

Liebe Leserinnen und Leser,

Wir haben wieder ein sehr interessantes und ereignisreiches Jahr hinter uns. Nun stehen wir kurz vor zwei sehr wichtigen Neuerungen:

1. Ab 1.1.2020 wird unser Büro in die Lohmeyer GmbH umgewandelt. In diesem Zuge werde ich als Hauptgesellschafter der GmbH die Mehrheit der Gesellschafteranteile halten. Damit sind nun auch auf der Eigentumsebene die Weichen für den Generationswechsel vollzogen. Somit ist die vorliegende Weihnachtsausgabe unserer Hauszeitung nach 42 Ausgaben die letzte Hauszeitung, die unter dem Namen Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG erscheint.

2. Unser Ziel ist es, auch in Zukunft ein wirtschaftlich starker, innovativer und verlässlicher Partner möglichst in Ihrer Nähe zu sein. Deshalb sind wir froh, Ihnen mitteilen zu können, dass wir die Firma simuPlan ebenfalls ab dem 1.1.2020 in die Lohmeyer GmbH integrieren und damit eine Niederlassung auch in

NRW (Dorsten an der Lippe) haben werden. Wir freuen uns auf eine gute und erfolgreiche Zusammenarbeit mit Herrn Ludes und seinem Team.

Ich wünsche Ihnen nun eine angenehme Lektüre des fachlichen Teils unserer Hauszeitung. Im ersten Artikel wird von dem mit unserer Beteiligung für die Bundesanstalt für Straßenwesen abgeschlossenen Forschungsbericht zu umweltsensitivem Verkehrsmanagement berichtet. Der zweite Artikel handelt von dem von uns als Hauptauftragnehmer für das Umweltbundesamt durchgeführten Forschungsprojekt zur Ausbreitungsmodellierung von Ultrafeinpartikeln am Frankfurter Flughafen. Im letzten Artikel informieren wir sie über eine Machbarkeitsstudie zur Modellierung der Deposition von straßenverkehrsbedingten Schadstoffen in Oberflächengewässern im Zuge der Wasserrahmenrichtlinie, wie z.B. Arsen, Quecksilber oder Streusalz.

Ich wünsche Ihnen eine besinnliche und gesegnete Weihnachtszeit sowie ein gutes neues Jahr.

Her W. Freude



AKTUELLES IN KÜRZE

- Unser Büro hat seit 2017 im Auftrag des Bundesumweltamtes das Beratungshilfeprojekt „Weiterentwicklung der Luftreinhalteplanung und des Monitorings der Luftqualität in Ulan-Bator (Mongolei)“ geleitet. Am 16. und 17. Oktober 2019 fand der Abschlussworkshop in Ulan-Bator statt. Weitere Informationen und die Abschlussbroschüre auf Englisch und Mongolisch sind auf unserer Homepage unter „Aktuelles“ verlinkt.
- Im September 2019 wurde mit HBEFA 4.1 eine aktualisierte Version des „Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs“ veröffentlicht (<https://hbefa.net/e/index.html>). Neben der Aktualisierung der Basisemissionsfaktoren sowie der Korrekturfaktoren zur Berücksichtigung des Temperatureinflusses bei Stickoxidemissionen bestehen die wesentlichen inhaltlichen Neuerungen in der Erweiterung der Fahrzeugflotte um alternative Antriebskonzepte (inklusive Berücksichtigung klimarelevanter Vorkettenemissionen), der Erweiterung der Verkehrssituationsmatrix um Tempo-30 auf Hauptverkehrsstraßen sowie der Einführung eines zusätzlichen Level-of-Services des Verkehrsflusses („Stop&Go2“). Zudem sind in HBEFA 4.1 erstmals Emissionsfaktoren für nicht auspuffbedingte Partikelemissionen enthalten. Die Implementierung der Daten des HBEFA 4.1 in unsere bürointernen Emissionsmodelle ist abgeschlossen; Luftschadstoffgutachten werden dementsprechend ab sofort auf dieser Basis erstellt.

