

Bereich der Filterschläuche sehr gering. Dies hat einen äußerst positiven Einfluß auf die Lebensdauer der Filterschläuche. Bild 6 zeigt ein Rohrleitungssystem für die Entstaubung von Bearbeitungsmaschinen für keramische Isoliersteine. Durch die Konzeption des Rohrleitungssystems ist es problemlos möglich, die einzelnen Bearbeitungsmaschinen nach Bedarf zu entstauben, ohne daß das Gesamtsystem beeinflusst wird. Bild 7 zeigt den zugehörigen filternden Abscheider Bethpuls einschließlich Ventilator und Ausblasschalldämpfer.

Schlußbetrachtung

Druckluftabgereinigte filternde Abscheider mit Filterelementen in Schlauchform sind in großer Anzahl sowohl in der grob- als auch feinkeramischen Industrie in Betrieb und haben sich bewährt.

Bei der Auswahl und Bewertung der filternden Abscheider muß jedoch berücksichtigt werden, daß die verschiedenen Systeme z.T. erhebliche technische Unterschiede aufweisen. Darum genügt es nicht, bei einem technischen Vergleich lediglich die Filterflächen und die daraus resultierenden spezifischen Filterflächenbelastungen als Kriterium zu betrachten. Weitergehende Vergleiche, besonders des Abreinigungssystems, können dem Betreiber viele Schwierigkeiten sowie unnötige Betriebs- und Wartungskosten ersparen.

Weiterhin gibt es große technische Unterschiede in der Qualität der Filtermedien aus Nadelfilz.

Besonders bei der Entstaubung von Trockneranlagen spielt die Ausführung (z.B. Oberflächenbehandlung, besondere Ausrüstungen) sowie die Art des verwendeten Nadelfilzes oft eine entscheidende Rolle für die Gesamtfunktion des filternden Abscheiders.

Untersuchungen zur Verminderung der Fluoremission beim Brand einer Steingutmasse

G. TÜNKER, H. SCHMIDT, Würzburg*

Untersuchungen zur Verminderung der Fluoremission beim Brand einer Steingutmasse

An einem rotbrennenden Steingutton für Brenntemperaturen um 1040°C wird in Laborversuchen der Einfluß brenntechnischer Maßnahmen und von Glasuren auf das Fluoremissionsverhalten gemessen. Eine Behinderung der Fluorfreisetzung durch Dichtbrennen des Scherbens tritt nicht ein. Die Fluoremissionsgeschwindigkeit sinkt aufgrund der verbleibenden offenen Porosität erst beim Abkühlen. Eine Verminderung der Fluoraustreibung ergab sich am untersuchten Ton durch eine Verringerung der Brennzeit und eine Erniedrigung der Brenntemperatur. Bei Kalkzuschlägen kann eine verzögerte Fluorabgabe beobachtet werden. Günstig wirken auch Glasuren, wenn sie eine Diffusionsbarriere für den Fluortransport aus dem Scherben bilden.

Keram. Z. 35 (1983) [7] 347

Investigations Concerning the Reduction of Fluorine Emission during the Firing of an Earthenware Body

The influence of the firing conduct and of glazes on the behaviour of fluorine emission was investigated in laboratory experiments on an earthenware clay of red firing colour around 1040°C. Release of fluorine was not hindered by firing the body to complete density. The speed of fluorine emission, because of the residual open porosity, is reduced only during cooling. A reduction in the expulsion of fluorine from the clay examined resulted from a decrease in the firing time and a reduction of the firing temperature. A delayed fluorine emission could be observed with additions of lime. Glazes also react favourably if they form a diffusion barrier for the transport of fluorine from the body.

La réduction des émissions de fluor pendant la cuisson d'une pâte de faïence

Pendant une série d'essais de laboratoire, réalisés avec une argile cuisant rouge à des températures vers 1040°C, l'effet de la cuisson et de l'émaillage sur les émissions de fluor fut étudié. Aucune réduction des émissions ne fut observée pendant la vitrification. La vitesse d'émission ne commence à décroître que pendant le refroidissement, et ça grâce à la porosité ouverte de la pâte. Une réduction des émissions de fluor résulte de la réduction de la durée de cuisson et de la température de cuisson. La vitesse d'émission peut être ralentie en introduisant du chaux. L'émaillage peut exercer le même effet lorsqu'il représente une barrière à l'émission du fluor.

