



*Sehr geehrte Damen und Herren,*

Stickoxide können nicht nur von Platin-Katalysatoren im Abgasstrang von Kraftfahrzeugen abgebaut werden, sondern in Verbindung mit Sonnenlicht auch von Titandioxid (TiO<sub>2</sub>) auf Haus- und Lärmschutzwänden, Boden- und Fahrbahnbelägen. Während aber im Abgasstrang bei relativ hohen Konzentrationen über feine Kanäle ein intensiver Kontakt zwischen Stickoxiden und Katalysator hergestellt ist, sind diese günstigen Bedingungen beim TiO<sub>2</sub>-Einsatz nicht gegeben. Inwieweit dieser Einsatz trotzdem Sinn machen kann, ist Gegenstand diverser Forschungsprojekte. Über einige Ergebnisse unserer diesbezüglichen Arbeiten wird auf Seite 2 berichtet.

Seite 3 enthält Informationen über eine Arbeit für die Stadt Stuttgart. Das Ziel ist, aktuelle Luftschadstoffinformationen nicht nur punktförmig an den Messstellen im Stadtgebiet zu kennen sondern auf allen relevanten Flächen, nämlich im Einflussbereich des Straßennetzes. Die Informationen sollen auch im Internet zur Bürgerinformation verfügbar sein. Sie können auch als zusätzliche Regelgröße in die Verkehrslenkung eingebunden werden. Straßenplanungen im Nahbereich von FFH-Gebieten, den zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen ausgewiesenen Gebieten, kommen im Genehmigungsverfah-

ren nicht mehr ohne Quantifizierung und Beurteilung der ggf. überdüngenden Stickstoffdeposition aus. Über die Notwendigkeit, das mögliche Vorgehen sowie die möglicherweise auftretenden Probleme wird auf Seite 4 berichtet.

Meine MitarbeiterInnen und ich wünschen Ihnen auch diesmal wieder viel Nutzen durch diese Informationen.

*Jhr  
A. Lohmeyer*

## AKTUELLES IN KÜRZE

### • Mitteilungen:

Die Publikation „Gerüche aus Abgasen bei Biogas-BHKW“ (Heft 35/2008) aus der Schriftenreihe des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie ist als Download abrufbar unter [www.smul.sachsen.de/lfl/publikationen/download/3910\\_1.pdf](http://www.smul.sachsen.de/lfl/publikationen/download/3910_1.pdf)

Das Sächsische Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie hat im Internet eine Emissionsdatenbank der Tierhaltung veröffentlicht mit Emissionsfaktoren für Geruch, Ammoniak, Feinstaub, Methan und Lachgas für Rinder, Schweine, Geflügel und verschiedene diffuse Quellen. Siehe <http://www.landwirtschaft.sachsen.de/umwelt/download/luft/Emissionsfaktoren021208.xls>

### • Veranstaltungen:

Die „13. International Conference on Wind Engineering“ wird am 11.–16. Juli 2011 in Amsterdam, Niederlande, stattfinden. Näheres siehe <http://www.icwe13.org/>

Die VDI-Tagung „Gerüche in der Außenluft“ wird am 25. und 26. November 2009 in Baden-Baden stattfinden. Siehe [www.vdi.de/Gerueche2009](http://www.vdi.de/Gerueche2009)

### • Stellenausschreibung:

Wir suchen zum nächstmöglichen Termin eine(n) wissenschaftliche(n) Mitarbeiter(in) für unser Büro in Karlsruhe. Näheres finden Sie in unserer Stellenausschreibung unter [www.lohmeyer.de](http://www.lohmeyer.de)

## INHALT

Numerische Bestimmung der photokatalytischen Wirksamkeit von speziellen Dispersionsfarben auf die städtische Luftqualität ..... S. 2

PROKAS<sup>Online</sup> Echtzeit-Monitoring-System zur stadtweiten Überwachung der Luftschadstoffbelastung ..... S. 3

Stickstoffdepositionsberechnungen in Genehmigungsverfahren für Straßen ..... S. 4

