



Sehr geehrte Damen und Herren,

zunehmend beobachten wir im Rahmen der Genehmigung von Tierhaltungsanlagen sowohl bei Einsprüchen zu Planungen als auch im Rahmen von Planerörterungen das Auftreten von Fragestellungen zu Bioaerosol- bzw. Keimimmissionen und deren gesundheitlicher Relevanz. Derzeit treten Unsicherheiten bzgl. der Einforderbarkeit von diesbezüglichen Gutachten sowie Schwierigkeiten und Unsicherheiten bei der Bewertung von deren Ergebnis auf. Sehen Sie dazu den Bericht in der vorliegenden Ausgabe unserer Hauszeitung.

Eine weitere Steigerung der bisher in der Praxis erreichten Qualität der Strömungsmodellierung im Einflussbereich von Gebäuden ist für bestimmte Anwendungen sinnvoll. Dazu nutzen wir mit dem LES-Modell PALM einen neuen Modelltyp. Bei der auf Seite 3 beschriebenen

vergleichenden Untersuchung im Sinne der Qualitätssicherung hat PALM gut abgeschnitten. Sein routinemäßiger Einsatz bei der Erstellung unserer Gutachten wird derzeit noch erschwert durch Rechenzeiten von mehreren Tagen je Windrichtung. Für ausgewählte Fragestellungen (Stichwort „virtueller Windkanal“) empfiehlt sich jedoch schon jetzt der Einsatz dieses Modelltyps.

Das bewährte Werkzeug MISKAM zur Strömungs- und Ausbreitungsmodellierung wurde nun auch erweitert zur direkten Berücksichtigung des Horizontalimpulses von aus Tunnelportalen ausgeblasener Fortluft. Dies ist insbesondere dann wichtig, wenn sich im Nahbereich des Tunnelportals Strömungshindernisse und Geländeeinschnitte befinden, die den Ausbreitungsweg und die Verdünnung direkt beeinflussen. Auf Seite 4 wird über die gute Ver-

gleichbarkeit der Modellergebnisse mit Messergebnissen aus dem Windkanal berichtet. Die Modellerweiterung ist operativ einsetzbar, erhöht jedoch erwartungsgemäß die Rechenzeit um eine Größenordnung.



Wir wünschen Ihnen viel Spaß bei der Lektüre dieser Beiträge sowie schöne Weihnachtstage und ein gutes Neues Jahr 2013.

*Jlw
A. Lohmeyer*

AKTUELLES IN KÜRZE

Mitteilungen:

- Am 22.11.2012 führte das Sächsische LfULG das Fachkolloquium „Beste verfügbare Technik / Stand der Technik“ durch. Die diesjährige Veranstaltung hatte das Schwerpunktthema: Anlagen zur Aufbereitung und Lagerung von Bauschutt und natürlichem Gestein einschließlich Steinbrüche. Unser Büro war mit Vorträgen zu den Themen „Handhabung der VDI RL 3790, Blatt 3“ sowie „PM10-Belastungen aus einem Steinbruch“ vertreten. Die Vorträge finden Sie ab Anfang Dezember unter: www.umwelt.sachsen.de/umwelt/luft/27381.htm.
- Am 20.-21. März 2013 findet bei der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) das Kolloquium „Luftqualität an Straßen“ statt. Unser Büro wird mit Vorträgen zu den Themen „Richtlinien zur Ermittlung der Luftqualität an Straßen (RLuS 2012)“, „Modellierung der Stickstoffdepositionen“ und „Photokatalytischer Stickstoffabbau“ sowie einem Poster zum Thema „Umweltsensitive Verkehrssteuerung“ vertreten sein. Weitere Informationen finden Sie unter: www.bast.de/nr_42254/DE/Termine/Veranstaltungen/2013/V3-Luftqualitaet.html.
- Am 29.-31. Januar 2013 findet in Leipzig die BIOGAS-Jahrestagung und die zugehörige Fachmesse statt. Weitere Informationen unter: www.biogastagung.org.

