

VEREIN  
DEUTSCHER  
INGENIEURE

Luftbeschaffenheit am Arbeitsplatz  
Minderung der Exposition durch luftfremde Stoffe  
Erfassen luftfremder Stoffe  
**Workplace air**  
Reduction of exposure to air pollutants  
Capture of air pollutants

VDI 2262

Blatt 4 / Part 4

Ausg. deutsch/englisch  
Issue German/English

Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.

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

| Inhalt  | Seite     | Contents  | Page      |
|---|-----------|---|-----------|
| Vorbemerkung . . . . .  | 4         | Preliminary note . . . . .  | 4         |
| Geltungsbereich . . . . .   | 5         | Scope . . . . .   | 5         |
| Allgemeines . . . . .   | 5         | General . . . . .   | 5         |
| <b>1 Begriffe und Formelzeichen . . . . .</b>                               | <b>6</b>  | <b>1 Terms and symbols . . . . .</b>  | <b>6</b>  |
| 1.1 Begriffe . . . . .  | 6         | 1.1 Terms . . . . .   | 6         |
| 1.2 Formelzeichen . . . . .   | 8         | 1.2 Symbols . . . . .   | 8         |
| <b>2 Entstehung und Ausbreitung luftfremder Stoffe . . . . .</b>            | <b>11</b> | <b>2 Generation and spreading of air pollutants . . . . .</b>                   | <b>11</b> |
| 2.1 Freisetzungs- und Ausbreitungsvorgänge – Einteilung und Klassifizierung | 11        | 2.1 Emission and spreading processes – distinction and classification . . . . . | 11        |
| 2.2 Stoffausbreitung durch Dichteunterschiede (Thermik). . . . .            | 11        | 2.2 Spreading of substances due to differences in density (thermals) . . . . .  | 11        |
| 2.2.1 Übersicht . . . . .   | 11        | 2.2.1 Overview . . . . .  | 11        |
| 2.2.2 Thermik an vertikalen Flächen . . . . .                               | 15        | 2.2.2 Thermals along vertical surfaces . . . . .                                | 15        |
| 2.2.3 Thermik über horizontalen Flächen . . . . .                           | 16        | 2.2.3 Thermals above horizontal surfaces . . . . .                              | 16        |
| 2.2.4 Wärmeströme von wärmeabgebenden Flächen . . . . .                     | 17        | 2.2.4 Heat flows from heat-dissipating surfaces . . . . .                       | 17        |
| 2.3 Stoffausbreitung durch äußere Kraft . . . . .                           | 17        | 2.3 Spreading of substances due to external forces . . . . .                    | 17        |
| 2.4 Stoffausbreitung durch Druckunterschiede . . . . .                      | 18        | 2.4 Spreading of substances due to pressure differences . . . . .               | 18        |
| 2.5 Stoffausbreitung durch Diffusion . . . . .                              | 19        | 2.5 Spreading of substances through diffusion . . . . .                         | 19        |
| <b>3 Bauarten von Erfassungseinrichtungen . . . . .</b>                     | <b>19</b> | <b>3 Types of capture devices . . . . .</b>                                     | <b>19</b> |
| 3.1 Übersicht . . . . .   | 19        | 3.1 Overview . . . . .  | 19        |
| 3.2 Offene Bauart . . . . .   | 20        | 3.2 Open design . . . . .   | 20        |
| 3.2.1 Allgemeines . . . . .   | 20        | 3.2.1 General . . . . .   | 20        |
| 3.2.2 Geschwindigkeitsfelder offener Erfassungseinrichtungen . . . . .      | 22        | 3.2.2 Velocity fields of open capture devices . . . . .                         | 22        |
| 3.3 Halboffene Bauart . . . . .   | 29        | 3.3 Semi-enclosed design . . . . .  | 29        |
| 3.3.1 Arbeitstische . . . . .   | 29        | 3.3.1 Workbenches . . . . .   | 29        |
| 3.3.2 Arbeitskabinen . . . . .  | 30        | 3.3.2 Booths . . . . .  | 30        |
| 3.4 Geschlossene Bauart . . . . .   | 31        | 3.4 Enclosed design . . . . .   | 31        |

VDI-Koordinierungsstelle Umwelttechnik (VDI-KUT)  
Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN – Normenausschuss KRdL

