

# Optimierung der feuerfesten Zustellung von Heißgaszyklonen in Anlagen der Holzverarbeitenden Industrie

Christian Kazmirowski (RATH žárotechnika spol. s r.o.)

Detlev Schütte (Möller Feuerfesttechnik GmbH & C. KG)



OUTSTANDING INSIDE  
Refractory Solutions®



# Inhalt

1. Einführung - wärmetechnische Anlagen in der Holzverarbeitenden Industrie
2. Feuerfesttechnische Herausforderungen
3. Der Heißgaszyklon im Gesamtprozess
4. Die Ausmauerung des Heißgaszyklons - *ursprüngliches Design*
5. Die Ausmauerung des Heißgaszyklons - *erstes neues Design RATH*
6. Die Ausmauerung des Heißgaszyklons - *zweites neues Design RATH, Anpassungen Möller*
7. Das Tauchrohr im Heißgaszyklon
8. Zusammenfassung



# 1. Einführung - wärmetechnische Anlagen in der holzverarbeitenden Industrie

## Erzeugung von „Heißgas“

- Erforderlich für
  - Trocknung von Bau- und Möbelholz sowie von Spänen, Chips und Fasern vor dem Verpressen
  - Erhitzung von Thermalöl für die Hochleistungspressen (Kreislaufprozess)
- Anlagentechnische Umsetzung - Einteilung
  - Rostbrennkammern / Brennkammern mit (Staub-, Multifuel-)Brenner
  - Heißgaserzeugung nur für Trocknung oder nur für Thermalölerhitzung / kombinierte Anlagen



## 2. Feuerfesttechnische Herausforderungen

Randbedingungen ☺:

- Betriebstemperatur unter 1.000 °C
- Kontinuierlicher Betrieb
- **Feuerfeste Zustellung: „Nichts leichter als das“**

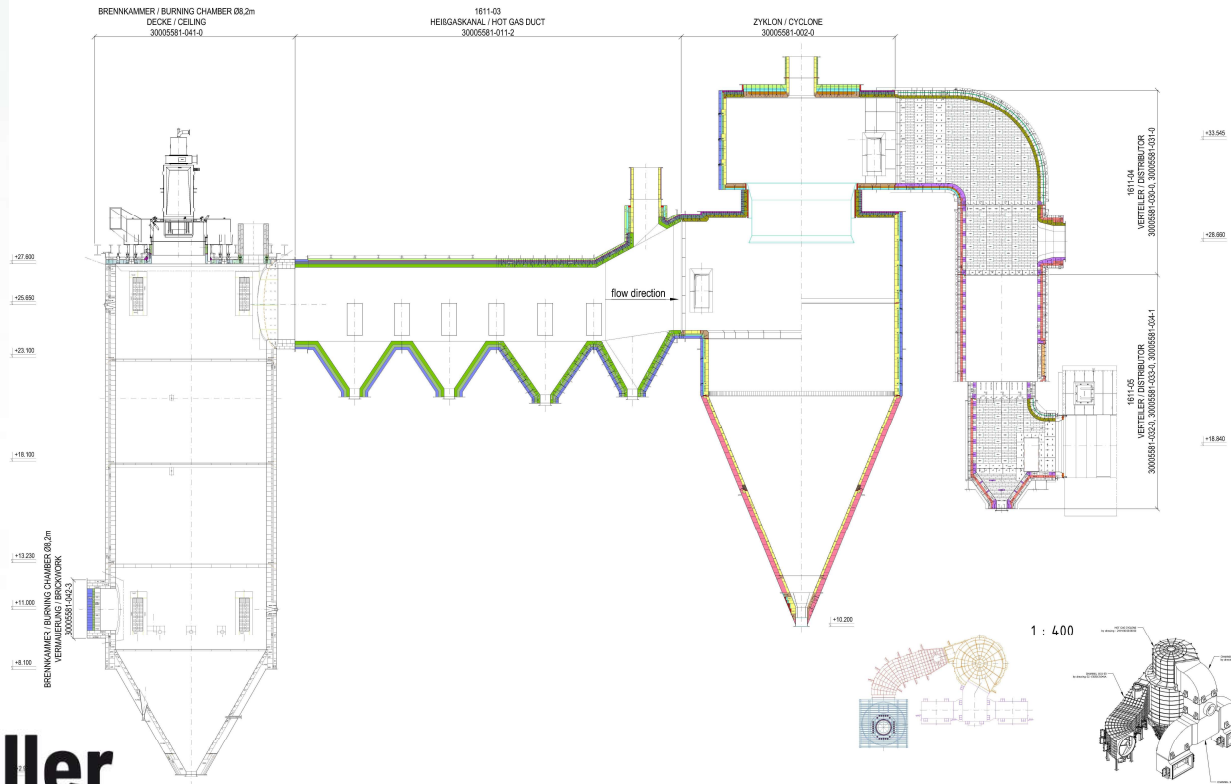
?!

