

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURE

Umweltmeteorologie
Prognostische mesoskalige Windfeldmodelle
Evaluierung für dynamisch und
thermisch bedingte Strömungsfelder
Environmental meteorology
Prognostic mesoscale wind field models
Evaluation for dynamically and
thermally induced flow fields

VDI 3783
Blatt 7 / Part 7

Ausg. 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 standard has been subject to public scrutiny after announcement in the Bundesanzeiger (Federal Gazette).

The German version of this standard shall be taken as authoritative. No guarantee can be given with respect to the English translation.

Inhalt	Seite
Vorbemerkung	3
Einleitung	3
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweise	7
3 Begriffe	7
4 Formelzeichen	10
5 Prüfungen des Modells durch den Modellentwickler	12
5.1 Allgemeine Bewertung	12
5.2 Wissenschaftliche Bewertung	14
5.3 Validierung	15
5.4 Abschließende Bewertung	19
6 Anwendungsregeln für den Modellanwender	20
6.1 Vorgaben zu Modellgebietsgröße und Gitterweite	20
6.2 Vorgaben zur Initialisierung	24
6.3 Qualitätskontrolle der Modellergebnisse	25
6.4 Dokumentation einer Modellrechnung	25
6.5 Anwendung auf Modellrechnungen	25
Anhang A Einführung in den Aufbau richtlinienkonformer Modelle	26
A1 Gemittelttes, grundlegendes Gleichungssystem	26
A2 Mögliche Modellvereinfachungen	27
A3 Gelöste Gleichungen	29
A4 Parametrisierung subskaliger physikalischer Prozesse	29
A5 Koordinaten	33
A6 Numerische Lösungsmethoden	34
A7 Rand- und Anfangsbedingungen	34
A8 Eingabedaten (Eingangsparameter)	36
A9 Ausgabedaten	37

Contents	Page
Preliminary note	3
Introduction	3
1 Scope	4
2 Normative references	7
3 Terms and definitions	7
4 Symbols	10
5 Assessment of the model by its developer	12
5.1 General evaluation	12
5.2 Scientific evaluation	14
5.3 Validation	15
5.4 Final evaluation	19
6 Application rules for the model user	20
6.1 Specification of model domain's size and grid size	20
6.2 Specifications for initialisation	24
6.3 Quality control of the model results	25
6.4 Documenting simulations	25
6.5 Application to simulations	25
Annex A Introduction to the construction of standard-compliant models	26
A1 Averaged fundamental system of equations	26
A2 Possible simplifications of the model	27
A3 Solved equations	29
A4 Parameterisation of subgrid-scale physical processes	29
A5 Coordinate systems	33
A6 Numerical solution methods	34
A7 Boundary and initial conditions	34
A8 Input data (input parameters)	36
A9 Output data	37

VDI/DIN-Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) – Normenausschuss
Fachbereich Umweltmeteorologie

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

Inhalt	Seite
Anhang B Anwendungsbereich prognostischer mesoskaliger Windfeldmodelle	38
B1 Typische Anwendungen	38
B2 Anwendungsbeispiele	39
Anhang C Kurzbeschreibung des Modells	42
Anhang D Ausführliche Modellbeschreibung	43
Anhang E Spezifikation der Testfälle	44
E1 Testfall E1: Quasi-2-D glockenförmiger Rücken – Zweidimensionalität, Berücksichtigung von Orographie	44
E2 Testfall E2: Quasi-2-D glockenförmiger Rücken – Windgeschwindigkeitseinfluss	48
E3 Testfall E3: Gaußförmiger Berg – Einfluss der Gitterweite	49
E4 Testfall E4: Gaußförmiger Berg – Abschattungseffekt und Kaltluftabflüsse	52
E5 Testfall E5: Gaußförmiger Berg – Einfluss der Anströmrichtung, numerische Genauigkeit	54
E6 Testfall E6: Sophienhöhe – Umströmung und Überströmung eines steilen Hügels	55
E7 Testfall E7: Grazer Becken – Gegenströmung	61
E8 Testfall E8: Stuttgarter Talkessel – Strömungskanalisation, Kaltluftabflüsse	69
Anhang F Evaluierungsprotokoll	76
F1 Protokoll mit notwendigen Eigenschaften	76
F2 Evaluierungsprotokoll für den Modellanwender	78
Schrifttum	82

