: +49 89 6279-0 Fax: +49 89 6279-1770 info@wacker.com www.wacker.com</p>	<p>Die Wacker Chemie AG ist eines der führenden Unternehmen im Bautenschutz mit Siliconen. Die breite Palette der Bautenschutzmittel reicht vom Denkmal- bis zum Betonschutz</p> <p>Wacker Chemie AG is a leader in masonry protection with silicones. Its broad portfolio of masonry agents has applications ranging from the preservation of historic buildings to concrete protection</p>	<p>70 / 7</p>
<p>WACKER-WERKE GmbH &amp; Co. KG Preußenstr. 41 80809 München / D Phone: +49 89 35095-680 Fax: +49 89 35095-689 concrete@wackerneuson-concrete-solutions.com www.wackerneuson-concretesolutions.com</p>	<p>Wacker concrete solutions ist internationaler Partner des Baugewerbes im Bereich industrieller Betonverarbeitung. Der Beratungs- und Lösungsexperte bietet die größte Maschinenvielfalt für die industrielle Betonverdichtung</p> <p>Wacker concrete solutions is the international partner of the construction industry in industrial concrete applications. The leading consulting and solution engineers offer the widest range of equipment for industrial concrete compaction</p>	<p>89 / 2,3,7</p>
<p>Wagener Bauartikel GmbH Senator-Allerheiligen-Str. 1 28197 Bremen / D</p> <p>Phone: +49 421 542040 Fax: +49 421 540735 hb@wagener-bauartikel.com www.wbahb.de</p>	<p>Ankerschienen und Zubehör, Befestigungssysteme, gapFlex Abdichtungsplan</p> <p>Anchor channels and accessories, fastening systems, gapFlex sealing system</p>	<p>64 / 8</p>
 <p>Walter Gerätebau GmbH Neue Heimat 16 74343 Sachsenheim / D</p> <p>Phone: +49 7046 980-0 Fax: +49 7046 980-33 info@walter-geraetebau.de www.walter-geraetebau.de</p> <p>Silber-Sponsor</p>	<p>Hochdruckreinigungssysteme für Mischer, Transportkübel und Betonverteiler, Pumpenaggregate und Sonderanlagen</p> <p>Automatic high-pressure cleaning systems for concrete mixers, bucket transport systems, concrete distributors, pump systems and special equipment</p>	<p>85 / 4</p>



Firmenanschrift Company address	Produkte/Firmenprofil Products/Company profile	Stand/Produktgruppe Stand/Product group
wbr Rohr- und Bauelemente GmbH Otto-Hahn-Str. 17 75248 Ölbronn-Dürren / D  Phone: +49 7237 48519-0 Fax: +49 7237 48519-99 info@wbr-rohre.de www.wbr-rohre.de	Hüllrohre, Zubehör  corrugated tubes accessories	77 / 8,9
Weckenmann Anlagentechnik GmbH & Co. KG Birkenstr. 1 72358 Dormettingen / D  Phone: +49 7427 9493-0 Fax: +49 7427 9493-29 info@weckenmann.de www.weckenmann.de	Komplette Anlagen zur Herstellung von Decken, Wänden, Fassaden, und konstruktiven Betonfertigteilen. Maschinen, Steuerungen, Schalungen, Schalungsprofilsysteme. Neu: Roboterfeinpositionierung  Complete plants for the production of floor slabs, walls, facades and load-bearing precast concrete elements. Machines, control systems, moulds, shuttering systems. NEW: micro-positioning for shuttering robots	2 / 3,9
Werne & Thiel Sensortechnik GbR Untere Mühlewiesen 2a 79793 Wutöschingen / D  Phone: +49 7746 2425 Fax: +49 7746 2588 info@werne-thiel.de www.werne-thiel.de	Feuchtemessgeräte zur Online-Feuchtemessung in Schüttgütern; Neues patentiertes Messgerät zur Onlinemessung des Feststoffgehalts im Beton-Recyclingwasser  Moisture measuring equipment for online moisture measurement in bulk solids – new patented device for online measurement of solids content in concrete recycling water	60 / 1,4,5
Werner Verlag Wolters Kluwer Deutschland GmbH Luxemburger Str. 449 50939 Köln / D  Phone: +49 221 94373-0 Fax: +49 221 94373-7281 info@wolterskluwer.de www.werner-verlag.de		Markt der Medien / 10
Wiggert + Co. GmbH Wachhausstr. 3b 76227 Karlsruhe / D  Phone: +49 721 94346-10 Fax: +49 721 402208 info@wiggert.de www.wiggert.com	Betonmischanlagen 20–120 m³/h, Planetengegenstrommischer, Doppelwellenmischer, Automatikschrapprgeräte, computergestützte Anlagensteuerungen  Concrete batching and mixing plants 20–120 m³/h, planetary countercurrent mixers, twin shaft mixers, automatic scrapers, computer-based plant control systems	33 / 4
Roland Wolf GmbH dichte Kellersysteme Großes Wert 21 89155 Erbach / D  Phone: +49 7305 9622-0 Fax: +49 7305 9622-22 info@wolfseal.de www.wolfseal.de	Vorstellung wolfsealThepro Bausystem. Wärmedämmung und Abdichtung werkseitig im Fertigteil integriert  Presentation of the wolfsealThepro building system, fitted with thermal insulation and sealing already at the precast plant	116 / 7,8,9
Würschum GmbH Dosieranlagen – Abfüllmaschinen Hedelfinger Str. 33 73760 Ostfildern / D  Phone: +49 711 44813-0 Fax: +49 711 44813-40 info@wuerschum.com www.wuerschum.com	Dosieranlagen für Betonfarben und Betonzusatzmittel, weiterentwickelte FLEX Pulverdosisierung für mehrere Mischer, Dosieranlage für Mikrosilika, mobile Flüssigdosieranlage für Fertigteile und Frischbeton  Metering systems for concrete colors and admixtures, advanced FLEX powder metering for several mixers, metering unit for microsilica, mobile liquid metering system for precast and ready-mixed concrete	24 / 1,4



**Aussteller-Workshop:**  
08.02.2011, 13:40 Uhr  
Konferenzraum