

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEUREUmweltmeteorologie
Diagnostische mikroskalige Windfeldmodelle
Gebäude- und Hindernisumströmung

VDI 3783

Blatt 10 / Part 10

Environmental meteorology
Diagnostic microscale wind field models
Air-flow around buildings and obstaclesAusz. deutsch/englisch
Issue German/English

*Der Entwurf dieser Richtlinie wurde mit Ankündigung im Bundesanzeiger einem öffentlichen Einspruchsverfahren unterworfen.
Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.*

*The draft of this guideline has been subject to public scrutiny after announcement in the Bundesanzeiger (Federal Gazette).
The German version of this guideline shall be taken as authoritative. No guarantee can be given with respect to the English translation.*

Inhalt	Seite	Contents	Page
Vorbemerkung	2	Preliminary note	2
1 Anwendungsbereich	3	1 Scope	3
2 Begriffe	4	2 Terms and definitions	4
3 Formelzeichen	7	3 Symbols	7
4 Grundlagen	9	4 Principles	9
5 Modellbeschreibung	11	5 Description of model	11
5.1 Initialwindfeld.	11	5.1 Initial wind field	11
5.2 Divergenzfreies Windfeld.	12	5.2 Non-divergent wind field.	12
6 Eingangsgrößen	14	6 Input variables	14
7 Ergebnisse	14	7 Results	14
8 Fehlermöglichkeiten, Genauigkeit, Grenzen der Anwendung	15	8 Possibilities of error, accuracy, limits of application	15
8.1 Fehlermöglichkeiten, Genauigkeit	15	8.1 Possibilities of error, accuracy	15
8.2 Grenzen der Anwendung	16	8.2 Limits of application	16
Anhang A Hindernisdatei und geometrische Modellparameter.	18	Annex A Obstacle file and geometric model parameters	18
A1 Datengrundlage	18	A1 Basis of the data	18
A2 Größe des Simulationsgebiets (horizontale Ausdehnung)	18	A2 Size of the simulation area (horizontal extent)	18
A3 Orientierung des Simulationsgebiets	18	A3 Orientation of the simulation area	18
A4 Höhe des Simulationsgebiets	18	A4 Height of the simulation area	18
A5 Maschenweiten	18	A5 Mesh sizes	18
A6 Erstellen einer Hindernisdatei.	19	A6 Creation of an obstacle file.	19
Anhang B Das ungestörte Anströmprofil	20	Annex B The undisturbed profile of approach flow	20

Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN – Normenausschuss KRdL

Fachbereich Umweltmeteorologie

VDI/DIN-Handbuch Reinhaltung der Luft, Band 1b: Umweltmeteorologie

	Seite		Page
Anhang C Definition der Störzonen	22	Annex C Definition of the disturbed zones.	22
C1 Frontwirbel	22	C1 Frontal eddy	22
C2 Naher Nachlauf.	22	C2 Cavity zone.	22
C3 Ferner Nachlauf.	23	C3 Far wake	23
C4 Mehrere Quader	24	C4 Several cuboids.	24
C5 Durchströmte Hindernisse	24	C5 Obstacles with through-flow	24
Anhang D Initialwindfeld.	25	Annex D Initial wind field	25
Anhang E Sperrschichthöhe	29	Annex E Boundary layer height	29
Anhang F Übertragung auf das Gitter	30	Annex F Transferral onto the grid	30
F1 Hindernisse	30	F1 Obstacles	30
F2 Wind	30	F2 Wind	30
Anhang G Lösung der Differenzialgleichungen	31	Annex G Solution of the differential equations	31
Anhang H Beseitigung der Restdivergenzen	34	Annex H Removal of the residual divergences	34
Anhang I Beispiele.	35	Annex I Examples	35
I1 Bonner Straße.	35	I1 Bonner Straße	35
I2 Venloer Straße	40	I2 Venloer Straße	40
I3 U-förmiges Einzelhindernis	40	I3 U-shaped individual obstacle.	40
I4 Kreuzung	45	I4 Intersection	45
I5 Profile der horizontalen Strömungs- komponenten	47	I5 Profiles of the horizontal flow components.	47
I6 Vertikalkomponenten	49	I6 Vertical components	49
Anhang J Beschreibung der Datensätze	50	Annex J Description of the data records.	50
J1 Bonner Straße und Venloer Straße	50	J1 Bonner Straße and Venloer Straße	50
J2 U-förmiges Gebäude	51	J2 U-shaped buildings.	51
J3 Kreuzung	51	J3 Intersection	51
Schrifttum	52	Bibliography	52

Vorbemerkung

Der Inhalt dieser Richtlinie ist entstanden unter Beachtung der Vorgaben und Empfehlungen der Richtlinie VDI 1000.

Alle Rechte, insbesondere die des Nachdrucks, der Fotokopie, der elektronischen Verwendung und der Übersetzung, jeweils auszugsweise oder vollständig, sind vorbehalten.

Die Nutzung dieser VDI-Richtlinie ist unter Wahrung des Urheberrechts und unter Beachtung der Lizenzbedingungen (www.vdi-richtlinien.de), die in den VDI-Merkblättern geregelt sind, möglich.

Die Richtlinie wurde vom Ausschuss „Luftqualität“ erarbeitet.

Allen, die ehrenamtlich an der Erarbeitung dieser VDI-Richtlinie mitgewirkt haben, sei gedankt.

Eine Liste der aktuell verfügbaren Blätter dieser Richtlinienreihe ist im Internet abrufbar unter www.vdi.de/3783.

Preliminary note

The content of this guideline has been developed in strict accordance with the requirements and recommendations of the guideline VDI 1000.