INHALT

Umweltsensitives Verkehrsmanagement – Schlussfolgerungen aus BAST-FE-Projekt + aktuelle Entwicklungen . . . Seite 2

Modellierung von Ultrafeinpartikeln am und um den Flughafen Frankfurt/Main. . . Seite 3

Depositionsberechnungen in Bezug auf die Wasserrahmenrichtlinie (WRR) . . . Seite 4

Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG

Aerodynamik, Klima, Immissionsschutz und Umweltsoftware
www.lohmeyer.de

Büro Karlsruhe:

An der Rosswald 3, 76229 Karlsruhe
Tel.: 0721 / 625 10 0
Fax: 0721 / 625 10 30
E-Mail: 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

UMWELTSENSITIVES VERKEHRSMANAGEMENT – SCHLUSSFOLGERUNGEN AUS BAST-FE-PROJEKT + AKTUELLE ENTWICKLUNGEN

Mobilität ist eine zentrale Voraussetzung für wirtschaftliches Wachstum, Beschäftigung und Teilnahme am gesellschaftlichen Leben. Zunehmende Verkehrsleistungen sind aber auch mit steigenden Umweltbelastungen durch Lärm und Luftschadstoffe verbunden. Zur Einhaltung der Luftschadstoffgrenzwerte wurden und werden Luftreinhaltepläne erstellt und Minderungsmaßnahmen festgelegt. Auf Grund des hohen Verursacheranteils haben Maßnahmen für den Kfz-Verkehr dabei eine besondere Bedeutung.

Als dynamischer Ansatz wird in den letzten Jahren vermehrt auf das umweltsensitive Verkehrsmanagement (UVM) gesetzt, um die Eingriffe in den Verkehrsablauf auf solche Situationen zu beschränken, die hinsichtlich der Einhaltung von Grenzwerten der Luftqualität besonders effektiv sind. Zu diesen Maßnahmen zählen:

- Fahrverbote für bestimmte Fahrzeugklassen,
- Reduzierung zulässiger Geschwindigkeiten,
- Optimierung von LSA-Steuerungen zur Verstärkung des Verkehrsflusses,
- Zufussdosierung an LSA zur temporären Reduzierung von Verkehrsstärken und
- Wechselwegweisung mit Anpassung von LSA-Steuerungen zur Verkehrslenkung.

Die **Abb. 1** zeigt das Funktionsschema eines Verkehrsmanagements mit integrierter umweltsensitiver Verkehrssteuerung.

Ein nunmehr abgeschlossenes Forschungsprojekt der BAST (FE 70.0912/2015 „Dynamisches umweltsensitives Verkehrsmanagement“) befasste sich mit den Inhalten, Randbedingungen sowie Wirkungen und Kosten bereits umgesetzter Systeme (unter anderem auch unter Nutzung unserer Umweltmodule PROKAS^{online} bzw. ProFet) und gibt daraus abgeleitet Empfehlungen für die Planung von UVM.

Die Untersuchungen zeigten, dass die UVM-Systeme im Realbetrieb zuverlässig arbeiten, von Behörden,

Wirtschaft und Bürgern akzeptiert werden und zur Minderung der Luftschadstoffbelastung beitragen sowie die umgesetzten Maßnahmen dem Verhältnismäßigkeitsgrundsatz entsprechen.

erreichbar. Für Hotspots mit einer deutlichen Überschreitung der Grenzwerte sind ohnehin nur „härtere“ UVM-Maßnahmen zielführend. Durch den umweltsensitiven Ansatz können Schwellenwerte und Maß-

