

# Immissionsberechnungen unter Einbindung von GIS Daten

**Schorling, Michael, Dr.-Ing., Ben Horsfield**

Schorling&Partner, Beratende Ingenieure

Kistlerweg 3  
83620 Vagen

Tel.: +49 8062 806010

Fax: +49 8062 806015

E-Mail: [schorling@schorling.net](mailto:schorling@schorling.net)

## Zusammenfassung

Die Notwendigkeit, Untersuchungen zur Luftgüte durchzuführen, ist gegeben, weil vielseitig z.T. eine erhebliche Überschreitung der durch die 22. Bundesimmissionsschutzverordnung (BImSchV) gegebenen Grenzwerte durch Einzelmessungen ermittelt wird. Der Beitrag des Verkehrs im Hinblick auf den Schadstoffeintrag wird vielfach überschätzt, er beträgt zumeist weniger als 50% des Messwertes. Die rechnerische Bestimmung der Immissionsbelastung ist demgegenüber jedoch meist preisgünstiger. Mit den zur Verfügung stehenden Rechenmodellen, den für die Berechnung erforderlichen Eingabedaten zur Emission, Meteorologie und den Digitalen Geländemodellen lassen sich Simulationen durchführen, die eine relativ hohe Genauigkeit aufweisen.

## Einführung

Messungen zur Immissionsbelastung an innerörtlichen Strassen und an Autobahnen zeigen, dass bei hohen Verkehrsbelastungen und / oder ungünstigen meteorologischen Bedingungen im Nahbereich der Strassen häufig Grenzwertüberschreitungen in Bezug auf den Tagesmittelwert von PM10 und den Jahresmittelwert von NO<sub>2</sub> zu besorgen sind. So wurde im Bereich der Landshuter Allee in München der Grenzwert für den Tagesmittelwert von 50 [µg/m<sup>3</sup>] im Jahr 2005 mehr als an 100 Tagen überschritten. Nachdem die zulässige Überschreitungshäufigkeit gemäß der 22. BImSchV nur 35 Tage beträgt, ist eine Grenzwertüberschreitung für den entsprechenden Meßpunkt festzustellen, /1/.

Bild 1 zeigt die Tendenz der Immissionsbelastung seit 1979 am Stachus, München. Die Grafik dokumentiert das hohe Belastungsniveau für PM10 und NO<sub>2</sub>, wobei augenfällig ist, dass keine deutliche Erniedrigung der gegenwärtig hohen Belastung zu erwarten ist, /2/.

Es versteht sich, dass Messungen aus Kostengründen nur punktuell ausgeführt werden können. Berechnungen mit entsprechenden Rechenmodellen erlauben demgegenüber die Ermittlung der Belastungen in einem räumlichen Gitter. Vertrauensvolle Berechnungen setzen ein validiertes Rechenmodell und die Verfügbarkeit von Digitalen Geländemodellen (DGM) voraus. Bild 2 zeigt einen Vergleich verschiedener Rechenmodelle in Bezug auf Messdaten für den Fall von Schwachwind-Wetterlagen ( $u < 2$  m/s), /3/. Der Kern des Ausbreitungsmodells AIR.LAG von S&P ist dabei mit dem des Kfz- Modells WINKFZ von S&P identisch, /4/.

Die 22. BImSchV stellt in Anlage 4 Anforderungen an Datenqualitätsziele. Diese Ziele sind mit heutigen Rechenmodellen zu erzielen, so dass Berechnungen zur Immissionsbelastung – und nicht nur Messungen - im Hinblick auf die Bewertung der Lufthygiene kein Hindernis mehr darstellen dürften.

Darüber hinaus sind weitgehend mit der Realität übereinstimmende Eingabedaten zu erheben. Dann haben entsprechende Rechenmodelle auch den Vorteil, dass mit ihnen Sensitivitätsrechnungen durchgeführt werden können. Damit könnte eine wichtige Frage beantwortet werden, bei welcher Hintergrundbelastung und welchen Emissionsszenarien ein Grenzwert ausgeschöpft werden kann.