INHALT

Bioaerosol- bzw. Keimimmissionen	S. 2
Vergleich des LES-Modells PALM mit Windkanaldaten für die Hamburger Innenstadt ...	S. 3
Tunnelstrahlberechnung mit MISKAM	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

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

BIOAEROSOL- BZW. KEIMIMMISSIONEN

Unter Bioaerosolen versteht man alle luftgetragenen Partikel biologischer Herkunft. Umweltmedizinisch relevant sind Bakterien, Pilze, Viren bzw. Pollen. Als mögliche Quellen von Bioaerosolen sind Abfallverwertungs- und Entsorgungsanlagen, Tierhaltungsanlagen, Biogasanlagen, Kläranlagen, biologische Abluft-

BIOAEROSOLE

reinigungen, in die Atmosphäre emittierende Rückkühlanlagen u. a. zu nennen (siehe VDI-Richtlinienreihe 4255).

Aufgrund der zunehmenden Verbreitung und Größe der genannten Anlagentypen entstehen immer häufiger Nutzungskonflikte, sodass die Frage nach der Belastung der Bevölkerung durch Bioaerosolimmissionen und ihre gesundheitlichen Auswirkungen eine steigende Relevanz erhält.

In Deutschland liegen mehrere Studien vor, die gesundheitliche Auswirkungen bzw. Risiken durch die Exposition gegenüber Bioaerosolen feststellen (vgl. Tesseraux, 2012; van Dort und Koch, 2012). Es sind derzeit jedoch keine Expositions-Wirkungs-Beziehungen oder Wirkungsschwellen für Bioaerosole bekannt und es existieren auch keine Grenzwerte (KRdL, 2012).

Die gesetzlichen Vorgaben zur Begrenzung mikrobieller Emissionen und Immissionen sind bislang nur allgemein formuliert. So schreibt die TA Luft (2002) für bestimmte Anlagen vor, „die Möglichkeiten, die Emissionen an Keimen und Endotoxinen durch dem Stand der Technik entsprechende Maßnahmen zu vermindern, sind zu prüfen“.

Mit dem Entwurf der VDI-Richtlinie 4250, Blatt 1 (VDI, 2011) liegt ein erster Ansatz zur umweltmedizinischen Bewertung von Bioaerosolimmissionen vor. Dabei erfolgt die Bewertung mittels der gemessenen Hintergrundkonzentration unter Berücksichtigung anlagenbezogener Leitparameter. Als Beispiele für Hinweise, die „eine Prüfung, ob gesundheitliche Beeinträchtigungen durch Bioaerosole von einer Anlage ausgehen“ notwendig machen, nennt

VDI-Richtlinie 4250, Blatt 1, Entwurf (VDI, 2011): relativ geringer Abstand von wenigen 100 m zwischen Wohnort/Aufenthaltort und Anlage, ungünstige Ausbreitungsbedingungen, weitere Bioaerosol emittierende Anlagen in der Nähe, empfindliche Nutzungen, gehäufte Beschwerden der Anwohner über gesundheitliche Beeinträchtigungen.

Derzeit ist die behördliche Praxis bezüglich der Untersuchung von Bioaerosolen im Rahmen von immissionschutzrechtlichen Genehmigungsverfahren regional sehr unterschiedlich. Beispielsweise fordert der Landkreis Emsland (Niedersachsen) seit 2010 mit Berufung auf den Vorsorgegrundsatz des Bundes-Immissionsschutzgesetzes die Erstellung von Keimgutachten im Rahmen von Genehmigungsverfahren für Tierhaltungen (vgl. KRdL, 2012). Dagegen stuft das Bayerische Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit (LGL) die rechtliche Situation bei der Anwendung der VDI-Richtlinie 4250, Blatt 1, Entwurf wie folgt ein: „...Deshalb gibt es immissionschutzrechtlich keine Anhaltspunkte, die eine Schutzpflicht nach Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) begründen und emissionsmindernde oder -begrenzende Maßnahmen, die über den derzeitigen Stand der Technik hinausgehen, rechtfertigen könnten. Nach geltender Rechtslage ist es nach § 5 Abs. 1 Nr. 2 Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) unter Vorsorgegesichtspunkten allenfalls wünschenswert, jede Erhöhung von Immissionskonzentrationen gegenüber Hintergrundwerten zu vermeiden.“ (KRdL, 2012).

