

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURE

Umweltmeteorologie
Atmosphärische Ausbreitungsmodelle
Gauß'sches Fahnenmodell zur Bestimmung
von Immissionsgrößen
Environmental meteorology
Atmospheric dispersion models
Gaussian plume model for the determination
of ambient air characteristics

VDI 3782
Blatt 1 / Part 1

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 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	2	1 Scope	2
2 Begriffe	4	2 Terms and definitions	4
3 Formelzeichen und Abkürzungen	7	3 Symbols and abbreviations	7
4 Rechenmethode	9	4 Computing method	9
4.1 Ausbreitungsgleichung	10	4.1 Dispersion equation	10
4.2 Deposition von Gasen und Aerosolen	11	4.2 Deposition of gases and aerosols	11
4.3 Sedimentation von Aerosolen	14	4.3 Sedimentation of aerosols	14
5 Emission	15	5 Emission	15
6 Effektive Quellhöhe	15	6 Effective source height	15
7 Meteorologische Einflussgrößen	17	7 Meteorological factors	17
7.1 Windgeschwindigkeit	17	7.1 Wind velocity	17
7.2 Windrichtung	18	7.2 Wind direction	18
7.3 Ausbreitungsklassen	19	7.3 Dispersion categories	19
7.4 Ausbreitungsparameter	19	7.4 Dispersion coefficients	19
7.5 Ausbreitungssituation	20	7.5 Dispersion situation	20
7.6 Mischungsschichthöhe	21	7.6 Mixing layer height	21
8 Unsicherheitsbereich der berechneten Immissionskenngrößen	22	8 Uncertainty range of the calculated air pollutant data	22
9 Anwendung bei größeren Entfernungen	23	9 Application to large distances	23
10 Chemische Umsetzungen	23	10 Chemical conversions	23
10.1 Definitionen	24	10.1 Definitions	24
10.2 Lebensdauer von Stickstoffmonoxid in Abgasfahnen	25	10.2 Lifetime of nitrogen monoxide in stack gas plumes	25
10.3 Lebensdauern anderer Spurenstoffe	26	10.3 Lifetimes of other trace substances	26
10.4 Chemische Umsetzungen in Kühlturm-fahnen	26	10.4 Chemical conversions in cooling tower plumes	26
10.5 Rechenmethode	26	10.5 Computing method	26
Anhang A Bestimmung der Ausbreitungsklassen	27	Annex A Determination of dispersion categories	27

Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN – Normenausschuss KRdL
Fachbereich Umweltmeteorologie

Anhang B	Ausbreitungsrechnungen für räumlich ausgedehnte Quellen	29
Anhang C	Bestimmung des Faktors $a(x)$	30
Anhang D	Festlegung der Ausbreitungsparameter	31
Anhang E	Beispielrechnungen	32
E1	Bodennahe Konzentrationsverteilung und chemische Umwandlung	32
E2	Deposition	33
E3	Verwendung einer Ausbreitungsklassenstatistik	34
E4	Vergleich mit VDI 3945 Blatt 3	35
E5	Ausbreitungsklassenstatistik anonym.aks.....	37
	Schrifttum	39

Vorbemerkung

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

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

Eine Liste der aktuell verfügbaren Blätter dieser Richtlinienreihe ist abrufbar im Internet unter www.vdi.de/3782.

1 Anwendungsbereich

Die vorliegende Richtlinie beschreibt ein Verfahren zur rechnerischen Ermittlung der stationären Immissionskonzentrationen und Immissionsmassenströme anthropogen emittierter Stoffe in der Umgebung von einzelnen Quellen oder Vielquellensystemen für einen Entfernungsbereich bis 100 km.

Die Rechenmethode setzt ebenes Gelände, ungestörte Ausbreitung sowie Windgeschwindigkeiten größer als 1 m s^{-1} voraus. Gebäude- und Geländeeinflüsse werden nicht berücksichtigt.

Das in dieser Richtlinie beschriebene Rechenverfahren ist auf Gase und Stäube (Aerosole) anwendbar. Der Prozess der Sedimentation wird beschrieben. Das Rechenverfahren berücksichtigt in erster Näherung die trockene und die nasse Deposition

Annex B	Dispersion calculations for sources extended in space	29
Annex C	Determination of the factor $a(x)$	30
Annex D	Determining the dispersion coefficients	31
Annex E	Example calculations.....	32
E1	Near-ground concentration distribution and chemical conversion	32
E2	Deposition	33
E3	Use of a dispersion category statistical set	34
E4	Comparison with VDI 3945 Part 3	35
E5	Dispersion category statistical set anonym.aks	37
	Bibliography	39

Preliminary note

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

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/3782.

1 Scope

This guideline describes a method for calculating the steady-state air concentrations and mass fluxes of anthropogenic emissions in the vicinity of individual sources or multiple source systems for a distance up to 100 km.