## Berechnungsverfahren zur Ermittlung der Immissionsbelastung

Bei der Begutachtung der Lufthygiene ist vor allem die Frage entscheidend, ob eine Überschreitung von Grenzwerten zu besorgen ist. Aufgrund der Emissionsszenarien und der meteorologischen Randbedingungen sowie der vorliegenden bzw. zu erwartenden Hintergrundbelastung ist

relativ schnell zu erkennen, z.B. durch Verwendung von einfachen Rechenmodellen (Screening Modellen), ob die Belastung im Grenzwert-nahen Bereich liegt.

Wenn dies der Fall ist, sollte die Analyse mit höher auflösenden Rechenmodellen durchgeführt werden, bei denen auch digitale Geländemodelle zum Einsatz kommen.

Diese Modelle sollten folgende Optionen im Hinblick auf die Bereiche *Meteorologie- Emission - Digitale Geländemodelle* zu berücksichtigen erlauben:

### **Meteorologie:**

- Berücksichtigung eines 3-D Windfeldes auf der Basis von einer oder mehreren Windmessungen an einer oder mehreren Meßpunkten. Dabei sollten auch Vertikalprofile zum Wind Berücksichtigung finden können.

Im Allgemeinen wird man sich auf die Berechnung eines diagnostischen Windfeldes beschränken, bei dem als Eingabedaten die aus Messungen abgeleiteten oder statistischen Windfeldinformationen eingehen, (siehe Bild 3). Der Einsatz von Prognostischen Windfeldmodellen bietet sich nur in Sonderfällen an.

### **Emission:**

- Berücksichtigung von verschiedenen Strassentypen (innerörtlich, außerörtlich, Autobahn) mit veränderlichem Regelquerschnitt
- Variable Verkehrsbedingungen (Menge, Mix, Geschwindigkeit) je Streckenabschnitt und Zeit
- Berücksichtigung von Linien-, Punkt- und Flächenquellen

So sollte z.B. zur Berechnung eines Tagesmittelwertes von PM10 die Gangkurve des Verkehrs Berücksichtigung finden können.

Die Frage der richtigen verkehrsbedingten Emissionsfaktoren beschäftigt die Fachwelt schon seit Jahrzehnten. Neuere Untersuchungen sind immer wieder aufgrund einer sich verändernden Fahrzeugflotte oder anderer zu berücksichtigenden Schadstoffkomponenten erforderlich. Augenblicklich sollte die Ermittlung repräsentativer Emissionsfaktoren für PM10 bzw. PM2.5 eine größere Beachtung verdienen.

### **Digitales Geländemodell**

Das DGM sollte folgende Geländemerkmale berücksichtigen

- Die Bebauung
- Die Orografie
- Lärmschutzwände
- Lärmschutzwälle
- Brückenbauwerke
- Tunnels

- Einschnitte
- Dammlagen
- Rampen

Zur Berücksichtigung der Entlüftung von Tunnels oder Parkhäusern sollen ferner auch Punkt- bzw. Flächenquellen zu modellieren sein. Das Ausbreitungsmodell sollte dann auch die Überhöhung der Quelle unter dem Einfluß von Temperatur und Kaminaustrittsgeschwindigkeit zu berechnen erlauben.

Die Auflösung des DGM richtet sich nach der geometrischen Größe der zu berücksichtigenden Geländemerkmale. So macht es keinen Sinn, eine Auflösung von 25 m zu wählen, wenn dabei die zu berücksichtigenden Gebäudestrukturen durch das Rechengitter „fallen“. Im übrigen ist gerade der durch den Verkehr bedingte Konzentrationsgradient senkrecht zur Strasse recht groß, so dass bei Wahl eines äquidistanten Gitters von z.B. 25 m die Mittelwertbildung über die derartig großen Rechenzellen nicht repräsentative Konzentrationsverteilungen liefert. Eine Mittelwertbildung über große Rechenzellen führt zu einer Unterschätzung der Belastung.

