

# DEUTSCHES IngenieurBlatt

Fortgang HOAI-Novelle +++ Umfrage KfW-Förderprogramme +++ Termine Fort- und Weiterbildung +++ S. 6-17

Belegexemplar

Siehe Seite ..... 32



## Objektbau

Gebäudeautomation | Brandbeherrschung | Neue Betone | Gläserne Treppen



BETON ist auch das, und zwar in seiner momentan wohl innovativsten Form, mit einer Festigkeit von Stahl und einer Dichte und die Oberflächeneigenschaften einer Keramik. Dieses Material hier aus der Familie der neuesten Betonsorten haben ihre Schöpfer Quantz® genannt, ein Beton, der in nahezu allen Konsistenzbereichen arbeitet.

## Quantz: Fest wie Stahl, dicht wie Keramik

Neue zementgebundene Hightech Werkstoffe bieten den Ingenieuren ganz neue Möglichkeiten

Beton ist nicht Beton, wie oft behauptet wird – Beton kann deutlich mehr, wie der folgende Artikel aus der Werkstatt eines Ingenieurbüros beweist, das sich ganz auf die Optimierung von Betonen spezialisiert hat und zementgebundene Hightech Materialien entwickelt, die mit Beton nur noch eines gemein haben – den Zement. Die hier beschriebenen Entwicklungen zeigen, dass solche Erfindungen industriell genutzt und, vor allem, dass eine wirtschaftliche und nachhaltige Nutzung der zementgebundenen Werkstoffe der neuesten Generation schon jetzt möglich ist. Das ökonomische und ökologische Potenzial zementgebundener Hightech Materialien, so wird hier bewiesen, ist ganz enorm, nicht nur das der mechanischen Eigenschaften, sondern auch das der neuen gestalterischen Anwendungsmöglichkeiten, was sich vor allem im sogenannten Objektbau als sehr vorteilhaft erweist.

Gregor Zimmermann | Thomas Teichmann

Beton erfährt in den letzten Jahren auf der ganzen Welt eine Reihe von technisch und gestalterisch sehr interessanten Neuerungen. Unser Ingenieurbüro ist mit ihnen speziellen modernen mathematischen Methoden und ihrem fachspezifischen Know-how ein Wegbereiter dieser neuen Materialien, die weltweit eingesetzt werden. Nicht nur, dass die

Materialien immer höheren mechanischen und optischen Anforderungen genügen sollen, sie müssen gleichzeitig auch besonders nachhaltig und wirtschaftlich sein.

Neuste Betone weisen die Festigkeit von Stahl auf und erreichen die Dichte und die Oberflächeneigenschaften einer Keramik – zu dieser neuen Klasse der zementgebundenen Werkstoffe gehört das in unserem Büro entwickelte Quantz®.

Quantz ist eine Material-Technik, die den Werkstoff durch die optimale Abstimmung der Packungsdichte der Wasserfilmdicke und der chemischen Komponente in praktisch allen Konsistenzbereichen von erdfeucht bis hochfließfähig und selbstverdichtend führt, die für ein Produkt oder einen Kunden erforderlich sind. Dabei kommen handelsübliche Zemente zum Einsatz.

Besondere Aufmerksamkeit muss bei dieser Technik der vorhandenen Mischtechnik gewidmet werden. Oftmals sind in Fertigteilwerken Planetenmischer vorhanden, deren Mischintensität nicht ohne weiteres für einen ausreichenden Aufschluss der Feinstoffe ausreicht. Durch intelligent gesteuerte Misch- und Dosierungsabläufe können aber auch mit diesen Mixern leicht verarbeitbare Betone mit einer Druckfestigkeit deutlich oberhalb von 180 N/mm<sup>2</sup> und Materialkosten unterhalb von 350 Euro pro Kubikmeter hergestellt werden. Kürzeste Mischzeiten, auch unterhalb einer Minute, sind mit Hochleistungsintensivmischer mit erhöhtem Wirkungsgrad möglich.



