



# Aktives Betonpflaster und Abstreusplitt für Asphaltdecken

AIRCLEAN®



### UMWELTSCHUTZ

AirClean<sup>®</sup>-Pflaster: Diese Betonprodukte machen Stickoxide unschädlich.

AirClean<sup>®</sup>-Granulat: Eine völlig neue Möglichkeit Luftschadstoffe (NO/NO<sub>2</sub>) zu reduzieren.

### Impressum

Fotografie  
F. C. Nüdling Betonelemente GmbH + Co. KG;  
Wolfgang Fallier, Poppenhausen; Darstellungsort, Erfurt;  
FACHWERK 5, Künzell

stock.adobe.com:  
candy1812, John Smith, zhu difeng



## UMWELTSCHUTZ MIT AIRCLEAN®

Betonprodukte mit AirClean®-Technologie nutzen die Energie der Sonne, um Luftschadstoffe unschädlich zu machen. Das eingebettete Titandioxid wirkt dabei als Katalysator, der die gefährlichen Stickoxide zersetzt. Das Ergebnis dieser Stoffumwandlungen sind unschädliche Nitrate. So einfach kann Umweltschutz sein.

TiO<sub>2</sub>

LICHT

LUFT

Grundlage für die schadstoffreduzierende Wirkung von AirClean® ist die Photokatalyse:

TITANDIOXID + SONNENLICHT = BESSERE LUFT.

  
AirClean®  
*inside*

# DAS STICKOXID-PROBLEM

## Urbane Räume wachsen und mit Ihnen die Gesundheitsrisiken für die Bürger

Nach wie vor nimmt die Bevölkerung von Städten sowohl weltweit, als auch in den Ballungszentren Deutschlands zu. Damit ist bisher zwangsläufig auch eine Zunahme des Straßenverkehrs verbunden. Zusätzlich nimmt der Schwerverkehr ebenfalls mit der steigenden Wirtschaftsleistung eines Landes oder einer Region zu. Die daraus resultierenden Stickstoffoxid-Konzentrationen stellen für den in diesen Ballungsräumen lebenden und arbeitenden Menschen ein ernstes Gesundheitsproblem dar.

## Drohende Klagen wegen Überschreitung der Grenzwerte

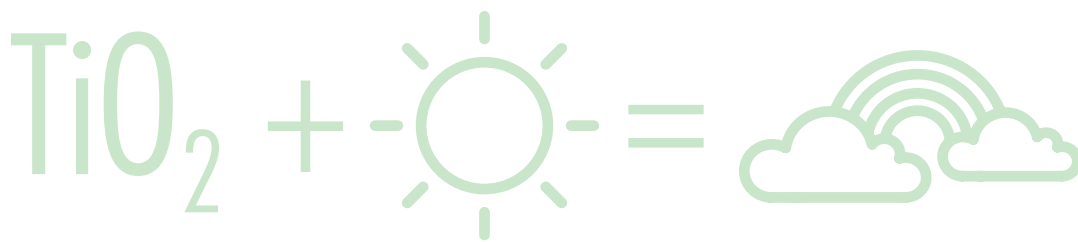
Obwohl in den letzten Jahren in Deutschland die Schadstoffbelastungen aufgrund verschiedener Maßnahmen grundsätzlich geringer geworden sind, können an einer Vielzahl von Messstellen die gesetzlich geforderten Grenzwerte, insbesondere der Stickstoffdioxidwerte ( $\text{NO}_2$ ), nicht eingehalten werden. Natürlich haben zu der gegenwärtig unbefriedigenden Situation auch die nicht eingehaltenen Versprechen der Autoindustrie, bezüglich schadstoffarmer Motoren, ihren negativen Beitrag geleistet.

## Zukunftsfähige Verkehrskonzepte erfordern langfristige Planungen

Die aktuelle Diskussion in Deutschland und auch in ganz Europa ist von einer Vielzahl möglicher Maßnahmen vor allem hinsichtlich der Dieseldebatte geprägt. Städte und Kommunen prüfen und entwickeln Konzepte wie beispielsweise den Ausbau des öffentlichen Personennahverkehrs, Elektromobilität, Carsharing-Angebote, elektrisch angetriebene Transportmittel, die Umsetzung autofreier Innenstädte. Neue Verkehrskonzepte erfordern jedoch die Entwicklung zukunftsfähiger gesetzlicher Rahmenbedingungen und Partnerschaften zwischen dem privaten und öffentlichen Sektor. Gerade für die stark belasteten Verkehrsräume bieten sich kaum Lösungen, die rasch umgesetzt werden können.

## Kurzfristig und effizient: Neubau und Sanierung von Verkehrsflächen mit AirClean®

Maßnahmen im Bereich der Neugestaltung und Sanierung von Verkehrsflächen lassen sich kurzfristig realisieren. Hier sind die Planungswege kürzer und die Erfolge für lebenswertere Stadträume schneller umsetzbar. Mit dem Einsatz der AirClean®-Technologie gelingt hierbei eine nachweisbare Verbesserung der Luftqualität – für Mensch und Umwelt

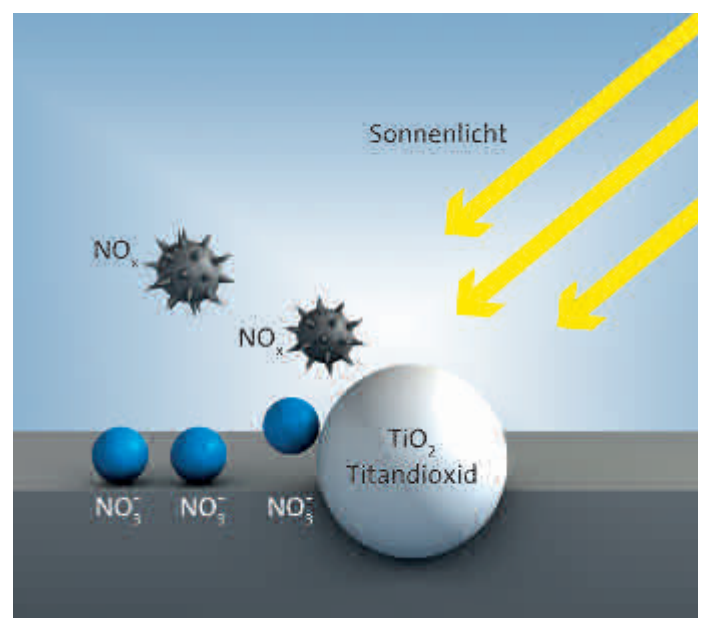


## Das Prinzip der Schadstoffreduzierung durch Sonnenlicht: Photokatalyse

Wichtigster Bestandteil des Reaktionsablaufs ist der sog. Katalysator, in unserem Fall eine spezielle Modifikation von  $\text{TiO}_2$ . Weiterhin ist es notwendig, dass Sonnenlicht auf die  $\text{TiO}_2$ -Moleküle einwirkt. Wenn nun die  $\text{NO}$  oder  $\text{NO}_2$ -Moleküle (zusammengefasst auch als  $\text{NO}_x$  dargestellt) auf die  $\text{TiO}_2$ -Oberfläche treffen, werden diese Moleküle aufgespalten, in der Hauptsache in  $\text{NO}_3$  (Nitrat) sowie  $\text{O}_2$  (Sauerstoff) und  $\text{OH}$ -Moleküle.