Bei Wahl einer Auflösung von z.B. 5 m können die Gebäudemerkmale gut modelliert und in Form einer Rasterdatei zur Verfügung gestellt werden, jedoch liegen zumeist keine Daten zur Geländestruktur in dieser Auflösung vor. Sofern das zu untersuchende Gelände keine signifikanten Besonderheiten, wie eine tiefe Tallage, aufweist, ist die Interpolation auf eine größere Auflösung nicht eigentlich fehlerhaft – sie bringt auch keinen Genauigkeitsgewinn. Ein strukturiertes Gelände demgegenüber richtig auf eine größere Auflösung zu wandeln, kann eine Herausforderung darstellen. Ohne zusätzliche Geländedaten kann dies i.a. nicht bewerkstelligt werden. Manchmal, wenn das Untersuchungsgebiet nicht zu groß ist, ist es dann einfacher, die Digitalisierung des Geländes aus einer geeigneten Karte schnell selber durchzuführen und die Rasterdatei für das DGM dann neu zu rechnen.

Digitale Geländemodelle sind in der Bundesrepublik ab einer Auflösung von 5 m (DGM5) für viele Bereiche der Bundesrepublik verfügbar, /5/. Zunehmend bemühen sich die öffentlichen Ämter für Kartographie dem Bürger Informationen zu DGM und zur Raumordnung zur Verfügung zu stellen, siehe auch /6/.

Die Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland haben den gesetzlichen Auftrag, die Topographie des Landesgebietes zeitnah zu erfassen und nach einheitlichen Grundsätzen nachzuweisen und darzustellen. Mit dem Amtlichen Topographischen Informationssystem (ATKIS), einem bundesweit einheitlichen Projekt der Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der BRD (AdV), wird die Topographie der Bundesrepublik Deutschland in einer geotopographischen Datenbasis beschrieben und in Form nutzungsorientierter digitaler Erdoberflächenmodelle bereitgestellt. Damit ist ATKIS die öffentlich-rechtliche Datenbasis für rechnergestützte digitale Verarbeitungstechnologien und die geotopographische Raumbezugsbasis für die Anbindung und Verknüpfung mit geothematischen Fachdaten. Es trägt den Charakter eines Geobasis-Informationssystems, /5/.

## Hintergrundbelastung

Die Hintergrundbelastung ist zeitlich und örtlich sehr veränderlich und setzt sich aus dem Import in ein Untersuchungsgebiet sowie aus der Immission von anderen, in dem Untersuchungsgebiet nicht explizit betrachteten Emissionsquellen zusammen.

Vielfach macht die Hintergrundbelastung, die der für ein Untersuchungsgebiet zu ermittelnden Zusatzbelastung zu überlagern ist, schon einen sehr hohen Prozentsatz der Gesamtbelastung aus. Demzufolge erscheint es verfehlt, einen großen Aufwand in die Bestimmung der Zusatzbelastung zu investieren, wenn die Hintergrundbelastung nur einen Schätzwert darstellt.

## **Berechnungsergebnisse**

Zielsetzung der Berechnung ist es, einen Abgleich mit den bestehenden Grenzwerten zu bilden. Für den Schadstoff PM10 sind EU-weit Grenzwerte für den Tagesmittelwert und den Jahresmittelwert aufgestellt worden. Dabei ist gegenwärtig für den Grenzwert für das Tagesmittel eine Überschreitungshäufigkeit von 35 pro Jahr zulässig /1/.

Für Stickstoffdioxid ist demgegenüber ein Grenzwert für das Jahresmittel und das 99.9 Perzentil des Stundenmittelwertes definiert worden, d.h. nur für 0.1% der Jahresstunden ist eine Überschreitung des 99.9 Perzentil-Wertes zulässig.

Aus dieser Forderung wäre eigentlich abzuleiten, dass jeweils Jahregänge der Immissionsbelastung zu rechnen sind. Dabei würde sich ein Jahregang aus den miteinander korrelierten 8760 Stundenmittelwerten oder 17520 Halbstundenmittelwerten zusammensetzen. Für die derartig durchzuführenden Berechnungen wären die meteorologischen und verkehrlichen Daten für den repräsentativen Jahregang zusammenzustellen. An dieser Stelle tun sich die Verkehrsbehörden und Meteorologischen Dienste noch schwer. Diese detaillierten Daten stehen zumeist nicht zur Verfügung. Demzufolge werden fast immer mit statistischen Daten miteinander nicht korrelierte Stundenmittelwerte berechnet und diese zu Jahresmittelwerten und Tagesgängen zusammengefasst. Die statistischen meteorologischen Daten stellen dabei i.d.R. ein 10-Jahresmittel dar. Damit dürfte i.a. eine Unterschätzung der Belastung verbunden sein.

