



Liebe Assistenten und Leser,

seit Anfang dieses Jahres darf ich nun als Geschäftsführer unser Büro gemeinsam mit unseren Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern weiterentwickeln. Ich schätze das Vertrauen von Gründer und Firmeneigentümer Herrn Dr. Lohmeyer und fühle mich in meiner neuen Funktion von beiden Büros in Karlsruhe und Radebeul unterstützt. Das ist mir sehr wichtig, da wir nur im Team qualitativ gute Arbeit abliefern können.

Es gibt viele Dinge, die uns in Zukunft herausfordern werden.

Zum einen hat der Auto-Abgaskandal die Aufmerksamkeit der Gesellschaft verstärkt auf das Thema Luftschadstoffe gelenkt. Dies wird uns in unserem Bemühen für saubere Luft weiter Rückenwind geben und es allerdings auch in einigen Fällen schwieriger machen. Zum anderen führt die „Kreativität“ der Autoindustrie z.T. dazu, dass die Emissionsbestimmung verkehrsbedingter Schadstoffe, z.B.

für Luftreinhaltepläne, nicht einfacher geworden ist.

Des Weiteren wird die neue TA Luft, bei deren Erarbeitung unser Büro beteiligt ist, immer konkreter und wird bald in das Abstimmungsverfahren der Bundes- und Länderinstitutionen gegeben. Wir dürfen gespannt sein, was noch vom Entwurfstext übrig bleibt.

In dieser Ausgabe unserer Hauszeitung widmen wir uns im Detail der Emissionsbestimmung bei Schüttgutabwurf von Lkws, was insbesondere in Luftschadstoffgutachten für Baustellen von Bedeutung ist. Des Weiteren geben wir Hinweise zur Wahl der Anemometerposition und neuer diesbezüglicher Funktionen in WinMISKAM. Darüber hinaus berichten wir über das sich bereits im operativen Einsatz befindliche Online-Luftschadstoff-Prognosesystem für den Iran, welches wir gemeinsam mit dem Rheinischen Institut für Umweltwissenschaften

in Köln für den Iranischen Wetterdienst entwickelt haben. In diesem Projekt konnten wir mal wieder über den deutschen „Tellerrand“ hinaus schauen und nicht nur fachlich, sondern auch bei Reisen nach Teheran kulturell und natürlich auch kulinarisch Neuland betreten.

In dieser Ausgabe haben wir uns erlaubt, zusätzlich einen Flyer mit Informationen zu unserem Störfall-Ausbreitungsberechnungssystem SAMS-Global beizulegen, welches jüngst einem Update unterzogen wurde.

Ich hoffe, dass unsere Hauszeitung auf Ihr Interesse stößt und wir Ihnen so neue fachliche Impulse geben können.

Frische und saubere Luft wünscht Ihnen

AKTUELLES IN KÜRZE

- Das Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG, An der Rossweid 3, 76229 Karlsruhe ist seit 21.12.2015 nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 für die Probenahme und Messung der Emissionen und Messung der Immissionen von Gerüchen; Modul Immissionsschutz, durch die Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH akkreditiert.
- Das Seminar „Fortbildung für Immissionsschutz- und Störfallbeauftragte, Schwerpunkt: TA Luft“ findet am 22./23. August 2016 beim Umweltinstitut Offenbach statt. Unser Büro referiert zum Thema Ausbreitungsrechnungen. Nähere Informationen sind zu finden unter: www.umweltinstitut.de
- Die Veranstaltung „NO_x-Problematik in Städten und Kommunen. Was können photokatalytisch wirksame Baustoffe leisten?“ findet am 12. Juli 2016 im Haus der Baustoffindustrie in Ostfildern bei Stuttgart statt. Unser Büro referiert über numerische Simulationen des NO_x-Minderungspotentials durch photokatalytisch wirkende Baustoffe. Nähere Informationen sind zu finden unter: www.iste.de
- Die für das Jahr 2016 aktualisierten Versionen von WinAUSTAL Pro und WinMISKAM werden ab Juni zur Verfügung stehen. Informationen zu den umgesetzten Erweiterungen und Verbesserungen finden sie auf unserer Homepage. Kunden mit einem Softwarewartungsvertrag werden separat per E-Mail angeschrieben und erhalten einen Download-Link zu dem jeweiligen Programmsetup.