## 2. Feuerfesttechnische Herausforderungen

Randbedingungen ☹️:

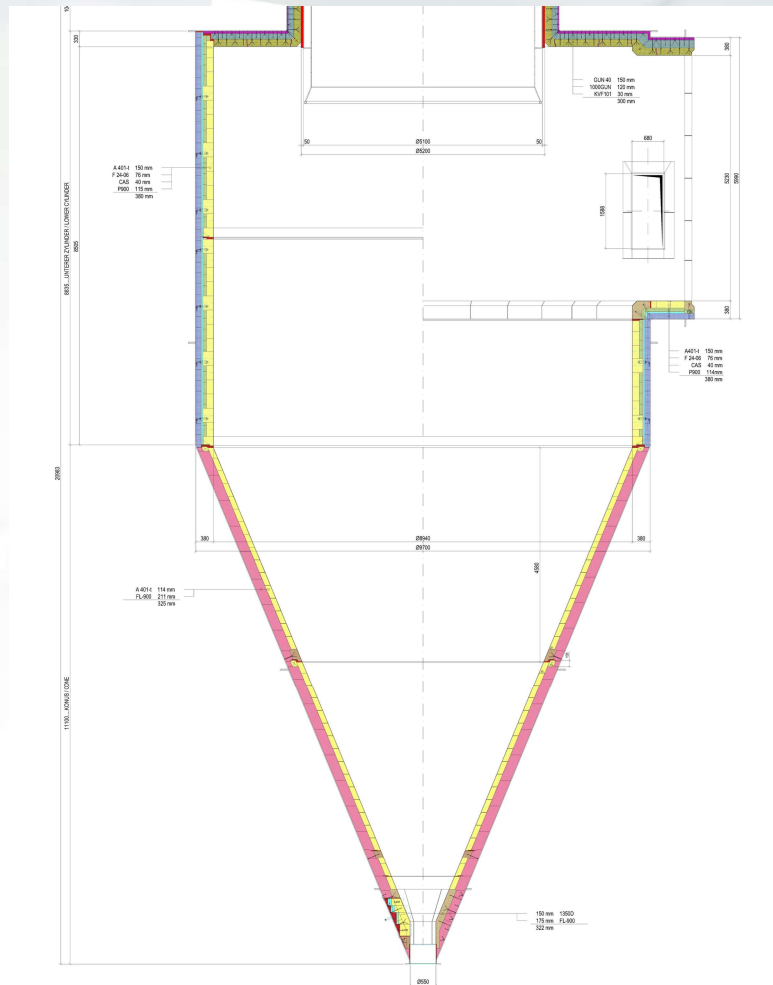
- Anlagenabmessungen sehr groß
- Brennstoff: Holz unterschiedlichster Qualität, Rinde, Späne, Produktionsabfälle, Schleifstaub, Granulat aus holzhaltigen Abfällen, Abfallholz (lackiert, imprägniert...)
- Durch Hochleistungs-Saugzüge hohe Heißgasgeschwindigkeiten → abrasive Bestandteile belasten die Ausmauerung mechanisch
- Hundertprozentige Zuverlässigkeit gefordert, da
  - keine Zweitanlagen vorhanden
  - auch kleine Reparaturen zeit- und kostenintensiv

# 3. Der Heißgaszyklon im Gesamtprozess



## 4. Die Ausmauerung des Heißgaszyklons - ursprüngl. Design

- Zylinder: Hartschamotte (N+F) + FL-Steine + Kalziumsilikat
- Decken: Dichter Spritzbeton + Wärmedämmplatten
- Konus: Hartschamotte (Rhombussteine) + Wärmedämmbeton