Das Nitrat bleibt zunächst auf der Oberfläche, bis es durch Regenwasser gelöst und abgespült wird. Im urbanen Straßenverkehrsraum kann davon ausgegangen werden, dass das gelöste Nitrat mit dem Regenwasser über die Kanalisation einer Kläranlage zugeführt wird, wo das Nitrat durch den Reinigungsprozess unschädlich gemacht wird und es zu keiner zusätzlichen Belastung für das Grundwasser werden kann.

Sonnenlicht aktiviert den Katalysator Titandioxid zu einer schnellen chemischen Reaktion mittels Photokatalyse. Der Photokatalysator  $\text{TiO}_2$  ist Bestandteil der Betonrezeptur und wirkt an der Oberfläche des Betonpflastersteines.



## Betonpflaster und Abstreusplitt für Asphalt-schichten sorgen aktiv für saubere Luft!

AirClean® Pflastersteine und GRANULATE reduzieren schnell und effizient das gesundheitsschädliche NO<sub>2</sub> (Stickstoffdioxid) und leisten so durch den Abbau der Stickoxide einen Beitrag zur Einhaltung der Grenzwerte. Die Grundlage der Wirksamkeit von AirClean® ist die Photokatalyse. Mit AirClean® Betonpflaster und Asphaltgranulaten die Welt ein wenig sauberer gestalten!

Ob kleine Fläche mit großer Wirkung oder Großprojekte mit zukunftsweisendem Umweltgedanken. Der Einsatzbereich von AirClean® ist so vielseitig wie das Produktangebot.



Mit **AirClean® LEVEL 1** bieten wir die kostengünstige Einsteigerversion. Der Photokatalysator TiO<sub>2</sub> wird werkseitig als Beschichtung auf die Steinoberfläche aufgetragen.

Bei **AirClean® LEVEL 2** wird der Photokatalysator TiO<sub>2</sub> dauerhaft in die Betonmatrix (Vorsatzbetonschicht) eingebunden, dabei jedoch chemisch nicht verändert.

Bei **AirClean® LEVEL 3** verbinden wir die Vorteile von „1“ und „2“ – dem Höchstmaß der Schadstoffreduzierung. Um kurzfristig hohe Abbauraten zu erzielen wird der Photokatalysator TiO<sub>2</sub> zum einen werkseitig als Beschichtung aufgetragen und zum anderen dauerhaft in die Betonmatrix (Vorsatzbetonschicht) eingebunden.

Um die Schadstoffreduzierung auch in einer stark verkehrsbelastenden städtischen Umgebung voll auszuschöpfen, wurde ein Straßenbelag entwickelt, der auch im Fahrbahnbereich eingebaut werden kann. Das **AirClean®-GRANULAT** besteht aus einer künstlich gebrochenen Gesteinskörnung aus Beton, die wie bei den Pflastersteinen TiO<sub>2</sub> enthält.

# SICHER UND ZUVERLÄSSIG – AIRCLEAN® IST DAUERHAFT AKTIV.

## Wirkung:

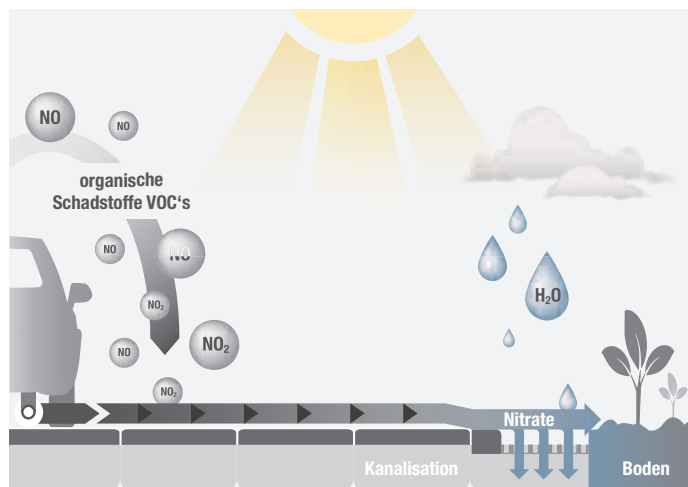
Sicher und zuverlässig – AirClean® ist natürlich dauerhaft aktiv.

Dabei ist die Wirksamkeit nicht nur im Labor getestet, sondern in der Praxis erprobt.

AirClean® hält, was es verspricht.

Der Photokatalysator  $\text{TiO}_2$  wird dauerhaft in der Betonsteinmatrix gebunden, dabei jedoch chemisch nicht verändert. Der Photokatalysator  $\text{TiO}_2$  verbraucht sich bei der chemischen Reaktion der Schadstoffreduzierung selbst nicht und bleibt unverändert. Die photokatalytische Wirksamkeit von AirClean® wird somit während der gesamten Nutzungsdauer des Pflasters aufrecht erhalten, wenn die Flächen entsprechend gepflegt und sauber gehalten werden.

Diese Wirkung haben wir bei der Entwicklung von AirClean® nicht nur in Labortests bestätigt, sondern in der Praxis erprobt und bewiesen. Reine Laborauswertungen gestatten keine Aussage auf die Umweltrelevanz, sondern beziehen sich immer nur auf die Auswirkungen unter Laborbedingungen und zeigen die Wirksamkeit von Titandioxid im Allgemeinen. Unmittelbare Rückschlüsse auf das Verhalten in der Umwelt können aus Laboruntersuchungen hieraus alleine nicht gezogen werden.



An dieser Stelle ist Vorsicht bei Vergleichen geboten: Die Grenzwerte der Vorschriften sind auf  $\text{NO}_2$  ausgerichtet und nicht auf die laborrelevanten  $\text{NO}$ -Messungen. Diese  $\text{NO}$ -Werte können nur in der Praxis bestimmt und überprüft werden. Und genau das haben wir getan!

## AirClean®-Vorteile

- ★ Steigert signifikant die Luftqualität
- ★ Reduziert nachweislich Stickstoffoxide
- ★ Wirksam und praktisch erprobt
- ★ Dauerhaft aktiv

## Funktion

Die Photokatalyse, durch Titandioxid in den AirClean®-Oberflächen, verringert in Verbindung mit Sonnenlicht die Stickstoffdioxidbelastung.