INHALT

- Staubemissionen beim Schüttgutabwurf von Lkws Seite 2
- Neu in WinMISKAM: Positionierung des Anemometers innerhalb des Berechnungsgebietes möglich Seite 3
- Online-Luftschadstoff-Prognose-System für den Iran Seite 3

Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG
 Aerodynamik, Klima, Immissionsschutz und Umweltsoftware
www.lohmeyer.de

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

STAUBEMISSIONEN BEIM SCHÜTTGUTABWURF VON LKWS – IM RECHENVERFAHREN DER VDI 3790 BLATT 3 EINZUSETZENDE FREIE FALLHÖHE H

Die Berechnung der Staubemissionen nach VDI 3790 Blatt 3 (2010) [1] für den Lkw-Abwurf von Schüttgütern, wie beispielsweise Erdaushub oder Bauschutt, erfordert die Angabe der Fallhöhe H. Die o.g. VDI-Richtlinie sieht eine Fallhöhe von $H = 1$ m vor. Immer wieder wird für Emissionsprognosen die Verwendung dieser Fallhöhe gefordert, obwohl sie beispielsweise bei bestimmten Stoffen mit den Staubneigungen, „Staub nicht wahrnehmbar“ oder „schwach staubend“ zu Überschätzungen führt, siehe **Tab. 1**. Für Erdaushub bzw. Schotter zeigen auf Messwerte beruhende Betrachtungen und auch das Berechnungsverfahren des österreichischen Bundesministeriums für Wirtschaft, Familie und Jugend (TGBS in **Tab. 1**) einen relevant niedrigeren Emissionsfaktor als der nach VDI-Richtlinie mit $H = 1$ m.

Anhand von vor Ort erhobenen Detailbetrachtungen des Abwurfs

Abwurfvorgang angepassten Fallhöhe von $H = 0,5$ m und nicht von $H = 1$ m, ergeben die berechneten Emissionsfaktoren nach VDI 3790 Blatt 3 eine bessere Übereinstimmung mit den gemessenen Werten,

Fallhöhe des Materials niedriger als für den Abwurf auf ebener Fläche und zu vergleichen mit dem Abwurf der Teilvolumina 4 - 6 entsprechend **Tab. 2**. Für den Materialabwurf an einem bereits bestehenden Haufwerk



Abb. 1: Skizze des Abwurfvorgangs. Der Vorgang beginnt mit den Stufen 1 und 2 (Abwurf des Teilvolumens 1, hier nicht dargestellt) und großer Fallhöhe. Während Stufe 3 werden die Teilvolumina 2 bis 5 mit abnehmender Fallhöhe abgeworfen. Kurz nach Stufe 4 und Abwurf von Teilvolumen 6 rutscht kein Material mehr von der Ladefläche ab. Der Lkw fährt dann vor, um das Abrutschen des restlichen Materials zu ermöglichen.

siehe **Tab. 1**. Damit ist die Verwendung einer Fallhöhe von $H = 0,5$ m für die Berechnung der Staubemissionen beim Schüttgutabwurf vom Lkw für die betrachteten Stoffe gerechtfertigt.

Eine andere Variante des Material-

sind somit mittlere Fallhöhen kleiner als $H = 0,5$ m zu erwarten.

Literatur:

- [1] **VDI (2010):** Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen - Lagerung, Umschlag und Transport von Schüttgütern. Richtlinie VDI 3790, Blatt 3. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN - Normenausschuss, Düsseldorf, Januar 2010.
 [2] **Strobl, A., Kuntner, M. (2014):** Österreichische Technische Grundlage zur Beurteilung diffuser Staubemissionen - Teil 1: Diffuse Staubemissionen beim Schüttgutumschlag mineralischer Rohstoffe und Baurestmassen. Gefahrstoffe - Reinhaltung Luft, 501-504.
 [3] **EPA (1998):** Compilation of air pollutant emission factors, AP 42. 5th Ed. Vol. 1: Stationary point and area sources. U.S. Environmental Protection Agency.
 [4] **Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend (2013):** Technische Grundlage zur Beurteilung diffuser Staubemissionen, Wien.