Zumindest für die Bestimmung der Tagesmittelwerte von PM10 sollte jedoch auf den Tagesgang zur Meteorologie und zum Verkehr zurückgegriffen werden, um eine vertrauenswürdige Abschätzung zur möglichen Überschreitung des Grenzwertes durchzuführen, vgl. Bild 6 und Bild 7.

## **Zusammenfassung**

Zur Durchführung von Immissionsprognosen stehen die dazu erforderlichen Werkzeuge zur Verfügung: Digitale Geländemodelle, denen die Bebauung und sonstigen Ortsspezifika zu überlagern sind und die Rechenmodelle. Wenn die Daten zur Emissionen und zur Meteorologie dazu noch weitgehend genau erfaßt werden können, lassen sich Rechenergebnisse mit einem Fehler unter 20% in Bezug zu Messungen erzielen. Dabei ist korrekterweise zu ergänzen, dass sich ein derartig geringer Fehler unter Berücksichtigung von den i.a. vorliegenden, sehr komplexen atmosphärischen Ausbreitungsbedingungen nur erreichen lässt, wenn sich die möglichen Fehler teilweise kompensieren. Glücklicherweise ist dies häufig der Fall.

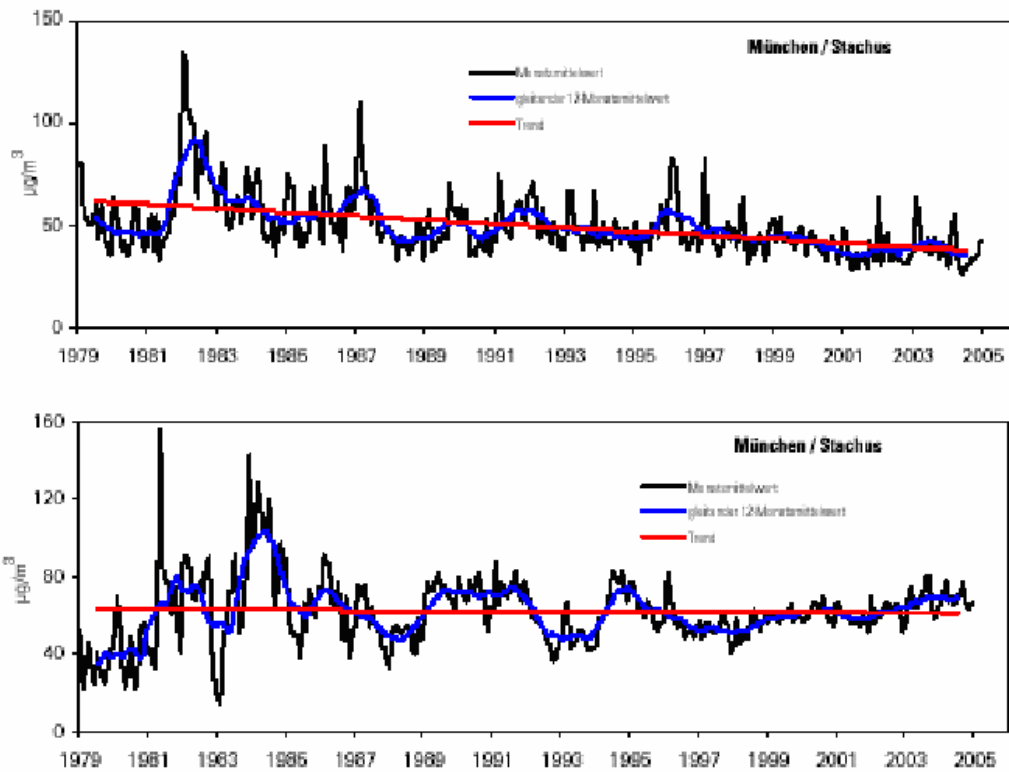


Bild 1: Tendenz des Belastungsniveaus 1979-2005 München Stachus für PM10 (oben) und NO<sub>2</sub> (unten)  
Quelle: Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, /2/

