

Gutachten

zur

Wirksamkeit von

AirClean[®],

dem photokatalytisch aktiven Pflasterstein

der

F.C. Nüdling Betonelemente GmbH + Co. KG
36037 Fulda
Ruprechtstraße 24

**zur Minderung von Stickoxidkonzentrationen
in der Luft**

erstellt von:
Fraunhofer-Institut für Molekularbiologie und Angewandte Oekologie
Auf dem Aberg 1
57392 Schmallenberg

AZ 25306-31

gefördert durch die Bundesstiftung Umwelt

Schmallenberg, Januar 2010

Zusammenfassendes Statement

In einer Reihe von Untersuchungen konnte belegt werden, dass die Stickoxid (NO_x) - Konzentration in belasteter Außenluft durch mit Titandioxid dotierten Pflastersteinen, die von der Firma F.C. Nüdling Betonelemente GmbH + Co. KG in einem eigens entwickelten Verfahren hergestellt werden, schnell und signifikant erniedrigt wird.

Die photokatalytisch aktiven Pflastersteine leisten damit einen aktiven Beitrag zum Umweltschutz.

Ein Umweltrisiko durch Abbauprodukte besteht nicht.

Beleg der Wirksamkeit der entwickelten Steine

Die Wirksamkeit der optimierten Pflastersteine wurde in mit zwei unabhängigen Untersuchungsmethoden nachgewiesen:

- Testung von Mustersteinen mit Hilfe eines Standardverfahrens in Anlehnung an die Norm ISO 22197-1¹,
- Langzeit-Feldversuch in 2 Straßen-Canyons mit einer Fläche von je 315 m².

In einer Höhe von 3 m über dem photokatalytisch aktivem Pflasterstein AirClean[®] wurden im Langzeit-Feldversuch folgende durchschnittlichen Reduzierungsraten unter Berücksichtigung wechselnder Wind- und Helligkeitsverhältnisse nachgewiesen:

NO₂-Reduzierungsrate: 18 %
NO-Reduzierungsrate: 29 %

Im Betrachtungszeitraum lag die Beleuchtungsstärke 30 % unter dem Jahresmittelwert, durch Schatteneinwirkung wurde die Beleuchtungsstärke der Feldversuchsfläche um 31 % reduziert. Die Beleuchtungsstärke auf der Feldversuchsfläche während der Messzeiten entsprach den Tagesmittelwerten über den 24-Stunden-Zeitraum.

Unter Berücksichtigung dieser bei den Feldversuchen vorliegenden Rahmenbedingungen sollten mit AirClean[®] unter den in Mitteleuropa herrschenden durchschnittlichen Helligkeits-Bedingungen folgende Jahresreduzierungsraten in 3 m Höhe erreicht werden:

NO₂-Reduzierungsrate: 25 %
NO-Reduzierungsrate: 41 %.

Bei Windstille und den in Straßen-Canyons vorherrschenden Strömungsbedingungen konnten Reduzierungsraten für NO₂ und NO von jeweils bis zu 70 % gemessen werden.

Bei der Messung an einer Bundesstraße in Erfurt (Gothaer Platz, Pflasterstein AirClean[®] verlegt) wurde in 3 m Höhe eine durchschnittliche Verminderung von 20 % bezüglich NO₂ und 38 % bezüglich NO erreicht.

¹ Abweichung von der Norm durch Nutzung einer 9fach erhöhten Bestrahlungsstärke

Damit werden die Ergebnisse der Langzeit-Messungen im Feldversuch nachdrücklich belegt. Die Messungen erfüllen den Qualitätssicherungsstandard der 22. BImSchV [Verordnung über Immissionswerte für Schadstoffe in der Luft in der Fassung der Bekanntmachung vom 4. Juli 2007 (BGBl. I S. 1006)], Anlage 4 für orientierte Messungen. Sie entsprechen analog der Anlage 2 der 22. BImSchV mit einer repräsentativen Fläche von mehr als 200 m² den großräumigen Standortkriterien für Messungen zum Schutz der menschlichen Gesundheit den Probenahmestellen für den Verkehr. Die Messgeräte entsprechen der Anlage 5 Abs. II der 22. BImSchV - Referenzmethoden für die Beurteilung von Stickstoffdioxid und Stickstoffoxiden. Die Messungen erfolgen entsprechend ISO 7996: 1985 Luft mit dem Chemilumineszenzverfahren. Die verwendeten Messgeräte sind damit baugleich zu den Messgeräten, wie sie in den Luftmessstationen der Länder zum Einsatz kommen.

Beleg der Qualität der entwickelten Steine hinsichtlich Langzeitstabilität

A) Photokatalytische Aktivität

Die photokatalytische Aktivität wurde an AirClean[®]-Pflastersteinen untersucht, die in einer stark mit LKW befahrenen Straße verlegt wurden. Der Untersuchungszeitraum betrug 2 Jahre. Infolge noch stattfindender chemischer Reaktionsvorgänge an der Oberfläche verminderten sich die Abbauraten. Starker Fahrverkehr, der einer Oberflächenbehandlung gleichzusetzen ist, war ausreichend, um bereits nach 14 Monaten die Anfangskonzentration des frischen AirClean[®]-Pflastersteins wiederzuerlangen. Im Zeitraum 14 – 23 Monate nach Verlegung ist keine signifikante Veränderung der photokatalytischen Aktivität zu erkennen. Es ist somit von einer guten Langzeitstabilität unter realen Nutzungsbedingungen auszugehen.

B) Prüfung der entwickelten Pflastersteine nach DIN EN 1338

Als Grundlage für die Eigenschaft der Festigkeit diente die Bestimmung der Spaltzugfestigkeit des Gesamtsteins. Das Abwitterungsverhalten wurde nach dem CDF-Verfahren und dem Slab-Test bestimmt. AirClean[®] erfüllt alle Normwerte zum Zeitpunkt der Verlegung. Nach einem Zeitraum von 23 Monaten wurde keine Verschlechterung bei den Festigkeits- und Abriebuntersuchungen festgestellt. Auch hier ist von einer guten und normgerechten Langzeitstabilität auszugehen.

Prospektive Umweltrisikoprüfung durch Transformationsprodukte

Eine prospektive Umweltrisikoprüfung (multi-worst-case) wurde für Nitrat durchgeführt. Es konnte belegt werden, dass die Stickoxide zu Nitrat umgesetzt werden, Nitrat also ein Endprodukt aus dem photokatalytischen Abbau der Stickoxide ist. Der maximale Eintrag in ein Oberflächengewässer beträgt 15 mg/L (Grenzwert für Fischgewässer 20 mg/L). Die maximal bildbare Nitratkonzentration im Grundwasser, die auf photokatalytische Reaktionen zurückgeführt werden kann, liegt bei 5 mg/L (Nitrat-Grenzwert für Grundwasser 50 mg/L). Die durch die photokatalytische Reaktion gebildeten und in die Umwelt eingetragenen Nitratmengen liegen deutlich unterhalb der zurzeit gültigen Grenzwerte.

Schmallenberg, 25. Januar 2010



(Dr. Monika Herrchen)