The method of calculation assumes flat terrain, undisturbed dispersion, and wind velocities greater than 1 m s^{-1} . The effects of buildings or terrain are not taken into account.

The computing procedure described in this guideline is applicable to gases and dusts (aerosols). The sedimentation process is described. In a first approximation, the computing procedure takes into account dry and wet deposition and chemical con-

sowie chemische Umwandlungen. Durch Einführung von mittleren Mischungsschichthöhen wird Beschränkungen des vertikalen Austauschs Rechnung getragen. Die Quellen können Punkt-, Linien-, Flächen- oder Volumenquellen sein.

Bei der Anwendung der Rechenmethode auf Einzelsituationen ist die Aussagekraft gering. Erst die statistische Auswertung vieler Einzelsituationen ergibt verlässliche Aussagen.

Die Rechenmethode dient damit in erster Linie der Berechnung von Jahreszeiten- oder Jahresmittelwerten der bodennahen Immissionskonzentration; über die Ermittlung des Immissionsmassenstromes der trockenen und nassen Deposition ist eine Abschätzung des Bodeneintrags möglich. Aussagen für kürzere Zeiträume sind statistisch nicht genügend gesichert.

Mit den erwähnten Einschränkungen kann die Rechenmethode zur Berechnung von Perzentilen und Überschreitungshäufigkeiten von Stundenmittelwerten, bezogen auf eine Jahreszeit oder ein Jahr, benutzt werden. Hierbei wird die mit dem Modell berechnete stationäre Immissionskonzentration als Stundenmittelwert interpretiert.

Die Richtlinie kann zur Analyse von Immissionen in Bezug auf verursachende Quellen, jedoch auch auf Vielquellensysteme angewendet werden.

Die Rechenzeit ist im Vergleich zu aufwendigeren Modellen wie Partikelmodelle nach VDI 3945 Blatt 3, relativ kurz.

Die Richtlinie ersetzt nicht Rechenverfahren, die in ein geschlossenes Immissionsbeurteilungssystem eingebunden sind (z. B. Rechenverfahren nach TA Luft).

Die Rechenmethode darf nicht angewendet werden, um zeitabhängige Immissionssituationen (z. B. im Zusammenhang mit meteorologischen Zeitreihen) durch eine Folge von Einzelsituationen zu simulieren. In diesen Fällen und bei höheren Genauigkeitsanforderungen sind andere Rechenmethoden z. B. ein Partikelmodell nach VDI 3945 Blatt 3 einzusetzen.

Die Anforderungen an die Eingangsdaten bezüglich der Quellen und der meteorologischen Einflussgrößen werden aufgeführt. Es werden Verfahren zur Bestimmung des vertikalen Windprofils, zur Klassierung von Windgeschwindigkeit und Windrichtung, zur Bestimmung der Ausbreitungs-kategorie und der Ausbreitungsparameter behandelt.

Die in den verschiedenen Abschnitten dieser Richtlinie aufgeführten Voraussetzungen der Anwendbarkeit dieser Richtlinie sind sorgfältig zu prüfen (siehe insbesondere Abschnitt 4); dazu sind Fachkenntnisse erforderlich.

versions. By introducing mean mixing layer heights, restrictions on vertical exchange are taken into account. The sources can be point sources, line sources, area sources, or volume sources.

When the computing method is applied to individual situations, the results are not very meaningful. Meaningful results are only obtained from the statistical evaluation of many individual situations.

The computing method is thus primarily used to calculate seasonal or annual means of air concentrations near the ground; it is possible to estimate soil input via determination of the mass fluxes of dry and wet deposition. Data for shorter time periods are insufficiently statistically verified.

With the limits mentioned, the computing method can be used to calculate percentiles and excess frequencies of hourly means, related to a season or a year. In this case the steady-state air concentration calculated using the model is interpreted as an hourly mean.

The guideline can be used to analyze air pollution with respect to emission sources, and can also be applied to multiple source systems.

The computing time is relatively short compared with more complex models, for example the particle model as described in VDI 3945 Part 3.

The guideline does not replace computing procedures which are incorporated into a closed air pollution evaluation system (for example computing procedures as described in the German TA Luft).

The computing method may not be used to simulate time-dependent emission conditions (for example in conjunction with meteorological time series) by a number of individual situations. In these cases, and when higher accuracy is required, other computing methods have to be used, for example a particle model as described in VDI 3945 Part 3.

The requirements of the input data with respect to sources and meteorological parameters are listed, and procedures are described for determining the vertical wind profile, for classifying wind velocity and direction, for determining the dispersion category and dispersion coefficients.

The preconditions listed in the various sections of this guideline for its applicability have to be checked carefully (see especially Section 4); this requires specialist knowledge.