VDI-Handbuch Umwelttechnik  
VDI/DIN-Handbuch Reinhaltung der Luft, Band 6  
VDI-Handbuch Betriebstechnik, Teil 4

|  | Seite     |   | Page      |
|--|-----------|---|-----------|
| 3.5 Erfassungseinrichtungen mit Zuluftunterstützung . . . . .  | 32        | 3.5 Capture devices with supporting air supply. . . . .   | 32        |
| 3.5.1 Allgemeines . . . . .  | 32        | 3.5.1 General . . . . .   | 32        |
| 3.5.2 Halboffene Bauart mit Zuluftunterstützung . . . . .  | 33        | 3.5.2 Semi-enclosed design with supporting air supply . . . . .                                 | 33        |
| 3.5.3 Offene Bauart mit Zuluftunterstützung . . . . .  | 34        | 3.5.3 Open design with supporting air supply . . . . .  | 34        |
| 3.6 Zuluftnachführung . . . . .  | 34        | 3.6 Replacement air supply . . . . .  | 34        |
| <b>4 Auswahl von Erfassungseinrichtungen . . . . .</b>   | <b>35</b> | <b>4 Selection of capture devices . . . . .</b>   | <b>35</b> |
| 4.1 Allgemeines . . . . .  | 35        | 4.1 General. . . . .  | 35        |
| 4.2 Störströmungen. . . . .  | 37        | 4.2 Interfering flows . . . . .   | 37        |
| <b>5 Auslegungsverfahren . . . . .</b>   | <b>39</b> | <b>5 Dimensioning methods . . . . .</b>   | <b>39</b> |
| 5.1 Überblick (rechnerische/experimentelle Verfahren) . . . . .  | 39        | 5.1 Overview (numerical/experimental methods) . . . . .   | 39        |
| 5.2 Volumenstrombilanzierung. . . . .  | 40        | 5.2 Air flow balancing . . . . .  | 40        |
| 5.3 Geschwindigkeitsverfahren . . . . .  | 43        | 5.3 Velocity method . . . . .   | 43        |
| 5.4 Laborversuche, Simulationsrechnungen und Vor-Ort-Versuche . . . . .                                  | 51        | 5.4 Laboratory experiments, simulation calculations and in-situ experiments. . . . .            | 51        |
| <b>6 Auslegung von Erfassungseinrichtungen für spezielle Produktionsverfahren . . . . .</b>              | <b>52</b> | <b>6 Dimensioning of capture devices for particular production processes . . . . .</b>          | <b>52</b> |
| 6.1 Einhausungen/Kapselungen. . . . .  | 52        | 6.1 Enclosure/encapsulation . . . . .   | 52        |
| 6.2 Industriebäder . . . . .   | 54        | 6.2 Industrial baths . . . . .  | 54        |
| 6.3 Schweißen . . . . .  | 58        | 6.3 Welding . . . . .   | 58        |
| 6.3.1 Allgemeines . . . . .  | 58        | 6.3.1 General. . . . .  | 58        |
| 6.3.2 Ortsungebundene Absaugsysteme . . . . .  | 59        | 6.3.2 Mobile extraction systems. . . . .  | 59        |
| 6.3.3 Ortsgebundene Absaugsysteme . . . . .  | 61        | 6.3.3 Stationary extraction systems . . . . .   | 61        |
| 6.4 Fertigungsverfahren unter Verwendung von Kühlschmierstoffen. . . . .                                 | 62        | 6.4 Production processes using coolants . . . . .   | 62        |
| 6.5 Thermisches Trennen . . . . .  | 64        | 6.5 Thermal cutting . . . . .   | 64        |
| 6.6 Thermisches Spritzen . . . . .   | 65        | 6.6 Thermal spraying . . . . .  | 65        |
| 6.7 Löten . . . . .  | 66        | 6.7 Soldering . . . . .   | 66        |
| 6.8 Pulverbeschichten . . . . .  | 67        | 6.8 Powder coating . . . . .  | 67        |
| 6.9 Laboratorien, Digestorien, Sicherheitswerkbenke . . . . .  | 68        | 6.9 Laboratories, digestories, safety workbenches . . . . .                                     | 68        |
| 6.10 Holzbearbeitung. . . . .  | 68        | 6.10 Wood working . . . . .   | 68        |
| 6.10.1 Allgemeines . . . . .   | 68        | 6.10.1 General . . . . .  | 68        |
| 6.10.2 Auslegungsverfahren . . . . .   | 69        | 6.10.2 Dimensioning methods . . . . .   | 69        |
| 6.10.3 Beispiele und Erfahrungswerte . . . . .   | 69        | 6.10.3 Examples and experimental values . . . . .   | 69        |
| 6.11 Anlagen für die Förderung und Aufbereitung von trockenen oder nicht wrasenden Schüttgütern. . . . . | 73        | 6.11 Installations for conveying and processing of dry or non-steaming bulk materials . . . . . | 73        |
| 6.12 Kochen in Großküchen . . . . .  | 73        | 6.12 Cooking in large-scale catering establishments . . . . .                                   | 73        |
| <b>7 Geschwindigkeiten in den Rohrleitungen . . . . .</b>  | <b>74</b> | <b>7 Velocities in the ducts . . . . .</b>  | <b>74</b> |
| <b>8 Beurteilungskriterien von Erfassungseinrichtungen . . . . .</b>                                     | <b>74</b> | <b>8 Criteria for the evaluation of capture devices . . . . .</b>                               | <b>74</b> |
| 8.1 Erfassungsgrad . . . . .   | 74        | 8.1 Capture efficiency . . . . .  | 74        |
| 8.1.1 Allgemeines . . . . .  | 74        | 8.1.1 General . . . . .   | 74        |
| 8.1.2 Einflussgrößen. . . . .  | 75        | 8.1.2 Influencing quantities . . . . .  | 75        |
| 8.1.3 Verfahren zur Bestimmung (rechnerisch/experimentell) . . . . .                                     | 75        | 8.1.3 Methods for determination (numerical/experimental) . . . . .                              | 75        |

