

KONGRESSUNTERLAGEN PROCEEDINGS

Lösungen für morgen | Solutions for Tomorrow



Concrete Solutions
52. BetonTage
12. – 14. Februar 2008, Neu-Ulm

The article is an extract from the congress documentation on the 52nd BetonTage. More than 2,100 participants from 21 nations met in Neu-Ulm from 12.–14. February 2008 to inform themselves of the structural “solutions for tomorrow.” Nearly 100 speakers in a total of 13 technical panels, in addition to top representatives from the construction industry, research and architecture as well as a trade exhibition with over 140 service providers of the precast industry contributed to Europe’s largest specialized congress of the concrete and precast concrete industry.

The 53rd BetonTage 2009 from 10.–12. February 2009 will once again provide “Concrete Solutions“.

Bei dem Beitrag handelt es sich um einen Auszug aus den Kongressunterlagen der 52. BetonTage. Mehr als 2.100 Teilnehmer aus 21 Nationen kamen vom 12.–14. Februar 2008 nach Neu-Ulm, um sich über die baulichen „Lösungen für morgen“ zu informieren. Nahezu 100 Referenten in insgesamt 13 Fachpodien, dazu Spitzenvertreter aus Bauwirtschaft, Forschung und Architektur sowie eine Fachausstellung mit über 140 Dienstleistern der Branche, dies bietet Europas größter Fachkongress der Beton- und Fertigteilindustrie.

Auch die 53. BetonTage vom 10.–12. Februar 2009 werden wieder „Concrete Solutions“ liefern.

Concrete Solutions 53. BetonTage 10. – 12. Februar 2009, Neu-Ulm

Further information is available from the organizer:

Weitere Informationen dazu erhalten Sie beim Veranstalter:



FBF Betondienst GmbH
Gerhard-Koch-Strasse 2–4
73760 Ostfildern
Tel.: +49 711 32732-300
info@betontage.de
www.betontage.de

Media partner of the BetonTage is the technical journal **BFT INTERNATIONAL** from Bauverlag. Summaries of all presentations made at the BetonTage 2008 are compiled in issue 02/2008, which can be ordered from Bauverlag.

Medienpartner der BetonTage ist die Fachzeitschrift **BFT INTERNATIONAL** Betonwerk + Fertigteil-Technik aus dem Bauverlag. Die Kurzfassungen aller Vorträge der BetonTage 2008 sind in der Ausgabe BFT 02/2008 zusammengestellt, diese kann beim Bauverlag bestellt werden.

Further information is available from the editorial office:

Weitere Informationen sind im Redaktionsbüro erhältlich:



Bauverlag BV GmbH
Redaktion BFT INTERNATIONAL
Avenwedder Straße 55
33311 Gütersloh/Germany
Tel.: +49 5241 80-89364
bft@bauverlag.de
www.bft-online.info

Smart materials

– Degradation of air pollutants and self-cleaning using thin nano-TiO₂ layers

– Abbau von Luftschadstoffen und Selbstreinigung durch dünne Schichten aus Nano-TiO₂

Autor



Dr. rer. nat. Dietmar Stephan, Universität Kassel, dietmar.stephan@uni-kassel.de
 Studium der Chemie an der Universität Gesamthochschule Siegen und Bristol University, GB, Vertiefung: Bauchemie; Promotion im Bereich Zementchemie bei Prof. Dr. D. Knöfel; 1999–2001 Senior Scientist Cement & Quality bei Heidelberger Zement; anschließend Habilitand am Lehrstuhl für Bauchemie an der Technischen Universität München; seit 2006 Leitung der Abteilung Anorganische Bindemittel und Smart Materials im FG Werkstoffe des Bauwesens und Bauchemie im FB Bauingenieurwesen, Universität Kassel.

The requirements on concrete as a state-of-the-art building material are becoming more and more complex with regard to its properties. First of all, concrete is used to construct buildings and structures. However, on the positive side, it also shows various additional characteristics, such as being highly durable and neutral to the environment, and offering huge opportunities to achieve an esthetically pleasing design. By using certain titanium dioxide (TiO₂) modifications, concrete surfaces can fulfill even more functions: Exposure to light causes the TiO₂ layers to become superhydrophilic, and the angle of contact to water reduces to nearly 0°. Water on such a surface does not form any droplets anymore but spreads extensively in a very thin layer and, hence, travels underneath adherent dirt as well. For this reason, it is easily possible to wash off this dirt, which results in a certain type of self-cleaning. The large-scale spreading of the water leads to a considerable extension of the area of evaporation. Thus, water can evaporate much more rapidly. In Japan, this effect is already being used for areas consisting of glass to cool buildings with a minimum amount of energy.