1 Einleitung

Fast alle keramischen Rohstoffe enthalten natürliche Anteile an Fluorverbindungen. Aufgrund der thermodynamischen Eigenschaften der Fluorbindung wird bei den Temperaturen des keramischen Brandes diese Fluorbindung zumindest teilweise zerstört und flüchtige Fluoride werden freigesetzt. Dies kann zu Überschreitungen der gesetzlichen Emissionsgrenzwerte führen.

Während die Thermodynamik nur Auskunft gibt, ob eine Zersetzung der Fluoride stattfindet oder nicht, wird das Ausmaß der Fluorfreisetzung durch andere Faktoren wie z.B. den Transport dieser Verbindungen vom Ort des Entstehens zur Scherbenoberfläche hin bestimmt. Dennoch läßt sich sagen, daß alle Faktoren, die die Stabilität der Fluorbindung schwächen, die Emission zu niedrigeren Temperaturen verlagern und damit die Gesamtemission erhöhen. Einer der wirksamsten Faktoren dieser Art ist der Wasserdampfdruck der Brennatmosphäre¹. Eine umgekehrte Wirkung kann durch die Bildung möglichst stabiler Fluoride, z.B. CaF₂ bei Kalkzuschlägen erwartet werden, allerdings hängt die Gesamtwirkung von der Summe der thermodynamischen Einflußgrößen ab, die durch die Gesamtheit masse- und brennspezifischer Faktoren vorgegeben ist²⁻³.

Eine technische Lösung zur Reduzierung des Fluoranteils in den Rauchgasen besteht in der Nachreinigung z.B. durch Auswaschen oder Trockenabsorption flüchtiger Fluorverbindungen. Die aus solchen Verfahren resultierende Kostenbelastung ist jedoch für viele, besonders für mittelständische und kleine Betriebe erheblich⁴.

Eine prinzipiell andere Möglichkeit zur Reduzierung der Menge des freigesetzten Fluors bieten, wie in verschiedenen früheren Arbeiten gezeigt wurde, solche brenntechnische Parameter, die die oben geschilderten thermodynamischen und Transportfaktoren beeinflussen⁵⁻⁷. So z.B. wurde gezeigt, daß Glasuren u.U. eine deutliche Verminderung der Emission bewirken. Die zitierten Arbeiten wurden im wesentlichen an stark sinternden keramischen Werkstoffen durchgeführt und zeigen, daß die Fluoremissionsrate vom Gefüge beeinflusst wird und mit abnehmender Porosität im Verlauf des Brandes abnimmt: Das dichter werdende Gefüge verhindert zunehmend den Abtransport flüchtiger Fluorverbindungen.

Im Gegensatz dazu sollten bei Steingutscherben solche Mechanismen nicht wirksam sein, da die verbleibende Porosität für flüchtige Fluoride keine wesentliche Transportbehinderung darstellt. Ziel der Untersuchungen war daher, zu klären, welche prinzipiellen Möglichkeiten bei dieser Gruppe von tonkeramischen Produkten bestehen. Frühere Messungen an Steingutscherben haben nämlich ergeben, daß auch hier in

* Fraunhofer-Institut für Silicatiforschung, Neunerplatz 2, 8700 Würzburg

vielen Fällen nur ein Teil des Gesamtfluorgehaltes beim Brand ausgetrieben wird⁸, so daß der Scherben noch beträchtliche Restgehalte aufweist. Es stellt sich nun die Frage, welche variierbaren Brennparameter zur Emissionsminderung herangezogen werden können. Besonders interessant ist die Wirkung von Brennzeitverkürzungen, da hier technische Möglichkeiten bestehen, ebenso wie bei Kalkzuschlägen und bei der Auswahl geeigneter Glasuren. Selbstverständlich darf dabei die Frage nach den Eigenschaften der gebrannten Produkte nicht aus dem Auge gelassen werden. Ziel der vorliegenden Arbeit war es jedoch, prinzipielle Tendenzen und Möglichkeiten zur Verminderung der Emission aufzuzeigen.