Abb. 1: C180 mit 0,99 Vol.-% Feinfasernanteil

Abb. 1 zeigt einen hochfließfähigen C180 mit 0,99 Vol.-% Feinfasern, hergestellt in einem handelsüblichen Planetenmischer ohne erhöhten Wirkungsgrad. Die Verarbeitbarkeit war mit einem Setzfließmaß von 95 Zentimeter und einer geringen dynamischen Viskosität ( $t_{500} < 5 \text{ sec.}$ ) für den vorgesehenen Anwendungszweck als sehr gut zu beurteilen. Entmischungen oder Sedimentationen konnten in unterschiedlichsten Versuchen nicht festgestellt werden. Die Druckfestigkeit lag nach 28 Tagen ohne Wärmebehandlung bei 185 N/mm<sup>2</sup>. Hinsichtlich eines kleinstmöglichen Schwindmaß wurde der Anteil an hydraulisch aktiven Stoffen (Zement, Zusatzstoffen etc.) möglichst gering gehalten, ohne die Dichtigkeit und Dauerhaftigkeit des Werkstoffs einzuschränken (Abb. 2).

Quantz und seine Anwendung im Bauwesen. In der Architektur oder im Maschinent-



**Gregor Zimmermann**  
Dr.-Ing., Geschäftsführer Technik (Statik, Produktentwicklung, Marketing und Consulting) der German Technologies and Engineering Conceptz (Gtec) in Kassel, Studium des Bauingenieurwesens (Tragwerksoptimierung/FEM) an der Uni Karlsruhe, wiss. Mitarbeit, Promotion und Gastprofessur an der Uni Kassel  
contact@gtec.com



**Thomas Teichmann**  
Dr.-Ing., Geschäftsführer Technik (Forschung, Materialentwicklung, Verfahrenentwicklung, Consulting) der German Technologies and Engineering Conceptz (Gtec) in Kassel, Studium des Bauingenieurwesens (Werkstoffe/Beton) an der Universität Weimar, wiss. Mitarbeit und Promotion an der Universität Kassel

bau weisen ein hohes ökologisches Potenzial auf. Dies liegt einerseits an der Nutzung lokal vorhandener Rohstoffe bei der Produktion und damit der Reduktion der Emissionen, die beim Transport der Rohstoffe entstehen, andererseits aber auch an der Reduzierung des erforderlichen Materialvolumens durch das hohe Potenzial der mechanischen Eigenschaften, zum Beispiel durch die Querschnittverkleinerung eines Bauelements.

Am Beispiel einer klassischen Stütze kann dies eindrucksvoll belegt werden. In Zusammenarbeit mit dem Ingenieurbüro Bollinger+Grohmann wurde eine Studie erstellt, bei der eine Megastütze des Opernturm-Hochhauses in Frankfurt am Main aus kon-