By using photocatalytically active TiO₂, it is also possible to use the energy provided by the sunlight to degrade organic and inorganic pollutants – very similar to the principle of a catalyst. On the TiO₂ surfaces, water can react to form highly reactive hydroxyl radicals. Such radicals are also formed in the atmosphere. There they act as an “atmospheric washing machine” by decomposing many air pollutants through their oxidizing effect. Surfaces of building materials modified by TiO₂ can, for example, reduce the amount of gaseous air pollutants occurring as NO_x or formaldehyde, as well as decompose the almost invisible oil and grease films existing on nearly every surface. As these thin layers improve the adhesion of dirt on surfaces, their decomposition increases self-cleaning in addition to the superhydrophilic effect. Since biological materials are also decomposed, the TiO₂ photocatalytic process can also be used to sterilize surfaces, e.g. in hospitals and in all areas of food processing. Moreover, so-called biofilms can be minimized by using TiO₂. These films are not only undesirable for esthetic reasons but also

Der Anspruch an den zeitgemäßen Baustoff Beton wird hinsichtlich des Eigenschaftsprofils immer komplexer. Primär dient der Beton zum Errichten von Bauwerken und Gebäuden, er zeichnet sich jedoch auch durch verschiedene zusätzliche positive Eigenschaften aus, wie z. B. eine hohe Dauerhaftigkeit, ökologische Unbedenklichkeit und vielfältige ästhetische Gestaltungsmöglichkeiten. Durch den Einsatz bestimmter Titandioxid (TiO₂)-Modifikationen können die Betonoberflächen noch zusätzliche Funktionen erhalten: Durch Lichteinwirkung werden TiO₂-Schichten superhydrophil und der Kontaktwinkel zum Wasser geht auf nahezu 0° zurück. Wasser auf einer solchen Oberfläche bildet somit keine Tröpfchen mehr, sondern breitet sich großflächig in einer sehr dünnen Schicht aus und unterwandert dabei auch anhaftende Verschmutzungen. Dadurch lassen diese sich leicht von den Oberflächen abwaschen, was zu einer Art Selbstreinigung führt. Das großflächige Ausbreiten des Wassers führt auch zu einer wesentlichen Vergrößerung der Verdunstungsfläche. Wasser kann dadurch deutlich schneller verdunsten. Auf Glasflächen wird dieser Effekt bereits in Japan genutzt, um Gebäude mit minimalem Energieaufwand zu kühlen.

Beim Einsatz von fotokatalytisch aktivem TiO₂ kann die Energie des Sonnenlichts jedoch auch noch anderweitig genutzt werden, nämlich zum Abbau organischer und anorganischer Schadstoffe quasi wie ein Katalysator. Auf den TiO₂-Oberflächen kann Wasser zu sehr reaktiven Hydroxyl-Radikalen reagieren. Auch in der Atmosphäre entstehen solche Radikale und haben dort die Funktion einer „atmosphärischen Waschmaschine“, indem sie viele Luftschadstoffe durch ihre oxidierende Wirkung abbauen. TiO₂-modifizierte Baustoffoberflächen können beispielsweise sowohl die gasförmigen Luftschadstoffe NO_x oder Formaldehyd vermindern als auch die auf fast allen Oberflächen vorhandenen, praktisch unsichtbaren Filme von Ölen und Fetten abbauen. Weil diese dünnen Filme die Haftung von Verschmutzungen auf Oberflächen verbessern, trägt deren Abbau zusätzlich zur Superhydrophilie und zur Selbstreinigung von Oberflächen bei. Da auch biologisches Material zersetzt wird, kann die TiO₂-Fotokatalyse auch zum Sterilisieren von Oberflächen z. B. in Krankenhäusern und in allen Bereichen der Lebensmittelverarbeitung genutzt werden. Darüber hinaus lassen sich auch sogenannte Biofilme, die nicht nur aus ästhetischen Gründen ungewollt sind, sondern auch zu einer Biokorrosion von Baustoffoberflächen führen können, durch den Einsatz von TiO₂ vermindern.