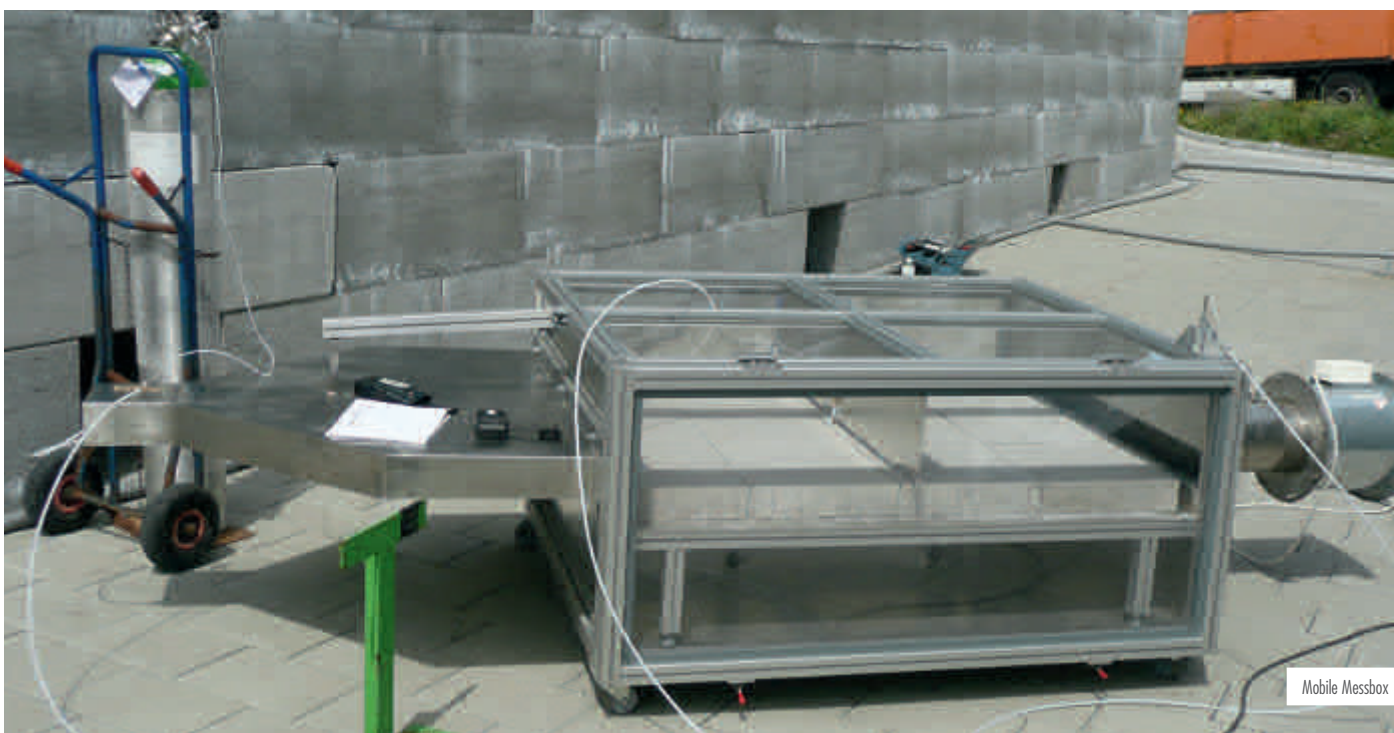
## Der Einsatzbereich: zukunftsweisend

Selbstverständlich sind Großprojekte wie Flughäfen, Bahnhöfe, stark frequentierte Verkehrsflächen und Parkplätze prädestiniert für den Einsatz. Speziell im urbanen Raum, wo die meisten Schadstoffe entstehen, wird durch den Einsatz von AirClean® ein großer Teil Verantwortung für die Erhaltung lebendiger Lebensräume übernommen. Aber auch, wenn es um eine verbesserte Lebensqualität in Städten geht oder der Imagewert eines Kurortes gesteigert werden soll – der photokatalytisch wirkende AirClean®-Pflasterstein bringt Umweltschutz und -erhaltung auf den Punkt.

## Das Angebot: vielfältig und bundesweit

Der Einsatz des speziellen photokatalytisch wirkenden Pflastersteins beschränkt sich nicht auf einzelne Pflasterausführungen, sondern kann auf alle Produkte angewandt werden, die einen zweischichtigen Pflasteraufbau haben, d. h. eine Vorsatzschicht besitzen. Dadurch entsteht eine vielfältige Auswahl an Modellen, Farben und Abmessungen.

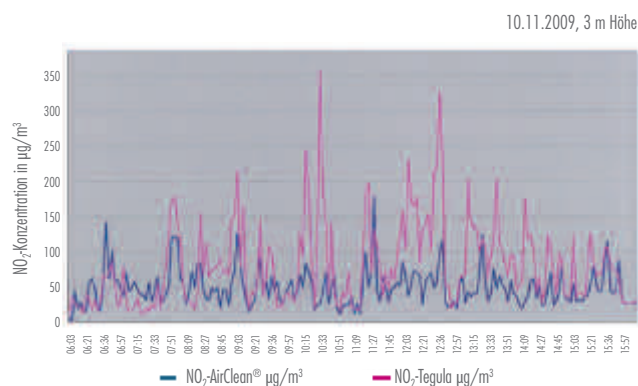
# LABORTESTS BESTÄTIGEN DIE WIRKSAMKEIT



## Realtestreihe

Untersuchungen des Fraunhofer-Instituts für Molekularbiologie und Angewandte Oekologie in Schmallenberg haben nachgewiesen, dass die chemische Reaktion der Umwandlung von NO und NO<sub>2</sub> auch beim Überströmen von Abgasen über dem AirClean®-Pflaster stattfindet. Die hierzu verwendete Messapparatur ist angelehnt an einen international vorgegebenen Standard und kann die photokatalytische Aktivität von AirClean®-Pflastersteinen mit unterschiedlicher Oberflächengestaltung und Farbgebung miteinander vergleichen.

NO<sub>2</sub>-Vergleich AirClean®-Tegula





## Vorsicht bei Vergleichen!

An dieser Stelle ist Vorsicht bei Vergleichen geboten: Die Grenzwerte der gesetzlichen Vorschriften beziehen sich auf den Gehalt des Stickstoffdioxids ( $\text{NO}_2$ ) in der Luft. Im Laborversuch nach dem anerkannten Standard der ISO 22197-1 wird jedoch mit  $\text{NO}$  als Prüfgas die photokatalytische Aktivität gemessen. Allein hierdurch ist eine direkte Vergleichbarkeit ausgeschlossen.



Unsere Produktentwicklung wurde durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU) gefördert und begleitet.





FCN-Canyon-Versuchsanlage

Die Ergebnisse der unterschiedlichen Testreihen können sich sehen lassen. Das bestätigt auch das begleitende Fraunhofer-Institut für Molekularbiologie und Angewandte Oekologie, 57392 Schmallenberg, durch ein umfangreiches Gutachten.



