

Sehr geehrte Damen und Herren,

Millionen Menschen benutzen regelmäßig U-Bahnen. Die große Anzahl von Personen auf beschränktem Raum, besonders zur Hauptverkehrszeit, und die begrenzten Fluchtmöglichkeiten machen U-Bahn-Systeme zu kritischen Infrastrukturen. Auf Seite 2 berichten wir über unsere Arbeiten zu diesem Thema im Projekt OrGaMIR. Dort wird ein System entwickelt, das es bei der Freisetzung gefährlicher Stoffe ermöglicht, aus der Kenntnis von deren Ausbreitungsverhalten zielgerichtete Hinweise für Fahrgäste, Rettungskräfte und Betreiberorganisationen zu geben.

Die Validierung unserer Modelle bzw. der kompletten Immissionsprognosen ist eine unserer ständigen Aufgaben. Sie ist besonders motivierend, wenn sie im Rahmen eines Forschungsprojektes auf Basis der Daten einer so interessanten Messstelle wie Stuttgart Neckartor erfolgen kann. Über unser dortiges Vor-

gehen und die Ergebnisse berichten wir auf Seite 3.

Unser Büro blickt auf ein Jahr mit einer positiven Entwicklung zurück. Es konnten zur Absicherung und Erweiterung unseres Angebotspektrums drei neue berufserfahrene Mitarbeiter gewonnen werden. Für die Emissionsbestimmung im Bereich von Kfz ist dies Herr Wolfram Schmidt, der u.a. maßgeblich an der Entwicklung des Verkehrsmoduls des sächsischen E-Katasters beteiligt war. Für Spezialfragen der Strömungsmodellierung konnten wir Herrn Dr. Marcus Letzel gewinnen. Er ist Fachmann für Large-Eddy-Simulationen, einem Verfahren, das weit über die Qualität der bisher praktisch für bebauten Gelände verfügbaren Strömungsmodelle hinausgeht und dessen Praxisreife deutlich zugenommen hat. Bei der immer wichtiger werdenden Geodatenverarbeitung unterstützt uns Herr Dr.

Jochen Richters. Sehr zufriedenstellend verlaufen ist auch die Neubesetzung dreier in den letzten Jahren frei gewordenen Stellen. Wir konnten hierfür vier weitere hoch qualifizierte Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter einstellen, die derzeit zielführend eingearbeitet werden. Die sieben „Neuen“ stellen wir Ihnen auf Seite 4 vor.



Mit den besten Wünschen für das Neue Jahr verbleibt

JLw

A. Lohmeyer

AKTUELLES IN KÜRZE

Mitteilungen:

- Auf dem Kolloquium „Luftqualität an Straßen 2011“ der Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen am 30./31. März 2011, das bei der Bundesanstalt für Straßenwesen (BAST) in Bergisch-Gladbach stattfindet, werden wir vortragen über die „Numerische Modellierung des photokatalytischen Stickoxidabbaus durch Titandioxid dotierte Gebäudefarben“.
- Mit Inkrafttreten der 39. BImSchV rücken Feinstaubpartikel PM2.5 stärker in den Fokus der lufthygienischen Untersuchungen. Unser Büro erarbeitet im Auftrag des Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie Sachsen Methoden zur Integration von PM2.5-Emissionen ins Emissionskataster Sachsen für die Quellgruppen Verkehr, Gewerbe, Groß- und Kleinf Feuerungsanlagen und Landwirtschaft. Der 2. Zwischenbericht wird herunterladbar sein unter <http://www.forsten.sachsen.de/umwelt/luft/3606.htm>.
- Derzeit stellt unser Büro, zusammen mit der TU Dresden, Lehrstuhl Verkehrsökologie, das Emissionskataster Verkehr des Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie Sachsen auf das neue HBEFA3.1 um. Ziel eines Teilprojektes war es, eine Übertragung der im Fachinformationssystem Umwelt und Verkehr (FIS) verwendeten Verkehrssituationen des HBEFA2.1 auf die in der Version 3.1 enthaltenen Verkehrssituationen zu entwickeln, um die aktualisierten bzw. erweiterten Emissionsfaktoren des aktuellen Handbuchs nutzen zu können. Diese Untersuchung ist abgeschlossen und herunterladbar unter <http://www.forsten.sachsen.de/umwelt/luft/3606.htm>.