2 Untersuchungsmethoden

Voraussetzung zur Beurteilung des Fluoremissionsverhaltens einer keramischen Masse ist die genaue Kenntnis des Verlaufes der Fluorabgabe als Funktion der Brennführung (Fluoremissionsprofil). Derartige Messungen lassen sich im keramischen Betrieb kaum durchführen. Daher wurden die Messungen an einer Laborbrennanlage durchgeführt⁹.

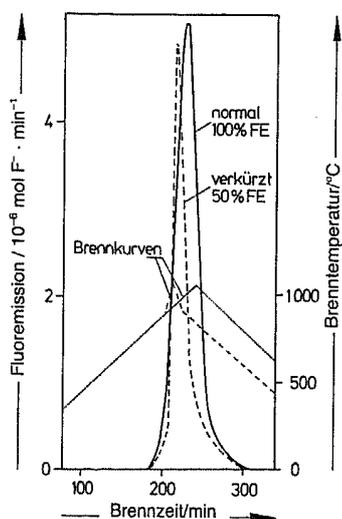


Bild 1 Brennkurve, Fluoremissionsprofile und Gesamtfluoremission (FE) einer rotbrennenden Steingutmasse in Stickstoffatmosphäre mit 10% Volumenanteilen H_2O ; Aufheizrate 4 K/min. Die Gesamtfluoremission ist bezogen auf den Ausgangsgehalt an Fluor.
 ————— üblicher Brand
 - - - - - verkürzter Brand

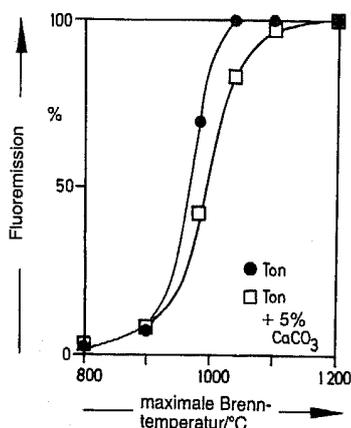


Bild 2 Fluoremission (bezogen auf Ausgangsgehalt) einer rotbrennenden Steingutmasse bei einer Aufheiz- und Abkühlrate von 4 K/min als Funktion der maximalen Brenntemperatur in Stickstoffatmosphäre mit 10% Volumenanteilen H_2O .

Als Rohstoff diente ein rotbrennender Steingutton mit einem Fluorgehalt von 0,044% Massenanteilen, der für Töpferwaren mit und ohne Glasur verwendet wird. Der bei 1040°C gebrannte Scherben zeigte eine lineare Schwindung von 2,7% und eine offene Porosität von 35%. Der Ton wurde wegen der hohen Porosität ausgewählt, um Einflüsse durch eine zu starke Erniedrigung der Porosität auszuschließen.

Für Versuche mit glasierten Proben wurde eine übliche Bleiglasur verwendet, wie sie in einschlägigen Handbüchern vorgeschlagen wird. Diese Glasur schmilzt als Fritte bereits unterhalb 900°C gut, als Rohglasur erfolgt bei einer Aufheizgeschwindigkeit von 4 K/min der Glattbrand ab 950°C. Um zu klären, ob Unterschiede des Schmelzverhaltens der Glasur meßbar sind, wurde die gleiche Zusammensetzung als Rohglasur und als Fritte verwendet. Alle Proben wurden durch Aufschlännen allseitig beschichtet, wobei auf einheitliche Schichtdicke geachtet wurde.

Für die Untersuchung des Einflusses von Kalkzuschlägen wurde eine Toncharge aufgeschlännt und intensiv mit gefällttem, fluorfreiem $CaCO_3$ vermischt.