Um der Baustoffoberfläche mit TiO₂ „smarte“ Eigenschaften zu verleihen, gibt es entweder die Möglichkeit, das TiO₂ in den Baustoff einzumischen oder diesen mit einer dünnen, möglichst transparenten Schicht aus Nano-TiO₂ zu beschichten (Abb. 1). Einige der Vor- und Nachteile beider Vorgehensweisen sind in Tabelle 1 zusammengefasst. Transparente Beschichtungen aus TiO₂ lassen sich nur erzeugen, wenn die Möglichkeiten der Na-

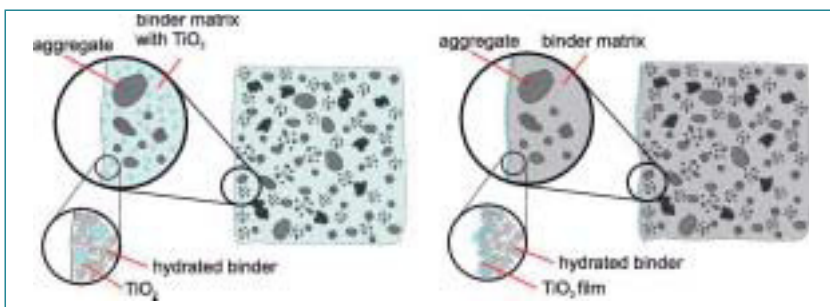


Fig. 1 Options to produce smart surfaces with TiO₂; left: use of TiO₂ in the master batch, right: thin layer of TiO₂.

Abb. 1 Möglichkeiten zur Erzeugung smarter Oberflächen mit TiO₂; links: Verwendung von TiO₂ in der Grundmischung, rechts: dünne Beschichtung mit einem TiO₂-Film.

	Advantage	Disadvantage
TiO ₂ in master batch	Easy application	High mass fraction of TiO ₂
	Good availability of usable TiO ₂	Only a small amount of the TiO ₂ surface is effective
	Self-healing effect in case of damage	Cannot be applied to existing surfaces
TiO ₂ as coating	Only small amounts of TiO ₂	No self-healing effect in case of damage
	High concentration of TiO ₂ on the surface	Additional cycle for application
	Can be applied to existing surfaces	So far only little availability of usable TiO ₂ dispersions

Table 1 Advantages and disadvantages of using TiO₂ in the master batch and as a coating.

	Vorteil	Nachteil
TiO ₂ in Grundmischung	Einfache Anwendbarkeit	Hoher Massenanteil TiO ₂
	Gute Verfügbarkeit von geeignetem TiO ₂	Nur ein geringer Anteil der TiO ₂ -Oberfläche ist wirksam
	Selbstheilung bei Beschädigung	Keine Anwendung auf bestehenden Oberflächen
TiO ₂ als Beschichtung	Nur geringe Mengen TiO ₂	Keine Selbstheilung bei Beschädigung
	Hohe Konzentration TiO ₂ auf der Oberfläche	Zusätzlicher Arbeitsgang bei der Anwendung
	Anwendbarkeit auf bestehenden Oberflächen	Bislang geringe Verfügbarkeit geeigneter TiO ₂ -Dispersionen

Tabelle 1 Vor- und Nachteile der Anwendung von TiO₂ in der Grundmischung und als Beschichtung.

because they can lead to biocorrosion of building materials surfaces.

In order to use TiO₂ to provide the building material's surface with "smart" characteristics, there is either the possibility to mix TiO₂ to the building material or to cover it with a thin, and as transparent as possible, layer of nano-TiO₂ (Fig. 1). Some of the advantages and disadvantages of both approaches are summarized in Table 1. Transparent layers of TiO₂ can only be produced when the options offered by nanotechnology are used. As can be seen in Fig. 2, the TiO₂ nanoparticles have to be completely dispersed. Today, transparent TiO₂ layers are still under development but could soon turn concrete into an even longer-lasting, multifunctional material.

Fig. 2 Dispersions of 1 g of TiO₂ each in 100 ml of water; left: nanostructured TiO₂ (primary particle size approx. 16 nm), with particles partly agglomerated and aggregated; right: completely dispersed particles of TiO₂ (primary particle size approx. 10 nm).

Abb. 2 Dispersionen aus je 1 g TiO₂ in 100 ml Wasser; links: Nanoskaliges TiO₂ (Primärpartikel ca. 16 nm), bei dem die Teilchen teilweise agglomeriert und aggregiert sind, rechts: vollständig dispergierte TiO₂-Partikel (Primärpartikel ca. 10 nm).



notechnologie genutzt werden. Wie aus Abb. 2 ersichtlich, müssen die TiO₂-Nanopartikel vollständig dispergiert vorliegen. Transparente TiO₂-Beschichtungen befinden sich bislang noch in der Entwicklung, könnten jedoch schon bald aus dem Beton einen noch nachhaltigeren multifunktionalen Baustoff machen.