

Kombinierte Berechnung und Beurteilung von Lärm- und Luftschadstoffimmissionen bei Straßen und Industrieanlagen

Heinrich A. Metzen¹, Igor Dormuth²

¹DataKustik GmbH, 86926 Greifenberg, Deutschland, Email: h.metzen@datakustik.de

²ACCON GmbH, 86926 Greifenberg, Deutschland, Email: igor.dormuth@accon.de

Einleitung

Die EU-Umgebungslärmrichtlinie 2002/49/EC sowie die EU-Richtlinien 1999/30/EC [1] und 2000/69/EC [2] verpflichten Städte und Kommunen zur Überprüfung und Einhaltung von Grenzwerten bezüglich Lärm und Luftschadstoffen. Die nationale Umsetzung für Luftschadstoffe stellt die 22.BImSchV [3] dar, in der gleichlautende Immissionsgrenzwerte für Schwefeldioxid (SO₂), Stickstoffdioxid/-oxide (NO₂), Partikel (PM10), Blei, Benzol sowie Kohlenmonoxid (CO) festgesetzt sind. Die zeitnahe Umsetzung erfordert eine effektive Projektplanung bei der Beschaffung der Ausgangsdaten, der Erstellung des digitalen Stadtmodells und der eigentlichen Berechnung. Eine erhebliche Zeitersparnis entsteht bei Verwendung des einmal erstellten digitalen Stadtmodells sowohl für die Lärm-, als auch für die Luftschadstoffprognose. Die Berechnung und Beurteilung der Lärm- und Luftschadstoffimmissionen von Industrieanlagen kann auch auf Grundlage eines gemeinsamen digitalen Modells erfolgen.

Berechnung von Luftschadstoffen

Das im Auftrag des Umweltbundesamtes entwickelte Lagrange'sche Teilchensimulationsmodell AUSTAL2000 [4] wurde zunächst zur Modellierung der Schadstoffausbreitung von Industriequellen nach Anhang 3 der TA Luft 2002 [5] verwendet, kann jedoch auch zur Prognose der Schadstoffausbreitung von Verkehrsquellen dienen. AUSTAL2000 berechnet in einem ersten Schritt die Strömungsfelder auf Basis eines diagnostischen Windfeldmodells (d.h. ein divergenzfreies Feld unter Beachtung der Massenerhaltung). Emissionen aus Quellen werden durch eine variable Anzahl kleinster idealer Partikel simuliert, die sich innerhalb des Strömungsfeldes räumlich ausbreiten. Die Immissionskonzentration je Gitterzelle ist proportional der Partikelanzahl in 1,5 m Höhe über Grund (Abb. 1).

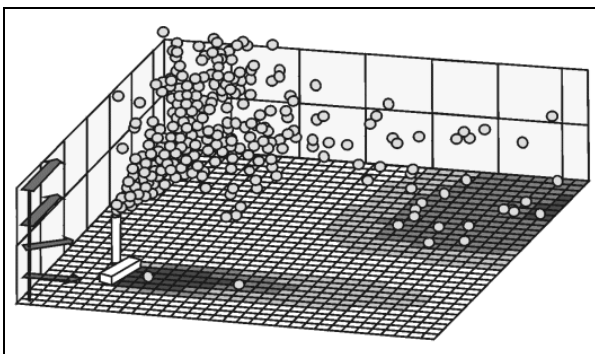


Abbildung 1: Prinzip des Lagrange'schen Partikelmodells.

Als Ergebnis der Berechnungen erhält man die Kenngrößen der betrachteten Schadstoffe entsprechend der 22.BImSchV.

Damit kann durch eine Schadstoffimmissionsberechnung mit AUSTAL2000 der Handlungsbedarf hinsichtlich der Erstellung von Luftreinhalteplänen abgeleitet werden.

Das Berechnungsmodell AUSTAL2000 wurde als externes Modul in die Lärmberechnungssoftware CadnaA implementiert (<http://www.datakustik.de>). Es können sowohl Berechnungen über Flächenraster, als auch an Einzelpunkten unter Einbeziehung von Strömungshindernissen und des Geländeverlaufes vorgenommen werden. Sämtliche bekannten Import-/Export-, Auswertungs- und Darstellungsoptionen wie für die Lärmberechnung stehen zur Verfügung. Nachfolgend werden einige Anwendungsbeispiele gegeben.