|   | Seite      |  | Page       |
|---|------------|--|------------|
| 8.1.4 Praktische Verfahren zur Beurteilung und Bewertung . . . . .  | 76         | 8.1.4 Practical evaluation and assessment methods . . . . .  | 76         |
| <b>9 Gewährleistung/Abnahme . . . . .</b>   | <b>77</b>  | <b>9 Warranty/acceptance . . . . .</b>   | <b>77</b>  |
| 9.1 Grundlage und Umfang der Gewährleistung . . . . .   | 77         | 9.1 Basis and scope of warranty . . . . .  | 77         |
| 9.2 Nachweis und Abnahme . . . . .  | 77         | 9.2 Demonstration of compliance and acceptance . . . . .   | 77         |
| <b>10 Konstruktive Auslegung, Materialauswahl, betriebliche Anforderungen und Wartung von Erfassungseinrichtungen . . . . .</b> | <b>78</b>  | <b>10 Design, selection of materials, operational requirements, and maintenance of capture devices . . . . .</b> | <b>78</b>  |
| 10.1 Konstruktive und betriebliche Anforderungen . . . . .  | 78         | 10.1 Design and operational requirements . . . . .   | 78         |
| 10.2 Materialauswahl . . . . .  | 79         | 10.2 Selection of materials . . . . .  | 79         |
| 10.3 Wartung . . . . .  | 79         | 10.3 Maintenance . . . . .   | 79         |
| <b>11 Beispiele ausgeführter Erfassungseinrichtungen . . . . .</b>  | <b>80</b>  | <b>11 Case studies of existing capture devices . . . . .</b>   | <b>80</b>  |
| 11.1 Allgemeines . . . . .  | 80         | 11.1 General . . . . .   | 80         |
| 11.2 Offene Bauart . . . . .  | 80         | 11.2 Open design . . . . .   | 80         |
| 11.2.1 Erfassung an einem Klebetisch . . . . .  | 80         | 11.2.1 Capture at a gluing bench . . . . .   | 80         |
| 11.2.2 Metallurgische Behandlung . . . . .  | 83         | 11.2.2 Metallurgical treatment . . . . .   | 83         |
| 11.2.3 Nachfüllbare Schweißrauchabsaugsysteme . . . . .   | 85         | 11.2.3 Adjustable welding fume extraction systems . . . . .  | 85         |
| 11.3 Halboffene Bauart . . . . .  | 86         | 11.3 Semi-enclosed design . . . . .  | 86         |
| 11.3.1 Emmissionserfassung bei der Umfüllung von Roheisen . . . . .   | 86         | 11.3.1 Capturing of emissions during pouring of pig-iron . . . . .   | 86         |
| 11.3.2 Schweißkabine mit impulsarmer Luftnachführung . . . . .  | 89         | 11.3.2 Welding booth with low-momentum air replacement . . . . .   | 89         |
| 11.3.3 Hochgeschwindigkeits-Plasma-Spritzen . . . . .   | 90         | 11.3.3 High-velocity plasma spraying . . . . .   | 90         |
| 11.4 Geschlossene Bauart . . . . .  | 92         | 11.4 Enclosed design . . . . .   | 92         |
| 11.4.1 Einhausung eines Elektrolichtbogenofens Beispiele ausgeführter Erfassungseinrichtungen . . . . .                         | 92         | 11.4.1 Enclosure for electric arc furnace Case studies of existing capture devices . . . . .                     | 92         |
| <b>Anhang A Anhaltswerte für Erfassungsvolumenströme . . . . .</b>  | <b>95</b>  | <b>Annex A Reference values for captured air flow rates . . . . .</b>  | <b>101</b> |
| <b>Anhang B Beispiele zur Auslegung nach dem Geschwindigkeitsverfahren . . . . .</b>  | <b>111</b> | <b>Annex B Examples of dimensioning according to the velocity method . . . . .</b>                               | <b>111</b> |
| Schrifttum . . . . .  | 113        | Bibliography . . . . .   | 113        |

