

VEREIN  
DEUTSCHER  
INGENIEURE

Umrechnung spezifischer Emissionen  
bei der Energieumwandlung

Conversion factors for specific emissions  
from energy-conversion systems

VDI 4660

Blatt 1 / Part 1

Ausg. deutsch/englisch  
Issue German/English

*Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.*

*The German version of this standard 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
Einleitung . . . . .	2	Introduction . . . . .	2
<b>1 Anwendungsbereich . . . . .</b>	<b>2</b>	<b>1 Scope . . . . .</b>	<b>2</b>
<b>2 Formelzeichen und Indizes . . . . .</b>	<b>3</b>	<b>2 Symbols and indices . . . . .</b>	<b>3</b>
<b>3 Hinweise zum Berechnungsgang . . . . .</b>	<b>4</b>	<b>3 Notes on calculation procedures . . . . .</b>	<b>4</b>
<b>4 Daten und Definitionen . . . . .</b>	<b>6</b>	<b>4 Data and definitions . . . . .</b>	<b>6</b>
4.1 Konstanten nach DIN 1871 . . . . .	6	4.1 Constants according to DIN 1871 . . . . .	6
4.2 Daten charakteristischer Brennstoffe . . . . .	6	4.2 Data of characteristic fuels . . . . .	6
4.3 Spezifische Emission $\varepsilon$ und Rauchgas- bzw. Abgaszusammensetzung . . . . .	9	4.3 Specific emissions, $\varepsilon$ , and flue gas/ exhaust compositions . . . . .	9
<b>5 Allgemeine Berechnungsgrundlagen . . . . .</b>	<b>9</b>	<b>5 General calculation principles . . . . .</b>	<b>9</b>
5.1 Bezogenes Abgasvolumen . . . . .	9	5.1 Reference exhaust volumes . . . . .	9
5.2 Umrechnung von Sauerstoffgehalten auf Kohlendioxidgehalte im Abgas bei vollständiger Verbrennung . . . . .	13	5.2 Converting oxygen concentration in exhaust to carbon dioxide concentration for the case of complete combustion . . . . .	13
<b>6 Umrechnung von spezifischen Emissionen   in unterschiedliche Einheiten bei   gleichen Bezugszuständen . . . . .</b>	<b>15</b>	<b>6 Converting specific emissions to various   other units for the same reference   conditions . . . . .</b>	<b>15</b>
<b>7 Umrechnung der spezifischen Emissionen   auf andere Bezugszustände . . . . .</b>	<b>19</b>	<b>7 Converting specific emissions to other   reference conditions . . . . .</b>	<b>19</b>
<b>8 Umrechnung der abgasvolumenbezogenen   Emissionen auf brennstoffmasse- bzw.   auf brennstoffvolumenbezogene und   auf brennstoffenergiebezogene Emissionen   bei gleichem Bezugszustand . . . . .</b>	<b>20</b>	<b>8 Converting emissions relative to exhaust   volume to emissions relative to fuel mass   or fuel volume and to emissions relative   to fuel energy for the same reference   condition . . . . .</b>	<b>20</b>
<b>Anhang A Berechnungsbeispiele . . . . .</b>	<b>22</b>	<b>Annex A Sample calculations . . . . .</b>	<b>23</b>
<b>Anhang B Umrechnungsfaktoren für Emissionen   ausgewählter Brennstoffe in unter-   schiedliche Einheiten bei gleichen   Bezugszuständen . . . . .</b>	<b>34</b>	<b>Annex B Conversion factors for converting   specific emissions to various other   units for selected fuels . . . . .</b>	<b>34</b>
Schrifttum . . . . .	40	Bibliography . . . . .	40

VDI-Gesellschaft Energie und Umwelt (GEU)

Fachbereich Energiewandlung und -anwendung

VDI-Handbuch Energietechnik  
VDI-Handbuch Ressourcenmanagement in der Umwelttechnik  
VDI-Handbuch Verfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen, Band 1: Bewertung/Stoffwerte

## 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.de/richtlinien](http://www.vdi.de/richtlinien)), die in den VDI-Merkblättern geregelt sind, möglich.