**Ingenieurbüro  
Lohmeyer GmbH & Co. KG**  
Aerodynamik, Klima, Immissionsschutz  
und Umweltsoftware

**Büro Karlsruhe:**  
An der Roßweid 3, 76229 Karlsruhe  
Tel.: 0721 / 625 10 0  
Fax: 0721 / 625 10 30  
E-Mail: [info.ka@lohmeyer.de](mailto:info.ka@lohmeyer.de)

**Büro Dresden:**  
Mohrenstraße 14, 01445 Radebeul  
Tel.: 0351 / 839 14 0  
Fax: 0351 / 839 14 59  
E-Mail: [info.dd@lohmeyer.de](mailto:info.dd@lohmeyer.de)

# NUMERISCHE BESTIMMUNG DER PHOTOKATALYTISCHEN WIRKSAMKEIT VON SPEZIELLEN DISPERSIONSFARBEN AUF DIE STÄDTISCHE LUFTQUALITÄT

Die Wirkung von photokatalytisch aktiven Farben (in diesem Fall der Farbe StoPhotosan NOX) hat die Firma Sto AG, Stühlingen messtechnisch sowohl im Labor als auch in einem Beprobungskasten unter Freilandbedingungen in Zusammenarbeit mit der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) untersucht.

## PHOTOKATALYSE

Darauf aufbauend wurde entschieden, auf Basis von numerischen Simulationen eine Aussage abzuleiten, wie sich die im Labor als auch im Beprobungskasten unter Freilandbedingungen messtechnisch festgestellten Abbauraten auf die städtische Luftqualität auswirken.

Hierzu wurde das dreidimensionale mikroskalige prognostische Strömungs- und Ausbreitungsmodell MISKAM von uns für diese Anwendung angepasst. In dieser Version können nach Richtlinie VDI 3782 Blatt 5 in einem Widerstandsmodell sowohl der aerodynamische als auch der quasi-laminare Widerstand sowie eine photokatalytische Abbaugeschwindigkeit an vertikalen Wandflächen berücksichtigt werden (Schema siehe unten). Bei hinreichender Lichtintensität liegt die messtechnisch bestimmte photokatalytische Abbaugeschwindigkeit bei ca. 1 cm/s. Es wurde ein synthetisches und ein reales städtisches Modellgebiet unter-

sucht, wobei für das reale städtische Modellgebiet verschiedene Szenarien betrachtet wurden, um die Sensitivität der Ergebnisse bez. bestimmter Parameter aufzeigen zu können. In einem speziellen Szenario wurde die bebaute Fläche und in der Folge die photokatalytisch aktive Fläche vergrößert (Vergrößerung der Wandflächen-zu Grundflächenverhältnissen von ca. 0.6 auf 0.8). Weiterhin wurde die Sensitivität des Modells bez. der Parameter Ausbreitungsbedingungen, Windverhältnisse und photokatalytische Abbaugeschwindigkeit betrachtet. Bei den Modellrechnungen wurden jeweils alle Wandflächen als photokatalytisch aktiv angenommen.

Ausgewertet wurden jeweils die Differenzen zwischen den berechneten NO<sub>x</sub>-Immissionen bei photokatalytisch aktiven Wänden und den berechneten NO<sub>x</sub>-Immissionen im jeweiligen Referenzfall ohne photokatalytische Aktivität der Wände.