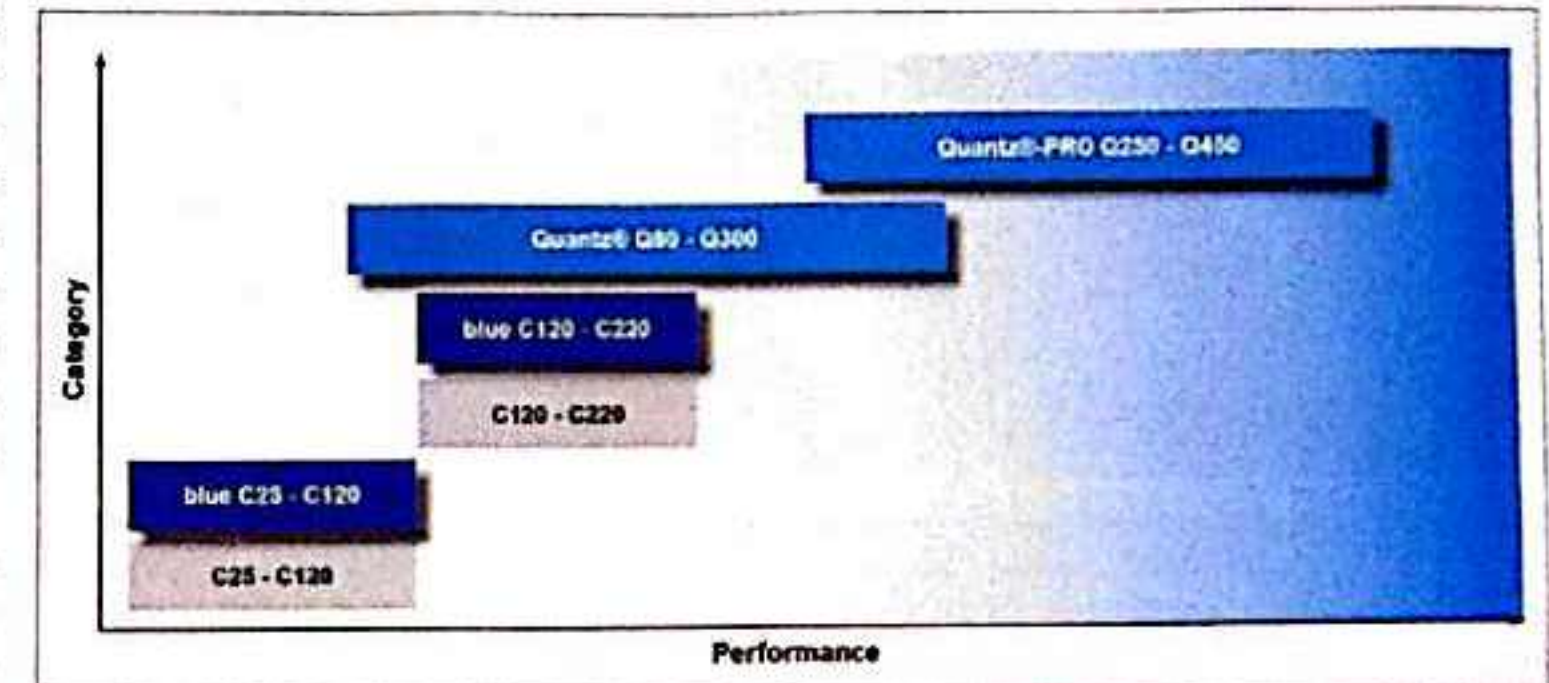


Abb. 2: Die Bandbreite von Quantz Performance geht weit über die reine mechanischen Druckfestigkeit hinaus: hohe Biegezugfestigkeiten, Dichtigkeit, Oberflächengute aber auch Nachhaltigkeit und Wirtschaftlichkeit.

## Wir bringen mit Ihnen weltweit Beton in jede Form!

Als kundenorientierter Hersteller und Dienstleister stellen wir Ihnen unser Know-How in den Bereichen Schalungstechnik und Unterstützungssystemen in jeder Phase eines Betonbauprojektes zur Verfügung. Machen Sie sich unsere Erfahrung zu Nutzen!

Produkte und Dienstleistungen von PASCHAL machen weltweit, in über 60 Ländern, das Arbeiten der Menschen leichter, besser und sicherer.

Service in Schalung + Rüstung

PASCHAL-Werk G. Maier GmbH · Kreuzbühlstr. 5 · 77790 Steinach  
Tel.: 0 78 32 71-0 · Fax: 0 78 32 71-209 · service@paschal.de · www.paschal.de

