

VEREIN  
DEUTSCHER  
INGENIEURE

Umweltmeteorologie  
Atmosphärische Ausbreitungsmodelle  
Depositionsparameter

VDI 3782

Blatt 5 / Part 5

Environmental meteorology  
Atmospheric dispersion models  
Deposition parameters

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

<b>Inhalt</b>	Seite	<b>Contents</b>	Page
Vorbemerkung . . . . .	2	Preliminary note . . . . .	2
Zielsetzung und Anwendungsbereich . . . . .	3	Scope and objective . . . . .	3
Begriffe und Definitionen . . . . .	4	Terms and definitions . . . . .	4
Liste der Formelzeichen . . . . .	8	List of symbols . . . . .	8
<b>1 Einleitung . . . . .</b>	<b>10</b>	<b>1 Introduction . . . . .</b>	<b>10</b>
<b>2 Depositionsgeschwindigkeit . . . . .</b>	<b>12</b>	<b>2 Deposition velocity . . . . .</b>	<b>12</b>
2.1 Gase . . . . .	12	2.1 Gases . . . . .	12
2.2 Aerosole . . . . .	13	2.2 Aerosols . . . . .	13
2.3 Parametrisierungen . . . . .	13	2.3 Parameterisations . . . . .	13
<b>3 Auswaschrates . . . . .</b>	<b>18</b>	<b>3 Washout rate . . . . .</b>	<b>18</b>
3.1 Aerosole . . . . .	18	3.1 Aerosols . . . . .	18
3.2 Gase . . . . .	19	3.2 Gases . . . . .	19
<b>4 Anzahl-undMassenverteilung . . . . .</b>	<b>22</b>	<b>4 Number and mass distribution of aerosols . . . . .</b>	<b>22</b>
<b>5 Empfehlungen . . . . .</b>	<b>24</b>	<b>5 Recommendations . . . . .</b>	<b>24</b>
5.1 Aerosole . . . . .	25	5.1 Aerosols . . . . .	25
5.2 Aerosolgebundene Stoffe . . . . .	26	5.2 Aerosol-bonded substances . . . . .	26
5.3 Gase . . . . .	26	5.3 Gases . . . . .	26
5.3.1 Kohlenmonoxid (CO) und Kohlendioxid (CO <sub>2</sub> ) . . . . .	26	5.3.1 Carbon monoxide (CO) and carbon dioxide (CO <sub>2</sub> ) . . . . .	26
5.3.2 Quecksilber (Hg) . . . . .	26	5.3.2 Mercury (Hg) . . . . .	26
5.3.3 Salpetersäure (HNO <sub>3</sub> ) . . . . .	27	5.3.3 Nitric acid (HNO <sub>3</sub> ) . . . . .	27
5.3.4 Ammoniak (NH <sub>3</sub> ) . . . . .	27	5.3.4 Ammonia (NH <sub>3</sub> ) . . . . .	27
5.3.5 Stickstoffoxide (NO, NO <sub>2</sub> ) . . . . .	28	5.3.5 Nitrogen oxides (NO, NO <sub>2</sub> ) . . . . .	28
5.3.6 Ozon (O <sub>3</sub> ) . . . . .	28	5.3.6 Ozone (O <sub>3</sub> ) . . . . .	28
5.3.7 Peroxyacetylnitrat (PAN) . . . . .	29	5.3.7 Peroxyacetyl nitrate (PAN) . . . . .	29
5.3.8 Schwefeldioxid (SO <sub>2</sub> ) . . . . .	29	5.3.8 Sulphur dioxide (SO <sub>2</sub> ) . . . . .	29

Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN – Normenausschuss KRdL

Arbeitsgruppe Depositionsparameter  
Ausschuss Luftqualität

	Seite
<b>Anhang A</b> Schmidt-Zahl und Stokes-Zahl . . . . .	30
<b>Anhang B</b> Validierungen . . . . .	31
<b>Anhang C</b> Größenspektrum und Fallgeschwindigkeit von Regentropfen . . . . .	33
<b>Anhang D</b> Literaturangaben zu Depositionsparametern . . . . .	37
Schrifttum . . . . .	48

