

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.

**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 (Kühltrömmel)	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

Seite	Page
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
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