## Reduzierungsraten

In einer Höhe von 3 m und bei durchschnittlichen Beleuchtungsstärken, die durch Schattenwirkung 30 % unter dem jährlichen regionalen Mittelwert lagen, wurden im Langzeit-Feldversuch, unter wechselnden Wind- und Helligkeitsverhältnissen, Reduzierungsraten für  $\text{NO}_2$  von 18 % und für  $\text{NO}$  von 29 % nachgewiesen (während des Messzeitraums am Tag). Bei Windstille erreichten die  $\text{NO}_2$ -Reduzierungsraten sogar bis zu 70 % (Minutenwerte).

Unter Berücksichtigung der im Feldversuch vorliegenden Rahmenbedingungen werden mit AirClean® unter den in Mitteleuropa herrschenden durchschnittlichen Helligkeitsbedingungen Jahresreduzierungsdaten für  $\text{NO}_2$  in 3 m Höhe von 25 % (im Canyon, bei Tageslicht) erreicht.

Diese Werte gelten streng genommen nur für die Versuchsanordnungen im Canyon. Es ist aber möglich, diese Daten mit Hilfe von Modellrechnungen in reale Straßensituationen zu übertragen.



Doppel-T-Verbund | grau (uni) | V580

## AirClean® LEVEL 1

Mit **AirClean® LEVEL 1** bieten wir die kostengünstige Einsteigerversion. Der Photokatalysator  $\text{TiO}_2$  wird werkseitig als Beschichtung auf die Steinoberfläche aufgetragen. Die Dauerhaftigkeit ist abhängig von der mechanischen Beanspruchung. Da die Wirkung der Schadstoffreduzierung auf der Steinoberfläche nachlässt, empfehlen wir die Fläche – je nach Beanspruchung – alle 3 bis 5 Jahre mit einer **AirClean® LEVEL 1**-Suspension aufzufrischen.





# AirClean®

LEVEL 2+3 *inside*



Primavera VS4.8 | Format 25 x 25 x 8 cm | dunkelgrau (uni) | Oberfläche unbearbeitet | V283 - Halbverband

## AirClean® LEVEL 2

Bei **AirClean® LEVEL 2** wird der Photokatalysator  $\text{TiO}_2$  dauerhaft in die Betonmatrix (Vorsatzbetonschicht) eingebunden, dabei jedoch chemisch nicht verändert. Der Photokatalysator  $\text{TiO}_2$  verbraucht sich bei der chemischen Reaktion der Schadstoffreduzierung selbst nicht und bleibt unverändert. Die Wirkung der Schadstoffreduzierung in der Betonmatrix steht dabei in Korrelation mit der Lebensdauer des Betonsteins.



## AirClean® LEVEL 3

Bei **AirClean® LEVEL 3** verbinden wir die Vorteile von „1“ und „2“ – dem Höchstmaß der Schadstoffreduzierung. Um kurzfristig hohe Abbauraten zu erzielen wird der Photokatalysator  $\text{TiO}_2$  zum einen werkseitig als Beschichtung aufgetragen und zum anderen dauerhaft in die Betonmatrix (Vorsatzbetonschicht) eingebunden. Wenn die Wirkung der Schadstoffreduzierung auf der Steinoberfläche nach 3 bis 5 Jahren nachlässt, sorgt der Photokatalysator in der Betonmatrix weiter, dass die schadstoffreduzierende Wirkung erhalten bleibt. Die Wirkung der Schadstoffreduzierung in der Betonmatrix steht dabei in Korrelation mit der Lebensdauer des Betonsteins. Die Schadstoffreduzierung auf der Steinoberfläche kann mit einer **AirClean® LEVEL 1**-Suspension wiederaufgefrischt werden, um weiterhin hohe Abbauraten zu erzielen.



# FCN-OBJEKTBERICHTE AIRCLEAN® LEVEL 1 + AIRCLEAN® LEVEL 2

## AVIA Tankstelle, Hanau

Ort: Hainbuch

Planung: AVIA Knittel

Angewandtes Produkt: Doppel-T-Verbund

Farbgebung: grau

Flächenverlegung: 1.000 m<sup>2</sup>



## Gewerbegebiet Sandhäuser Berg, Gemeinde Niestetal

Ort: Niestetal

Planung: Oppermann GmbH, Vellmar

Angewandtes Produkt: Primavera VS4.8 und VS5.12

Farbgebung: lichtgrau, dunkelgrau und grau

Flächenverlegung: 6.000 m<sup>2</sup>



FCN kann auf eine über 10-jährige Erfahrung im Bereich photokatalytischer Baustoffe zurückblicken!  
In dieser Zeit wurden über 150.000 m<sup>2</sup> AirClean®-Pflastersteine eingebaut!

## Goetheplatz, Bad Salzungen

Ort: Bad Salzungen      Planung: Bad Salzungen und Tiefbautechnisches Büro  
Werra GmbH, Bad Salzungen

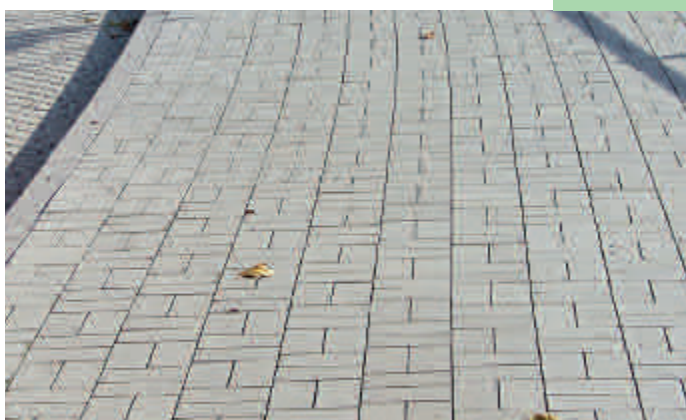
Angewandtes Produkt: Rima 21/21/8 und  
Tavolo 18/15,3/8  
Farbgebung: grau  
Flächenverlegung: 640 m<sup>2</sup>



## Petersberger Straße, Stadt Fulda

Ort: Stadt Fulda      Planung: Stadt Fulda / ASV Fulda

Angewandtes Produkt: Thüringer Pflaster  
Farbgebung: grau  
Flächenverlegung: 4.500 m<sup>2</sup>