Luftschadstoffberechnungen an Straßen

Die zur Berechnung der Schadstoffemission durch den Straßenverkehr benötigten Emissionsfaktoren werden dem "Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs" [6] entnommen. Auf dieser Grundlage können die Emissionen aus der durchschnittlichen täglichen Verkehrsstärke DTV (Kfz/24h), dem Lkw-Anteil und Höchstgeschwindigkeit abgeleitet werden, die ohnehin als Eingangswerte aus der Lärmberechnung vorliegen. Alternativ ist die Eingabe von Emissionsfaktoren für spezielle Verkehrssituationen für jeden Schadstoff möglich.

Einfluss der Hindernisumströmung

In den Berechnungsoptionen kann alternativ der Einfluss von Gebäuden, Abschirmwänden und Gelände auf die Schadstoffausbreitung berücksichtigt werden. Die dazu erforderliche Windfeldberechnung nimmt – je nach Komplexität und Anzahl der Objekte – deutlich mehr Rechenzeit als die eigentliche Ausbreitungsrechnung in Anspruch. Abbildung 2 zeigt die Konzentrationsverteilung für PM10-Feinstaub an einer innerstädtischen Straßenkreuzung unter Berücksichtigung der Gebäude bei einer Westwindanströmung von 3 m/s. Deutlich ist auf der windabgewandten Seite des Gebäudeblocks das Konzentrationsmaximum zu erkennen (blaue Rasterfläche).



Abbildung 2: PM10-Verteilung an einer innerstädtischen Straßenkreuzung (mit Berücksichtigung der Gebäude)

Abschirmwände werden auch als Hindernisse erkannt und führen ebenso zu einer vorderseitigen Staubildung mit Konzentrationserhöhung (Abb. 3).

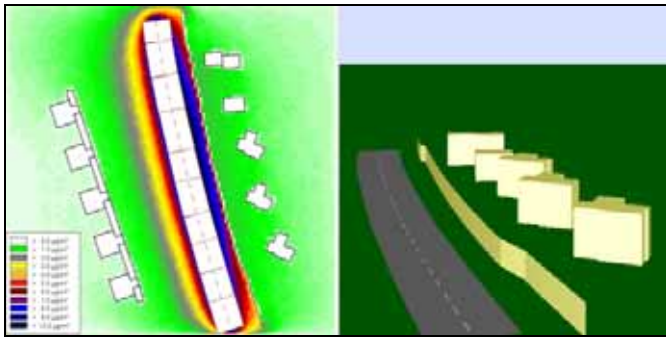


Abbildung 3: PM10-Immission einer Straße mit einseitiger Abschirmwand (südwestliche Anströmung)

Beide Beispiele machen deutlich, daß zur korrekten Beurteilung der Schadstoffimmission die Berücksichtigung der straßennahen Gebäude und Abschirmwände unerläßlich ist, da die lokale Strömungsverteilung sich erheblich auf die Immissionskonzentrationen auswirkt.

Schadstoffverteilung an Tunnelportalen

Unter Einbeziehung des Geländeverlaufes kann die erhöhte Immissionsbelastung an Tunnelportalen modelliert werden. Die Verkehrsemissionen im Tunnel werden durch die Fahrtrichtung der Fahrzeuge und durch im Tunnel befindliche Lüfter zur Ausfahrtseite verfrachtet und erhöhen dort die Immissionsbelastung. Dies ist auf der Gegenfahrbahn nicht der Fall (Tunneleinfahrt, rechts in Abb. 4).