Alle Versuchsbrände erfolgten an zylindrischen Proben von 10 cm Länge und 2 cm Durchmesser, die aus dem Batzen plastisch geformt wurden.

3 Ergebnisse

3.1 Bestimmung des Fluoremissionsprofils

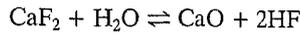
Der Ton wurde zunächst gemäß der durchgezogenen Kurve in Bild 1, die der betrieblichen Brennkurve des Tons entspricht, gebrannt und dabei das Fluoremissionsprofil bestimmt. Die Brenn-atmosphäre bestand in diesem sowie allen später beschriebenen Versuchen aus Stickstoff mit 10% Volumenanteilen H_2O . Wie das Emissionsprofil zeigt, steigt die Fluoremissionsrate dabei ab 880°C steil an und erreicht schon bei etwa 1000°C das Maximum. Nach dem Brand hat der Scherben praktisch seinen gesamten Fluorgehalt abgegeben. Diese hohe Austreibungsrate ist durch den hohen H_2O -Gehalt der Brenn-atmosphäre mit bedingt; in trockenem Stickstoff wurden nur 72% des Fluorgehaltes abgegeben. Wie das Profil weiter zeigt, wird der Hauptanteil des Fluors im Bereich der höchsten Brenntemperaturen ($>900^\circ C$) freigesetzt. Es war von Interesse, wie sich eine Verkürzung dieses Intervalls quantitativ auf die Fluoremission auswirkt. Die entsprechende Brennkurve mit dem gemessenen Emissionsprofil ist in Bild 1 gestrichelt eingezeichnet. Es fällt auf, daß die maximale Fluoremissionsrate gegenüber den ursprünglichen Brennbedingungen sich nur unwesentlich ändert; die Gesamtemission ist jedoch aufgrund des um 60% gekürzten Brennintervalls oberhalb 900°C um 50% gesunken. Im Gegensatz zu Steinzeug sinkt hier die Emissionsrate erst während des Abkühlprozesses ab, so daß nur durch ein Durchlaufen des gesamten Gebietes hoher Temperatur und nicht wie bei Steinzeug durch ein rasches Durchlaufen des Bereiches hoher Porosität eine Reduktion der Gesamtemission zu erzielen ist.

Eine solche Verkürzung des Brennintervalls kann natürlich Veränderungen der Produkteigenschaften nach sich ziehen, die durch entsprechende Gegenmaßnahmen korrigiert werden müssen. Verlangsamte Aufheizkurven für Entwässerung und Ausbrand flüchtiger Bestandteile aus dem Scherben unterhalb 900°C erhöhen die Fluoremission nur unwesentlich, wie ebenfalls aus Bild 1 geschlossen werden kann.

3.2 Einfluß von $CaCO_3$ -Zuschlägen

Bei Zuschlägen von Erdalkaliverbindungen, die in der Praxis aus Kalk oder Dolomit bestehen, wird bei manchen keramischen Massen eine verminderte Fluoremission beobachtet. Als

Ursache hierfür kann, wie eingangs schon erwähnt, die Bildung stabiler Fluoride angenommen werden³. Da jedoch bei höheren Temperaturen gemäß Gleichung