## 2. Die Ausmauerung des Heißgaszyklons – urspr. Design

- 2014 + 2015: fünf Heißgaszyklone für drei verschiedene Endkunden
- 2017: am zeitlich dritten HGZ ständig größer werdender Hotspot
  - Schamottesteine im Konus teilweise extrem verschlissen
  - Bei abgeschliffener (= zu klein gewordener) Auflagefläche: Abkippen / Wegrutschen der Steine → Heißgasstrom gelangte an Wärmedämmbeton

Schadensbild und -umfang überraschend, denn:

- Festigkeitswerte durch Untersuchungen bestätigt
- Keine Auffälligkeiten bei vorherigen Stillständen
- Keine Schäden im Zylinder und in den eher in Betrieb gegangenen Zyklonen
- Keine vergleichbaren Schäden bei von Möller zugestellten Zyklonen







OUTSTANDING INSIDE | RATH  
Refractory Solutions®

## 4. Die Ausmauerung des Heißgaszyklons – urspr. Design

- Notreparatur durch Firma Möller mit Schamottespritzbeton (KDF: 50 MPa) – nach zwei Monaten ca. Hälfte der Schichtstärke abgezehrt, Hotspots im Bereich der Horizontalfugen
- Erneute Reparatur durch Firma Möller mit noch abriebfesterem Spritzbeton auf AZS-Basis - Lebensdauer ca. zwei Jahre

Neben Abrieb zweites Problem: Dehnungsfugen unter Abfangkonsolen – Matten und Dämmmaterial am Mantel nicht mehr vorhanden →

- Fugen mit Asche zugesetzt – Dehnung unmöglich
- Knotenbleche angegriffen



OUTSTANDING INSIDE | RATH  
Refractory Solutions®

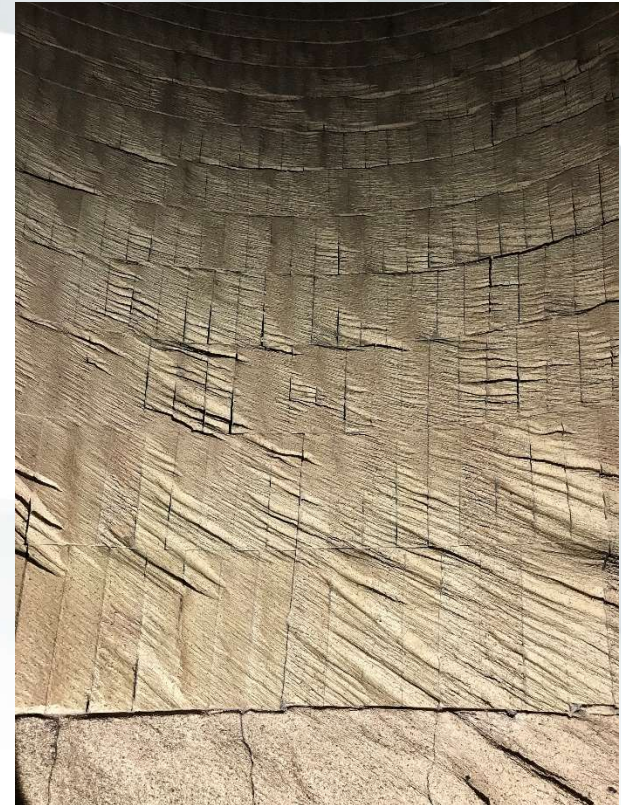
## 4. Die Ausmauerung des Heißgaszyklons – urspr. Design

Problem im Fugenbereich erklär- und durch Designanpassungen behebbar- aber Art und Umfang des Abriebs ?!

- Verdacht fiel auf geändertes / besonderes Strömungsverhalten
- Design wurde bei den in Bau befindlichen Anlagen nicht geändert

Frühjahr 2019:

In *einem* der *drei* 2017/2018 installierten baugleichen Zyklone fast „künstlerisch“ anmutendes Schadensbild...