	Basierend auf Messdaten		Basierend auf Berechnungen		
	nach Strobl et al. [2] (für H k.A.)	nach US-EPA AP-42 [3] (für H k.A.)	nach VDI 3790 Bl. 3 [1] mit Fallhöhe $H = 1$ m	nach VDI 3790 Bl. 3 [1] mit Fallhöhe $H = 0,5$ m	nach TGBS ($H=1$ m) [4]
PM10-Emissionsfaktor [in g/t] für Erdaushub	0,2	0,25	0,89	0,37	0,13
PM10-Emissionsfaktor [in g/t] für Schotter	0,5 - 2,0	k.A.	2,8	1,18	0,42

Tab. 1: Vergleich der PM10-Emissionsfaktoren (Anteil PM10 am Gesamtstaub: 25%) für den Abwurf von einem Lkw (Nutzlast 15 t) auf eine ebene Fläche für Erdaushub, „Staub nicht wahrnehmbar“ und Schotter „schwach staubend“ mit jeweiliger Schüttdichte von $1,8 \text{ t/m}^3$

der einzelnen Schüttgutteilvolumina wurde ein geometrisches Modell erarbeitet, das für jedes Teilvolumen die in **Tab. 2** angegebene Fallhöhe ergibt. Für den Beginn des Abwurfvorgangs gilt die Bedingung Fallhöhe = Ladekantenhöhe. Sowie die ersten Teilvolumina abgeworfen sind, wird die Fallhöhe wegen des sich aufbauenden Schüttkörpers geringer. Zusätzlich wird sie geringer, weil der Drehpunkt der Ladefläche eines Lkw nicht direkt an der Hinterkante der Ladefläche liegt, sodass sich die Hinterkante der Ladefläche absenkt, wenn die Ladefläche des Lkw geneigt wird, siehe hierzu **Abb. 1**.

Bei der Verwendung einer dem

abwurfs ist der Abwurf an einem bereits bestehenden Haufwerk. Fährt der LKW vor dem Abkippen ausreichend nahe an das Haufwerk heran, dann ist die zu überwindende

Teilvolumen	Lkw-Bewegung	Abwurfvolumen [m³]	Schüttkörperhöhe [m]	Höhe Ladekante [m]	Fallhöhe [m]
1	-	1	0,0	1,2	1,2
2	-	1	0,3	1,2	0,9
3	-	1	0,4	1,1	0,7
4	-	1	0,5	1,0	0,5
5	-	3	0,7	0,9	0,2
6	-	1	0,7	0,8	0,1
7	Vorrollen	5	0,5	0,8	0,3
8	-	1	0,1	0,8	0,7

Tab. 2: Darstellung der Fallhöhen für die einzelnen Teilvolumina beim Schüttgutabwurf vom Lkw auf eine freie Fläche; Abwurfmasse 25 t

NEU IN WINMISKAM: POSITIONIERUNG DES ANEMOMETERS INNERHALB DES BERECHNUNGS-GEBIETES MÖGLICH: KONSEQUENZEN UND VERGLEICH ZUR METHODIK VON AUSTAL2000

Über die Wahl der Anemometerhöhe in WinMISKAM und AUSTAL2000 haben wir bereits in der Ausgabe unserer Hauszeitung *Lohmeyer aktuell* Nr. 33 vom Mai 2015 berichtet. In WinMISKAM wurde bisher vorausgesetzt, dass die meteorologischen Daten an einem Ort außerhalb des Berechnungsgebietes vorliegen. Von dort werden sie entweder mit dem Potenzgesetz oder dem logarithmischen Gesetz auf die Referenzhöhe von 100 m umgerechnet. Aus diesem Wert der Windgeschwindigkeit und dem Betrag der Windgeschwindigkeit am Einströmrand des MISKAM-Berechnungsgebietes in Referenzhöhe wird ein Skalierungsfaktor gebildet, mit dem bei der Berechnung von statistischen Kenngrößen die mit MISKAM berechneten dreidimensionalen Konzentrationsfelder jeweils skaliert werden.