Untersuchungen zeigen, dass im Einzelfall noch erhebliche Abweichungen zwischen den Ergebnissen aus Ausbreitungsrechnungen und aus Feldmessungen auftreten können (VDI, 2011).

In diesem Zusammenhang sehen wir noch einen großen Forschungsbedarf in der gesamten Kette von Emission über Transmission und Immission sowie der Beurteilung von Bioaerosolen.

Gerne werden wir hier unsere Erfahrung bei Ausbreitungsrechnungen von Luftschadstoffen und Gerüchen, aber

auch von ersten Keimgutachten unter komplexen Randbedingungen u. a. im Forschungsbereich einbringen.

Prinzipiell ist für eine sachgerechte Bewertung der Auswirkungen geplanter Anlagen auf die Bioaerosolbelastung die Kenntnis der zu erwartenden Zusatzbelastungen an Bioaerosolen notwendig. Dazu sind die Emissionen und die daraus resultierenden Immissionsbelastungen mittels Ausbreitungsrechnungen zu prognostizieren. Weitergehende Informationen und die Darstellung von Möglichkeiten, wie wir Sie bei der Behandlung von Fragestellungen im Themenbereich Bioaerosole bzw. Keime unterstützen können, finden Sie unter www.lohmeyer.de/de/content/gutachten/luftreinhaltung/keime-bioaerosole.

Literatur:

KRdL (2012): Mikrobielle Luftverunreinigungen – Messen, Bewerten, Mindern. KRdL-Expertenforum 25.04.2012, Bonn, KRdL-Schriftenreihe 44. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN – Normenausschuss, Düsseldorf, April 2012.

TA Luft (2002): 1. Allg. Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft). GMBL., 2002, Heft 25 – 29, S. 511 – 605.

Tesseraux I. (2012): Bioaerosole in der Umgebung von Anlagen – gesundheitliche Bedeutung – Vorschläge zur Prävention. Vortrag in Erfurt am 11.05.2012.

van Dort, T., Koch, E. (2012): Bestimmung und Bewertung landwirtschaftlich bedingter Emissionen und Immissionen in den Niederlanden und in Nordrhein-Westfalen. Immissionschutz 3, 2012, 117-124.

VDI (2011): Bioaerosole und biologische Agenzien. Umweltmedizinische Bewertung von Bioaerosol-Immissionen. Wirkungen mikrobieller Luftverunreinigungen auf den Menschen. Richtlinie VDI 4250, Blatt 1, Entwurf. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN – Normenausschuss, Düsseldorf, November 2011.

VERGLEICH DES LES-MODELLS PALM MIT WINDKANALDATEN FÜR DIE HAMBURGER INNENSTADT

Erstmals hat unser Büro in einem Projekt die Large-Eddy-Simulation (LES) zur Berechnung der zeitabhängigen urbanen Strömungs- und Turbulenzfelder eingesetzt.

Ziel des vom Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe

LES-MODELL

(BBK) geförderten Forschungsprojektes war die Entwicklung eines Werkzeugs zur Optimierung der Einsatzsteuerung bei Gefahrstofffreisetzungen in Stadtgebieten (Leitl et al., 2012). Auf Basis einer Modellkette des Naval Research Laboratory (NRL) haben die Universität Hamburg, das NRL und Hamburger Sicherheitsbehörden das Einsatzwerkzeug CT-Analyst entwickelt (Fischer et al., 2012). CT-Analyst benötigt als Eingangsdaten zeitabhängige LES-Strömungs- und Turbulenzfelder, die bislang vom LES-Modell FAST3D-CT des NRL stammen.