INHALT

- Forschungsprojekt OrGaMIR: Simulation der Ausbreitung von Gefahrstofffreisetzungen in U-Bahnhöfen.....S. 2
- Modellierung der PM10-Konzentrationen inkl. Inhaltsstoffen für den Bereich Stuttgart Am Neckartor.....S. 3
- Die neuen Mitarbeiter unseres Büros.....S. 4

Ingenieurbüro

Lohmeyer GmbH & Co. KG

Aerodynamik, Klima, Immissionsschutz und Umweltsoftware

www.lohmeyer.de (Lohmeyer *aktuell* in Farbe)

Büro Karlsruhe:

An der Roßweid 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

Forschungsprojekt OrGaMIR: Simulation der Ausbreitung von Gefahrstofffreisetzungen in U-Bahnhöfen

Das Ingenieurbüro Lohmeyer ist seit 2008 in das mit einer Laufzeit von drei Jahren angesetzte Projekt OrGaMIR involviert. OrGaMIR steht für „Organisationsübergreifende Gefahrenabwehr zum Schutz von Menschen und kritischen Infrastrukturen durch optimierte Prävention und Reaktion“. Es ist Teil des Programms "Forschung für die zivile Sicherheit" im Rahmen der High-Tech-Strategie der Bundesregierung und wird im Bereich "Schutz von Verkehrsinfrastrukturen" vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) unter der Projekträgerchaft des VDI Technologiezentrums gefördert (Förderkennzeichen: 13N9625).

OrGaMIR zielt darauf ab, in Notfällen, wie der Gefahrstofffreisetzung in U-Bahnhöfen, in kürzester Zeit die Auswirkungen zu simulieren und den Leitstellenmitarbeitern sowie der Feuerwehr und weiteren Akteuren entscheidungsunterstützende Informationen zu geben. Damit sollen eine vollständige Evakuierung möglichst noch in der Selbstrettungsphase und der effektive Einsatz der Rettungskräfte unterstützt werden.

Konsortial- und Projektleitung hat die Universität Paderborn. Neben unserem Büro arbeiten im Konsortium Tunnelklimatologen der Ruhr-Universität Bochum, das Institut für Mikrotechnik in Mainz (Sensorentwicklung), die Fa. Indanet GmbH in München (Graphische Bedienoberfläche), Psychologen der Friedrich-Schiller-Universität Jena und die Fa. Züblin AG mit.

Unser Teilprojekt in OrGaMIR befasst sich mit der Modellierung von Ausbreitungsvorgängen in U-Bahnhöfen. Spezielle konzeptionelle Anforderungen machten es erforderlich, die Ausbreitungsmodellierung für die Selbstrettungsphase und für die Phase danach zu unterscheiden.

Eine besondere Herausforderung war die Ausbreitungsmodellierung für die Selbstrettungsphase. Hierbei musste entsprechend den Vorgaben eine Antwortzeit von maximal 10 Sekunden für eine erste dreidimen-

sionale Immissionsprognose auf U-Bahnhofebene eingehalten werden. Die Ergebnisse dieser Immissionsprognose werden von einem anderen Projektpartner für die dynamische Fluchtwegslenkung benötigt.

Softwarepakete für die Simulation der Strömung und der Ausbreitung von Luftbeimengungen in komplexen Geometrien sind verfügbar (z.B. PHOENICS, FLUENT, CFX, etc.), konnten jedoch im Rahmen von OrGaMIR nicht direkt eingesetzt werden, da die Rechenzeiten derartiger Programme im Bereich von Stunden bis hin zu Tagen liegen. Somit würden die Ergebnisse viel zu spät vorliegen.



