

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.*



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

	Seite		Page
2.3.5 Weitere organische Emissionen	50	2.3.5 Other organic emissions	50
2.3.6 Anorganische gasförmige Chlor- und Fluorverbindungen	53	2.3.6 Inorganic gaseous chlorine and fluorine compounds	53
2.4 Schwermetalle	53	2.4 Heavy metals	53
2.4.1 Emissionsverhalten	56	2.4.1 Emission behaviour	56
2.4.2 Emissionsminderung.	57	2.4.2 Emission reducing.	57
3 Begrenzung der Emissionen.	58	3 Emission limits	58
3.1 Immissionsschutzrechtliche Anforderungen	58	3.1 Applicable air pollution control legislation	58
3.2 Emissionswerte	58	3.2 Emission levels.	58
4 Abfalleinsatz in der Zementindustrie	59	4 Use of wastes in the cement industry	59
4.1 Energetische Verwertung von Abfällen.	59	4.1 Use of wastes as secondary fuels.	59
4.2 Stoffliche Verwertung von Abfällen	61	4.2 Use of wastes as secondary raw materials	61
4.3 Schwermetallgehalte in Abfällen.	63	4.3 Heavy metal concentrations of wastes	63
4.4 Auswirkungen des Abfalleinsatzes auf das Emissionsverhalten.	63	4.4 Impacts of waste co-processing on emission behaviour.	63
4.5 Auswirkungen des Abfalleinsatzes auf die Produktqualität	64	4.5 Impacts of waste co-processing on product quality	64
5 Messen und Überwachen von Emissionen.	65	5 Emission measurement and monitoring	65
5.1 Grundlagen	65	5.1 Fundamentals.	65
5.2 Anforderungen an den Ort der Probenahme.	66	5.2 Requirements for the sampling location	66
Anforderungen an den Messplatz.	66	Requirements for sampling location	66
Anforderungen an die Messbühne	66	Requirements for measurement platform	66
Anforderungen an die Messöffnungen	67	Requirements for sampling ports.	67
Anforderungen an die Strömung im Messquerschnitt.	67	Requirements for flow pattern in the measurement cross-section.	67
5.3 Einzelmessungen	67	5.3 Single measurements.	67
5.4 Kontinuierliche Messungen.	68	5.4 Continuous measurements	68
5.4.1 Funktionsüberprüfung und Kalibrierung	68	5.4.1 Function test and calibration	68
5.4.2 Auswertung der Messungen	70	5.4.2 Evaluation of measured data	70
Schrifttum	71	Bibliography	71