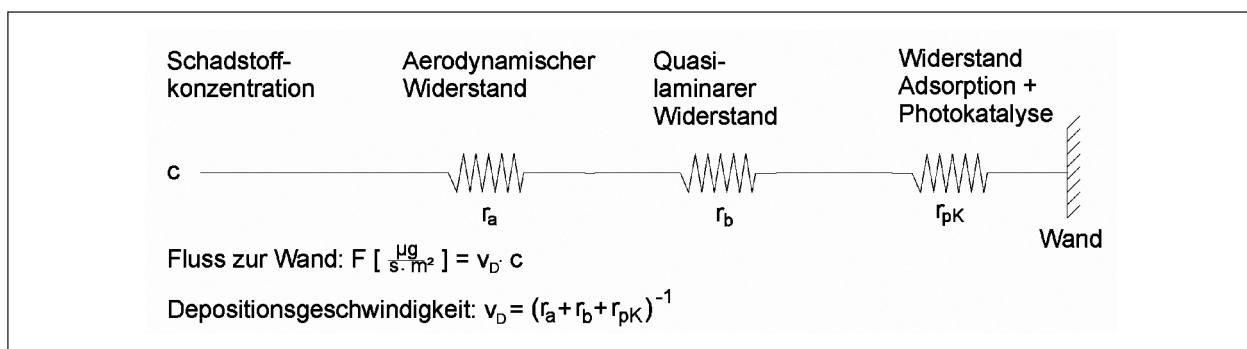
Es zeigt sich, dass die maximale prozentuale Minderung des Jahresmittelwerts der NO<sub>x</sub>-Immissionen beim synthetischen Modellgebiet bzw. realen städtischen Modellgebiet ca. 2 % bzw. ca. 7 % beträgt. Die Unterschiede zwischen den Modellgebieten sind begründet in den unterschiedlichen Wandflächen-zu Grundflächenverhältnissen von ca. 0.2 im synthetischen Modellgebiet und ca. 0.6 im realen Modellgebiet und den unterschiedlichen Durchlüftungssituationen. Im Szenario, bei dem die photokatalytisch aktiven

Wandflächen vergrößert wurden, vergrößert sich erwartungsgemäß die maximale prozentuale Minderung des Jahresmittelwerts der NO<sub>x</sub>-Immissionen von 7 % auf 8 %, d. h. mehr photokatalytisch aktive Wände bewirken erwartungsgemäß auch eine größere Minderung der Immissionen im Gebiet.

Es zeigt sich, dass bei vielen meteorologischen Bedingungen die Summe aus aerodynamischem und quasi-laminarem Widerstand im Vergleich zum photokatalytischen Widerstand der bestimmende Faktor bez. der möglichen photokatalytischen Wirkung ist.

Die größten prozentualen Minderungen der NO<sub>x</sub>-Immissionen ergeben sich im Bereich von Innenhöfen. Dies wird verursacht durch die dort herrschenden niedrigen mittleren Windgeschwindigkeiten und die relativ hohen Verweilzeiten der Luftschadstoffe. Dort sind deshalb die photokatalytisch aktiven Farben lokal am wirksamsten.

Das Aufbringen von photokatalytischen Farben an hoch belasteten straßennahen Standorten bewirkte als punktuelle Maßnahme in den hier durchgeführten Berechnungen keinen relevanten Minderungseffekt. Flächenhaft eingesetzte photokatalytisch aktive Farben sind vielmehr als eine auf die Fläche wirkende Maßnahme zu sehen, um den städtischen Hintergrund der Stickoxidkonzentration zu verringern.



## PROKAS<sup>Online</sup> ECHTZEIT-MONITORING-SYSTEM ZUR STADTWEITEN ÜBERWACHUNG DER LUFTSCHADSTOFFBELASTUNG

Für die Stadt Stuttgart wurde das Softwaresystem *PROKAS<sup>Online</sup>* entwickelt, das kurz vor der Implementierung im Umweltamt steht. *PROKAS<sup>Online</sup>* ist ein Echtzeit-Monitoring-System zur stadtweiten Überwachung der Luftschadstoffbelastung. Auf Basis von aktuellen Verkehrszahlen, Schadstoffmesswerten und Wetterdaten

### UMWELTSOFTWARE

berechnet *PROKAS<sup>Online</sup>* in stündlicher Auflösung die Luftschadstoffimmissionen im Straßenraum für die Schadstoffe NO<sub>2</sub> und PM<sub>10</sub> sowie optional für weitere Schadstoffe.

In *PROKAS<sup>Online</sup>* sind angepasste Versionen der Modelle *PROKAS\_V* und *PROKAS\_B* integriert. Dies bedeutet, dass sowohl die Einflüsse der umgebenden Straßen bzw. des gesamten umgebenden Straßennetzes als auch die Einflüsse der Bebauung berücksichtigt werden.