## 4. Die Ausmauerung des Heißgaszyklons – urspr. Design

Unterschiede zum ersten Schaden:

- Horizontalfugen deutlich weniger angegriffen, keine Hinterspülungen - deshalb kleinere Hotspots
- Stärkerer Angriff der Oberfläche

Parallelen zum ersten Schaden:

- Kein oder nur unerheblicher Verschleiß bei den zeitgleich in Betrieb gegangenen Anlagen
- Ausmauerung in der oberen Hälfte des Konus und im Zylinder intakt



OUTSTANDING INSIDE | **RATH**  
Refractory Solutions®

## 4. Die Ausmauerung des Heißgaszyklons – urspr. Design

Erfahrungen der Firma Möller:

- Bis 2018 Ausmauerungen für zehn Heißgaszyklone - ohne Probleme
- Nummer elf: erster Zyklon mit vorgeschalteter vertikaler Staubkammer, Ausmauerungsdesign wie bei den vorhergehenden Projekten
- Üblich: bis zu 5 Gew.-% nicht brennbare Bestandteile im Holzstaub. Hier: bei 2/3 der Nennlast 18 % = ca. 7 ... 8 Tonnen Sand pro Tag !
- Wenige Monate nach Inbetriebnahme: erste Schäden
  - Zylinder: häufige Abstellungen führten zum Öffnen der Fugen mit anschließendem Sandeintrag oder Hinterströmungen
  - Zyklonkonus: hoher lokaler Verschleiß (aber „weiter oben“ als bei RATH)







## 4. Die Ausmauerung des Heißgaszyklons – urspr. Design

Im Zyklon besonders betroffen: Bereich, in dem die gedachte vertikale Verlängerung des Tauchrohrs die Ausmauerung erreicht

→ Hypothese: In diesem Bereich trifft die spiralförmige schräge Strömung entlang der Wände auf eine zweite spiralförmige, in diesem Fall aber senkrechte Strömung, die sich zunächst um das Tauchrohr „herumwickelt“ und dann nach unten fortsetzt

Vor weiteren Hypothesen – ein Fakt(or), der eindeutig die Schadensentwicklung begünstigt: fehlende Wartung und Reinigung der Ausmauerung (Fugenpflege)

→ Kaum lösbares Problem, denn: lange Abkühlzeit + aufwändige Rüstarbeiten = hohe Kosten → nicht praxisgerecht

## 4. Die Ausmauerung des Heißgaszyklons – drei Fragen

**? Wieso treten die beobachteten Schäden nur an einigen Anlagen auf ?**

**? Wie kann diesen Schäden vorgebeugt werden ?**

**? Wie kann bei bestehenden Anlagen sinnvoll repariert werden ?**

Ausgangslage: Bei drei der von RATH zuletzt zugestellten Anlagen sind Brennkammer, Zyklon und Endprodukt identisch, aber nur eine Anlage wies einen Schaden auf

→ Hypothese: Der Brennstoff „ist schuld“

- Ursache des abrasiven Angriffs: mineralische Bestandteile im Heißgas = Sand (Quarz) = Mohs-Härte 7 (von 10) .
- Erhebliche Unterschiede in der chemischen Zusammensetzung zwischen Holzbestandteilen und Holzarten
- Kiefer: grobe Borke → bestens „geeignet“ für Sandablagerungen