In AUSTAL2000 hingegen muss stets ein Anemometerort angegeben werden, der innerhalb des Berechnungsgebietes liegt, auch dann, wenn die Messung selbst nicht im Berechnungsgebiet liegt. Dieser Ort wird auch als Ersatzanemometerposition (EAP) bezeichnet. D.h. auch hier müssen die Messdaten vom Messort zur EAP übertragen werden. Im Gegensatz zu WinMISKAM muss jedoch für

die EAP im Berechnungsgebiet nicht nur eine aus fachlicher Sicht geeignete horizontale Ersatzposition (x_a, y_a) , sondern auch eine Ersatzanemometerhöhe h_a gesucht werden. Die Ersatzanemometerhöhe unterscheidet sich von der wahren Messhöhe, wenn die Rauigkeit am Messort und die für das Berechnungsgebiet, unterschiedlich sind. Die Ersatzanemometerhöhe kann nach einem Verfahren des DWD (2005) bestimmt werden; die Werte stehen z.B. im Kopf der Ausbreitungsklassenzeitreihe (AKTerm) in Abhängigkeit von der Rauigkeit.

Liegt eine meteorologische Messung im und nicht außerhalb des Berechnungsgebietes vor, so war das Konzept, wie AUSTAL2000 eine Ausbreitungsklassenstatistik (AKS) bzw. AKTerm verarbeitet, dem von WinMISKAM überlegen. Wie in der Ausgabe unserer Hauszeitung *Lohmeyer aktuell* Nr. 33 vom Mai 2015 bereits angekündigt, ist in der aktuellen Version von WinMISKAM die Möglichkeit realisiert, eine Anemometerposition angeben zu können, die im Berechnungsgebiet liegt. Wie in AUSTAL2000 wird dann in WinMISKAM für jede Anströmrichtung aus den dreidimensionalen MISKAM-Geschwindigkeitsfeldern die berechnete Windgeschwindigkeit

und Windrichtung am Messort interpoliert. Hieraus wird zum einen der oben erwähnte Skalierungsfaktor berechnet und zum anderen die Zuordnung von Windrichtung am Messort zu Anströmwindrichtung durchgeführt.

Diese neue Möglichkeit von WinMISKAM sollte jedoch nur genutzt werden, wenn die Messung wirklich an dem angegebenen Messort im Berechnungsgebiet durchgeführt wurde. Liegt die Messung außerhalb des Berechnungsgebietes, so wird empfohlen, das bisherige Verfahren von WinMISKAM anzuwenden, bei dem der Messwert entweder mit dem Potenzgesetz oder mit dem logarithmischen Gesetz von Messhöhe auf eine Referenzhöhe von 100 m hochgerechnet wird. Grund für diese Empfehlung ist, dass in Berechnungsgebieten mit durchgängig städtischer Prägung in der Regel kein geeigneter Ort als Ersatzanemometerposition zu finden ist, da die berechnete Windgeschwindigkeit in Ersatzanemometerhöhe windrichtungsabhängig durch umliegende Gebäude beeinflusst wird.

Literatur:

DWD (2005): Bestimmung der in AUSTAL2000 anzugebenden Anemometerhöhe, Deutscher Wetterdienst, Offenbach.