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

## Einleitung

Die Richtlinien VDI 4660 Blatt 1 und Blatt 2 empfehlen einheitliche Umrechnungsverfahren für spezifische Emissionen bei der Energieumwandlung, um unterschiedliche Emissionsangaben zuverlässig und eindeutig vergleichen zu können.

Die Richtlinienreihe VDI 4660 besteht aus zwei Blättern:

Blatt 1: Allgemeine Umrechnungsverfahren für spezifische Emissionen, z.B. Staub, NO<sub>x</sub>, CO, SO<sub>2</sub>, Kohlenwasserstoffe und CO<sub>2</sub> in unterschiedliche Einheiten (mg/m<sup>3</sup>, mg/kWh, mg/MJ, ppmv usw.) und für unterschiedliche Abgaszusammensetzungen, Bezugszustände und -werte (z.B. Wassergehalt, im Normzustand, Volumenanteile O<sub>2</sub> in %) sowie Tabellen und Berechnungsbeispiele

Blatt 2: Anlagenspezifische Umrechnungsverfahren für spezifische Emissionen, bezogen auf unterschiedliche Zielenergien wie elektrische Arbeit, Prozeß- und Heizwärme, z.B. für Kraftwerke, Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen und Heizwerke

Eine Liste der aktuell verfügbaren Blätter dieser Richtlinienreihe ist im Internet abrufbar unter [www.vdi.de/4660](http://www.vdi.de/4660).

## 1 Anwendungsbereich

Die aus Energieumwandlungsanlagen emittierten Abgasströme und ihre Komponenten werden messtechnisch oder rechnerisch ermittelt bzw. vorgegeben. Durch Bezug auf das Abgas, auf die Einsatz-

## 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 specified in the VDI Notices ([www.vdi.de/richtlinien](http://www.vdi.de/richtlinien)).

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

## Introduction

The standards VDI 4660 Part 1 and Part 2, recommend standard sets of procedures for converting specific emissions from energy-conversion plants to allow reliable and unambiguous comparison of various plant emissions data.

The series of standards VDI 4660 comprises two parts:

Part 1: General procedures for converting specific emissions, such as dust, NO<sub>x</sub>, CO, SO<sub>2</sub>, hydrocarbons, and CO<sub>2</sub> expressed in various units (mg/m<sup>3</sup>, mg/kWh, mg/MJ, ppm by volume, etc.) to other units and for converting them to allow for various exhaust compositions, sets of reference conditions and values of reference parameters, (e.g. moisture content, standard condition, volumetric O<sub>2</sub> concentrations expressed in %) as well as tables and sample calculations.

Part 2: Procedures for converting specific emissions relative to various types of energy output targets, such as electric power, process heat or heating output, for specific types of energy-conversion systems, such as power plants, combined heat and power generation plants, or heating plants.

A catalogue of all available parts of this series of standards can be accessed on the Internet at [www.vdi.de/4660](http://www.vdi.de/4660).

## 1 Scope

Exhaust flows and their constituents emitted by energy-conversion systems are measured, computed, or may be specified. Specific emissions relative to the volumes of exhaust, energy input, or energy output

energie oder auf die Zielenergie können spezifische Emissionen für unterschiedliche Vergleichszwecke bestimmt werden. Um einen Vergleich unterschiedlicher spezifischer Emissionsangaben zweifelsfrei durchführen zu können, sind nachvollziehbare Umrechnungsverfahren erforderlich.

Die Betrachtungen in dieser Richtlinie beschränken sich auf die eigentliche Energieumwandlungsanlage, das heißt ohne vor- oder nachgelagerte Energieumwandlungsketten, die bei Gesamtsystemanalysen zusätzlich berücksichtigt werden müssen.

may be determined for the purpose of making various types of comparisons. Verifiable procedures for converting among the various types of specific emissions data are essential if such comparisons are to be accurate and unambiguous.

The matters to be considered in this standard are restricted to the energy-conversion systems themselves, i.e., any upstream or downstream energy-conversion process chains that might be involved and would have to be taken into account in analyzing the overall systems involved are not included.