# FCN-OBJEKTBERICHTE AIRCLEAN® LEVEL 1 + AIRCLEAN® LEVEL 2

## Abtstor, Stadt Fulda

Ort: Stadt Fulda

Planung: Stadt Fulda

Angewandtes Produkt: Thüringer Pflaster

Farbgebung: grau

Flächenverlegung: 800 m<sup>2</sup>



## Straße des Friedens/Gothaer Platz, Erfurt

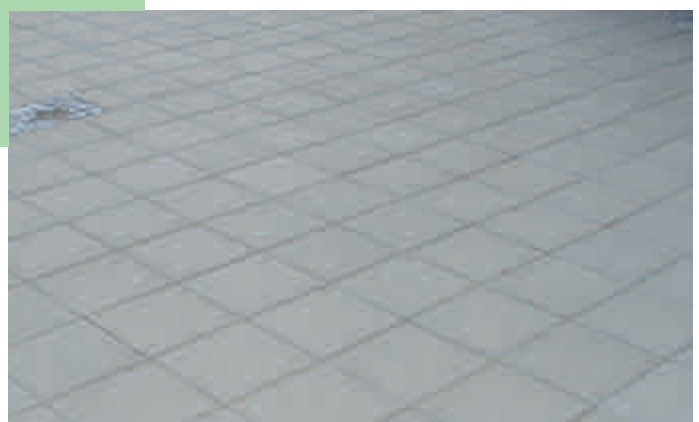
Ort: Landeshauptstadt Erfurt

Planung: Tiefbau- und Verkehrsamt Erfurt und  
Ercosplan, Hoch- und Tiefbau, Erfurt

Angewandtes Produkt: Primavera VS5.12

Farbgebung: grau

Flächenverlegung: 3.000 m<sup>2</sup>





## Am Hopfgarten, Stadt Fulda

Ort: Stadt Fulda

Planung: Stadt Fulda

Angewandtes Produkt: Thüringer Pflaster

Farbgebung: grau

Flächenverlegung: 1.200 m<sup>2</sup>



## Mainstraße, Westring und Frankfurter Straße, Stadt Fulda

Ort: Stadt Fulda

Planung: Stadt Fulda / ASV Fulda

Angewandtes Produkt: Thüringer Pflaster

Farbgebung: dunkelgrau und grau

Flächenverlegung: 3.000 m<sup>2</sup>





## AirClean®-GRANULAT

Um die Schadstoffreduzierung auch in einer stark verkehrsbelastenden städtischen Umgebung voll auszuschöpfen, wurde ein Straßenbelag entwickelt, der auch im Fahrbahnbereich eingebaut werden kann.

Das **AirClean®-GRANULAT** besteht aus einer künstlich gebrochenen Gesteinskörnung aus Beton, die wie bei den Pflastersteinen  $TiO_2$  enthält. Dieses GRANULAT aus UHPC (Ultra High Performance Concrete) wird direkt beim Einbau einer neuen Asphaltdeckschicht, wie ein Abstreumaterial für Abstumpfungsmaßnahmen aufgestreut und eingewalzt. Die Dauerhaftigkeit ist abhängig von der mechanischen Beanspruchung. Die Wirkung der Schadstoffreduzierung des **AirClean®-GRANULATS** steht dabei in Korrelation mit der Lebensdauer der Asphaltdeckschicht.



# FORSCHUNGSPARTNER ZIM

Die Entwicklung und der Nachweis dieser baustofftechnologischer Eigenschaften wurden im Rahmen eines ZIM-Forschungsprojektes (Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand) gemeinsam mit der TU Darmstadt entwickelt und nachgewiesen.



Ein Projekt gemeinsam mit der:

+

+

Aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

## Baustofftechnologische Eigenschaften des AirClean®-GRANULATS

Das AirClean®-GRANULAT besteht aus einer künstlich gebrochenen Gesteinskörnung aus Beton, der TiO<sub>2</sub> enthält. Dieses GRANULAT aus UHPC (Ultra High Performance Concrete) wird direkt beim Einbau einer neuen Asphaltdeckschicht, wie ein Abstreumaterial für Abstumpfungsmaßnahmen aufgestreut und eingewalzt.

Die nun auf der Oberfläche der Asphaltdeckschicht befindlichen Granulatkörner (Splittkörner) können aufgrund des enthaltenen TiO<sub>2</sub> durch die photokatalytischen Eigenschaften die Luftschadstoffe (NO und NO<sub>2</sub>) zerstören (siehe zuvor Wirkungsweise Photokatalyse).

Was sich zunächst einfach anhört, ist im Detail jedoch mit einem enormen Aufwand an Entwicklungsarbeit verbunden, um einen zuverlässig wirksamen Baustoff zu erhalten.

Das AirClean®-GRANULAT (künstliche, gebrochene Gesteinskörnung mit photokatalytischen Eigenschaften) erfüllt die Anforderungen der EN 13043 Gesteinskörnungen für Asphalt sowie der TL Gestein StB 04 (siehe nebenstehende Tabelle). Damit ist für den Anwender garantiert, dass auch beim Einsatz dieses neuartigen Baustoffs die Anforderungen aus dem straßenbautechnischen Regelwerk für Asphaltstraßen eingehalten werden können und keine Sonderbauweise vorliegt.