ONLINE-LUFTSCHADSTOFF-PROGNOSE-SYSTEM FÜR DEN IRAN

Nicht nur in Deutschland sind viele Regionen von zu hohen Luftschadstoffbelastungen betroffen. In vielen Ballungsräumen weltweit müssen die örtlichen Verwaltungen Minderungsstrategien entwickeln, aber auch kurzfristige Maßnahmen, wie z.B. Fahrverbote bei zu hohen Schadstoffbelastungen durchsetzen. In einigen Ländern, insbesondere mit semiaridem und aridem Klima, kommen zusätzlich noch Naturphänomene wie Sandstürme als Gefahr für Leib und Leben hinzu, vor denen

sich die Bevölkerung in Sicherheit bringen können muss. Hierzu sind unter anderem Kurzzeitprognosen notwendig, auf deren Grundlage Warnungen ausgegeben werden können. Für den Iran wurde von unserem Büro in Kooperation mit dem Rheinischen Institut für Umweltforschung an der Universität zu Köln (RIU) und dem Meteorologischen Institut Iran (ASMERC) ein Online-Prognose-System für Luftschadstoffe sowie für Sandstürme entwickelt und in den operationellen Betrieb überführt.

Das Online-Luftschadstoff-Prognose-System wurde für das gesamte Gebiet des Irans und mit einem höheren Detaillierungsgrad für die Stadt Teheran aufgebaut. Die Anforderungen an die in dem Online-Luftschadstoff-Prognose-System implementierten Modelle richten sich nach den unterschiedlichen räumlichen Skalen und deren vertikaler bzw. horizontaler Modellauflösungen, dem Detaillierungsgrad der einzubindenden Emissionsquellen und darüber hinaus nach den Schnittstellen

zwischen den Modellen.

Das Online-Luftschadstoff-Prognose-System kombiniert nunmehr die meteorologischen Modelle WRF (Weather Research & Forecasting

dem übergeordneten Rechenraster verwendet werden. Für das Zusammenspiel der einzelnen Modelle wurden von unserem Büro Schnittstellen zwischen WRF und

Daten und Bodenparametern Staubabwehrungen berechnet. Für das Gebiet Teheran stellte die Stadtverwaltung detaillierte Verkehrsemissionen zur Verfügung, die in die Berechnungen mit LASAT einfließen.

Das Prognose-System läuft auf Servern des Iranischen Wetterdienstes und prognostiziert täglich Konzentrationen von Staub, NO₂, SO₂, PM10, NMVOC, CO und Ozon bis zu 84 Stunden im Voraus. Die Ergebnisse werden in einer auf OpenStreetMap basierenden und animierten Browseranwendung visualisiert, in der die bereits berechneten Prognosen dargestellt werden können. Je ein Beispiel der Browserdarstellung eines prognostizierten Konzentrationsfeldes für den Iran bzw. für Teheran zeigen **Abb. 1** bzw. **Abb. 2**.

Weitergehende, detaillierte Informationen zum Online-Luftschadstoff-Prognose-System für den Iran werden auf der „17th International Conference on Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes“ im Mai in Budapest vorgestellt, vgl. Lorentz et al. (2016).

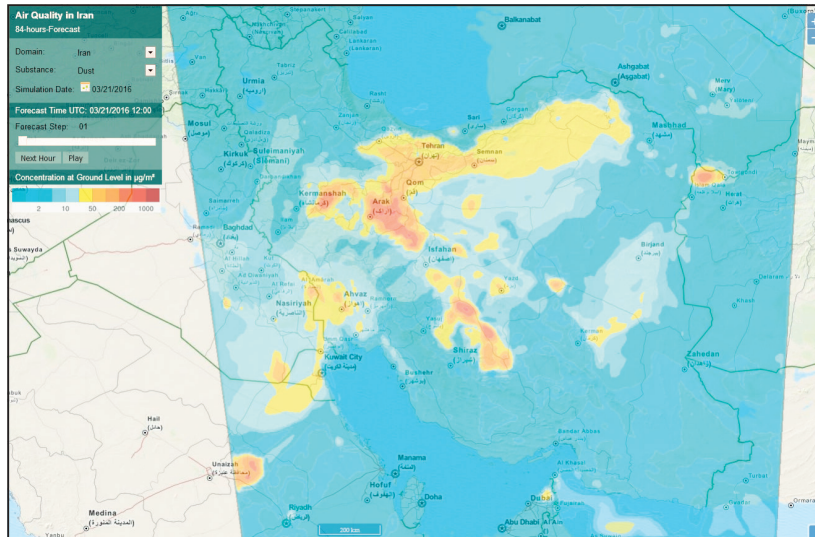


Abb. 1: Browserdarstellung eines prognostizierten Konzentrationsfeldes für den Iran.
Hintergrundkarte: © OpenStreetMap contributors

Model) und PROWIMO (prognostisches Mesoskalenmodell) und die Ausbreitungsmodelle EURAD (European Air Quality Dispersion Model) und LASAT (Lagrange-Simulation von Aerosol-Transport).