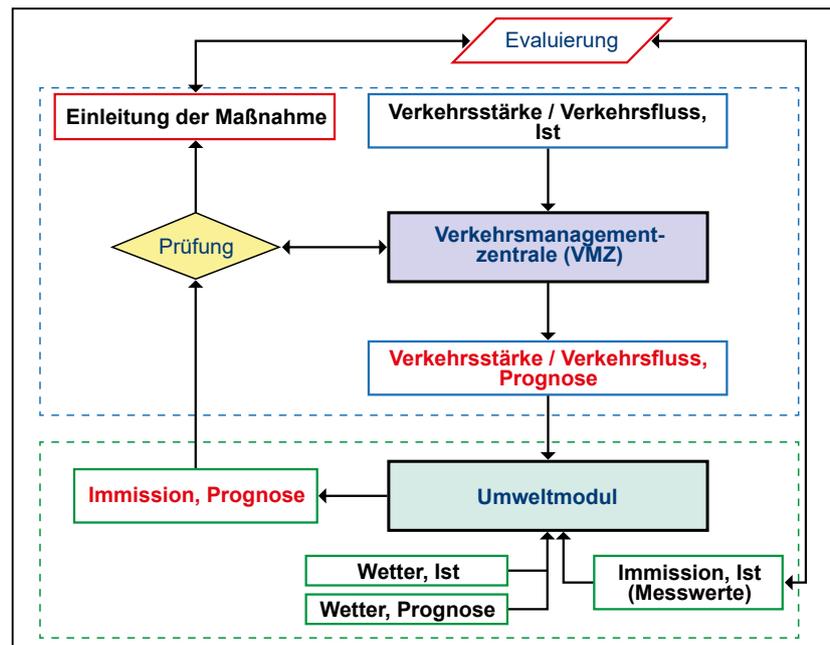


Abb. 1: Funktionsschema eines Verkehrsmanagements mit integrierter umweltsensitiver Verkehrssteuerung

Anhand von Realdaten aus den Untersuchungsgebieten konnten die Maßnahmenwirkungen im Hinblick auf Schwellenwerte und Verkehrsverlagerungen sowie Veränderungen von Verkehrsfluss, Fahrzeiten, Emissionen, Verkehrssicherheit und Immissionen systematisiert und bewertet werden. Weiterhin wurde eine Evaluierung von Vorhersagen und eine Bewertung von Befolgungsraten durchgeführt.

Für Hotspots mit einem NO₂-Jahresmittelwert nahe am Grenzwert liegen die ermittelten Minderungen bei „weichen“ Maßnahmen, wie Verkehrsverflüssigung und Zufussdosierung, im einstelligen Prozentbereich. Bezogen auf PM10 liegt die ermittelte Reduzierung im Bereich weniger Überschreitungstage. Höhere Minderungen sind durch Verschärfung der Schwellenwerte oder Einbeziehung „härterer“ Maßnahmen, wie z. B. Verkehrseinschränkungen oder Fahrverboten,

Maßnahmenwirkungen optimiert auf die Zielvorgaben angepasst werden.

Die Kosten- und Wirkungsanalysen zeigen, dass die umgesetzten UVM-Maßnahmen entweder ein gesamtwirtschaftlich positives Kosten-Nutzen-Verhältnis oder zumindest deutliche Vorteile bei der gewählten temporären gegenüber einer dauerhaften Aktivierung haben.

Derzeit werden in Deutschland in verschiedenen Städten weitere UVM- bzw. Umweltmonitoringsysteme aufgebaut. Die Ergebnisse und Erfahrungen aus diesem Forschungsprojekt nutzend sind wir u.a. in Erfurt, Jena und Magdeburg mit unserem Umweltmodul PROKAS^{online} beteiligt. Weitere Informationen zu PROKAS^{online} finden Sie unter <http://www.lohmeyer.de/de/content/softwarevertrieb/produkteuebersicht/prokas-online>. Die Berichte zum BAST-Projekt werden demnächst veröffentlicht.

