



▶ Minderung der NO_x-Emissionen durch gestufte Verbrennung in der Zweitfeuerung eines Zementwerkes

▶ Kurzbeschreibung	Zur Reduzierung der NO _x -Emissionen bei der Herstellung von Klinkern werden in einem Zementwerk folgende Maßnahmen durchgeführt: Die Brennstoffzugabe in der Zweitfeuerung im Kalzinator erfolgt gestuft. Dem Abgas wird vor dem Eintritt in den Kalzinator ein Teil des Brennstoffes in Form von Kohlenstaub zugegeben, der aufgrund der stöchiometrischen Verhältnisse unvollständig verbrennt und somit eine reduzierende Atmosphäre geschaffen wird. Dadurch wird im Ofen gebildetes NO _x durch CO reduziert. Der zweite Teil des Brennstoffes wird zusammen mit der Tertiärluft zugegeben, der Abgasstrom wird in einer Wirbelkammer zur besseren Oxidation des CO vermischt. Auf diese Weise werden die CO-Emissionen auf 0,20 g/m ³ reduziert.
▶ Bezugsquelle	Der Abschlussbericht zum Vorhaben kann unter der Nummer 3071 beim Umweltbundesamt, Bibliothek, Postfach 33 00 22, 14191 Berlin ausgeliehen werden.
▶ Förderprogramm	<u>Investitionsprogramm</u> des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit zur Verminderung von Umweltbelastungen
▶ Projekt-Nr.	3071
▶ Laufzeit	1992 - 1999
▶ Fördernde Institution	<u>Umweltbundesamt, Fachbereich III</u> Postfach 33 00 22 D - 14191 Berlin Telefon: +49 30 / 89 03-0 Fax: +49 30-8903-3105
▶ Ansprechpartner	Hans-Peter Damian Tel: +49 30-8903-3163 E-Mail: Hans-Peter.Damian@uba.de
▶ Durchführende Institution	<u>Spenner Zement KG</u> Postfach: 1126 D - 59592 Erwitte Telefon: +49 29 43 / 20 97 Telefax: +49 29 43 / 23 70

Demonstrationsanlage zur Minderung von NO_x-Emissionen durch gestufte Verbrennung in der Zweitfeuerung eines Zementwerkes

1. Ziel des Vorhabens

Minderung der NO_x-Emissionen im Werk Erwitte der Spenner Zement GmbH & Co. KG von 900 bis 1100 mg/m³ auf 500 bis 800 mg/m³ durch gestufte Brennstoffzugabe in der Zweitfeuerung im Vorkalzinator. Durch unterstöchiometrische Verbrennung in der ersten Stufe soll sich CO bilden, mit dem NO_x reduziert werden kann. Anschließend soll der zweite Teil des Brennstoffs zusammen mit der Tertiärluft zugegeben werden. Eine vollständige Verbrennung soll erreicht werden durch intensive Vermischung des Abgases in einer nachgeschalteten Wirbelkammer.

2. Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse

Die Ofenlinie der Spenner Zement in Erwitte wurde 1980 für eine Produktionskapazität von 2.500 tato Klinker gebaut. Diese Ofenlinie umfasste einen für 1980 ungewöhnlich kurzen, dafür aber schnell drehenden Ofen mit 5-stufigen Zyklonwärmetauscher, eine Vorkalzination und Tertiärluftleitung, einen Rohrkühler sowie eine Tandem-Mahlanlage mit Elektrofilter und Rohmehlsilo.

Die Umbauten zur Minderung der NO_x-Emissionen wurden in mehreren Etappen zwischen 1993 und 1994 durchgeführt. Durch den Umbau wurden im Vorkalzinator zwei Gassträhnen geschaffen, eine oxidierende mit frischer Tertiärluft und eine reduzierende mit verbrauchter Ofenluft, Einzelmaßnahmen waren:

- Die Einleitung der Tertiärluft in den Vorkalzinator wurde geändert, so dass sich die Tertiärluft zunächst nicht mit den Ofenabgasen vermischt und sich deutliche Strähnen bilden. Die Tertiärluftleitung wurde mit einer verbesserten Absetzkammer für Klinkerstaub ausgerüstet.
- Die Brennstrecke des Vorkalzinators wurde verlängert.
- Änderung der Rohmehlaufgabe der Zyklonen IV und V. Die Stränge "Ofenabgas" und "Tertiärluft" erhalten separate und individuell geregelte Brennstoffaufgaben.
- Installation einer Wirbelkammer am Ende des Kalzinators zur Vermischung der oxidierenden und reduzierenden Gassträhnen und Nachverbrennung:
- Optimierung der Kohledosierung, Messtechnik und Messdatenerfassung.