Wegen der unterschiedlichen räumlichen Skalen im Prognose-System wurden die oben beschriebenen Modelle über Nesting miteinander gekoppelt. Um den Ferntransport aus angrenzenden Ländern des Irans zu berücksichtigen, wurde die Region Süd-West-Asien als übergeordnetes Rechenraster in einer horizontalen Auflösung von 50 km x 50 km eingebunden. Das iranische Staatsgebiet wurde in einer horizontalen Auflösung von 10 km x 10 km und das Stadtgebiet von Teheran in einer Auflösung von 1 km x 1 km berücksichtigt. Die Berechnungen in den übergeordneten Rechenrastern Süd-West-Asien und Iran erfolgen mit einer vom RIU modifizierten Version von EURAD / WRF. Hierbei übernimmt WRF die frei verfügbaren meteorologischen Prognosedaten des National Center for Environmental Prediction (NCEP) der USA als Startwerte. Für das Modellgebiet Teheran werden die Berechnungen mit LASAT/ PROWIMO durchgeführt, wobei meteorologische Parameter und Konzentrationswerte aus

PROWIMO, EURAD und LASAT sowie PROWIMO und LASAT entwickelt. Für die Steuerung des Prognose-Systems wurde ein separates Modul programmiert.

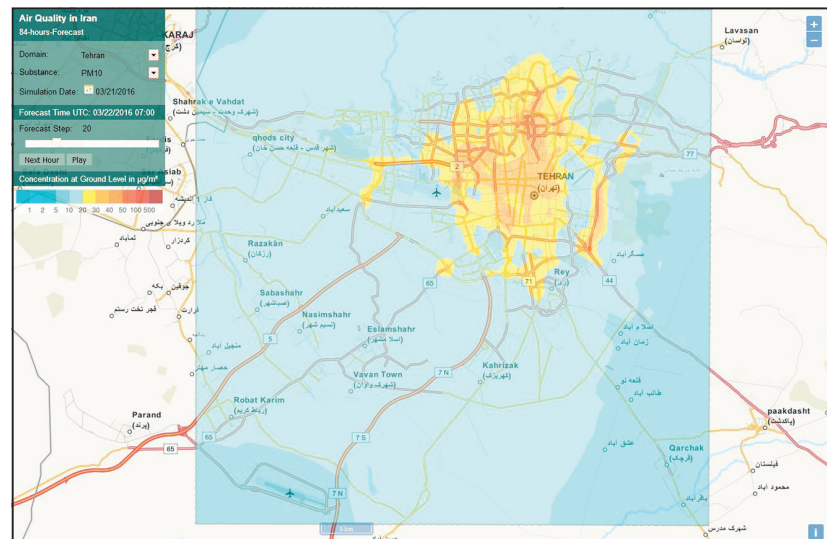


Abb. 2: Browserdarstellung eines prognostizierten Konzentrationsfeldes für Teheran.
Hintergrundkarte: © OpenStreetMap contributors

EURAD berücksichtigt die globale Emissionsdatenbank EDGAR für Süd-West-Asien und mangels anderer Daten auch für den Iran. Speziell für die Vorhersage von Sandstürmen wurde in EURAD ein vom RIU entwickeltes Staubaktivierungsmodell eingearbeitet, welches auf Grundlage von meteorologischen

Literatur:

Lorentz, H., Jakobs, H., Flassak, T., Ranjbar, A., Azadi, M. et al. (2016): Combining meteorological models and dispersion models on largescale and mesoscale, implemented as an air quality forecast model in Iran; 17th International Conference on Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes, May 2016.