ICS 13.040.40

VDI-RICHTLINIEN

März 2003
March 2003

VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE

Emissionsminderung 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.

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.

BESTÄTIGT VDI zuletzt 2016

Inhalt Seite

Vorbemerkung . . . 3
Geltungsbereich . . . 4
Begriffe . . . 4

1 Technologie der Zementherstellung . . . 5
1.1 Grundlagen . . . 5
1.2 Mahltechnik . . . 13
1.2.1 Kugelmühlen . . . 13
1.2.2 Gutbett-Walzenmühlen . . . 13
1.2.3 Vertikal-Wälzmühlen . . . 14
1.2.4 Horizontal-Wälzmühle . . . 15
1.3 Rohmaterialaufbereitung . . . 13
1.3.1 Trockene Aufbereitung . . . 17
1.3.2 Nasse Aufbereitung . . . 18
1.4 Klinkerbrennen . . . 18
1.4.1 Anlagen mit Zyklonvorwärmer . . . 20
1.4.2 Anlagen mit Rostvorwärmer . . . 22
1.5 Klinkerkühlung . . . 24
1.5.1 Rostkühler . . . 24
1.5.2 Rohrkühler (Kühltrommel) . . . 25
1.5.3 Satellitenkühler . . . 26
1.6 Zementmahlung . . . 26

2 Emissionen und Minderungsmaßnahmen . . . 28
2.1 Staubförmige Emissionen . . . 28
2.2 Minderung staubförmiger Emissionen . . . 30
2.2.1 Elektrofilter . . . 30
2.2.2 Filternde Abscheider . . . 34
2.3 Gasförmige Emissionen . . . 37
2.3.1 Stickstoffoxide (NO_x) . . . 37
2.3.2 Schwefeldioxid (SO_2) . . . 45
2.3.3 Kohlenstoffdioxid (CO_2) . . . 47
2.3.4 Kohlenstoffmonoxid (CO) und organische Stoffe (Gesamtkohlenstoff) . . . 49

Contents Page

Preliminary note . . . 3
Scope . . . 4
Terms and definitions . . . 4

1 Cement production technology . . . 5
1.1 Fundamentals . . . 5
1.2 Grinding technologies . . . 13
1.2.1 Ball mills . . . 13
1.2.2 Gutbett roller mills . . . 13
1.2.3 Vertical roller mills . . . 14
1.2.4 Horizontal roller mill . . . 15
1.3 Raw material preparation . . . 13
1.3.1 Dry process . . . 17
1.3.2 Wet process . . . 18
1.4 Clinker burning . . . 18
1.4.1 Cyclone preheater kiln systems . . . 20
1.4.2 Grate preheater kiln systems . . . 22
1.5 Clinker cooling . . . 24
1.5.1 Grate cooler . . . 24
1.5.2 Tube cooler (rotary cooler) . . . 25
1.5.3 Satellite cooler . . . 26
1.6 Cement grinding . . . 26

2 Emissions and emission control measures . . . 28
2.1 Particulate emissions . . . 28
2.2 Reduction of particulate emissions . . . 30
2.2.1 Electrostatic precipitators . . . 30
2.2.2 Filtering separators . . . 34
2.3 Gaseous emissions . . . 37
2.3.1 Nitrogen oxides (NO_x) . . . 37
2.3.2 Sulphur dioxide (SO_2) . . . 45
2.3.3 Carbon dioxide (CO_2) . . . 47
2.3.4 Carbon monoxide (CO) and organic matter (total organic carbon) 49

Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN – Normenausschuss KRdL

Ausschuss Zementwerke

VDI-Handbuch Reinhaltung der Luft, Band 3

Frühere Ausgabe: 3/01 Entwurf, deutsch
Former edition: 3/01 draft, in German only

Zu beziehen durch / Available from Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin – Alle Rechte vorbehalten / All rights reserved © Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf 2003

Vervielfältigung – auch für innerbetriebliche Zwecke – nicht gestattet / Reproduction – even for internal use – not permitted

All rights reserved © Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf 2003

Seite

2.3.5 Weitere organische Emissionen . . . 50
2.3.6 Anorganische gasförmige Chlor- und Fluorverbindungen 53
2.4 Schwermetalle 53
2.4.1 Emissionsverhalten 56
2.4.2 Emissionsminderung 57

3 Begrenzung der Emissionen 58
3.1 Immissionsschutzrechtliche Anforderungen 58
3.2 Emissionswerte 58

4 Abfalleinsatz in der Zementindustrie 59
4.1 Energetische Verwertung von Abfällen . . . 59
4.2 Stoffliche Verwertung von Abfällen 61
4.3 Schwermetallgehalte in Abfällen 63
4.4 Auswirkungen des Abfalleinsatzes auf das Emissionsverhalten 63
4.5 Auswirkungen des Abfalleinsatzes auf die Produktqualität 64

5 Messen und Überwachen von Emissionen . . 65
5.1 Grundlagen 65
5.2 Anforderungen an den Ort der Probenahme 66
Anforderungen an den Messplatz 66
Anforderungen an die Messbühne 66
Anforderungen an die Messöffnungen . . . 67
Anforderungen an die Strömung im Messquerschnitt 67
5.3 Einzelmessungen 67
5.4 Kontinuierliche Messungen 68
5.4.1 Funktionsüberprüfung und Kalibrierung 68
5.4.2 Auswertung der Messungen 70

Schrifttum 71

Page

2.3.5 Other organic emissions 50
2.3.6 Inorganic gaseous chlorine and fluorine compounds 53
2.4 Heavy metals 53
2.4.1 Emission behaviour 56
2.4.2 Emission reducing 57

3 Emission limits 58
3.1 Applicable air pollution control legislation 58
3.2 Emission levels 58

4 Use of wastes in the cement industry 59
4.1 Use of wastes as secondary fuels 59
4.2 Use of wastes as secondary raw materials . 61
4.3 Heavy metal concentrations of wastes . . . 63
4.4 Impacts of waste co-processing on emission behaviour 63
4.5 Impacts of waste co-processing on product quality 64

5 Emission measurement and monitoring . . . 65
5.1 Fundamentals 65
5.2 Requirements for the sampling location . . 66
Requirements for sampling location 66
Requirements for measurement platform . 66
Requirements for sampling ports 67
Requirements for flow pattern in the measurement cross-section 67
5.3 Single measurements 67
5.4 Continuous measurements 68
5.4.1 Function test and calibration 68
5.4.2 Evaluation of measured data 70

Bibliography 71