Aus diesem Grund wurde konzipiert, die Immissionsprognose auf U-Bahnhofebene aus zwei Teilen zusammenzusetzen:

1. Offline durchgeführte dreidimensionale Simulationen der Strömungsverhältnisse im U-Bahnhof mit der CFD-Software PHOENICS und Ablegen der Strömungsfelder in einer sogenannten Strömungsfeldbibliothek.
2. Online durchgeführte Simulation der Ausbreitung von Luftbeimengungen mit einem Lagrangeschen Ausbreitungsmodell unter Verwendung der vorberechneten Strömungsfelder.

Lagrangesche Ausbreitungsmodelle sind in diesem Kontext besser geeignet als Eulersche Ausbreitungsmodelle. Bei Lagrangeschen Ausbreitungsmodellen werden die Flugbahnen (=Trajektorien) von einzelnen Luftpaketen berechnet und die Konzentrationen (vereinfachend dargestellt) durch Auszählen von Luftpaketen in einem Auszählvolumen bestimmt. Die Rechenzeit kann hierbei gesteuert werden über die

Anzahl der freigesetzten Luftpakete pro Zeit und die Größe des Auszählvolumens.

Im Rahmen des Projektes wurde ein entsprechendes Lagrangesches Ausbreitungsmodell entwickelt und für das OrGaMIR-Gesamtsystem bereitgestellt. Darüber hinaus wurde für einen Demonstrator-U-Bahnhof eine Strömungsfeldbibliothek mit 1728 vorberechneten Strömungssituationen generiert. Auf Basis von online durchgeführten Strömungsmessungen wird für die Ausbreitungsrechnung das am besten passende, vorberechnete Strömungsfeld aus der Strömungsfeldbibliothek herangezogen.

Auf Basis von Konzentrationsmessungen an mehreren Stellen im U-Bahnhof und den Strömungsmessungen liefert das OrGaMIR-System auch grob die Lage des Gefahrstofffreisetzungsortes.

In einem Demonstrator-U-Bahnhof wurden mehrere SF₆-Ausbreitungsexperimente durchgeführt, die nachsimuliert wurden. Von besonderer Bedeutung bei der Auswertung war die Frage nach „False positive“- bzw. „False negative“-Antworten des Ausbreitungsmodells (d.h. das Ausbreitungsmodell gibt fälschlicherweise an, dass eine Schadstoffkontamination vorhanden bzw. nicht vorhanden ist). Unerwünscht sind „False negative“-Werte, da kontaminierte Bereiche im U-Bahnhof nicht identifiziert werden.

Durch Anpassungen bei der Turbulenzparametrisierung des Ausbreitungsmodells konnte die Quote an „False negative“-Werten stark reduziert werden.

Allgemeine Informationen zum Projekt sind zu finden unter www.orgamir.de. Ein Beispiel für mit dem Lagrangeschen Ausbreitungsmodell berechnete Trajektorien im U-Bahnhof auf Basis der mittleren Transportgeschwindigkeit d.h. ohne turbulente Schwankungsbewegungen ist zu finden unter:

www.youtube.com/watch?v=P90YBNDCJms.

MODELLIERUNG DER PM10-KONZENTRATIONEN INKL. INHALTSSTOFFEN FÜR DEN BEREICH STUTTGART AM NECKARTOR

Im Rahmen eines Forschungsprojektes im Auftrag der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW)