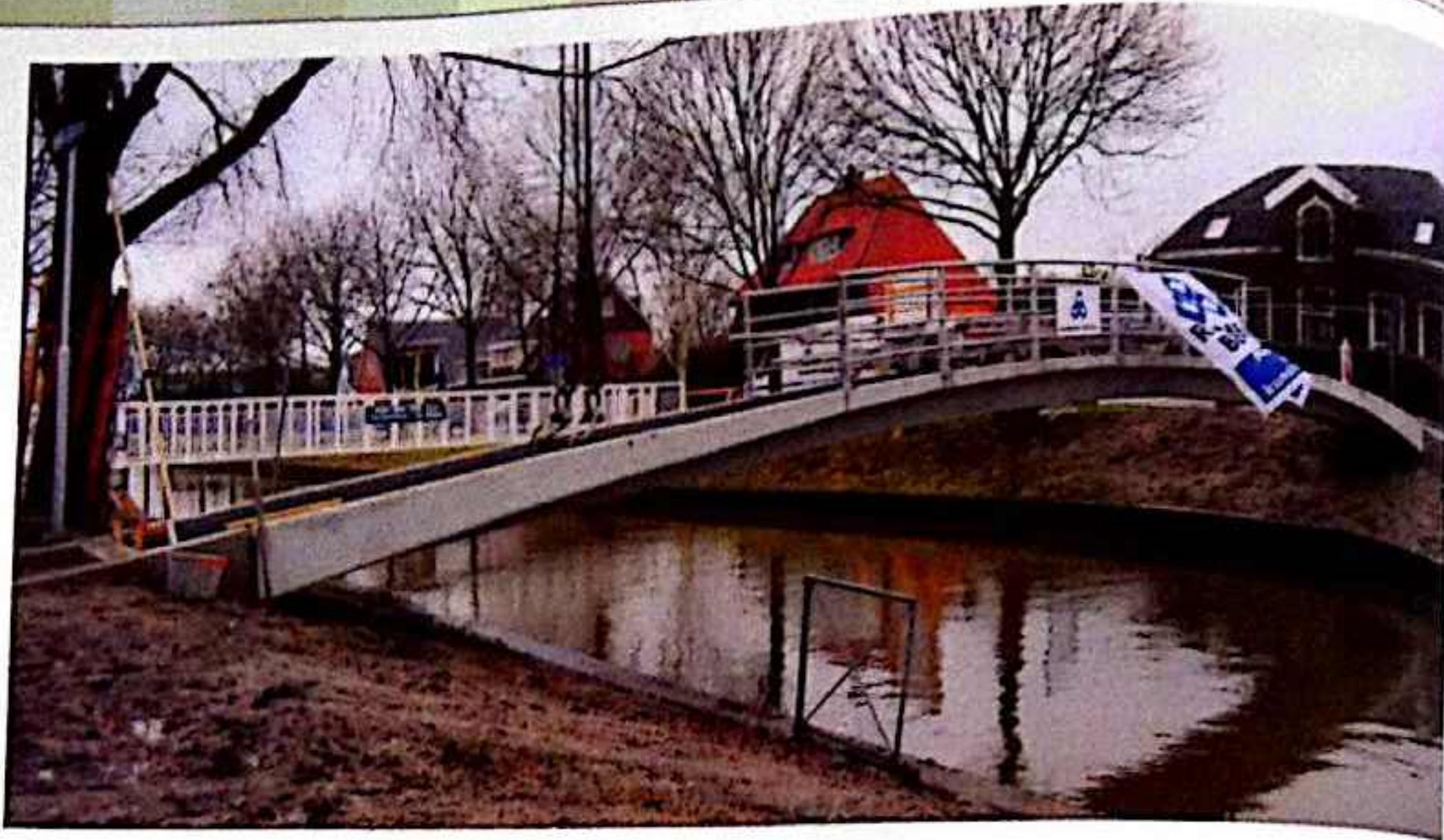


Abb. 3, Goosenbrueck in Utrecht bei der Montage im Januar 2011.



Abb. 4, Concrete-lace, der holländischen Designerin Doreen Westphal, hergestellt aus Quantz.

ventionellem C50-Beton einer Quantz-Stütze mit 190 N/mm<sup>2</sup> Druckfestigkeit gegenübergestellt wurde. Es hat sich gezeigt, dass unter den gleichen Randbedingungen der Querschnitt von 4,5 auf einen Quadratmeter reduziert werden könnte. Aber nicht nur dies, auch konnte ein Großteil der klassischen Bewehrung vernachlässigt werden. Einbergeht die achtzigprozentige Querschnittsverkleinerung mit einer Reduzierung des Primär-Energieaufwandes von circa 75 Prozent. Im Einzelnen entsteht diese Einsparung durch den



Abb. 5, Quantz Probekörper nach einer direkten Beheizung mit 1600°C bei der Entnahme aus dem Ofen. Nach wie vor kann das Material hier mit sehr guten mech. Eigenschaften überzeugen.

geringeren Rohstoffverbrauch im Beton, aber auch durch die Reduzierung des Stahlanteils. Weitere positive Nebeneffekte beim Einsatz von Quantz in der Fertigteil-Produktion stellen sich ein. Aufgrund der hohen Frühfestigkeit, die üblicherweise bei 90 N/mm<sup>2</sup> nach zwei Tagen liegt, ist die Erhöhung der Produktionsrate möglich.