Contents	Page
Annex B Applications of prognostic mesoscale wind field models	38
B1 Typical applications	38
B2 Application examples	39
Annex C Brief description of the model	42
Annex D Detailed model description	43
Annex E Specification of test cases	44
E1 Test case E1: Quasi-two-dimensional bell-shaped ridge – two-dimensionality, consideration of orography	44
E2 Test case E2: Quasi-two-dimensional bell-shaped ridge – effect of wind speed	48
E3 Test case E3: Gaussian mountain – effect of grid size	49
E4 Test case E4: Gaussian mountain – shadowing effect and cold air drainage flow	52
E5 Test case E5: Gaussian mountain – effect of inflow direction, numerical accuracy	54
E6 Test case E6: Sophienhöhe – flow around and over a steep hill	55
E7 Test case E7: Graz basin – recirculation	61
E8 Test case E8: Stuttgart basin – flow channelling, cold air drainage flow	69
Annex F Evaluation protocol	79
F1 Protocol with the required properties	79
F2 Evaluation protocol for the model user	81
Bibliography	82

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

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

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

Einleitung

Von Anlagen, Einrichtungen oder Verkehrswegen können Emissionen ausgehen, die die Umgebung in Form von Schadstoffen oder Geruchsstoffen beeinträchtigen. Für die Prognose daraus resultierender Belastungen wurden verschiedene Vorschriften und Richtlinien erarbeitet, so für den anlagenbezogenen Immissionschutz die TA Luft.

Die mathematischen Verfahren für eine Immissionsprognose setzen Windfeldbibliotheken für das Beurteilungsgebiet voraus. In ebenem Gelände sind hierfür einfache meteorologische Profilansätze für den Wind und die Turbulenz hinreichend. In stärker gegliedertem Gelände mit maximalen Steigungen von 1:5 können die Windfeldbibliotheken mithilfe eines massenkonsistenten Windfeldmodells erzeugt werden. Treten in einem Beurteilungsgebiet verbreitet Steigungen von mehr als 1:5 auf oder haben Steigungen größer als 1:5 maßgeblichen Einfluss auf die Immissionsprognose an Beurteilungspunkten, bietet die TA Luft kein vorgegebenes Verfahren zur Erstellung einer Windfeldbibliothek an. Seit einiger Zeit erlauben die gewachsenen Rechnerkapazitäten den Einsatz prognostischer mesoskaliger Windfeldmodelle, um in solchen Fällen geeignete Windfeldbibliotheken zu generieren (siehe VDI 3783 Blatt 16). Um sicherzustellen, dass diese Windfelder mit qualitativ hochwertigen Modellen erzeugt werden, werden in dieser Richtlinie Mindestanforderungen an ein Modell aufgestellt und eine Vorgehensweise beschrieben, mit denen eine Prüfung der Modelle möglich ist.

Preliminary note

The content of this standard has been developed in strict accordance with the requirements and recommendations of the standard 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 standard without infringement of copyright is permitted subject to the licensing conditions (www.vdi.de/richtlinien) specified in the VDI Notices.

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

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

Introduction

Industrial plants, installations and traffic can generate emissions that have a deleterious effect on the environment in the form of pollutants or odours. Various regulations and standards have been developed in order to forecast the resultant impact, for example TA Luft for plant-related immission safety.

Mathematical methods for immission forecasts assume the existence of wind field libraries for the assessed region. In flat terrain, simple meteorological profile approaches for the wind and the turbulence are sufficient. In complex terrain with maximum gradients of 1:5, the wind field libraries can be generated with the help of a mass-consistent wind field model. In regions with steep terrain (gradients exceeding 1:5), where the orography has a strong impact on the immission forecast at assessment points, TA Luft does not specify a method for generating a wind field library. For some time now, the increase in computer power has allowed the use of prognostic mesoscale wind field models to generate wind field libraries in such cases (see VDI 3783 Part 16). In order to ensure that these wind fields are produced with high-quality models, this standard specifies minimum requirements for models and describes a procedure with which models can be tested.