Unser Büro hat im Rahmen einer Projekterweiterung gemeinsam mit der Universität Hannover und den o. g. Partnern untersucht, ob das deutsche LES-Modell PALM (Parallelized Large-Eddy Simulation Model; Letzel et al., 2008) als alternativer Datenlieferant geeignet ist.

Im Sinne der besseren Vergleichbarkeit der Ergebnisse wurde das Set-up der beiden LES-Modelle harmonisiert, insbesondere die Gitterweite im Untersuchungsgebiet (2,5 m) sowie die Länge der LES-Zeitreihen (6,5 h). Unterschiede ergaben sich u. a. dadurch, dass nur das PALM-Rechengebiet (7680 m x 3840 m x 577 m) ähnlich dem Windkanal in Richtung des mittleren Windes (235°) gedreht und verlängert wurde.

Verglichen wurden Vertikalprofile (Windgeschwindigkeitskomponenten, (Ko-)Varianzen), Windrosen und Spektren. Exemplarisch zeigt **Abb. 2** Vergleichsprofile ausgewählter Größen an verschiedenen Profilpositionen. Der Vergleich zeigt erwartungsgemäß eine bessere Übereinstimmung der mittleren Geschwindigkeitskomponenten (**Abb. 2 a, b**) im Vergleich zu den Turbulenzgrößen höherer Ordnung (**Abb. 2 c**). Die Ergebnisgüte beider LES-Modelle ist insgesamt mit dem Windkanal vergleichbar. Dies gilt auch für den Vergleich von Windrosen und Spektren (nicht gezeigt).

Von den Projektpartnern wurde das Fazit gezogen, dass PALM grundsätzlich gleichwertige Simulationsergebnisse liefert, die zur Erstellung weiterer Versionen des Einsatztools geeignet sind. Dies eröffnet die Perspektive einer Nutzung von PALM



Abb. 1: Untersuchungsgebiet mit Profilpositionen (Leitl et al., 2012).

Dazu haben wir in einer Blindstudie mit PALM eine LES für die Hamburger Innenstadt durchgeführt. An ausgewählten Profilpositionen wurden Strömungs- und Turbulenzdaten der PALM-Simulation mit Messdaten des Hamburger Windkanals sowie mit Simulationsdaten von FAST3D-CT verglichen (**Abb. 1**).

als „virtuellem Windkanal“, speziell für Anwendungen im Nahfeld von Gebäuden. Mit der in unserem Haus verfügbaren Hardware sind wir in der Lage, eine PALM-Simulation mit Gebäudeumströmung für ein Untersuchungsgebiet der Größe von 300 m x 300 m zuzüglich „Kragen“ mit einer Gitterweite von ca. 1,5 m mit einer

Rechenzeit von wenigen Tagen pro Windrichtung durchzuführen.

Literatur:

Fischer, S., Rechenbach, P., Storm, K., Schatzmann, M., Leitl, B., Hertwig, D., Harms, F., Patnaik, G., Boris, J. (2012): Mit CT-Analyst im Störfalleinsatz „vor die Lage kommen“. Bevölkerungsschutz 2/2012, 18-25.

Leitl, B., Hertwig, D., Harms, F. und Schatzmann, M. (2012): Entwicklung eines Werkzeugs zur Optimierung der Einsatzsteuerung bei Gefahrstofffreisetzungen in Stadtgebieten. Schlussbericht zum Forschungsvorhaben BBK III.1-413-10-364.

Letzel, M. O., Krane, M., Raasch, S. (2008): High resolution urban large-eddy simulation studies from street canyon to neighbourhood scale. Atmos. Env., 42, 8770-8784.