eine Zersetzung dieser Fluoride erfolgt, wie in⁸ dargelegt, und Wasserdampf hierbei eine entscheidende Rolle spielt, sollte geprüft werden, ob bei den Bedingungen des Steingutbrandes überhaupt ein Einfluß von solchen Verbindungen erwartet werden kann, d.h., welche Wirkung solche Zuschläge auf das Emissionsverhalten haben. Dazu wurde zunächst der Ton auf Erdalkalicarbonatbestandteile überprüft. Da sich weder röntgenographisch noch durch Salzsäurebehandlung entsprechende Hinweise ergaben, wurde eine Toncharge mit 5% Massenanteilen CaCO_3 präpariert und für Vergleichsbrände wie der Originalton aufbereitet. Anschließend wurde eine Serie von Bränden mit der Aufheiz- und Abkühlgeschwindigkeit von 4 K/min durchgeführt und die maximalen Brenntemperaturen zwischen 800°C und 1200°C variiert. Haltezeiten wurden nicht eingelegt. Bild 2 zeigt die zusammengefaßten Ergebnisse dieser Brände. Aufgetragen sind die jeweils gemessenen Gesamtemissionen der beiden Massen in der bereits beschriebenen H_2O -haltigen Brennatmosphäre. Wie in Bild 1 setzt eine deutliche Emission erst bei Brenntemperaturen oberhalb 900°C ein. Bei Erhöhung der maximalen Brenntemperaturen steigt jedoch die Emission der unbehandelten Masse schneller an und erreicht bei 1040°C schon 100%. Die kalkhaltige Masse gibt erst bei einer maximalen Brenntemperatur von 1200°C ihren Fluorgehalt restlos ab. Dies bedeutet, daß unter den gewählten experimentellen Bedingungen die CaCO_3 -Zuschläge im Sinne der aufgestellten Hypothese bis zu 1200°C wirksam sind. Bestimmungen von Porosität und Schwindung der zuschlaghaltigen Scherben zeigen, daß die Zuschläge im Rahmen der Meßgenauigkeit keine Auswirkung auf diese Größen haben. Diese Versuche bestätigen die in der Praxis gemachten Beobachtungen, daß Zuschläge von Kalk – ähnliche Wirkungen wurden auch mit anderen Erdalkaliverbindungen gefunden – die Fluoremission in technischen Massen reduzieren können. Deutliche Grenzen sind, wie Bild 2 zeigt, durch die Temperatur gesetzt. Darüber hinaus können diese laborspezifischen Ergebnisse nicht in ihrem Ausmaß, jedoch in ihrer Tendenz in die Praxis übertragen werden. Bei nennenswert erdalkalicarbonathaltigen Massen läßt sich erwartungsgemäß, wie experimentell nachgewiesen wurde, keine zusätzliche Emissionsminderung erzielen.

3.3 Einfluß von Glasuren

Durch den Auftrag einer Glasur läßt sich dann eine reduzierende Wirkung auf die Fluoremission erwarten, wenn diese aufschmilzt und wesentliche Teile des Scherbens abdichtet, bevor ein größerer Anteil des Fluors ausgetrieben ist. Die Glasur kann auf der einen Seite als Transportperre wirken, auf der anderen Seite u.U. aber auch Fluoride lösen und sie verzögert wieder abgeben. Während der letztere Mechanismus von der Zusammensetzung der Glasur abhängt, die im wesentlichen vorgegeben ist, könnte der erste Effekt durch ein schnelleres Aufschmelzen der Glasur verstärkt werden. Daher wurde im Versuch das Fluoremissionsverhalten von glasierten Scherben gemessen, wobei als Glasur zum einen vorgeschmolzene Fritten und zum anderen Rohglasuren verwendet wurden. In Bild 3 sind die gemessenen Emissionsprofile der beiden mit gleicher Schichtdicke glasierten Tonproben einer unglasierten Probe gegenübergestellt. Es ist zu erkennen, daß sich die Lage der Emissionsmaxima praktisch nicht verändert, jedoch ein Intensitätsabfall eintritt. Die Glasuren bewirken also eine Verlangsamung des Fluortransportes. Das bessere Abschneiden der Glasurfritte deutet darauf hin, daß ihr im Vergleich zur

Rohglasur schnelleres Aufschmelzen sich positiv auswirkt. Analoge Effekte wurden auch durch Erhöhung der Glasurdicke gemessen. Dies bedeutet, daß in der exakten Anpassung des Schmelzverhaltens der Glasur an das Fluoremissionsverhalten des Scherbens ein weiterer Weg zur Senkung der Fluoremission zu suchen ist. Allerdings müssen andere Parameter, wie z.B. die Entwässerung des Scherbens, entsprechend abgestimmt werden.