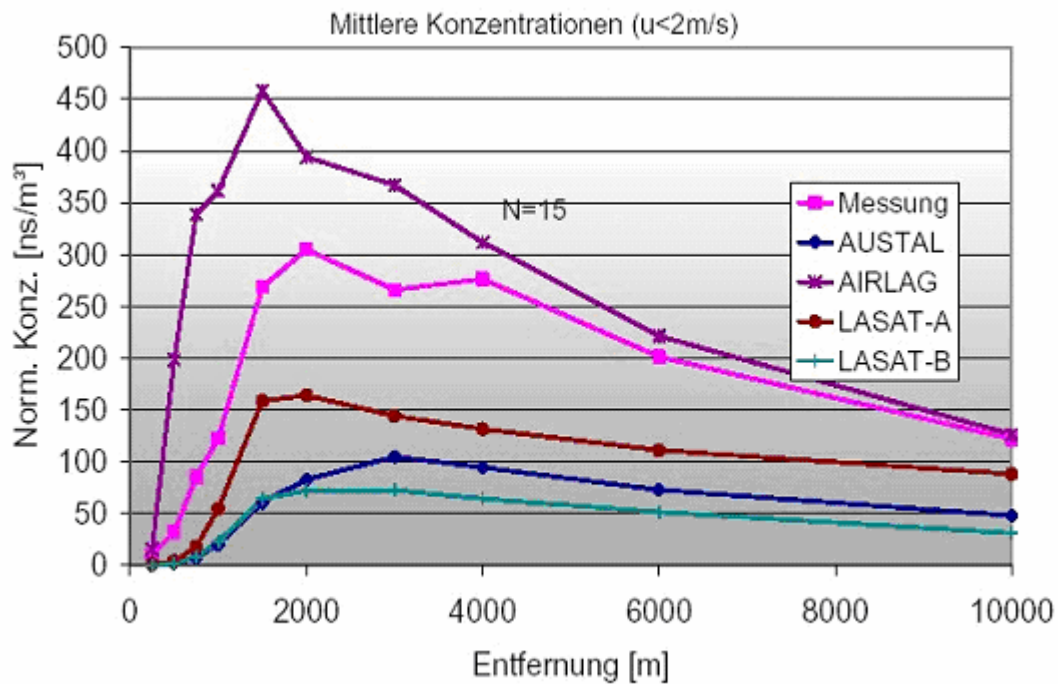
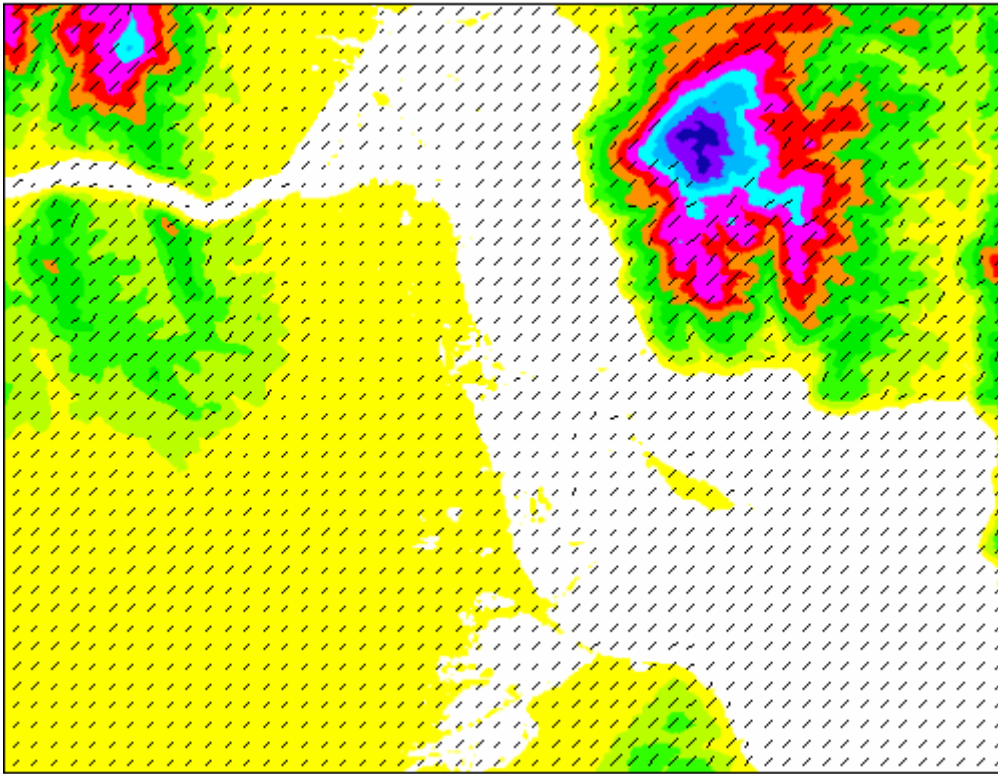