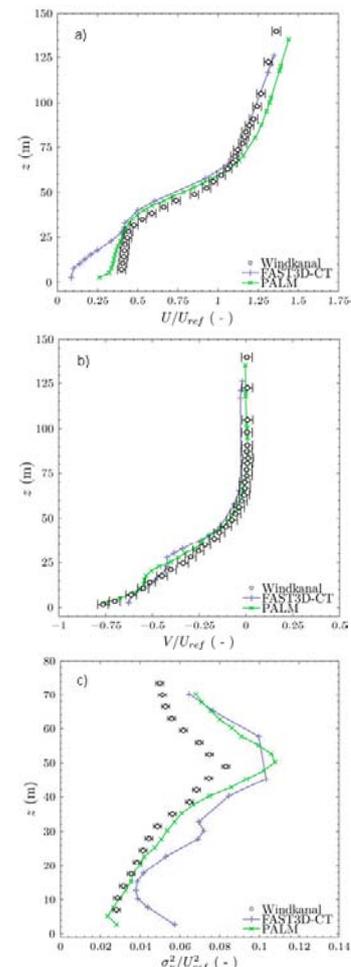


Abb. 2: Beispiele für normierte, zeitlich gemittelte Vertikalprofile a) der U-Komponente, b) der V-Komponente und c) der Varianz σ_u^2 (Leitl et al., 2012). Windkanalergebnisse sind mit schwarzen Kreisen mit Konfidenzintervall, LES-Ergebnisse mit grauem + (FAST3D-CT) bzw. grünem x (PALM) markiert.

TUNNELSTRAHLBERECHNUNG MIT MISKAM

Das nach VDI 3783 Blatt 9 validierte prognostische mikroskalige Strömungs- und Ausbreitungsmodell MISKAM (Eichhorn und Kniffka, 2010) hat sich in den letzten Jahren in vielen Bereichen bei mikroskaligen Immissionsprognosen etabliert. Durch Strömungs- und Turbulenzübernahme aus MISKAM (siehe

MISKAM

Letzel et al., 2012) kommt dieses Modell nun auch häufig zum Einsatz in Kombination mit den Modellen AUSTAL2000 bzw. LASAT. Diese Kopplung stellt eine mögliche Vorgehensweise bei Ausbreitungsrechnungen aus Emissionsquellen dar, deren Freisetzungshöhe entsprechend TA Luft (2002) nicht mehr als das 1,2-Fache der Gebäudehöhe beträgt und bei denen Gebäude nicht einen

sondern auch horizontale Impulsstrahlen simuliert werden können. Zur Validierung dieser bürointernen MISKAM-Version wurden Windkanalergebnisse von Klein (1993) herangezogen. Klein hat Immissionsverteilungen vermessen für verschiedene Verhältnisse von Tunnelablufgeschwindigkeit zu Windgeschwindigkeit sowie von Tunnelausblasrichtung zu Windrichtung. Darüber hinaus wurde die Wirkung von Strömungshindernissen (z. B. eine oder zwei Lärmschutzwände, Reihen- oder Blockbebauung) im Einflussbereich des Tunnelstrahls auf die Immissionsverteilung untersucht. **Abb. 1** zeigt die im Windkanal gemessene und mit MISKAM berechnete bodennahe, auf die Austrittskonzentration bezogene Konzentrationsverteilung zum einen ohne Gebäude und zum anderen mit zwei Gebäuderiegeln im Bereich des Tunnelstrahls. Die Windrichtung

reicht für eine endgültige Bewertung des Modellverhaltens der Bezug auf diesen einzelnen Windkanaldatensatz nicht aus.

Für die Berechnung von Jahresmittelwerten ist der Rechenaufwand erheblich höher als bei einer vergleichbaren Situation ohne Tunnelablufstrahl, da die Konzentrationen nicht mehr mit der Windgeschwindigkeit skalierbar sind. Der Multiplikator im Aufwand ergibt sich aus der Anzahl der Windgeschwindigkeitsstufen (i. d. R. neun) mal Anzahl der zu betrachtenden unterschiedlichen Tunnelablufgeschwindigkeiten. Der Aufwand ist somit mindestens eine Größenordnung höher als bei einer vergleichbaren Situation ohne Tunnelablufstrahl.