MODELLIERUNG VON ULTRAFEINPARTIKELN AM UND UM DEN FLUGHAFEN FRANKFURT/MAIN

Einträge von Luftschadstoffen stellen eine bedeutende Gefährdungsursache für die menschliche Gesundheit dar. Neben den bereits in der Luftqualitätsrichtlinie (EU-RL 2008/50/EC) geregelten Luftschadstoffen sind weitere luftgetragene Spurenstoffe in der wissenschaftlichen Diskussion, die der menschlichen Gesundheit Schäden zufügen können. In jüngeren Studien wurden Flughäfen als Quelle für erhöhte UFP-Konzentrationen in der Luft identifiziert. Aus diesem Grunde ist es erforderlich, den Beitrag des Flughafens zur oberflächennahen UFP-Konzentration in der Außenluft durch Messen und Modellieren besser zu verstehen. In diesem Projekt wurde exemplarisch für die Region des Flughafens Frankfurt/Main die Gesamtkonzentration der UFP-Anzahl mithilfe einer Kombination aus etablierten Luftschadstoffausbreitungs-Modellen für die lokale (LASAT, LASPORT) und überregionale Ebene (EURAD, MADE) berechnet. Die Emissionen für den Flugzeugverkehr, den Straßenverkehr, den Flughafen-Bodenverkehr, sonstige Flughafeninfrastruktur und den regionalen bzw. mesoskaligen Hintergrund wurden auf der Basis nationaler und internationaler Datenquellen (HBEFA, ICAO, GRETA) und spezifischen, vom Flughafen ermittelten Daten bestimmt. Die Modellergebnisse (dreidimensionale, stündlich aufgelöste Konzentrationszeitreihen, in Summe und differenziert nach den Quellgruppen Flugbetrieb und Bodenabfertigung, Kfz des Umlandes sowie Hintergrundbelastung) wurden mit Messungen in der Nähe des Flughafens verglichen.

In Bezug auf die Anzahl-Emission von UFP sind nach den Modellergebnissen die Haupttriebwerke von Flugzeugen die dominierende Emissionsquelle. Von ihnen stammen mehr als 90 % der vom Flughafen freigesetzten nichtflüchtigen UFP. Mehr als 50 % dieser Triebwerke-emissionen sind auf Rollbewegungen am Boden zurückzuführen, mit Partikeldurchmessern unter 20 nm.

Die Langzeitmittelwerte der UFP-Anzahlkonzentration werden durch weiter vom Flughafen