Vor, während und nach dem Umbau wurden umfangreiche Messungen durchgeführt. Danach sind Ergebnisse der durchgeführten Maßnahmen zur Minderung der NO_x-Emissionen:

- Die NO_x-Emissionen im Tagesmittel konnten von Anfang 1993 bis Mitte 1995 von über 1000 auf etwa 700 mg/m³ (bezogen auf 10 % O₂) gesenkt werden. Nach einem Langzeitversuch von Mitte Mai bis Ende September 1995 kann im Tagesmittel ein Emissionswert von 800 mg NO_x/m³ eingehalten werden, wobei jedoch keine große Reserve zu diesem Wert besteht und die Halbstundenmittelwerte erheblichen Schwankungen unterworfen sind.

- Bei den Abschlussmessungen lagen nach einer Optimierungsphase die CO-Emissionen zwischen 300 und 400 mg/m³ und damit wieder auf dem Niveau vor dem Umbau (ca. 500 mg CO/m³).
- Keine signifikante Veränderung der Emissionen an Staub, Schwermetallen, Gesamtkohlenstoff, leichtflüchtigen organischen Kohlenwasserstoffen, Schwefeldioxid, Dioxinen und Furanen. Im ungünstigeren Direktbetrieb (ohne Abgaswärmenutzung in der Rohmehlmühle) lagen z.B. die Emissionen von polychlorierten Dibenzodioxinen und -furanen zwischen 0,02 und 0,08 ng TE/m³.
- Der mittlere spezifische Wärmeverbrauch ist auch weiterhin günstig (ca. 3080 gegenüber 3095 kJ/kg Zementklinker vor dem Umbau).

3. Schlussfolgerungen aus den vorgelegten Untersuchungsergebnissen

Mit dem Projekt konnte nachgewiesen werden, dass durch aufwendige feuerungstechnische Maßnahmen beim Klinkerbrennprozess ein Emissionswert von 800 mg/m³ im Tagesmittel eingehalten werden kann, der vom Länderausschuss für Immissionsschutz im Rahmen der Konkretisierung der Dynamisierungsklauseln der TA Luft für bestehende Zementwerke empfohlen wird. Allerdings sind bei Altanlagen erhebliche Umbaumaßnahmen erforderlich. Auch wird durch das Projekt deutlich, dass weitere signifikante Minderungsraten durch Primärmaßnahmen bei herkömmlichen Klinkerbrennprozessen nicht mehr zu erwarten sind.

Die Kosten für das gesamte Projekt bei Spenner Zement in Erwitte betragen rund 3,89 Mio. € (investive Kosten ca. 3,32 Mio. €). Im Vergleich dazu lagen die Investitionskosten für die Nachrüstung mit SNCR-Einrichtungen im Werk Burglengen der Heidelberg Zement AG und im Werk Geseke der Dyckerhoff Zement GmbH bei 1,02 bzw. 1,18 Mio. €. Im Gegensatz zur selektiven nicht katalytischen NO_x-Reduktion mit Ammoniak fallen bei der Maßnahme in Erwitte keine zusätzlichen betriebsabhängigen Kosten mehr an.

Aufgrund der hohen Investitionen ist mit fixen Mehrkosten von rund 1,28 € pro t Klinker zu rechnen. Spenner Zement schätzt den Investitionsaufwand für die getroffenen NO_x-Minderungsmaßnahmen bei einer gleich großen Neuanlage von 2000 bis 2500 Klinker tato auf 1,28 Mio. €, was die Produktionskosten um ca. 0,41 € pro t Klinker verteuern würde (Erlös derzeit ca. 61,36 €/t).