Anwendungen zeigen, dass diese Vorgehensweise auch bei Gutachterstellungen praktikabel ist und eine Alternative zu Windkanaluntersuchungen darstellt.

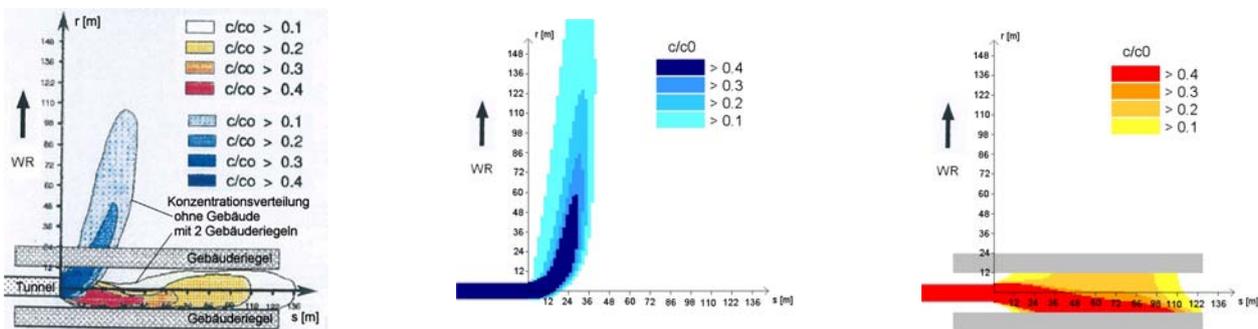


Abb. 1: Im Windkanal gemessene (links) und mit MISKAM berechnete bodennahe, auf die Austrittskonzentration normierte Konzentrationsverteilung (Mitte: ohne Gebäude, rechts: mit 2 Gebäuderiegeln; WR: Windrichtung).

Abstand von mehr als dem 6-Fachen ihrer Höhe von der Emissionsquelle haben.

Der Einsatz von MISKAM bei Immissionsprognosen im Bereich von Tunnelportalen war bisher eingeschränkt, da der aus Tunneln austretende horizontale Impulsstrahl für die Immissionsverteilung zwar relevant ist, aber mit MISKAM nicht modelliert werden konnte.

Zu diesem Zweck wurde bürointern das Modell MISKAM dahingehend erweitert, dass nicht nur vertikale,

ist jeweils senkrecht zur Ausblasrichtung. Für den Fall mit Gebäude wird die Fahne an die entgegen der Windrichtung gelegene Hauswand gedrückt. Qualitativ stimmen die simulierten Konzentrationsverteilungen gut mit den gemessenen überein. Quantitativ neigt das Modell dazu, die Konzentrationen zu überschätzen, was auf einen zu geringen turbulenten Austausch in die horizontale und/oder vertikale Richtung hindeutet.

Da jedoch auch Windkanaldatensätze eine gewisse Streubreite aufweisen,

Literatur:

Eichhorn, J., Kniffka, A. (2010): The numerical flow model MISKAM: State of development and evaluation of the basic version. Meteorologische Zeitschrift, Vol 19. No. 1, pp. 81-90.

Klein, P. (1993): Untersuchung von Ausbreitungsvorgängen in einer turbulenten Windkanalgrenzschicht. Immissionsbelastung im Bereich von Tunnelportalen. Diplomarbeit durchgeführt am Institut für Hydrologie und Wasserwirtschaft der Universität Karlsruhe.

Letzel, M.O., Flassak, T., Angel, D. (2012): Verbesserung der AUSTAL2000-Ergebnisse durch Strömungs- und Turbulenzübernahme aus MISKAM. In: Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 72, Nr. 7/8, 329-334.

WIR BEDANKEN UNS FÜR DIE VERTRAUVENSVOLLE ZUSAMMENARBEIT
UND WÜNSCHEN IHNEN EIN FROHES WEIHNACHTSFEST UND
FÜR DAS KOMMENDE JAHR GESUNDHEIT, GLÜCK UND VIEL ERFOLG