Der Einfluss von topographisch gegliedertem Gelände auf die Strömungssituation wird mit dem diagnostischen Windfeldmodell *DI-WIMO2* erfasst. Falls im Anwendungsbereich Kaltluftabflüsse relevant sind, wie für die Anwendung in Stuttgart, werden in *PROKAS<sup>Online</sup>* diese Auswirkungen auf die Schadstoffausbreitung berücksichtigt. Hierfür werden mit dem Modell *KALM* vorberechnete Kaltluftfelder eingesetzt.

*PROKAS<sup>Online</sup>* ist in der Lage, Datenmengen für wenige Straßen bis hin zu umfangreichen Straßennetzen von Großstädten und Ballungsräumen zu verarbeiten. Das Straßennetz Stuttgart besteht z. B. aus über 5000 Straßensegmenten.

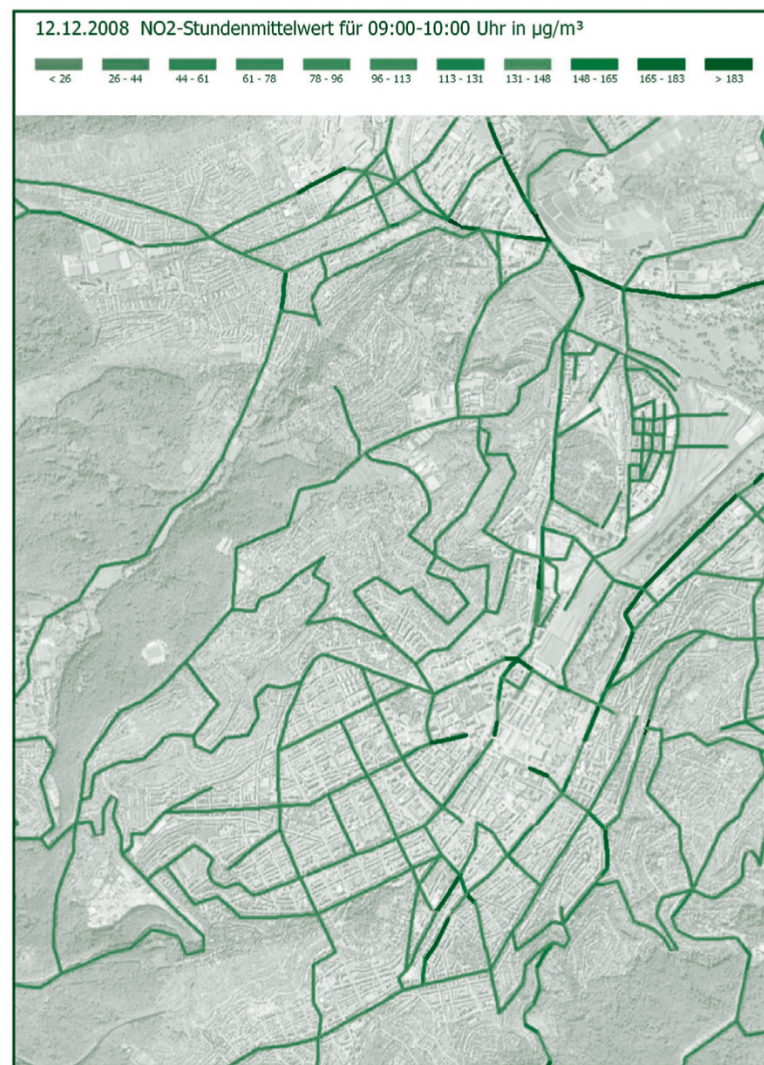
Die in *PROKAS<sup>Online</sup>* graphisch dargestellte aktuelle stadtweite Luftschadstoffbelastung soll an relevante Seiten im Internet (z. B. <http://www.stadtklima-stuttgart.de>) weitergeleitet werden und somit der Bürgerinformation dienen.