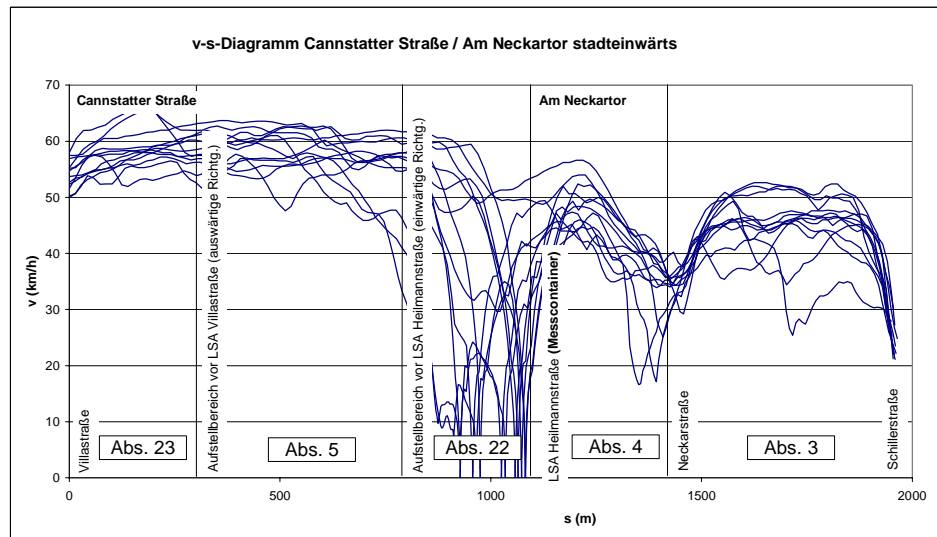
PM10-KONZENTRATION

wurde durch unser Büro für den Zeitraum, für den neben den Daten an der Station Am Neckartor auch Messdaten an der lokalen Hintergrundmessstelle Schlosspark vorlagen (15.11.06 bis 14.03.07, im Folgenden Schlossparkepisode genannt) Emissions- und Ausbreitungsberechnungen für PM10 sowie für Inhaltsstoffe (EC, OM, Eisen, Mineralstaub) durchgeführt. Diese Ergebnisse waren mit den Messergebnissen der LUBW von PM10-Immissionen inkl. relevanter Inhaltsstoffe zu vergleichen und die Messergebnisse in Bezug auf die Emissionsprozesse zu bewerten.

Die Ausbreitungsberechnungen erfolgten mit der Modellkombination MISKAM/LASAT. Dies erlaubte die Modellierungen als Zeitreihe (Korrelation zwischen Emission und Meteorologie) im o.g. Zeitraum inkl. der expliziten Berücksichtigung der Einflüsse der Gebäude sowie der Topografie auf die Schadstoffausbreitung und die Berücksichtigung von Depositionsprozessen. Als meteorologischer Input wurde eine AKTerm (Stundenwerte) im o.g. realen Zeitraum verwendet. Die verkehrsspezifischen Daten (Tages- und Wochengänge) wurden aus den vorliegenden Informationen (Zählraten, Verkehrsgutachten) abgeleitet. Der Verkehrsfluss auf dem betrachteten Straßennetz (ca. 2 km Umkreis um die Messstelle am Neckartor) wurde mittels eines mobilen Messfahrzeugs (floating car) erfasst, die ermittelten Fahrkurven (siehe Beispiel oben) statistisch ausgewertet und den Verkehrssituationen des HBEFA3.1 zugeordnet. Als Ergebnis lagen für alle betrachteten Stra-

ßenabschnitte entsprechende Tagesgänge der Verkehrssituationen vor. Die motorbedingten PM10-Emissionen wurden mittels Handbuch für Emissionsfaktoren (HBEFA3.1) auf Basis o.g. Verkehrswerte und Verkehrssituationen sowie einer regio-

Aus den durchgeführten Modellrechnungen und Datenauswertungen kann die Zusammensetzung und die Ursache der lokalen PM10-Belastung für die Situation Am Neckartor im Messzeitraum abgeschätzt werden. Es verbleiben für



nal spezifischen Fahrzeugflotte berechnet. Emissionsfaktoren für die Inhaltsstoffe EC, OM und Eisen wurden entsprechend Literaturwerten verwendet.