Bild 2: Evaluierung des Lagrange Modells AIR.LAG /Quelle: Universität Graz, 2005, /3/

# Windfeld 10 m über Grund



Copyright © 1996-2005 Schorling & Partner, WinkFZ 7.1.2098.27740

Bild 3: Windfeld in komplexem Gelände unter Verwendung der Windinformation an 1 Messstelle /4/

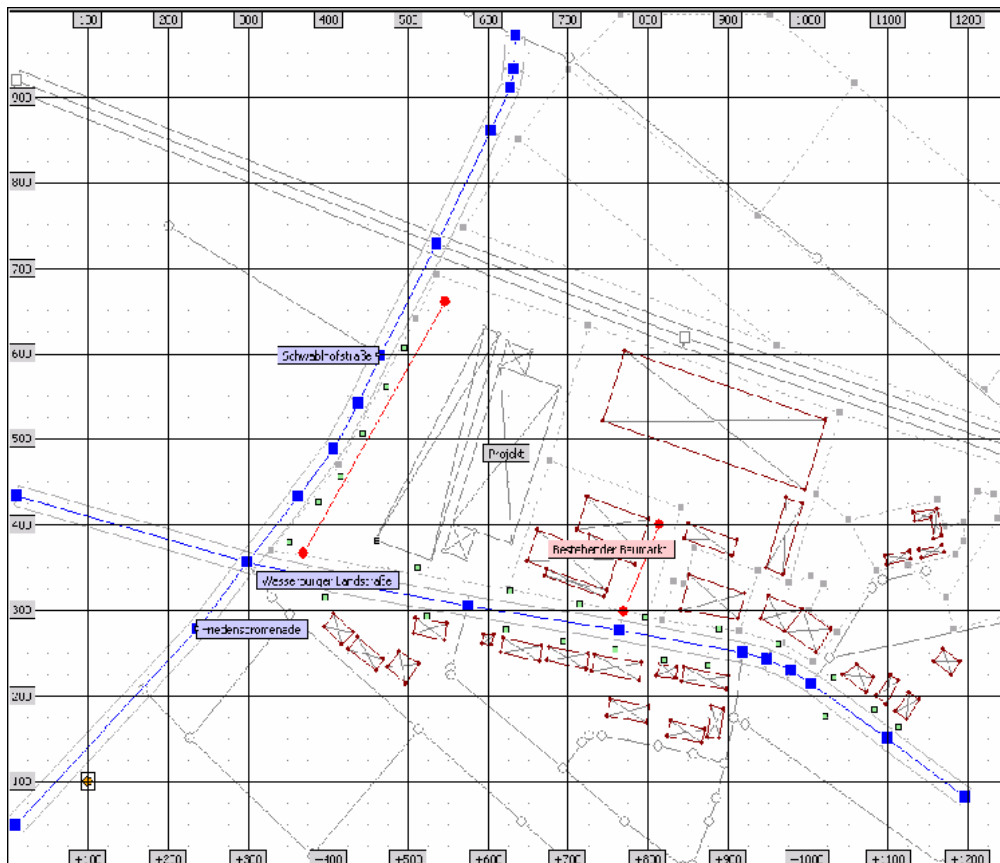