Basierend auf den in einer Datenbank abgelegten berechneten Stunden-

werten der Luftschadstoffbelastung, hat der Anwender die Möglichkeit, hieraus statistische Kenngrößen (z. B. Mittelwerte für einen vorgegebenen Zeitraum) zu bestimmen sowie weitere Auswertungen und Analysen wie z. B. Anzahl von Überschreitungen von vorgegebenen Schwellenwerten durchzuführen. In Verbindung mit Verkehrsmanagementsystemen kann *PROKAS<sup>Online</sup>* auch eingesetzt werden, um die stadtweite aktuelle Luftschadstoffbelastung als zusätzliche Regelgröße in die Verkehrslenkung einzubinden. So können verkehrssteuernde Maß-

nahmen unter dem Aspekt sowohl der lokalen als auch der integralen Minimierung der Umweltbelastung ergriffen werden. Hierdurch lässt sich ein umweltsensitives Verkehrsmanagementsystem realisieren.

Vorzugsweise werden die berechneten Stundenwerte der Luftschadstoffbelastung auf georeferenzierten Hintergrundkarten (vgl. Abbildung) dargestellt. Ebenso besteht die Möglichkeit, das Rechenergebnis in Google Earth darzustellen bzw. die hierfür relevante KMZ-Datei per Email an eine Empfängerliste manuell oder automatisiert zu versenden.



Mit *PROKAS<sup>Online</sup>* berechnete und auf einer georeferenzierten Hintergrundkarte dargestellte Stundenwerte der NO<sub>2</sub>-Luftschadstoffbelastung für straßennahe Flächen im Großraum Stuttgart



## STICKSTOFFDEPOSITIONSBERECHNUNGEN IN GENEHMIGUNGSVERFAHREN FÜR STRASSEN

Innerhalb von Genehmigungsverfahren für den Straßenneubau bzw. -ausbau müssen in Bezug auf die EU-Richtlinie 92/43/EWG für ausgewiesene Flora- und Fauna-Habitate (FFH) besondere Anforderungen erfüllt werden. Unter anderem sind Aussagen über den verkehrsbedingten Stickstoffeintrag notwendig. Diese Problematik hat an Bedeutung gewonnen, seitdem das Bundesverwaltungsgericht im Genehmigungsverfahren der A 143 (Westumfahrung Halle)

diagnostischen Windfeldmodells. Die Ergebnisse der Berechnungen werden als flächenhafte grafische Darstellungen des Stickstoffeintrags in  $\text{kg}/(\text{ha}\cdot\text{a})$  aufbereitet. Die ökologische Beurteilung der Ergebnisse wird von dem jeweils zuständigen FFH-Gutachter vorgenommen.

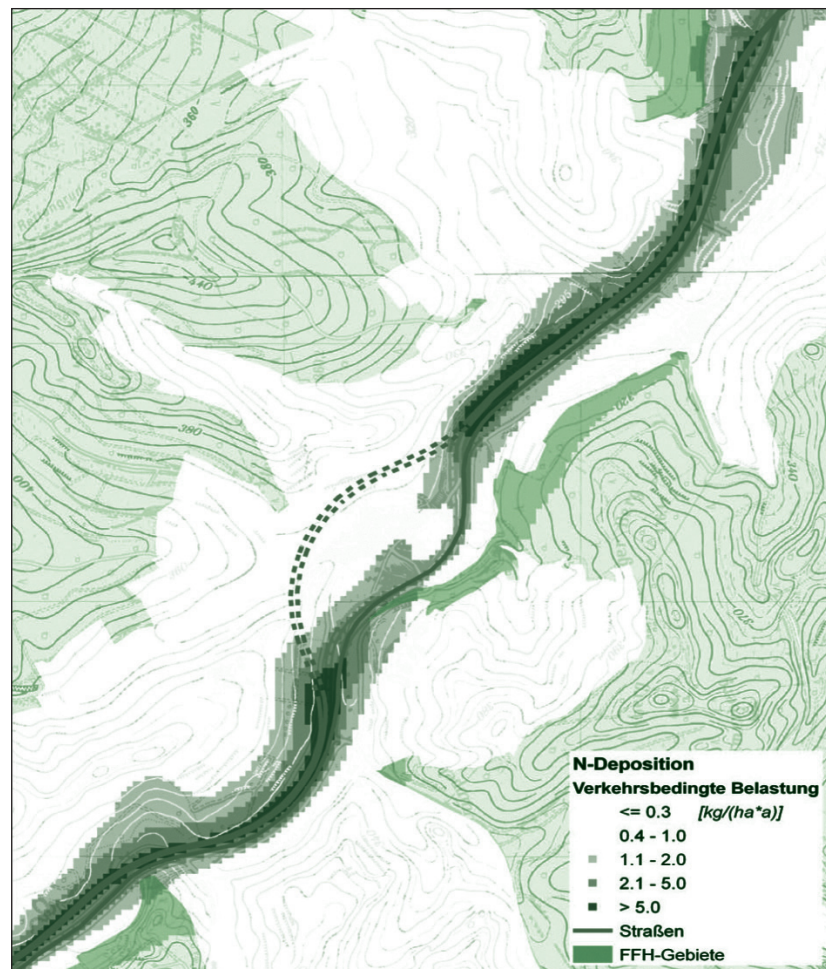
Die hier beschriebene Vorgehensweise wurde von unserem Büro z. B. für die A 143 (Westumfahrung Hal-