Die Ergebnisse der Untersuchung zeigen, dass sich die PM10-Gesamtbelastung an der Messstelle Am Neckartor für den o.g. Zeitraum entsprechend der gravimetrischen Messergebnisse aus $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$

den Untersuchungszeitraum somit ca. 40% der PM10-Zusatzbelastungen, die nach derzeitigem Erkenntnisstand nicht den Auspuffemissionen zugeordnet werden können. Weitere Ergebnisse der Untersuchung, wie die Ergebnisse der MISKAM/LASAT-Berechnungen im Vergleich zu den Messwerten sowie abgeleitete PMx-Emissionsfaktoren für die Stationen Am Ne-

Zusammensetzung der PM10-ZB, abgeschätzt aus den Messdaten und Modellrechnungen:

EC	= Auspuff ($7.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$), Reifenabrieb ($0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	= $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$
OM	= Auspuff ($4 \mu\text{g}/\text{m}^3$), Reifenabrieb ($2 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	= $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Eisenoxid	= Bremsabrieb ($2 \mu\text{g}/\text{m}^3$), Auspuff ($0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$), Unbekannt ($2.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	= $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Rest	= Abrieb Straße, Aufwirbelung Straßenstaub, Wasser	= $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Summe		= $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$

(= 52%) Hintergrundbelastung sowie $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (= 48%) lokaler verkehrsbedingter Zusatzbelastung zusammensetzt. Die lokale Zusatzbelastung wiederum beinhaltet $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (= 62% der Zusatzbelastung) motorbedingte Konzentrationen sowie $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (= 38% der Zusatzbelastung) nicht motorbedingte Konzentrationen.

ckartor und Cannstatter Straße sind dem o.g. Forschungsbericht zu entnehmen. Weiterer Forschungsbedarf auf diesem Gebiet ist zur Aktualisierung des derzeit verwendeten Datensatzes der Emissionsfaktoren und zum Verständnis der Emissionsprozesse dringend geboten.

DIE NEUEN MITARBEITER UNSERES BÜROS

Ein arbeits- und ereignisreiches Jahr geht zu Ende. Wir nutzen den Jahresrückblick, Sie über die Erweiterungen unseres Angebotsspektrums und unseres Teams zu informieren. Dazu stellen wir Ihnen nachfolgend die neuen Kolleginnen und Kollegen mit Ihren Arbeitsschwerpunkten vor.

Ende 2009 hat **Herr Dipl.-Umweltwiss. Jochen Stadler** seine Mitarbeit in unserem Büro in Karlsruhe begonnen. Er erstellt hauptsächlich Emissions- und Immissionsprognosen im Arbeitsgebiet „Anlagen, Gewerbe und Landwirtschaft“. Herr Stadler hat von 2001 bis 2008 an der Universität Trier Umweltwissenschaften studiert, danach arbeitete er dort bis zu seinem Wechsel zu uns im Bereich der Umweltmeteorologie als wissenschaftlicher Mitarbeiter.

Herr Dipl.-Geogr. Falko Jänich verstärkt uns nach mehrjähriger stud. Hilfstätigkeit im Büro Dresden und Studienabschluss an der TU Dresden nun als wissenschaftlicher Mitarbeiter bei der Erstellung von Gutachten und der Anwendungsoptimierung unserer ArcGIS-gestützten Software im Arbeitsgebiet „Ausbreitung von Kfz-Abgasen“. Herr Jänich trägt auch mit seinem Wissen im Bereich Informatik und Verkehrsingenieurwesen zur Vielseitigkeit unseres Teams bei.



von links: Falko Jänich, Wolfram Schmidt

Frau Dipl.-Met. Kirstin Lehner unterstützt uns im Büro Karlsruhe tatkräftig im Arbeitsgebiet „Ausbreitung von Kfz-Abgasen“. Sie hat

an der Universität Karlsruhe Meteorologie studiert und nach Ihrem erfolgreichen Studienabschluss als Diplom-Meteorologin bei uns ihre praktische Tätigkeit begonnen.