3.4 Optimierung der Brennbedingungen

Die bisherigen Versuche haben gezeigt, daß über die Modifizierung von Brennzeit und Temperatur, durch Zuschläge zum Versatz und durch Glasuren deutliche Senkungen der Emissionen meßbar werden. Eine abschließende Versuchsreihe sollte klären, inwieweit eine Kombination der verschiedenen Maßnahmen eine Wirkung zeigt. Daher wurden auch die mit Kalk behandelten Proben des Tons glasiert und mit der verkürzten Brennkurve gebrannt. Die wichtigsten Ergebnisse sind in Bild 4 dargestellt. Diese, wie auch weitere Versuche zeigten, daß die

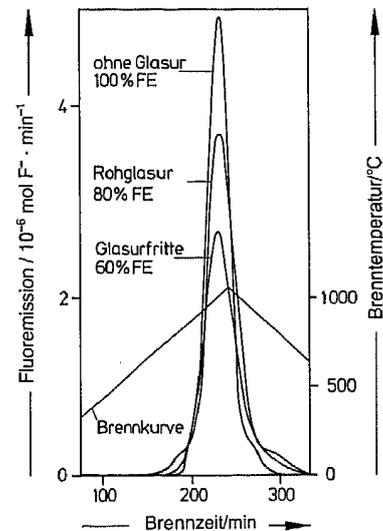


Bild 3 Brennkurve, Fluoremissionsprofile und Gesamtemission (FE) einer rotbrennenden Steingutmasse ohne und mit Glasuren in Stickstoffatmosphäre mit 10% Volumenanteilen H_2O . Die Gesamtflluoremission ist bezogen auf den Ausgangsgehalt an Fluor.

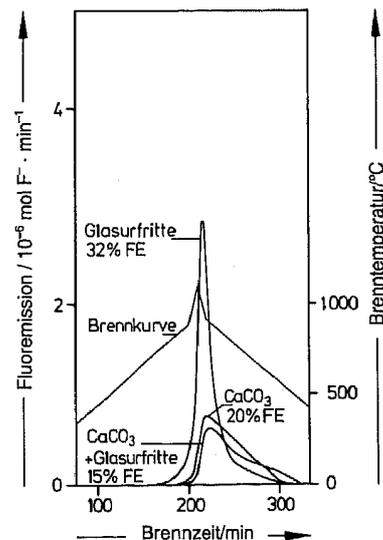


Bild 4 Brennkurve, Fluoremissionsprofile und Gesamtemission (FE) einer rotbrennenden Steingutmasse mit Glasurfritte und/oder 5% Massenanteilen Kalkzuschlag. Die Gesamtflluoremission ist bezogen auf den Ausgangsgehalt an Fluor.

günstigen Wirkungen sich auch in der Kombination ergänzen, so daß unter diesen experimentellen Brennbedingungen durch alle drei genannten Maßnahmen im Labor eine Reduzierung der Gesamtemission gegenüber der unglasierten Vergleichsprobe von 100% auf 15% erreicht wurde.

4 Schlußfolgerungen

Die Untersuchungen beim Brand von Steingutton im Labor zeigen, daß infolge der hohen Porosität des verwendeten Scherbens bei den gewählten Bedingungen (betriebliche Brennkurve, 10% Volumenanteile Wasserdampf in der Atmosphäre) der gesamte Fluorgehalt des Rohmaterials freigesetzt wird. Durch Variation verschiedener Parameter (schnellerer Durchlauf des Bereiches hoher Emissionsgeschwindigkeit, allseitiger Glasurauftrag, CaCO₃-Zusatz) läßt sich unter Laborbedingungen eine drastische Verminderung der Austreibrate erzielen. Besonders die Verkürzung der Brenndauer erfordert jedoch eine Änderung der Steingutmasse, da im Vergleich zum normalen Brand eine geringere Schwindung zu verzeichnen ist. Eine ausreichende Entwässerung und das Ausbrennen möglicherweise vorhandener organischer Bestandteile dagegen läßt sich in den meisten Fällen durch Einlegen einer entsprechenden Haltezeit bei Temperaturen kurz unterhalb des Beginns des Fluoremissionsbereiches erzielen; dies war jedoch bei dem verwendeten Ton nicht erforderlich.