Fertigteile werden aufgrund ihrer geringeren Querschnitte leichter – mehr Elemente können gleichzeitig transportiert werden.

Dass diese Technologie Quantz nicht nur in Deutschland oder Europa erfolgreich umgesetzt werden kann, zeigt zum Beispiel die Firma Takti aus Pittsburgh in den USA. Hochwertige, dauerhafte und innovative Fassadenelemente mit individuellen Oberflächen aus dem Material Quantz werden dort hergestellt und weltweit eingesetzt. Neben den Fassaden wird Takti in naher Zukunft auch Möbel für den Außenbereich herstellen.

Im Brückenbau zeigt der holländische Partner Romein Beton eindrucksvoll, welches Potenzial im Material Quantz steckt. Die Goosenbrueck mit einer Spannweite von circa zwanzig Metern und einem sich verzweigenden Querschnitt wurde monolithisch mit einem minimalen Anteil an Bewehrung und Vorspannstählen hergestellt. Das Leichtgewicht wurde sieben Tage nach der Herstellung ausgeschalt und bereits zwei Tage später an einem Kran angehoben (Abb. 3).

Einen weiteren Einsatz findet das Material im Bereich des Designs und der Innearchitektur. In Kooperation mit der Designerin Doreen Westphal aus Eindhoven, Holland, entstehen hier sehr beeindruckende Objekte, wie der concrete-lace. Aber auch tableware kann aus dieser kalten Keramik hergestellt werden, so wird beispielsweise eine limitierte Auflage von 1000 Vasen mit dem Design von Doreen Westphal hergestellt (Abb. 4).

In der Praxis übliche Ansätze zur Entsorgung von Zementen basieren in der Regel auf dem Einsatz von reaktiven, aufbereiteten Abfallstoffen wie zum Beispiel den Flugaschen. Jene werden über das sogenannte k-Wertverfahren auf das Bindemittel anzurechnen. Dieses regelt jedoch lediglich Randbedingungen wie die Anrechenbarkeit der chemischen Reaktivität und die maximale Einsatzmenge der einzelnen Stoffe. BlueConcrete beruht hingegen auf einer anderen Technologie. Das physikalische Festigkeitspotenzial von Stoffgemischen wird aktiviert und durch deren optimierte Zugabemengen vollständig aktiviert. Herangezogen werden nicht nur Feinstoffe wie das Bindemittel

mittel sondern auch der komplette Korn-Bereich der Korngemische, das heißt vom Klein- bis zum Größtkorn der Gesteinskörnungen. Der optimierte Einsatz der Bindemittel führt zu einer Füllung von Hohlräumen in der Mikrostruktur der Matrix und somit zu einer Erhöhung der Druckfestigkeit und der Dichtigkeit. Durch die Substitution eines Teils des Bindemittels mit anderen Feinstoffen wird die Dichtigkeit der Matrix erhöht, auch wenn diese nicht zwingend zur Festigkeitssteigerung des Materials führen.

Für einen österreichischen Kunden der Fertigteilprodukte im Segment der Wasser- und Abwassertechnik herstellt, hat G-tec dessen leicht verarbeitbaren Beton (LVB) der Festigkeitsklasse C 50/60 mit der blueCONCRETE-Technologie optimiert. Hauptaugenmerk lag hier in der Beibehaltung der mechanischen Eigenschaften sowie der Frühfestigkeit des Materials, die bei 24 N/mm<sup>2</sup> nach zwölf Stunden liegt, um Ausschallfristen zu gewährleisten. Über die Optimierung der Sieblinien genutzter Kalksteinkörnungen und des Brechsandes zusammen mit der einhergehenden Packungs- und Wasserfilmdickenberechnung konnten die geforderten Eigenschaften übertroffen, der Preis gesenkt und die Verarbeitbarkeit deutlich verbessert

werden. Der Zementanteil wurde um circa sechzehn Prozent und die Kosten des Materials pro Kubikmeter um circa dreißig Prozent gesenkt.