Unsere Arbeitsgebiete „CFD-Modellierung in der Aerodynamik“ und „Softwareentwicklung“ haben wir mit dem Eintritt von **Herrn Dr.rer.nat. Marcus Letzel** in unser Karlsruher Büro im Januar diesen Jahres verstärkt. Dr. Letzel hat an den Universitäten Hannover und Reading Meteorologie studiert und danach an der Universität Hannover promoviert. Insbesondere bringt er über zehn Jahre Erfahrung aus der Large-Eddy-Simulation auf Hochleistungsrechnern in unser Büro ein, einer sehr zukunftssträchtigen Simulationstechnik. Als Mitentwickler und Anwender des LES-Modells PALM hat er u.a. an der Universität Hannover und am Tokyo Institute of Technology Fragen der Stadtdurchlüftung und -klimatologie sowie des Windkomforts bearbeitet.

Die Emissionsbestimmung von Kfz-Abgasen ist ein sehr komplexes Thema. **Herr Dipl.-Ing. Wolfram Schmidt** hilft uns, diese Fragen nun noch zielführender angehen zu können, wie z.B. auch durch Messfahrten (siehe Lohmeyer aktuell Nr. 23) und Kennzeichenerfassungen. Er arbeitet nach seinem Maschinenbaustudium seit 1996 als wiss. Mitarbeiter am Lehrstuhl für Verkehrsökologie der TU Dresden, schwerpunktmäßig im Bereich Modellierung verkehrlich bedingter Luftschadstoffemissionen. Von 2005 bis 2009 leitete er das Projekt zur Entwicklung des Fachinformationssystems "Umwelt und Verkehr" am sächsischen LfULG. Seit Jahresbeginn 2010 ist Herr Schmidt in unserem Büro Dresden tätig.

Herr Dr.rer.nat. Jochen Richters ist seit April 2010 in unserem Karlsruher Büro im Arbeitsgebiet „Ausbreitung von Kfz-Abgasen“ und

insbesondere auch in unserer weiteren Forcierung der GIS-Anwendung tätig. Nach dem Studium der Geographie mit den Schwerpunkten Klimatologie und Geodatenverarbeitung an den Universitäten Göttingen und Bonn promovierte er im Jahr 2005 und war danach als Assistent an der TU Berlin im Fachgebiet Klimatologie beschäftigt. Dort befasste er sich u.a. mit stadt- und bioklimatischen Untersuchungen zum Luftaustausch und zum Effekt der städtischen Wärmeinsel.



oben von links: Marcus Letzel, Jochen Stadler, Kirstin Lehner; unten von links: Jochen Richters, Anica Friedrich

Unsere dienstjüngste Mitarbeiterin ist **Frau Dipl.-Umweltwiss. Anica Friedrich**. Sie ist seit Oktober 2010 in unserem Karlsruher Büro. Sie diplomierte als Umweltwissenschaftlerin an der Universität Trier mit den Schwerpunkten Umweltmeteorologie und Fernerkundung. Während des Studiums arbeitete sie dort als stud. Hilfskraft im Fach Umweltmeteorologie, im Jahr 2007 absolvierte sie ihr sechswöchiges Berufspraktikum in unserem Karlsruher Büro. Wir freuen uns, dass ihr diese Zeit in guter Erinnerung ist und wir sie deshalb als wiss. Mitarbeiterin gewinnen konnten.

Unsere neuen Kolleginnen und Kollegen unterstützen uns tatkräftig. Wir blicken zuversichtlich in das Jahr 2011 und freuen uns, Ihnen auch in Zukunft hochwertige, qualitätsgesicherte Arbeiten anbieten und neues Wissen in unsere Arbeit integrieren zu können.



Das Team des Ingenieurbüros Lohmeyer bedankt sich bei Ihnen und wünscht Frohe Weihnachten und für 2011 alles Gute, Gesundheit und viel Erfolg