Bild 4: Aufbau eines Szenarios zur Durchführung der Berechnung mit WINKFZ /4/

## JMW PM10; Analysefall 2005

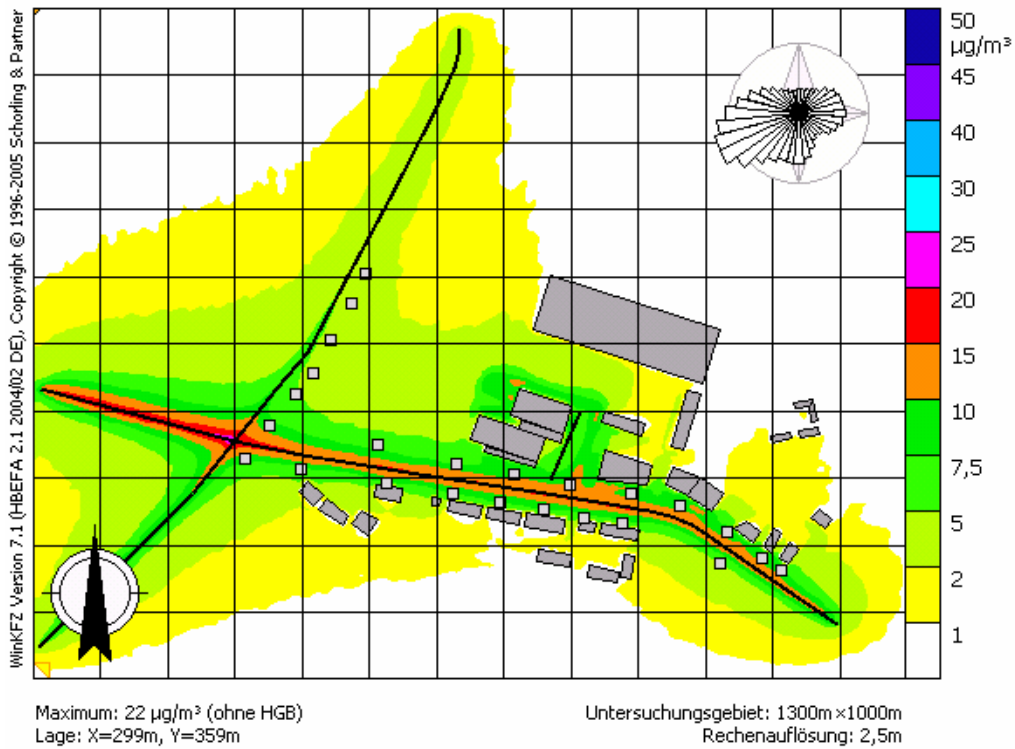


Bild 5: Jahresmittelwert für den Schadstoff PM10, Beispielsrechnung /4/

## TMW PM10; Analysefall 2005, WR=0 Grad

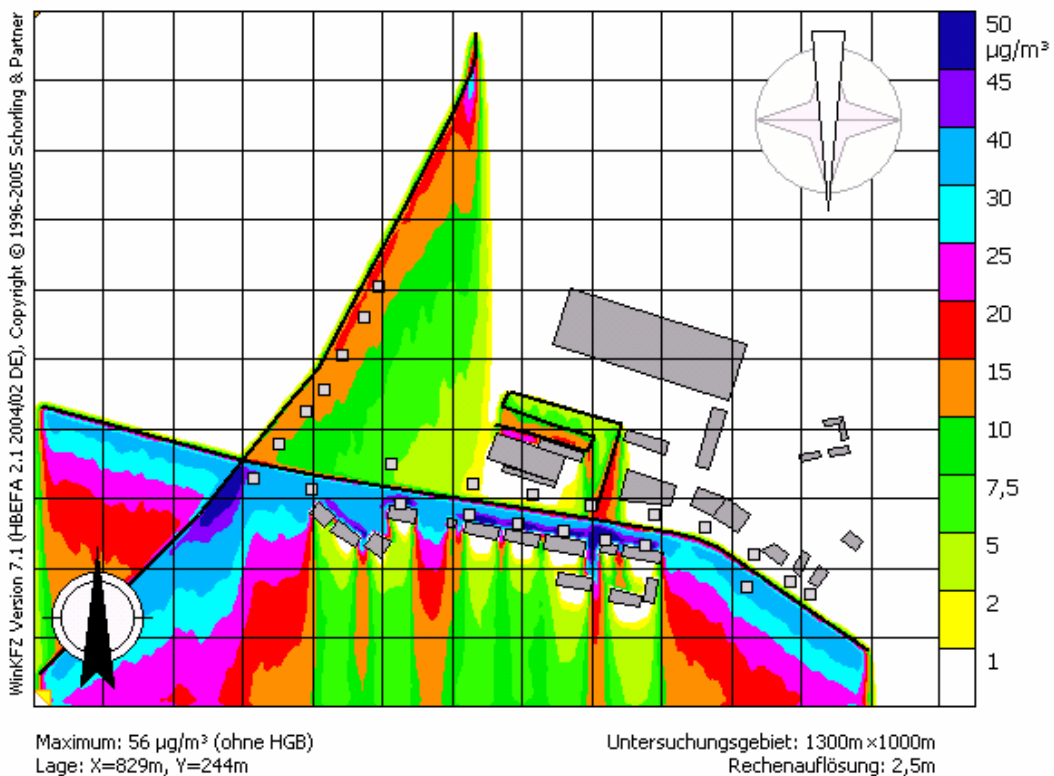
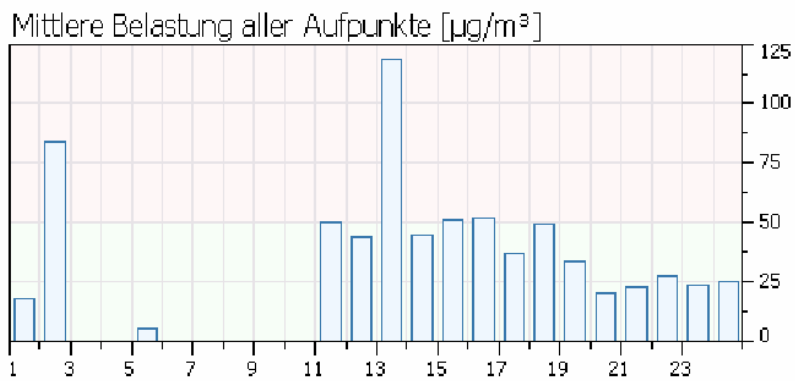