Der Zusatz von CaCO₃ zeigt, daß besonders bei nicht allzu hohen Brenntemperaturen eine deutlich verzögerte Fluorabgabe erfolgt. Bei dem verwendeten Ton bewirkte der Zuschlag keine nennenswerte Veränderung des Brennverhaltens. Dies muß jedoch für jeden Einzelfall geprüft werden.

Insgesamt läßt sich sagen, daß die untersuchten Variationen im gezeigten Beispiel eine wirksame Emissionerniedrigung

erbrachten. Eine Verallgemeinerung der Ergebnisse ist nicht möglich, und die Auswirkungen solcher Maßnahmen sind für jeden Einzelfall zu prüfen. Eine solche Prüfung sollte zunächst im Labor erfolgen und anhand dieses Ergebnisses die Übertragbarkeit in die Praxis untersucht werden. Gelingt dies, so stellen solche Maßnahmen einen im Vergleich zur Rauchgasreinigung sehr kostengünstigen Weg zur Erniedrigung der Fluoremission in Aussicht.

Die Autoren danken Herrn Prof. Dr. H. Scholze für wertvolle Anregungen und Diskussionen bei den Untersuchungen. Ebenfalls sei für die finanzielle Förderung der Arbeiten durch den Bundesminister für Forschung und Technologie gedankt.

Literatur

1. Routschka, G., Buttgerit, Ch., Berger, U.: Der Gehalt an Fluor in feuerfesten Tonen und Schamotte und die Beeinflussung der Fluorabgabe beim Brand der Schamotteerzeugnisse. Sprechsaal 103 (1970) 901-906.
2. Grätz, R.: Möglichkeiten zur Beeinflussung der Fluor-Emissionen und Erkenntnisse aus kontinuierlichen Fluor-Messungen im Rauchgas. Ziegelind. 28 (1975) 130-138.
3. Routschka, G., Majdič, A.: Studien über das Verhalten des Fluors beim Brennen feuerfester Tone. Ziegelind. 31 (1978) 76-78.
4. Schmidt-Reinholz, Ch., Schmidt, H.: Physikalische und chemische Untersuchungsverfahren in der Grobkeramik, XI. Fluor-Bestimmung. Sprechsaal 116 (1983) 12-15.
5. Köther, W., Pauls, N.: Ermittlung einer Betriebsbrennkurve zur bestmöglichen Fluoreinbindung beim Ziegelbrand. Ziegelind. 34 (1982) 167-173.
6. Grätz, R.: Der Einfluß des Ofensystems auf die Fluoremission. Sprechsaal 113 (1980) 25-33.
7. Tünker, G., Schmidt, H.: Lösung eines betrieblichen Fluoremissionsproblems bei der Steinzeugherstellung. cf./Ber. Dt. Keram. Ges. 58 (1981) 388-393.
8. Schmidt, H., Scholze, H.: Charakterisierung der Fluoremission von feinkeramischen Massen. Ber. Dt. Keram. Ges. 57 (1980) 49-52.
9. Schmidt, H., Scholze, H.: Über analytische Fragen bei der Bestimmung von Fluor in keramischen Werkstoffen. Ber. Dt. Keram. Ges. 55 (1978) 79-82.

Veranstaltungsankündigung

Das Institut für Gesteinshüttenkunde der Rhein.-Westf. Technischen Hochschule Aachen, das Forschungsinstitut der Feuerfest-Industrie, Bonn, das Forschungsinstitut der Zementindustrie, Düsseldorf, laden gemeinsam zum

XXVI. Internationalen Feuerfest-Kolloquium

am 6. und 7. Oktober 1983 in Aachen ein. Das Thema des Kolloquiums ist: „Feuerfeste Baustoffe in der Zementindustrie“

Donnerstag, den 6. Okt. 1983

Begrüßung und Eröffnung durch den Rektor der Rhein.-Westf. Technischen Hochschule Aachen und durch W. Krönert, Institut für Gesteinshüttenkunde, Aachen.