	Page
<b>Annex A</b> Schmidt number and Stokes number . . . . .	30
<b>Annex B</b> Validations . . . . .	31
<b>Annex C</b> Size spectrum and fall velocity of raindrops . . . . .	33
<b>Annex D</b> Bibliographical references to deposition parameters . . . . .	37
Bibliography . . . . .	48

**Vorbemerkung**

In der Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN – Normenausschuss KRdL – erarbeiten Fachleute aus Wissenschaft, Industrie und Verwaltung in freiwilliger Selbstverantwortung VDI-Richtlinien und DIN-Normen zum Umweltschutz. Diese beschreiben den Stand der Technik bzw. den Stand der Wissenschaft in der Bundesrepublik Deutschland und dienen als Entscheidungshilfen bei der Erarbeitung und Anwendung von Rechts- und Verwaltungsvorschriften. Die Arbeitsergebnisse der KRdL fließen ferner als gemeinsamer deutscher Standpunkt in die europäische technische Regelsetzung bei CEN (Europäisches Komitee für Normung) und in die internationale technische Regelsetzung bei ISO (Internationale Organisation für Normung) ein.

Folgende Themenschwerpunkte werden in vier Fachbereichen behandelt:

*Fachbereich I  
„Umweltschutztechnik“*

Produktionsintegrierter Umweltschutz; Verfahren und Einrichtungen zur Emissionsminderung und Energieumwandlung; ganzheitliche Betrachtung von Emissionsminderungsmaßnahmen unter Berücksichtigung von Luft, Wasser und Boden; Emissionswerte für Stäube und Gase; anlagenbezogene messtechnische Anleitungen; Umweltschutzkostenrechnung

*Fachbereich II „Umweltmeteorologie“*

Ausbreitung von Luftverunreinigungen in der Atmosphäre; störfallbedingte Freisetzungen; mikro- und mesoskalige Windfeldmodelle; Wechselwirkung zwischen Atmosphäre und Oberflächen; meteorologische Messungen; angewandte Klimatologie; Lufthygienekarten; human-biometeorologische Bewertung von Klima und Lufthygiene; Übertragung meteorologischer Daten

**Preliminary note**

In the Commission on Air Pollution Prevention of VDI and DIN – Standards Committee KRdL – experts from science, industry and administration, acting on their own responsibility, establish VDI guidelines and DIN standards in the field of environmental protection. These describe the state of the art in science and technology in the Federal Republic of Germany and serve as a decision-making aid in the preparatory stages of legislation and application of legal regulations and ordinances. KRdL’s working results are also considered as the common German point of view in the establishment of technical rules on the European level by CEN (European Committee for Standardization) and on the international level by ISO (International Organization for Standardization).

The following topics are dealt with in four subdivisions:

*Subdivision I  
“Environmental Protection Techniques”*

Integrated pollution prevention and control for installations; procedures and installations for emission control and energy conversion; overall consideration of measures for emission control with consideration given to the air, water and soil; emission limits for dusts and gases; plant-related measurement instructions; environmental industrial cost accounting

*Subdivision II “Environmental Meteorology”*

Dispersion of pollutants in the atmosphere; emissions from accidental releases; micro- and meso-scale wind field models; interaction between the atmosphere and surfaces; meteorological measurements; applied climatology; air pollution maps; human-biometeorological evaluation of climate and air hygiene; transfer of meteorological data

*Fachbereich III „Umweltqualität“*

Wirkung von Luftverunreinigungen auf Mensch, Tier, Pflanze, Boden, Werkstoffe und Atmosphäre; wirkungsbezogene Mess- und Erhebungsverfahren: z. B. Bioindikation mit Höheren und Niederen Pflanzen, Erhebungsverfahren zur Biodiversität; Werkstoffexposition; Erfassung mikrobieller Luftverunreinigungen; Olfaktometrie; Umweltsimulation

