

<b>Verein Deutscher Zementwerke e.V.</b>	<b>Merkblatt SO<sub>2</sub>-Minderung/ Stoffkreisläufe</b>	<b>Ausschuss Verfahrenstechnik</b>
<b>Düsseldorf Tannenstraße 2</b>	<b>01/04</b>	<b>Arbeitskreis SO<sub>2</sub>-Minderung/ Stoffkreisläufe</b>

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Aufgaben des Arbeitskreises</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Schwefeleintrag in das Ofensystem</b> .....	<b>2</b>
2.1	Rohstoffe.....	2
2.2	Brennstoffe.....	3
<b>3</b>	<b>Entstehung von Stoffkreisläufen</b> .....	<b>5</b>
3.1	Grundlagen.....	5
3.2	Innere Stoffkreisläufe (Schwefel, Chlor, Alkalien).....	6
3.2.1	Entstehung.....	6
3.2.2	Einflussgrößen auf Auf- und Abbau innerer Stoffkreisläufe.....	6
3.3	Äußerer Schwefelkreislauf / SO <sub>2</sub> -Emissionen.....	8
3.3.1	Reaktionen im Vorwärmer.....	8
3.3.1.1	Zyklonvorwärmer.....	8
3.3.1.2	Rostvorwärmer (LEPOL).....	11
3.3.2	Reaktionen im Verdampfungskühler.....	12
3.3.3	Reaktionen in der Mahltrocknungsanlage.....	12
<b>4</b>	<b>Maßnahmen zur SO<sub>2</sub>-Minderung</b> .....	<b>14</b>
4.1	Primärmaßnahmen.....	14
4.1.1	Gleichmäßiger Ofenbetrieb.....	14
4.1.2	Optimierung der Mehlverteilung im Gassteigschacht.....	14
4.1.3	Gezielter Abbau der Rohstoffe.....	15
4.1.4	Optimierung der Fahrweise im Verbundbetrieb.....	15
4.1.5	Selektive Zugabe pyritreicher Rohstoffe im Ofeneinlauf/Calcinator.....	16
4.2	Sekundärmaßnahmen.....	16
4.2.1	Trockensorptionsverfahren.....	16
4.2.1.1	Trockenverfahren.....	17
4.2.1.2	Suspensionsverfahren.....	19
4.2.1.3	Zugabe im Temperaturbereich 280 – 400 °C.....	20
4.2.1.4	Zugabe im Temperaturbereich 100 – 150 °C.....	21
4.2.1.5	Zugabe im Verdampfungskühler.....	22
4.2.1.6	Einblasen von Branntkalk am Ofenkopf (LEPOL-Öfen).....	22
4.2.2	Weitere Minderungsverfahren.....	23
4.2.2.1	Nassentschwefelung (wet scrubber).....	23
4.2.2.2	Wirbelschichtverfahren (dry scrubber).....	23
4.2.3	Auswirkung der SO <sub>2</sub> -Minderung auf Stoffkreisläufe und Ansatzbildung.....	24
4.3	SO <sub>2</sub> -Minderungsverfahren im BAT-Prozess.....	25
4.4	Kosten der Minderungsverfahren.....	26

<b>5</b>	<b>Maßnahmen zur Verminderung von Stoffkreis-läufen, Ansatzbildung sowie der Häufigkeit von Zyklonverstopfungen.....</b>	<b>27</b>
5.1	Möglichkeiten zur Verminderung von Stoffkreisläufen .....	27
5.2	Gasbypass im Ofeneinlauf.....	27
5.2.1	Bypass-Bauarten .....	28
5.2.2	Abgasschaltung und -verwertung .....	29
5.3	Heißmehlbypass.....	32
5.4	Staubbypass.....	32
5.5	Ausschleusung von Zwischengasstaub bei LEPOL-Öfen .....	33
5.6	Wirksamkeit von Bypassanlagen im Hinblick auf die Entlastung von Chlor- bzw. Schwefelkreisläufen.....	33
<b>6</b>	<b>Literatur .....</b>	<b>37</b>

## **Merkblatt „SO<sub>2</sub>-Minderung / Stoffkreisläufe“**

### **1 Aufgaben des Arbeitskreises**

In den vergangenen Jahren wurden bei einer Reihe von Ofenanlagen deutscher Zementwerke in verschiedenen Regionen Deutschlands erhöhte SO<sub>2</sub>-Emissionen festgestellt. Bei einigen Anlagen wurde der SO<sub>2</sub>-Grenzwert nach TA Luft sowohl im Direktbetrieb als auch teilweise im Verbundbetrieb zeitweise überschritten, so dass die Behörden die Einhaltung der Grenzwerte durch entsprechende Maßnahmen forderten. Die durchgeführten Maßnahmen zur Verminderung der SO<sub>2</sub>-Emission haben jedoch zu erhöhten Schwefel-Kreisläufen geführt, die wiederum in einigen Werken mit verstärkter Ansatzbildung bis hin zu Zyklonverstopfungen und dadurch ausgelösten Ofenstillständen verbunden waren.

Der Verein Deutscher Zementwerke richtete deshalb den Arbeitskreis „SO<sub>2</sub>-Minderung/Stoffkreisläufe“ ein, der die folgenden Aufgaben bearbeitet hat und die Ergebnisse den Mitgliedswerken in diesem Merkblatt zur Verfügung stellt:

- Zusammenstellung der bekannten Primär- und Sekundärverfahren zur SO<sub>2</sub>-Minderung.
- Abschätzung der damit verbundenen Kosten.
- Untersuchung des Einflusses der SO<sub>2</sub>-Minderung auf Stoffkreisläufe, Ansatzbildung und Ofenbetrieb
- Erarbeitung von Maßnahmen zur Minderung bzw. Vermeidung von Ansatzbildung und Zyklonverstopfungen.

Die letztgenannte Aufgabe resultierte aus dem vorangegangenen Arbeitskreis „Sicherer Umgang mit Heißmehl“, der die Probleme und Fragen der Arbeitssicherheit bei erhöhten Stoffkreisläufen bearbeitet hat /1/.