H. Xeller (Heidelberg, Deutschland), Entwicklung der Brenntechnik in der Zementindustrie und Anforderungen an die feuerfeste Auskleidung.

A. A. Wajdowicz, R. Mosci, P. Ornelas, L. Machado, S. B. Lana, H. Nogueira, G. E. Gonçalves (Montes Claros, Brasilien), General wear mechanisms of basic refractories near the burning zone and the transition zone of rotary cement kilns.

W. Zednicek, W. Polesnig (Radenthein, Österreich), Verhalten feuerfester basischer Auskleidungsmaterialien in öl- und kohlebeheizten Rotieröfen der Zementindustrie.

M. Künnecke, H. Naefe, M. Naziri (Wiesbaden, Deutschland), Die magnesitische Sinterzonenauskleidung unter veränderter Beanspruchung.

I. Tsuchiya, H. Takahashi, T. Kawakami, Y. Kadota, (Nakahiro-Higashioki, Ako, Hyogo, Japan), Proof testing of basic refractories for cement rotary kiln.

I. Cotea, R. Vasile (Bukarest, Rumänien), L'influence du type de liant sur la stabilité et le comportement des briques dolomitiques dans les fours de cuisson du clinker de ciment portland.

W. Münchberg, D. Opitz, J. Stradtman (Wülfrath, Deutschland), Das Verhalten von Dolomitsteinen in Zementdrehrohröfen.

H. Barthel, I. Müller (Leoben, Österreich), Einfluß von Alkalien und des Schwefels auf den Verschleiß von basischen Steinen in Zementdrehöfen.

H. Leupold, K. Santowski, K. Wieland (Wiesbaden, Deutschland), Verbesserung der Alkalibeständigkeit feuerfester Baustoffe für Zementdrehöfen im Temperaturbereich bis 1300°C.

M. Robert (Montrouge, Frankreich), Des matériaux réfractaires résistant à la corrosion par les alcalins en cimenterie.

K.-E. Lepère (Bochum, Deutschland), Qualitätskontrolle feuerfester Produkte und Bewertungsmöglichkeiten der Ergebnisse für die Zementindustrie.

A. Weidner, K. Baumberger, F. Dobrowsky, M. Kreinz (Radenthein, Österreich), Neue Trends in der Zustelltechnik von Zementrotieröfen.

M. Künnecke, K. Wieland (Wiesbaden, Deutschland), Bessere Ausmauerungsqualität mit Einbaugeräten.

M. Geryk (Přerov, Tschechoslowakei), Theoretischer Spannungszustand in der Ausmauerung des Drehrohröfens.

Freitag, den 7. Okt. 1983

P. Bartha (Göttingen, Deutschland), Eigenschaften von Periklasspinnellsteinen und ihre Beanspruchung in Zementdrehöfen.

M. Kimura, Y. Yasuda, H. Nishio (Tokyo, Japan), The development of magnesia spinel brick for rotary cement kilns.

P. Murolo (Rom, Italien), Erste Betriebserfahrungen mit japanischen Spinnellsteinen in der Sinterzone eines Zementofens in Italien.

H. Uchikawa, H. Hagiwara, M. Shirasaka, T. Watanabe (Tokyo, Japan), Application of periclase-spinel bricks to cement rotary kiln in Japan.

A. Suckow, K. Tregl, O. Rörig (Urmitz, Deutschland), Konstruktive und qualitative Maßnahmen zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit der Feuerfest-Auskleidungen in der Zement-Industrie.

E. Struzik (Düsseldorf, Deutschland), Zustellung und Reparaturen der Ofenköpfe und des Ofenauslaufs durch optimierte Einbringtechniken.

P. Havranek, E. Olsen (Höganäs, Schweden), Recent experience with monolithic refractory linings of cement rotary kilns.

S. Piano (Montrouge, Frankreich), Influence de l'emploi des releveurs sur les économies d'énergie.

A. Majdič, Schlußwort.