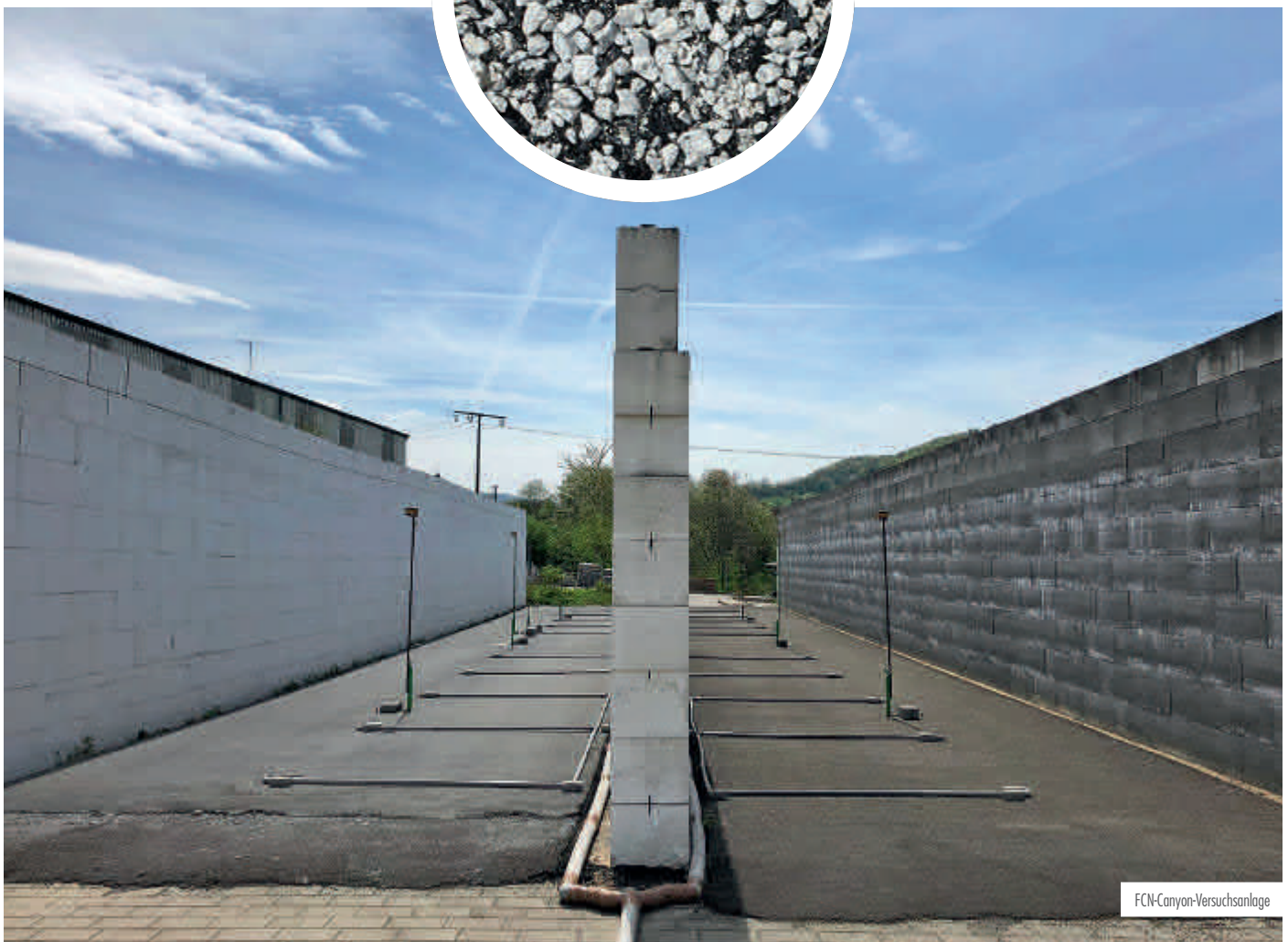
Nr.	Eigenschaft	Kürzel	Einheit	Wert	Norm/TL
1.	Korngrößenverteilung	G		G <sub>C,90/15</sub>	EN 13043 Gesteinskörnungen für Asphalt / TL Gesteins-StB 04
2.a	Kornform (Kornformkennzahl)	SI		SI <sub>15</sub>	
2.b	Kornform (Plattigkeitskennzahl)	FL		FL <sub>20</sub>	
3.	Gehalt an Feinanteilen	f		f <sub>3</sub>	
4.	Qualität der Feinanteile	MB		NPD	
5.	Trocken-Kornrohddichte		kg/dm <sup>3</sup>	2,5 - 2,7	
6.	Wasseraufnahme		M.-%	> 0,5	
7.a	Widerstand gegen Zertrümmerung	SZ		SZ <sub>18</sub>	
7.b	Widerstand gegen Zertrümmerung	LA		NPD	
8.	Widerstand gegen Polieren	PSV		PSV <sub>50</sub>	
9.	Widerstand gegen Abrieb	AAV		AAV <sub>NR</sub>	
10.	Widerstand gegen Verschleiß	M		M <sub>RE, NR</sub>	
11.	Affinität zu bitumenhaltigen Bindemitteln		%	60% (nach 24 h)	
12.	Widerstand gegen Hitzebeanspruchung		M.-%	NPD	
13.	Verwitterungsbeständigkeit	SB		NPD	
14.	Frost-Tausalzbeständigkeit (1 % NaCl)		M.-%	0,6	
15.	Frost-Tauwechsel-Beständigkeit	F	M.-%	0,05	

Eigenschaften des AirClean®-GRANULATS  
(künstliche, gebrochene Gesteinskörnung für Asphalt)

NPD = No Performance Determined



Aufbringung des AirClean-GRANULATS

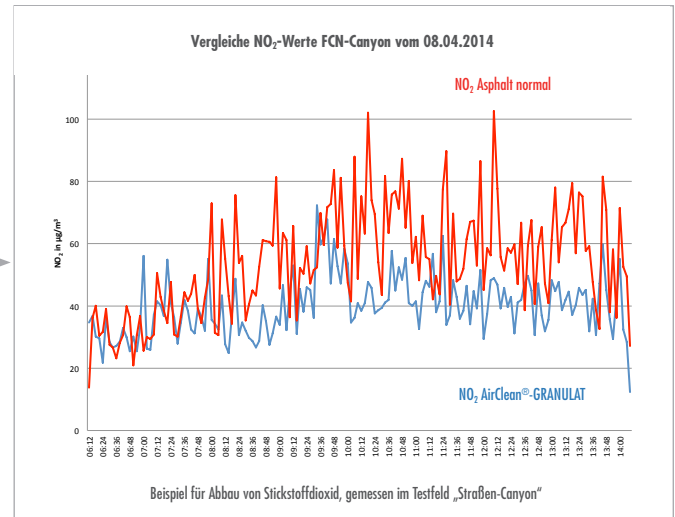
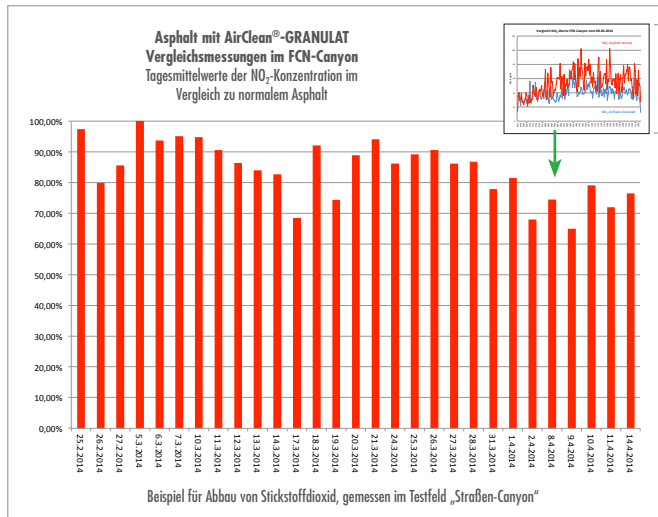


FCN-Canyon-Versuchsanlage

# NACHWEIS DER WIRKSAMKEIT

Wie bereits im Fall der photokatalytischen AirClean®-Pflastersteine haben wir unser Canyon-Testfeld genutzt, um einen umfassenden Eindruck von der schadstoffreduzierenden Wirkung des AirClean®-GRANULATS zu bekommen. Dazu haben wir den Canyon mit einer Asphaltoberfläche mit und ohne AirClean®-GRANULAT ausgestattet und wie zuvor bei den Pflastersteinen vergleichend gemessen.

Die Ergebnisse haben unsere Erwartungen vollständig bestätigt, wie die nachfolgenden Auswertungen zeigen:



## Forschungsprojekt NaHiTAs

Das Ziel des Projekts „Nachhaltiger HighTech-Asphalt: Schadstoff- und lärmindernd mit neuer Verarbeitung und Überwachung“ (NaHiTAs) liegt in der Konzeption nachhaltiger Verkehrswege in Asphaltbauweise. Durch die Zusammenarbeit von Unternehmen und Hochschulen sollen Asphaltstraßen verbessert werden, indem wir erstens auf photokatalytische Eigenschaften zur Reduzierung der Schadstoffbelastung zurückgreifen, zweitens der ver-

kehrbedingte Lärmpegel dauerhaft gesenkt wird und drittens Verarbeitungs- und Überwachungstechniken verbessert werden. Damit kann das Projekt NaHiTAs die Aufrechterhaltung der Verkehrsinfrastruktur unterstützen, die Lebensqualität in Bereichen mit stark befahrenen Verkehrswegen nachhaltig verbessern und die Qualität der Bauausführung optimieren.