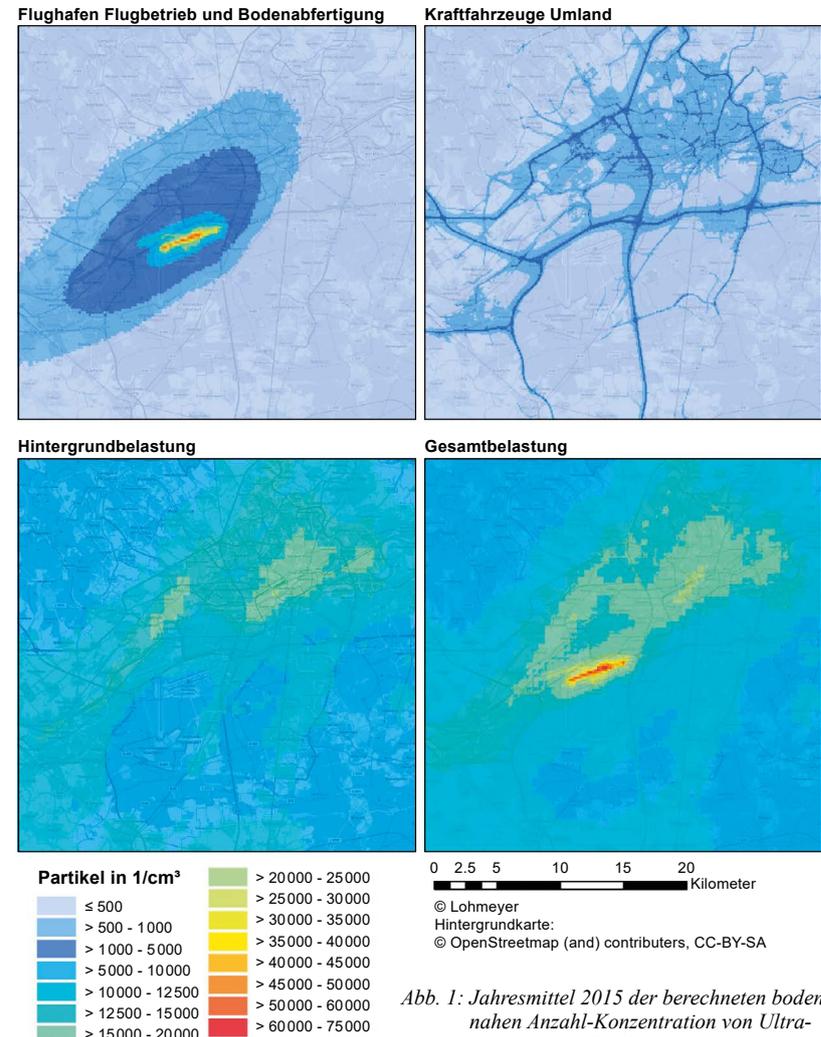


Abb. 1: Jahresmittel 2015 der berechneten bodennahen Anzahl-Konzentration von Ultrafeinpartikeln (UFP) in 1/cm³ für die drei

Quellgruppen Flugbetrieb und Bodenabfertigung, Kfz-Verkehr des Umlandes, Hintergrundbelastung sowie für die daraus folgende Gesamtbelastung.

entfernte Hintergrundquellen dominiert, während der Beitrag des Flughafens zu den Stundenmittelwerten ausgeprägter sein kann. Ein wichtiges Ziel des Projekts war es, Defizite im derzeitigen Stand der Technik zur Emissions- und Konzentrationsmodellierung von UFP im Kontext von Flughäfen zu ermitteln. Hier sind inkonsistente UFP-Durchmesserbereiche in den zu Grunde liegenden Emissionsfaktoren, Modellen und Messungen von Bedeutung, ebenso Unterschiede in den betrachteten UFP-Bestandteilen, insbesondere die Unterscheidung flüchtiger gegenüber nichtflüchtiger Partikel.

Die Modellergebnisse legen nahe, dass der Einfluss des Flughafens auf das Jahresmittel der Gesamt-Anzahlkonzentration von Ultrafeinpartikeln

mit zunehmender Entfernung und in Abhängigkeit von der Hauptwindrichtung deutlich abnimmt. Die Modellierung ergab beispielsweise, dass der durch den Flughafen im Jahresmittel verursachte Anteil nördlich des Flughafens in ca. 1 km Entfernung bei ca. 25 % der Gesamtbelastung und in 2,5 km bei unter 10 % lag (siehe **Abb. 1**).

Unser Büro bearbeitete das Projekt in Zusammenarbeit mit dem Ingenieurbüro Janicke, MUVEDA und dem Rheinischen Institut für Umweltforschung der Universität Köln für das Umweltbundesamt (UBA Forschungs- und Entwicklungsvorhaben 3716 52 200). Der Endbericht soll noch 2019 auf der Homepage des Umweltbundesamtes veröffentlicht werden.

DEPOSITIONSBERECHNUNGEN IN BEZUG AUF DIE WASSERRAHMENRICHTLINIE (WRR)

Die Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (Wasser-Rahmenrichtlinie, WRR) hat als zentrales Ziel, einen guten Zustand möglichst aller Gewässer zu gewährleisten. Bei Straßenplanungen im Nahbereich von Gewässern stellt sich grundsätzlich die Frage, welche verkehrsbedingten Stoffeinträge durch das Vorhaben in ein Oberflächengewässer zu erwarten sind.

