

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEUREEmissionsminderung
Zementwerke
Emission control
Cement plants

VDI 2094

Ausg. deutsch/englisch
Issue German/English

Der Entwurf dieser Richtlinie wurde mit Ankündigung im Bundesanzeiger einem öffentlichen Einspruchsverfahren unterworfen.

The draft of this standard has been subject to public scrutiny after announcement in the Bundesanzeiger (Federal Gazette).

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	3	Preliminary note.....	3
1 Anwendungsbereich	3	1 Scope	3
2 Normative Verweise	3	2 Normative references	3
3 Begriffe	4	3 Terms and definitions	4
3.1 Stoffliche Umwandlungen	4	3.1 Material conversion processes	4
3.2 Betriebszustände	4	3.2 Operating modes.....	4
3.3 Anlagenbezeichnungen	4	3.3 Process equipment	4
3.4 Stoffströme.....	5	3.4 Material flows.....	5
3.5 Verbrennungsluft	6	3.5 Combustion air	6
4 Technologie der Zementherstellung	6	4 Cement production technology	6
4.1 Grundlagen.....	6	4.1 Background.....	6
4.2 Mahltechnik	13	4.2 Grinding technologies.....	13
4.3 Rohmaterialaufbereitung.....	17	4.3 Raw material processing.....	17
4.4 Klinkerbrennen	19	4.4 Clinker burning.....	19
4.5 Klinkerkühlung	28	4.5 Clinker cooling	28
4.6 Zementmahlung	30	4.6 Cement grinding	30
5 Abfalleinsatz in der Zementindustrie	33	5 Use of waste in the cement industry	33
5.1 Allgemeines	33	5.1 General	33
5.2 Energetische Verwertung von Abfällen ...	35	5.2 Energy recovery from waste.....	35
5.3 Stoffliche Verwertung von Abfällen.....	36	5.3 Waste material recycling	36
5.4 Schwermetallgehalte in Abfällen.....	38	5.4 Heavy metal concentrations in waste.....	38
5.5 Auswirkungen des Abfalleinsatzes auf die Umweltverträglichkeit der Produkte.....	39	5.5 Impacts of waste co-processing on the environmental compatibility of the products	39
5.6 Qualitätssicherung beim Abfalleinsatz	41	5.6 Quality assurance for waste co- processing.....	41
6 Emissionen und Minderungsmaßnahmen	47	6 Emissions and emission control measures	47
6.1 Staub	48	6.1 Dust.....	48
6.2 Stickstoffoxide (NO _x).....	59	6.2 Nitrogen oxides (NO _x)	59
6.3 Schwefeldioxid (SO ₂)	72	6.3 Sulphur dioxide (SO ₂).....	72
6.4 Kohlenmonoxid.....	75	6.4 Carbon monoxide.....	75
6.5 Kohlendioxid (CO ₂).....	77	6.5 Carbon dioxide (CO ₂).....	77
6.6 Organische Stoffe (angegeben als Gesamtkohlenstoff).....	78	6.6 Organic compounds (expressed as total carbon).....	78
6.7 Emissionen weiterer organischer Verbindungen.....	81	6.7 Emissions of other organic compounds.....	81

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

Fachbereich Umweltschutztechnik

Inhalt	Seite
6.8 Schwermetalle.....	84
6.9 Anorganische gasförmige Chlor- und Fluorverbindungen.....	91
6.10 Weitere Emissionen	92
6.11 Auswirkungen des Abfalleinsatzes auf das Emissionsverhalten.....	96
6.12 In Entwicklung befindliche Verfahren.....	99
7 Rechtliche Anforderungen zur Begrenzung der Emissionen.....	106
8 Messen und Überwachen von Emissionen.....	110
8.1 Allgemeines	110
8.2 Messverfahren.....	113
Schrifttum	118
Benennungsindex.....	125

Contents	Page
6.8 Heavy metals	84
6.9 Inorganic gaseous chlorine and fluorine compounds	91
6.10 Other emissions	92
6.11 Impacts of waste co-processing on emission behaviour	96
6.12 Emerging techniques	99
7 Legal requirements on limiting emissions	106
8 Emission measurement and monitoring.....	110
8.1 General information.....	110
8.2 Measurement methods.....	113
Bibliography	118
Term index.....	125

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.

Weitere aktuelle Informationen sind im Internet abrufbar unter www.vdi.de/2094.

1 Anwendungsbereich

Die Richtlinie bezieht sich auf Anlagen zur Herstellung von Zementen, wobei sich die Beschreibung der Verfahrenstechnik an den in der Bundesrepublik Deutschland umgesetzten Standards orientiert. Im Einzelnen werden die folgenden Verfahrensschritte behandelt:

- Vorhomogenisierung und Transport des Rohmaterials
- Zerkleinerung des Rohmaterials
- Mahlung des Rohmaterials und Homogenisierung des Rohmehls
- Brennen des Klinkers in Drehrohröfen
- Kühlen und Lagern des Klinkers
- Zementmahlung

Auf die Gewinnung des Rohmaterials im Steinbruch wird nicht eingegangen. Es wird hierzu auf die Richtlinie VDI 2584 verwiesen.

Im Rahmen der vorliegenden Richtlinie werden Emissionen luftverunreinigender Stoffe behandelt. Abwasseremissionen sowie Abfälle treten aufgrund der Besonderheit des Produktionsverfahrens in der Regel nicht auf.

Auf die für die Errichtung und den Betrieb der Anlagen geltenden Gesetze, Verordnungen, Verwaltungs-

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.

Further current information is available on the Internet at www.vdi.de/2094.

1 Scope

This standard covers plants for the production of cement, with a focus on the process technology standards implemented in the Federal Republic of Germany. The following process steps are covered:

- preliminary homogenisation and transport of raw materials
- raw material comminution
- raw material grinding and raw meal homogenisation
- clinker burning in rotary kilns
- clinker cooling and storage
- cement grinding

Quarrying of the raw material is not dealt with here. Please refer to standard VDI 2584.

This standard covers emissions of air pollutants. Because of the special features of the production process, cement plants do not normally generate waste water emissions and production residues.

Reference is made to the laws, ordinances, administrative orders, and other regulations that apply to the construction and operation of cement plants.