### Na HiT As Nachhaltiger HighTech-Asphalt

Ziel: Konzeption einer multifunktionalen Fahrbahnoberfläche aus Asphalt

- Photokatalytische Eigenschaften = Schadstoffabbau
- Verarbeitungs-/Überwachungstechniken = Innovative Verlegetechnik
- Methoden zur Aufrechterhaltung lärmindernder Eigenschaften = Nachhaltigkeit
  - Lärmindernde Textur = Lärminderung

Gefördert durch Bundesministerium für Bildung und Forschung  
(BMBF)/HighTechMatBau:



» Weitere Informationen finden Sie  
auf unserer Website: [www.nuedling.de/airclean](http://www.nuedling.de/airclean)

# AIRCLEAN®-GRANULAT – PROJEKTE 2019 DEUTSCHLAND



Standort	Straße	Baufirma	Einbauverfahren	Fläche m <sup>2</sup>
Herne	Hauptstraße	Eurovia	Splittstreuer	4.300
	Bismarkstraße			2.000
	Rottbruchstraße			7.500
Darmstadt	Rheinestraße	Rudolph		2.300
	Hügelstraße			2.500
Stuttgart	Am Neckartor	Strabag	Straßenfertiger	6.300
Potsdam	Geltow B1			6.500
Bodensee	Stockach B13			8.200
Passau	Neutorgaben			2.000
Aachen	Adalbertsteinweg			5.000
<b>Gesamt</b>				<b>~ 46.000</b>

## GUT ZU WISSEN!

**NO<sub>x</sub>** – Stickstoffoxid. Allgemein: Summe der Stickstoffoxid-Verbindungen außer Lachgas (N<sub>2</sub>O). Die Hauptquellen sind der Nitratabbau im Boden durch Bakterien, die industrielle Verbrennung von organischen Brennstoffen und der Kraftfahrzeugverkehr. Nach 39. BImSchV: „Stickstoffoxide“ sind die Summe von Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid, ausgedrückt in der Einheit der Massenkonzentration von Stickstoffdioxid in Mikrogramm pro Kubikmeter

**NO<sub>2</sub>** – Stickstoffdioxid, bereits bei niedrigsten Konzentrationen gesundheitsschädlich, mit Grenzwert für die menschliche Gesundheit in der 39. BImSchV belegt

**NO** – Stickstoffmonoxid

**TiO<sub>2</sub>** – Titandioxid, kommt in 3 Kristallformen vor: Anatas, Rutil, Brookit. Als Photokatalysator kommt Anatas zum Einsatz

**Stickoxid** – Synonym für Stickstoffoxide

**Photokatalysator** – Chemischer Stoff bzw. Kristall, der unter Einwirkung von Licht eine chemische Reaktion stark beschleunigt und selbst nicht verbraucht wird

**Photokatalyse** – Chemische Reaktion, die durch Licht (Photonen) initiiert und durch einen Katalysator beschleunigt wird

**Ozon** – O<sub>3</sub> – Reizgas – erhöht Allergenempfindlichkeit, in der Stratosphäre (15 – 50 km Höhe) erwünscht, in Bodennähe unerwünscht

**VOC's** – volatile organic compounds = flüchtige organische Verbindungen mit Siedebereich zwischen 50 und 260° C, Oberbegriff für mehr als tausend Substanzen z. B. Bau- und Ausbaumaterialien

**39. BImSchV** – Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchst-mengen)

## DIE 7 WICHTIGSTEN FRAGEN AUF EINEN BLICK.

### Was ist Photokatalyse?

Die Photokatalyse ist ein Beschleuniger für Oxidationsprozesse, die in der Natur bereits vorkommen. Sie fördert die schnellere Zersetzung der Schadstoffe und verhindert so deren Anreicherung. Sie findet unter Anwesenheit eines Photokatalysators und Sonneneinstrahlung statt.

### Was sind Photokatalysatoren?

Photokatalysatoren sind Verbindungen, die eine normalerweise langsam ablaufende chemische Reaktion durch Lichteinwirkung sehr stark beschleunigen. Katalysatoren sind Beschleuniger chemischer Reaktionen. Damit chemische Reaktionen ablaufen können, wird Energie benötigt. Photokatalysatoren nutzen im Regelfall die Energie von der Sonne. Energieträger sind die Photonen.

### Welche Schadstoffe werden durch Photokatalyse abgebaut?

In verschiedenen Labors durchgeführte Versuche und reale Anwendungen haben gezeigt, dass die Anzahl der Schadstoffe sehr hoch ist, die durch ein photokatalytisches System abgebaut werden. Die hohe Wirksamkeit wurde an folgenden Einzelstoffen überprüft: Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>), Stickstoffmonoxid (NO), Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>), Ammoniakgas (NH<sub>3</sub>), Kohlenmonoxid (CO), VOC (Benzol, Toluol etc.), organische Chloride, aromatische Polykondensate, Acetaldehyd und Formaldehyd. Sogar Essigsäuren, die auf natürlichem Wege nicht abgebaut werden, werden durch Photokatalysatoren zersetzt.

### Was zählt zu den Stickstoffoxiden?

Stickstoffoxide (oder kurz genannt Stickoxide) werden allgemein mit NO<sub>x</sub> bezeichnet. In der Natur treten mehrere Stickoxide auf. Mengenmäßig von Bedeutung sind dabei Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) und Stickstoffmonoxid (NO). Das Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) entwickelt sich in der Atmosphäre aus Stickstoffmonoxid (NO). Stickstoffmonoxid entsteht in erster Linie bei der Verbrennung fossiler Brennstoffe, z.B. in Kraftfahrzeugmotoren. NO und NO<sub>2</sub> in den Städten und Ballungsgebieten kommen überwiegend aus dem Fahrzeugverkehr und nehmen in den Hauptverkehrszeiten zu. Laut Weltgesundheitsorganisation ist NO<sub>2</sub> gesundheitsschädlich. Über längere Zeit in erhöhten Konzentrationen eingeatmet, kann die Lungenfunktion beeinträchtigt und das Risiko einer Lungenkrankheit erhöht werden.

### Was geschieht mit den Abfallprodukten der Photokatalyse mit AirClean?

Die Produkte der photochemischen Oxidationsreaktion werden zu gewöhnlichen anorganischen Nitraten umgewandelt. Diese sind leicht löslich und werden durch das Regenwasser ausgewaschen.

