

SEDE

Via Martelli, 26 - 40138 Bologna
Tel. (051) 534015 - Fax. (051) 530085

CERTL.CER.

LABORATORIO DI ZONA

Via Valle D'Aosta, 1
41049 Sassuolo
Tel. +39 0536 915311

USL-Nr. 0094778-0375

Bologna, 23. Juli 2009

Graniti Fiandre S.p.A
Via Radici Nord, 112
42014 Castellarano (RE)
ITALIA

Ergebnis der Nachforschung: Keramikfliesen mit photokatalytischer Oberfläche

Das Centro Ceramico Bologna wurde von Graniti Fiandre zu einer Nachforschungsarbeit beauftragt, bei der eine Keramikfliese mit oberflächlichen photokatalytischen Eigenschaften und deren Produktionsmethode bereit gestellt wurden.

Die photokatalytische Aktivität einer Keramikfliesenoberfläche kann

- verschiedene organische (z.B. Kohlenwasserstoffe, VOC) und anorganische Schadstoffe (z.B. Stickstoffoxide) abbauen;
- verschiedene Bakterienstämme abschaffen.

Bei dieser Nachforschung wurde eine neue Methode für die Herstellung von Keramikfliesen mit photokatalytischer Oberfläche bereitgestellt, die sich von den bereits bekannten Methoden unterscheidet. Insbesondere weist der als Photokatalysator benutzten Titania-Staub keine nanometrische, sondern eine mikrometrische Größeneinheit auf. Diese Entscheidung beruht auf der Tatsache, dass ein Nanometer großer Staub eher gesundheitsschädliche Folgen hätte haben können, sofern keine hochentwickelten Schutzvorrichtungen eingesetzt worden wären. Beim Erarbeiten dieses Verfahrens wurde auf den Einsatz von Sol-Gel-Systemen verzichtet, weil einerseits eine Kontrolle dieser Systeme auf industrieller Ebene sehr schwierig ist und andererseits die Emissionen von organischen Substanzen während der Produktion gefährlich sind. Bei dieser Nachforschung wurde zur Gewährleistung einer perfekten Haftung des Titanias auf der Keramikfliesenoberfläche, letztere mit einer anorganischen Klebstoffschicht bestrichen.

Die photokatalytische Aktivität des Produkts wurde mittels spezifischer Tests zur Bestimmung dieser Aktivität im flüssigen und gasförmigen Zustand erarbeitet. Es wurden des Weiteren auch Widerstandstests gegen den Bakterienwuchs durchgeführt.

Die hier aufgelisteten Ergebnisse wurden anhand von an einer von Graniti Fiandre zur Verfügung gestellten Keramikfliesenpartie durchgeführten Tests errungen:

"Extra White Naturale, unbehandelte Oberfläche, 60x30cm, industriell in Castellarano (I) nach einem Patent PCT/IB2009/006002 hergestellt".

- Photokatalytische Aktivität im flüssigen Zustand

Die photokatalytische Aktivität im flüssigen Zustand wurde unter Bestimmung des zeitlich bedingten Abbaus der organischen Verbindung von Indigo und Carmin (IC) mittels Spektrofotometer (mit einer Wellenlänge von 610 nm) bewertet. Die keramischen Muster wurden mit einer 9-W-Quecksilberdampfampe bestrahlt.

(Philips PL-S 9W/08/2P, NL) mit $\lambda_{\text{max}} = 370$ nm. Der Photodegradationsindex η wurde folgendermaßen berechnet (1):

$$\eta(\%) = \frac{C_0 - C_x}{C_0} \times 100 \quad (1)$$

hier steht C_0 für die anfängliche Konzentration von IC, 1 ppm, und C_x entspricht der Konzentration nach einer bestimmten Einstrahlungsdauer. Die Ergebnisse des Photodegradationsindex η nach 30 Stunden sind in der Tabelle 1 aufgeführt.

Tabelle 1

	η %
Keramikfliese ohne photokatalytische Beschichtung	<10
Keramikfliese mit photokatalytischer Beschichtung	70

- Photokatalytische Aktivität im gasförmigen Zustand

Die photokatalytischen Tests im gasförmigen Zustand wurden in Anlehnung an die Norm UNI-11247-2007 durchgeführt. Die Konzentrationsveränderungen der Stickstoffoxide wurden mittels Chemolumineszenz analysiert. Die photokatalytische Aktivität A_p , in m/h, wurde folgendermaßen berechnet (2):

$$A_p = \frac{C_B - C_L}{C_A} \times \frac{F}{S} \times I \quad (2)$$

hier entsprechen C_B und C_L , in ppm, den Konzentrationen der Stickstoffoxide nachdem im Dunkeln und unter Einstrahlung ein konstanter Wert erreicht wurde; S entspricht der Fläche des Musters in m^2 , F entspricht dem Gasfluss in m^3/h , und I entspricht dem Lichtstrom, der durch den Vergleich der versuchsmäßig ermittelten Intensität (in W/m^2) bei $1000 \text{ W}/\text{m}^2$, was ca. 100.000 Lux entspricht, d.h. dem durchschnittlichen Wert, den das Sonnenlicht im Juli um 12:00 mittags erreicht ($I=1000/I'$). Die Ergebnisse der photokatalytischen Tests im gasförmigen Zustand sind in der Tabelle 2 in der Spalte für den Abzug von NO_x ($\text{NO}_2 + \text{NO}$) aufgelistet; in der Tabelle sind auch die Werte für NO enthalten. Diese Werte sind zuverlässiger als NO_2 , da eine Verringerung von NO ausschließlich auf den photokatalytischen Effekt zurückzuführen ist.

Tabelle 2

A_p , m/h	NO_x	NO
Keramikfliese ohne photokatalytische Beschichtung	23,3	31,4
Keramikfliese mit photokatalytischer Beschichtung	69,4	107,3

Das durchfließende Gas enthielt 0,55 ppm NO_x (0,15 ppm NO_2 und 0,4 ppm NO) bei einer Fließgeschwindigkeit von $1000 \text{ cm}^3/\text{min}$

- Widerstandstests gegen den Bakterienwuchs

Durch die Tests konnten die Überlebensfähigkeiten von Bakterien wie *Escherichia Coli* ATCC 25922 auf der bestrahlten Keramikfliesenoberfläche bewertet werden. Die Anzahl der lebenden Bakterien wurde nach 24 Stunden Kontaktzeit unter der 9-W-Quecksilberdampfampe (Philips PL-S 9W/08/2P, NL) mit $\lambda_{\text{max}} = 370$ nm gezählt. Der Prozentsatz der Bakterien S, die den Test überlebt haben, wird aus dem Vergleich der Anzahl der überlebenden Bakterien auf der geprüften Musterfliese, N_c , und der Anzahl der überlebenden Bakterien auf einer Fliesenoberfläche ohne photokatalytische Schicht, N_0 , folgendermaßen errechnet (3):

$$S = \frac{N_e}{N_c} \times 100 \quad (3)$$

Die Ergebnisse sind in der Tabelle 3 zusammengefasst.

Tabelle 3

	Überlebensfälle, %
Keramikfliese ohne photokatalytische Beschichtung	100
Keramikfliese mit photokatalytischer Beschichtung	0

Der Leiter der Forschungsstelle
(Prof. Ing. Giorgio Timellini)