Bild 6: Tagesmittelwert für den Schadstoff PM10, Beispielsrechnung /4/



## Tagesgang PM10

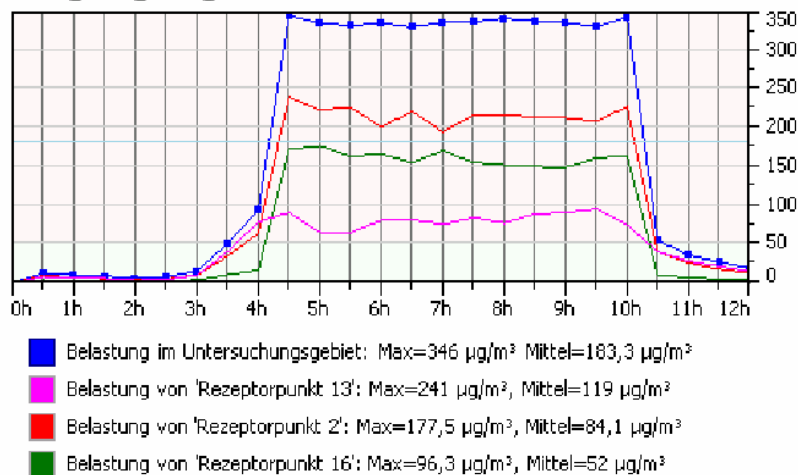


Bild 6: Tagesgang an Aufpunkten für den Schadstoff PM10, Beispielsrechnung /4/

## Literaturhinweise

- /1/ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: 22. *BImSchV* vom 11.09.2002
- /2/ Bayerisches Landesamt für Umweltschutz: [www.Bayern/lfu/luft/](http://www.Bayern/lfu/luft/)
- /3/ Universität Graz, Österreich: *Evaluierung der Ausbreitungsmodelle AIR.LAG, LASAT und AUSTAL 2000 für Punktquellen mit thermischer Überhöhung* (Bericht für die Voest Alpine Stahl GmbH, Linz, Österreich, August 2005)
- /4/ Schorling&Partner: *Rechenmodell WINKFZ*, Vers. 7.2, Januar 2006, [www.schorling.net](http://www.schorling.net)
- /5/ Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland [www.adv-online.de](http://www.adv-online.de)
- /6/ Amt für Raumordnung der Autonomen Provinz von Bozen-Südtirol, [www.provinz.bz.it](http://www.provinz.bz.it)  
>>Kartografie online