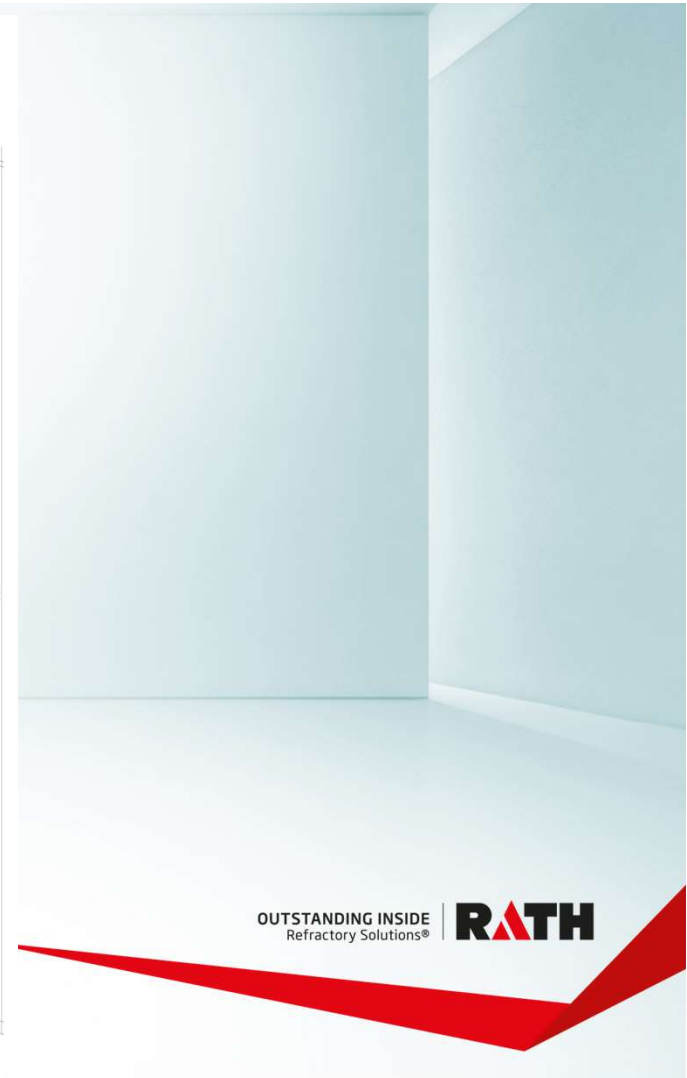
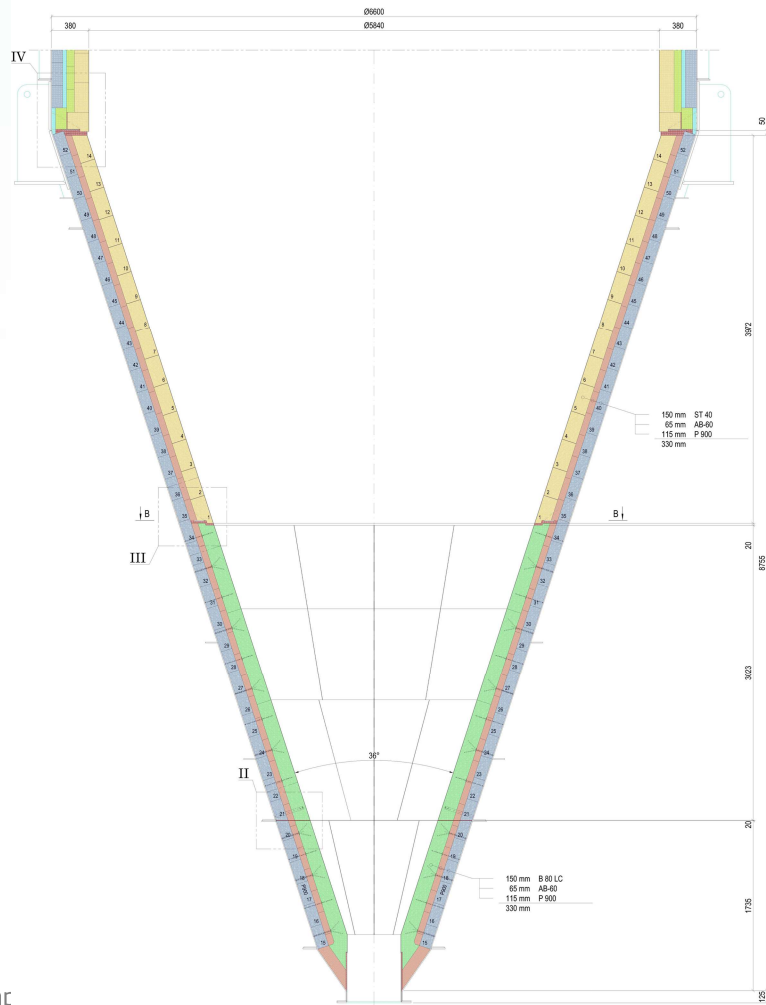
**Hypothese: Belastung der Ausmauerung ist vom Standort abhängig**