## 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

### *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 Innen-

## 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

### *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

raumluftverunreinigungen; 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.

Das Richtlinienprojekt wurde in der KRdL begonnen und aus organisatorischen Gründen in der VDI-KUT (VDI-Koordinierungsstelle Umwelttechnik) zu Ende geführt

Diese Richtlinie ersetzt die Richtlinie VDI 3929.

Auf die für den Bau und Betrieb der Anlagen insbesondere geltenden Gesetze, Verordnungen, Verwaltungs- und sonstigen Vorschriften wird hingewiesen. Weitere Normen und Richtlinien zu diesem Thema sind in Schrifttum aufgeführt.

### **Geltungsbereich**

Die Richtlinie behandelt die Auslegung und Ausführung von Einrichtungen zur Erfassung luftfremder Stoffe, die bei der Herstellung, Bearbeitung und dem Transport von Gütern und Produkten entstehen und in die Luft emittiert werden. Die beschriebenen und empfohlenen Maßnahmen lassen sich sowohl für belästigende als auch für gesundheitsgefährdende Stoffe anwenden. Dies sind im Sinne dieser Richtlinie alle Gase, Dämpfe, Nebel, Rauche und Stäube, die während eines Produktionsprozesses freigesetzt werden. Einrichtungen zur Abscheidung und Entfernung abgelagerter Stoffe werden in dieser Richtlinie nicht behandelt.

### **Allgemeines**

Die bei verfahrenstechnischen Prozessen entstehenden luftfremden Stoffe verbreiten sich meist in die weitere Umgebung des Entstehungsortes. Durch luftfremde Stoffe können erhöhte Expositionen am Arbeitsplatz auftreten. Zur Minderung der Exposition durch luftfremde Stoffe sollen die Arbeitsverfah-

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.

The guideline project was initiated by the Commission for Air Pollution Prevention (KRdL). For organisational reasons, it was finalised by the VDI-KUT (VDI Coordination Centre for Environmental Protection).

This guideline supersedes the guideline VDI 3929.

Reference is made to the specific laws, ordinances, administrative and other regulations pertaining to the construction and operation of the installations. Further relevant standards and guidelines are listed in the bibliography.

### **Scope**

This guideline deals with the dimensioning and design of equipment for the capture of air pollutants generated during the production, treatment and transportation of goods and products, and which are emitted into the air. The measures described and recommended can be applied to both, annoying and harmful substances. For the purposes of this guideline, this refers to all gases, vapours, fogs, smokes, and dusts released in the course of a production process. Equipment for the separation and removal of deposited substances are not treated in this guideline.

### **General**

The air pollutants generated in industrial processes mostly spread over the vicinity of the point of generation, possibly causing excessive exposure at the workplace. In order to reduce the exposure to air pollutants, working processes shall be so designed as to avoid the release of hazardous air pollutants in ac-