All rights are reserved, including those of reprinting, reproduction (photocopying, micro copying), storage in data processing systems and translation, either of the full text or of extracts.

The use of this guideline without infringement of copyright is permitted subject to the licensing conditions specified in the VDI notices (www.vdi-richtlinien.de).

This guideline has been worked out by the committee “Luftqualität” (air quality).

We wish to express our gratitude to all honorary contributors to this guideline.

A catalogue of all available parts of this guideline series can be accessed on the internet at www.vdi.de/3783.

1 Anwendungsbereich

Diese Richtlinie beschreibt ein Rechenmodell, mit dem ein zeitlich gemittelt, dreidimensionales Strömungsfeld über einer ebenen Fläche im Bereich von Hindernissen (z.B. Gebäude) berechnet werden kann. Die typischen Abmessungen des Gebiets liegen zwischen wenigen Dekametern bis zu einigen Kilometern.

Typische Anwendungen der Richtlinie:

- Bereitstellung eines dreidimensionalen Strömungsfelds für die anschließende Ausbreitungsrechnung
- Messnetzplanung im innerstädtischen Bereich für Strömungsmessungen
- Untersuchungen möglicher Änderungen des mittleren Windfelds durch Baumaßnahmen
Durch Baumaßnahmen kann die Durchlüftung in einem ganzen Stadtgebiet oder in einer Stadt eingeschränkt werden, oder es können Bereiche extrem hoher Strömungsgeschwindigkeit auftreten. Bei der Planung müssen diese Probleme berücksichtigt werden.
- Bestimmung des Windfelds für Energiebedarfsrechnungen
Moderne Energiebedarfsrechnungen von Gebäuden sollten das Windfeld und die Veränderungen des Windfelds durch Baumaßnahmen berücksichtigen.
- Windfeldberechnungen als Grundlage human-biometeorologischer Untersuchungen (siehe auch VDI 3787 Blatt 2)
Das thermische Empfinden von Menschen hängt über ihre Energiebilanz u.a. von der Strömungsgeschwindigkeit ab. Steigt sie an, wird das thermische Empfinden positiv (Abbau von Wärmebelastung im Sommer) oder negativ (Zunahme von Kältereiz im Winter) beeinflusst.

Eingangsgrößen für das Modell sind das ungestörte Vertikalprofil der Windgeschwindigkeit, das Hindernis- bzw. Gebäudekataster und die Landnutzung. Generell kann davon ausgegangen werden, dass innerhalb der Bebauung die Strömung durch dynamische Einflüsse bestimmt wird und die Stabilität von untergeordneter Bedeutung ist.

Diagnostische Modelle sind speicherplatz- und rechenzeitökonomisch, sodass große Felder mit hoher räumlicher Auflösung (soweit dies sinnvoll ist) auch auf einem PC gerechnet werden können.

Die Anwendung der Richtlinie erfordert Sachkenntnis.

Als **Beispiel** für ein diagnostisches mikroskaliges Windfeldmodell kann ein Computerprogramm zu die-

1 Scope

This guideline describes a computational model which can be used to calculate a time-average, three-dimensional flow field over a flat surface in the region of obstacles (for example buildings). The typical dimensions of the zone lie between a few decameters and a few kilometers.

Typical applications of the guideline:

- provision of a three-dimensional flow field for the subsequent propagation calculation
- measurement network planning in the inner city zone for flow measurements
- investigations into possible changes in the mean wind field caused by building measures
Building measures can limit the ventilation in an entire urban district or in a town, or zones can arise in which the flow velocity is extremely high. These problems must be taken into account during planning.
- determination of the wind field for the purpose of calculating energy requirements
Modern calculations of energy requirements for buildings should take account of the wind field and the variations in the wind field caused by building measures.
- wind field calculations as a basis for human biometeorological investigations (see also VDI 3787 Part 2)
The thermal sensitivity of humans depends via their energy balance on, e.g., the flow velocity. If the latter rises, the thermal sensitivity is influenced positively (decrease in thermal stress in summer) or, negatively (increase in low-temperature stimulus in winter).

Input variables for the model are the undisturbed vertical profile of the wind speed, the register of obstacles and/or buildings and land use. It can be assumed in general that the flow is determined by dynamic influences within the built-up area, and that stability is of subordinate importance.

Diagnostic models are economical in terms of storage space and computer time, and so large fields with a high spatial resolution (to the extent this is sensible) can be calculated on a PC.

The application of the guideline requires expert knowledge.

A computer program relating to this guideline and including the associated user manual can be obtained as

ser Richtlinie inklusive dem zugehörigen Benutzerhandbuch über die folgende Adresse bezogen werden: <http://www.vdi.de/dmw>. Das Computerprogramm ist *eine* mögliche programmtechnische Umsetzung der im Anhang beschriebenen beispielhaften Realisierung eines diagnostischen Strömungsmodells.

Das hier beschriebene Initialisierungsverfahren ist nicht invariant gegen Drehung der Baukörper im Rechengitter und gegen mögliche unterschiedliche Digitalisierung der Hindernisse.

Eine weitere Realisierung, die diese Einschränkungen nicht aufweist, ist in [16] beschrieben.

an example for a diagnostic microscale wind field model from the following address: <http://www.vdi.de/dmw>. The computer program is *one* possible programming approach to converting the exemplary implementation, described in the annex, of a diagnostic flow model.

The initialisation method described here is not invariant against rotation on the buildings in the computational grid and against a potentially different kind of digitalisation of the obstacles.

Another implementation without these limitations is described in [16].