## 5. Erstes neues Design RATH

- Keine klaren Zusammenhänge erkennbar - Lösungsfindung schwierig
- Entscheidung: Die Ausmauerung muss dem „worst case“ widerstehen können
- Untere Konushälfte wird mit hoch abriebfestem bauxitischem Feuerbeton zugestellt - aufgrund der Materialkosten und des Schalungsaufwandes sehr aufwändige Lösung

Neues Konzept war erfolgreich - keine Erosionen im Zyklonkonus



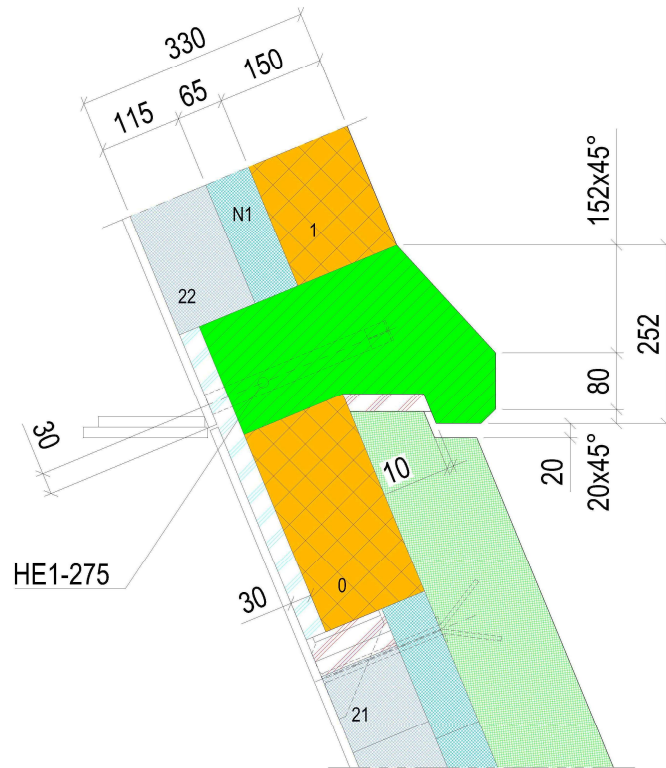
## 5. Zweites neues Design RATH

- Erste Änderung mit einfachen „Nasen“ vor den Konsolen löste nicht das Problem der Auswaschungen im Konsolenbereich
- Neues Konzept: angepasste Lösung aus einem anderen Bereich der Feuerfesttechnik
- Hoher Aufwand bei Konstruktion und Montage zahlt sich aus: Die erste nach diesem Konzept zugestellte Anlage zeigt nach dreieinhalb Jahren bei hoher Auslastung einen nur unerheblichen Verschleiß

### Konzept Möller:

- Monolithische Zustellung im Zylinder (= dichte Auskleidung mit Minimum an Fugen)
- Im Konus statt Schamotte Einsatz von Bauxitsteinen





## 7. Das Tauchrohr im Heißgaszyklon

... lenkt den Heißgasstrom nach unten ab

- Verschiedene Konzepte: hitzebeständiger Stahl, Keramik, Feuerbeton-Bauteile...
  - Verschiedene Längen...
  - Unterschiedliche Schadensfälle: Verformung, Absturz,...
  - Problem: Erstmontage, Möglichkeit des Austauschs im Schadensfall
- 
- Betrachtungen sprengen den Rahmen des Vortrages
  - Keine primär die Ausmauerung betreffende Angelegenheit
- Interessantes Thema für einen zukünftigen Vortrag

## 8. Zusammenfassung

- seit etwa 15 Jahren: Heißgaszyklone in der Holzverarbeitenden Industrie
- bei drei von mehr als zwanzig Anlagen: nach Betriebszeiten von ein bis zwei Jahren: schwere Schäden vor allem im Zyklon-Konus
- Typische Schadensursachen weitgehend ausgeschlossen
- Hypothesen zu Einflussfaktoren:
  - Schwankender Sandanteil im Brennstoff (evtl. standortbezogen)
  - Länge und Durchmesser des Tauchrohrs

Lösung des Verschleißproblems durch Verwendung bauxitischer ff. Materialien und spezielle konstruktive Lösungen im Bereich der Abfangkonsolen und horizontalen Dehnungsfugen





Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !