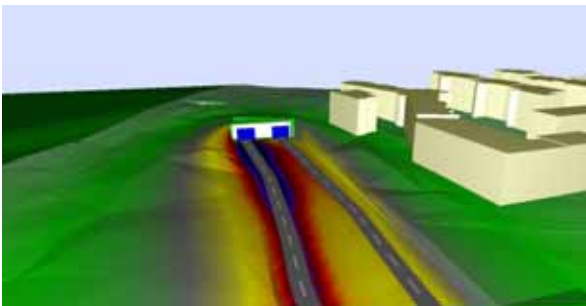


Abbildung 4: PM10-Immission an einem Tunnelportal

Berechnung von Straßennetzen

Bei Straßennetzen in Städten wird das Rechengebiet unter Verwendung des schon zur Lärmkartierung erstellten Stadt- und Geländemodells in kleine Bereiche ("Kacheln") entlang der Straßenachsen zerlegt (Abb. 5). Zur Berechnung und Darstellung können alle aus der Lärmberechnung bekannten Techniken angewendet werden, wie PCSP (Program Controlled Parallel Processing) oder Rasterarithmetik (Überlagerung von Schadstoffverteilungen aus verschiedenen Emissionsquellen). Damit sind großräumige Emissions- und Immissionsprognosen zur Bewertung von Maßnahmen im Verkehrsbereich sowie die Maßnahmenbewertung im Rahmen von Lärminderungs- und Luftreinhalteplänen möglich.

Luftschadstoffausbreitung bei Industriequellen

Das Berechnungsmodell AUSTAL2000 ist das offizielle Verfahren zur Modellierung der Schadstoffausbreitung von Industriequellen (z.B. Schornsteine, Kühltürme) nach TA Luft 2002 [4]. Für jede Quelle wird der Emissionsmassenstrom benötigt. Die Abgasfahnenüberhöhung wird bei Eingabe des Wärmestroms berücksichtigt. Abbildung 6 zeigt die NO_x-Verteilung ausgehend von drei Schornsteinen (Emissionshöhe: 25 m, Emissionsrate: 2 kg NO_x/h) bei südöstlichem Wind in 1,5 m Höhe über Grund. Durch die Überströmung des Kraftwerksgebäudes ist die Strömung auf der windabgewandten Seite zum Boden gerichtet, so daß gebäudenah hohe Konzentrationen auftreten. Die entfernt liegende Wohnbebauung führt zu einer starken Aufweitung und Verwirbelung der Abgasfahne. Die Immissionsbelastung wird erheblich durch die lokale Gebäudeumströmung beeinflusst.

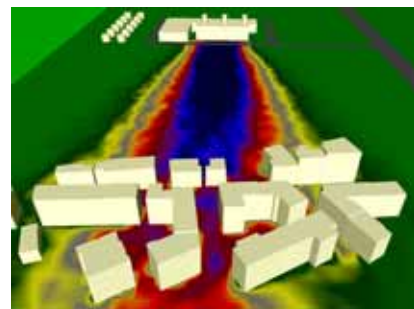


Abbildung 6: NO_x-Verteilung innerhalb einer Bebauung ausgehend von drei Kraftwerksschornsteinen (Punktquellen)

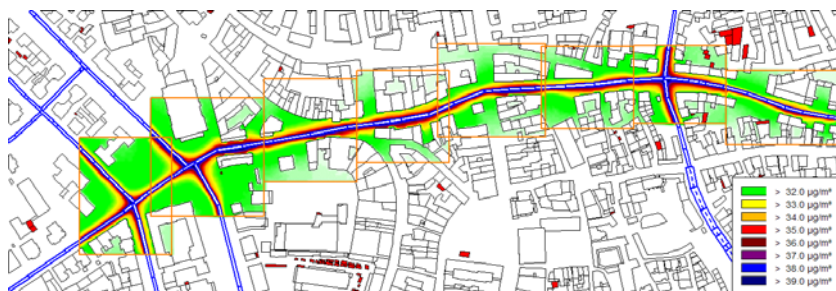


Abbildung 5: NO_x-Immissionsverteilung entlang einer innerstädtischen Straße (Rechengebiet aus 8 Kacheln, mit Berücksichtigung der Gebäudeumströmung)

Literatur

- [1] Richtlinie 1999/30/EG vom 22.4.1999, Amtsblatt L 163/41 vom 29.6.1999.
- [2] Richtlinie 2000/69/EG vom 16.11.2000, Amtsblatt L 313/12 vom 13.12.2000.
- [3] 22.BImSchV vom 11.9.2002, BGBl. I S. 3626.
- [4] <http://www.austal2000.de>
- [5] TALuft vom 24.7.2002, GMBL 2002, Heft 25–29, S. 51–605.
- [6] Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 2.1, <http://www.hbefa.net>