Beide Technologien führen nicht nur zu einem Innovationsvorsprung für die Unternehmen, sondern stellen eine außerordentlich wirtschaftliche und ökologische Alternative zu Standardlösungen dar. Insbesondere der grüne-Effekt, das heißt die Reduzierung von CO<sub>2</sub> durch den ressourcenschonenden Umgang mit Rohstoffen und die Reduzierung von Transportwegen werden langfristig immer interessanter. So werden nicht nur die in Europa wachsenden Anforderungen an ein umweltfreundliches Material erfüllt, auch in den USA kann die LEED- oder Green-Star-Zertifizierung erreicht werden.

Zementgebundene Werkstoffe auf der Basis von Quantz können noch mehr. In Kooperation mit Forschungseinrichtungen und Firmen entwickelt unser Büro das Material stets weiter. Die jüngste Entwicklung ist ein hoch temperaturbeständiges Material, welches einer Belastung von bis zu 1600 Grad Celsius standhält und seinen Einsatz im Ofenbau findet (Abb. 5). Temperaturen und Energie sind ebenso ein Schwerpunkt bei den neu entwickelten isolierenden Betonen, die im Vergleich zu bekannten Lösungen

besser dämmen, dabei aber höhere Festigkeiten aufweisen und schlankere Konstruktionen ermöglichen.

Im Bereich der Architektur findet Quantz aktuell einen Einsatz im retroreflektierenden Beton, dem sog. blingCRETE, welches von Prof. Heike Klusmann an der Universität Kassel initiiert und zusammen mit der Firma Hering Bau in einem gemeinsamen Forschungsprojekt umgesetzt wird. Und nur um abschließend eine der vielen weiteren Entwicklungen zu nennen: erdfeuchter Ultra-Hochfester Beton, der hohe Festigkeiten in kurzer Zeit ermöglicht und so große Vorteile für Produkte und Produktion bietet.

Die Entwicklungen im unteren Büro zeigen und belegen, dass durch eine erfolgreiche industrielle Umsetzung eine wirtschaftliche und nachhaltige Nutzung der zementgebundenen Werkstoffe der neuesten Generation schon jetzt möglich ist. Aber auch Null- und Kleinserien können bereits jetzt wirtschaftlich hergestellt werden. Dies ist insbesondere interessant, wenn kundenspezifische Produkte in kleinen Auflagen realisiert werden müssen.

Das Potenzial der zementgebundenen Hightech Materialien ist enorm, nicht nur das der mechanischen Eigenschaften, sondern auch das der neuen Anwendungsmöglichkeiten.

**INGENIEURE BEEINDRUCKT WENIG. HÖCHSTENS DIE GÜNSTIGEN TARIFE DER PRIVATEN GRUPPENVERSICHERUNG FÜR INGENIEURE.**



Krankentagegeldversicherung ab **27,40** EUR/Mon. mit Beitrag für einen 35-jährigen Mann nach Tarif GTI für 3.000 EUR mit Krankentagegeld ab dem 29. Tag.

Ich vertrau der DKV Der Gesundheitsversicherer der ERGO

Gestalten Sie als Ingenieur Ihre Gesundheitsvorsorge und die Ihrer Familie jetzt noch effektiver.

Die DKV, die Nr. 1 unter den Privaten in Europa, bietet Ihnen Krankenversicherungsschutz mit einem Höchstmaß an Sicherheit und Leistung. Nutzen Sie die günstigen Konditionen dieses Gruppenversicherungsvertrages:

**BEITRAGSNACHLÄSSE UND KEINE WARTEZEITEN.**

ja, ich möchte mehr über Das Unternehmen Gesundheit wissen. Ich interessiere mich für die DKV Gruppenversicherung für Ingenieure.

Einfach ausschneiden und faxen: **02 21 / 5 78 21 15**

Oder per Post an: DKV AG, RZGU, 50594 Köln  
Telefon 02 21 / 5 78 45 85, [www.dkv.com/ingenieure](http://www.dkv.com/ingenieure), [ingenieur@dkv.com](mailto:ingenieur@dkv.com)

Name: \_\_\_\_\_  
 Straße: \_\_\_\_\_  
 PLZ, Ort: \_\_\_\_\_  
 Geburtsdatum: \_\_\_\_\_  
 Telefon (privat/beruflich): \_\_\_\_\_  
 E-Mail: \_\_\_\_\_

angestellt  selbstständig