Nach den Anlagen 6, 7 und 8 der Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (Oberflächengewässerverordnung OGewV) sind diverse Schadstoffe bewertungsrelevant, so z.B. Arsen, Chrom, Kupfer, Zink, Chlorid, Sulfat, Eisen, Ammonium-Stickstoff, Nitrat-Stickstoff, Nitrit-Stickstoff, Benzol, Cadmium, Quecksilber und Naphthalin.

In diesem Zusammenhang waren durch unser Büro im Rahmen einer Machbarkeitsstudie für den Landesbetrieb Straßenwesen Brandenburg folgende Fragen zu beantworten:

- Für welche dieser Luftschadstoffe sind belastbare Kfz-bedingte Emissionsfaktoren vorhanden?
- Welche Depositionsgeschwindigkeiten wären anzusetzen?
- Welche Ausbreitungsmodelle sind für diese Fragestellung geeignet?
- Welche Depositionsraten und damit welche Stoffeinträge sind typischerweise zu erwarten und sind diese relevant in Bezug auf die Fragestellung?
- Gibt es unter bestimmten Voraussetzungen (Verkehrsbelastung, -zusammensetzung, etc.) eine maximale Reichweite für die Relevanz?
- Wie ist die Hintergrundbelastung dieser Luftschadstoffe?
- Wie können die Ergebnisse dargestellt werden?

Es konnte aufgezeigt werden, dass für die meisten der betrachteten Stoffe Emissionsfaktoren in der Literatur vorliegen oder der Kfz-Verkehr keine relevante Emissionsquelle

darstellt. Weiterhin konnten für die relevanten Schadstoffe Depositionsgeschwindigkeiten für die Oberfläche „Wasser“ oder landnutzungsunabhängig ermittelt werden, welche in entsprechenden Berechnungen verwendet werden könnten.

Ausbreitungsrechnungen für eine Beispielstraße mit einem flachen Brückenbauwerk mit einer Länge von ca. 80 m über ein Gewässer wurden mit LASAT durchgeführt. Unter Beachtung der Bandbreiten von Emissionsfaktoren und Depositionsgeschwindigkeiten und unterschiedlicher Verkehrsstärken wurden Depositionsraten in g/(ha·Jahr) für die einzelnen Stoffe der WRR auf die Wasseroberfläche in Abhängigkeit von der Entfernung zur Straße berechnet.

Nachfolgend beispielhaft einige wichtige Aussagen:

- Die Depositionen variieren erwartungsgemäß mit den Emissionen von der Straße und mit dem Abstand zur Emissionsquelle. Das Abklingverhalten ist hierbei auch von den örtlichen Windverhältnissen und der Lage und Höhe der Brücke abhängig.
- Die höchsten Depositionsraten (abhängig von Emission, Konzentration und Depositionsgeschwindigkeit) wurden (außer für Chlorid) für Eisen und für Nitrat-Stickstoff berechnet.

- Die niedrigsten Depositionsraten wurden für Quecksilber ermittelt.
- Die Chloriddepositionen werden maßgeblich durch das fahrzeuginduzierte Versprühen und Verspritzen von Tausalz bestimmt. Es ist ein sehr starker Abfall mit zunehmender Entfernung zur Brücke zu verzeichnen, da die Depositionen durch Sedimentationsprozesse größerer chlorbelasteter Wassertröpfchen dominiert werden. Bereits in 20 m Entfernung reduziert sich im betrachteten Beispiel die Chloriddeposition auf 1/10tel, in 50 m Entfernung auf 1/100tel und in 100 m Entfernung auf 1/1000tel.

Die Bewertung der berechneten Depositionsraten auf das Wasser im Sinne der WRR muss durch einen entsprechenden Fachgutachter erfolgen und steht derzeit noch aus.