Liste bzw. verschiedenen nationalen Listen in Bezug auf Biotoptypen definiert sind. Das Hauptproblem bei der Bewertung von Stickstoffeinträgen in Böden ist, dass bereits mit der Hintergrundbelastung, die beim Umweltbundesamt im Internet abgefragt werden kann, in fast ganz Deutschland die Critical Loads überschritten sind. Der Eintrag durch den örtlichen Straßenverkehr stellt meist nur einen kleinen Teil der Belastung dar.

### DEPOSITION

aktuelle Planungen verworfen hatte (BVerwG, Urteil v. 17.01.2007 - 9 A 20.05). Dort wurde u. a. ausgeführt, dass die verkehrsbedingten Stickstoffeinträge in ein nahegelegenes FFH-Gebiet nicht in ausreichender Intensität betrachtet wurden.

Für die Erarbeitung quantifizierter Aussagen zum verkehrsbedingten Stickstoffeintrag in straßennahe Böden werden Stickstoffausbreitungs- und Stickstoffdepositionsrechnungen durchgeführt. Berücksichtigt werden neben den örtlichen meteorologischen und topographischen Verhältnissen auch die verkehrsbedingten Stickstoffanteile aus  $\text{NO}_x$  und  $\text{NH}_3$ . Die Festsetzung der Stickstoffdepositionsgeschwindigkeiten erfolgt stoffabhängig und in Abhängigkeit der unterschiedlichen Bodenbedeckung. Die  $\text{NO}_x$ - und  $\text{NH}_3$ -Emissionsfaktoren für Kfz werden aus dem Handbuch für Emissionsfaktoren entnommen. Die Depositionsgeschwindigkeiten für  $\text{NO}_x$  und  $\text{NH}_3$  resultieren aus entsprechenden Richtlinien sowie aktuellen Forschungsergebnissen. Die Ausbreitungs- und Depositionsberechnungen erfolgen mit dem Lagrangeschen Ausbreitungsmodell LASAT. Bei der Windfeldmodellierung ist es ggf. nötig, relevante topographische Einflüsse auf die lokalen Windverhältnisse adäquat abzubilden. So z. B. Kaltluftabflüsse (werden mit dem Kaltluftabflussmodell KALM berechnet) oder entsprechend TA Luft ab Hangneigung größer von 1:5 die Verwendung eines prognostischen (z. B. METRAS PC) anstatt eines



Beispiel: Stickstoffdepositionsberechnung mit Topografie und Tunnelabschnitt

le), die A 44 (Hessisch Lichtenau), die A 4 zwischen Düren und Kerpen und für andere Genehmigungsverfahren angewendet. Derzeit sind im juristischen und wissenschaftlichen Bereich in Bezug auf die Bewertung von Stickstoffeinträgen in sensible Biotope diverse Fragen offen. Die Beurteilungswerte werden als Critical Loads bezeichnet, die in der Berner

Derzeit wird in Fachkreisen über eine geeignete Bewertungsmethodik diskutiert. Zu diesem Thema liegen diverse Veröffentlichungen unter anderem vom Umweltbundesamt (UBA) und dem Landesumweltamt Brandenburg vor. Hilfreich wäre in Analogie zur TA Luft die Festlegung einer bundeseinheitlichen Irrelevanzschwelle.