### Ist die Bildung von Nitrat nicht schädlich für das Grundwasser oder Abwasser?

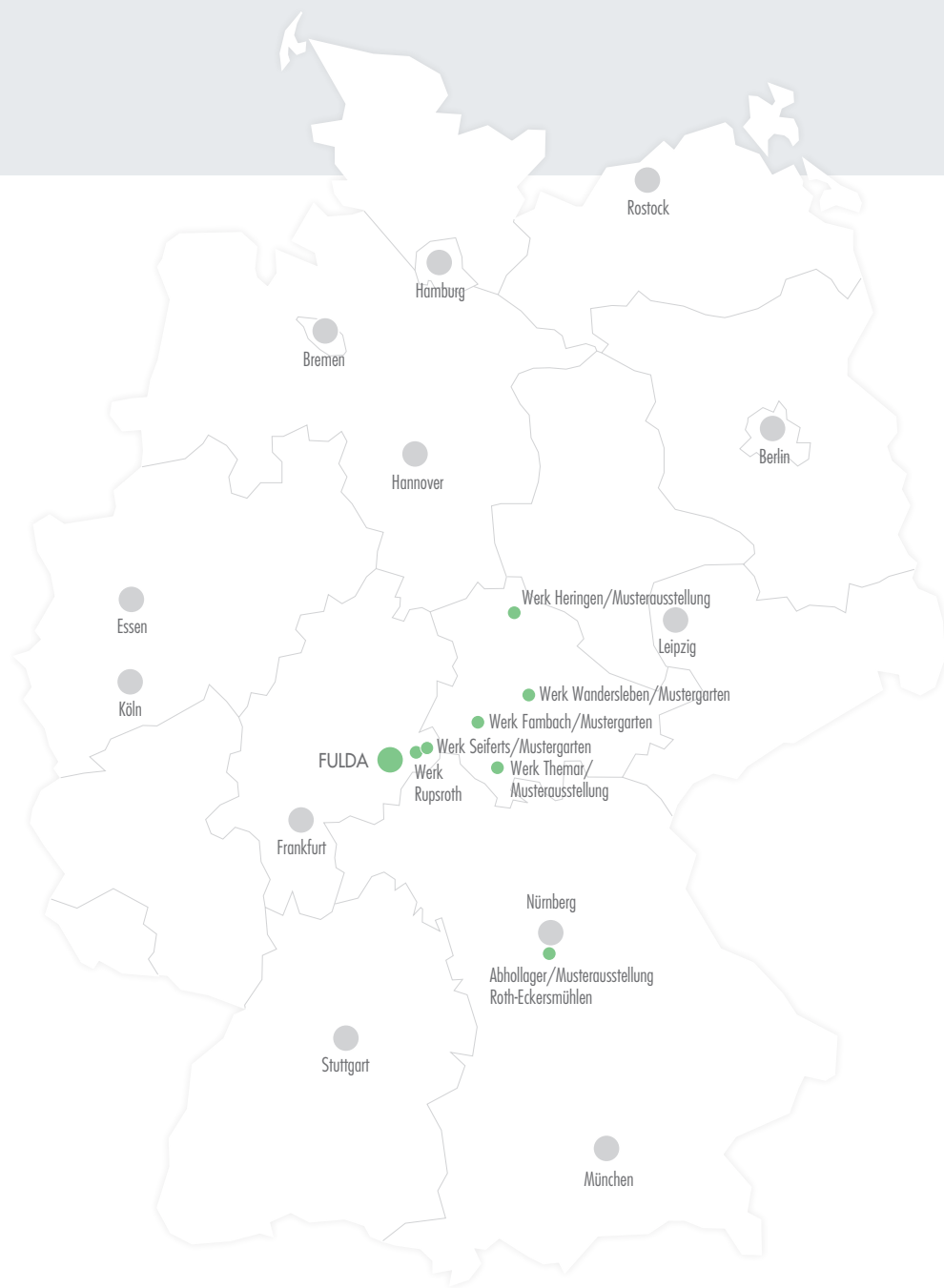
Durch die Photokatalyse wird nicht mehr oder weniger Nitrat erzeugt, als durch die natürlich ablaufende Photolyse. Die Photokatalyse bewirkt lediglich eine schnellere Umwandlung mit der damit gleichzusetzenden Vermeidung der Ansammlung hoher Luftschadstoffkonzentrationen in der Atmosphäre. Durch die Photokatalyse wird jedoch der Bildungsort der Umwandlung von Nitrat beeinflusst. Da die Nitratbildung in Richtung innerstädtischen Bereich verlagert wird, wird das Nitrat verstärkt in das Abwassersystem gelangen. Damit wird die Eutrophierung von Gewässern vermindert und gleichzeitig auch der Eintrag von Nitrat ins Grundwasser reduziert. Beides wirkt sich positiv auf die Umwelt aus. Jedoch muss man dabei bedenken, dass der größte Anteil der Nitratbelastung der Gewässer nicht aus dem Straßenverkehr sondern aus der Landwirtschaft kommt.

### Wie lange hält der Luftschadstoffabbau eines Betonsteins an?

Solange Photokatalysatoren in Kontakt mit Sonnenlicht kommen können, solange bleibt auch der Luftschadstoffabbau erhalten.

Betonsteine enthalten den Photokatalysator in der obersten Schicht, die auch für das Aussehen des Betonsteins verantwortlich ist. Diese Schicht ist je nach Betonsteinart 6 – 8 mm dick. In dieser Schicht ist der Photokatalysator gleichmäßig (homogen) verteilt. Diese Schicht kann während der Liegezeit (z. B. 30 Jahre) altern oder durch mechanische Beanspruchung etwas abgetragen werden. Werden durch die mechanische Beanspruchung Partikel, so auch Photokatalysator-Partikel, aus dem Betonverband gelöst und entfernt, übernehmen darunter liegende Photokatalysator-Partikel die Photokatalyse. D.h. auch bei mechanischem Abtrag von Betonsteinpartikel an der Oberfläche wird der Photokatalysevorgang aufrechterhalten. Photokatalytische Oberflächen müssen allerdings regelmäßig gereinigt werden!

# Produktionsstätten | Mustergärten



F. C. Nüdling Betonelemente GmbH + Co. KG  
36037 Fulda · Ruprechtstraße 24  
Telefon: +49 661 8387-0 · Fax: +49 661 8387-270  
E-Mail: [fcn.betonelemente@nuedling.de](mailto:fcn.betonelemente@nuedling.de) · [www.fcn-betonelemente.de](http://www.fcn-betonelemente.de)

Bitte beachten Sie, dass von der farblichen Wiedergabe der Abbildungen und Fotos nur bedingt auf die Originalfarbe und die Ausführung geschlossen werden kann.

Für die Herstellung unserer Artikel verwenden wir hochwertige Natursteinkörnungen, die den natürlichen Schwankungen unterliegen. Es ist möglich, dass sich die Oberfläche durch Nutzung bzw. Bewitterung im Laufe der Zeit verändert.