*Fachbereich IV  
„Umweltmesstechnik“*

Emissions- und Immissionsmesstechnik für anorganische und organische Gase sowie für Partikel; optische Fernmessverfahren; Messen von Innenraumluftverunreinigungen; Messen von Bodenluftverunreinigungen; Verfahren zur Herstellung von Referenzmaterialien; Prüfpläne für Messgeräte; Validierungsverfahren; Messplanung; Auswerteverfahren; Qualitätssicherung

Die Richtlinien und Normen werden zunächst als Entwurf veröffentlicht. Durch Ankündigung im Bundesanzeiger und in der Fachpresse erhalten alle interessierten Kreise die Möglichkeit, sich an einem öffentlichen Einspruchsverfahren zu beteiligen. Durch dieses Verfahren wird sichergestellt, dass unterschiedliche Meinungen vor Veröffentlichung der endgültigen Fassung berücksichtigt werden können.

Die Richtlinien und Normen sind in den sechs Bänden des VDI/DIN-Handbuches Reinhaltung der Luft zusammengefasst.

**Zielsetzung und Anwendungsbereich**

Die Richtlinie enthält theoretische Bestimmungsmethoden und aus Messungen abgeleitete Werte für die Depositionsgeschwindigkeit und die Auswaschrates von Aerosolen und Spurengasen. Diese Parameter, im Folgenden zusammenfassend als Depositionsparameter bezeichnet, werden zur Berechnung des trockenen und nassen Depositionsflusses in die Erdoberfläche oder bodennahe Grenzflächen von Ausbreitungsmodellen wie Gauß'schen Fahnenmodellen (VDI 3782 Blatt 1 [T1]), Gauß-Wolken-Modellen (VDI 3945 Blatt 1 [T3]) und Partikelmodellen (VDI 3945 Blatt 3 [T4]) benötigt. Sie können auch dazu verwendet werden, um anhand von bekannten Spurenstoffkonzentrationen in der Luft den Bodeneintrag durch trockene und nasse Deposition abzuschätzen. Bei einer Modellierung des Ferntransportes, wie sie mit dem Partikelmodell VDI 3945 Blatt 3 [T4] möglich ist, muss zur Schließung der Massenbilanz bei der Bestimmung der nassen Deposition zusätzlich das Auswaschen von Spurenstoffen in Wolken berücksichtigt werden.

*Subdivision III “Environmental Quality”*

Effects of air pollutants on man, farm animals, vegetation, soil, materials, and the atmosphere; methods for the measurement and evaluation of effects: e.g. biomonitoring with higher and lower plants; evaluation techniques for biodiversity; exposure of materials; determination of microbial air pollutants and their effects; olfactometry; environmental simulation

*Subdivision IV  
“Environmental Measurement Techniques”*

Techniques for emission and ambient air measurements of inorganic and organic gases as well as particulate matter; optical open-path measurement methods; measurement of indoor air pollutants, measurement of soil air pollutants; procedures for establishing reference material; test procedures for measurement devices; validation procedures; measurement planning; evaluation methods; quality assurance

The guidelines and standards are first published as drafts. These are announced in the Bundesanzeiger (Federal Gazette) and in professional publications in order to give all interested parties the opportunity to participate in an official objection procedure. This procedure ensures that differing opinions can be considered before the final version is published.

The guidelines and standards are published in the six-volume VDI/DIN Reinhaltung der Luft (Air Pollution Prevention) manual.

**Scope and objective**

The guideline contains theoretical determination methods and values, which have been derived from measurements, for the deposition velocity and the washout rate of aerosols and trace gases. These parameters, briefly termed deposition parameters in the following, are required for calculating the dry and wet deposition flux to the ground or to near-ground boundary surfaces by dispersion models, such as Gaussian plume models (VDI 3782 Part 1 [T1]), Gaussian puff models (VDI 3945 Part 1 [T3]) and particle models (VDI 3945 Part 3 [T4]). They may also be used for estimating, on the basis of known trace substance concentrations in the air, the flux to the ground by dry and wet deposition. For modelling transport over long distances, as can be done using the particle model described in VDI 3945 Part 3 [T4], the washout of trace substances in clouds shall be additionally considered in the determination of wet deposition, to be able to close the mass balance.