

## HVG-Mitteilung Nr. 2007

Modernisierung bestehender Elektrofilter mit der BHA Top-Rapping Technologie

Ralph Hundertmark, BHA, Ahlen

Vortrag im Fachausschuss VI der DGG am 23. Oktober 2001 in Würzburg

Die Firma Schott Rohrglas GmbH in Mitterteich, Deutschland, betreibt zur Entstaubung der Abgase aus den Glaswannen u.a. ein zweifeldriges Elektrofilter von Lurgi, Baujahr 1981. Zur Schadstoffminderung in den Abgasen der Glaswannen wird in den Rohgasstrom Calciumhydroxid, pulverförmig eingeblasen. Dieses Calciumhydroxid reagiert in einem vor das Elektrofilter geschalteten Reaktionsturm mit den im Abgas befindlichen Schadstoffen (z.B. Fluoride, Chloride, Schwefeldioxid). Im Elektrofilter wird das abreagierte Calciumhydroxid abgeschieden. Hinter dem Elektrofilter befindet sich ein DeNO<sub>x</sub>-Katalysator und ein Wärmetauscher für die Wärmerückgewinnung. Nicht zuletzt um Funktionsstörungen durch Staubablagerungen im Katalysator und im Wärmetauscher zu vermeiden, ist eine gute Abscheideleistung des Elektrofilters unabdingbar. Zum anderen gilt es natürlich auch die Grenzwerte für die Staubemission einzuhalten.

Altersbedingter Verschleiß und Staubanbackungen am Elektrodensystem und mechanischer Verschleiß an den Klopfvorrichtungen, machten umfangreiche Sanierungs- und Reparaturmaßnahmen erforderlich, um einen reibungslosen Betrieb der Gesamtanlage auch in Zukunft gewährleisten zu können. Der Betreiber war vor die Entscheidung gestellt, das Filter vom Hersteller reparieren zu lassen, d.h. alle durch Verschleiß geschädigten Teile auszutauschen. Das hätte letztendlich eine Wiederinstandsetzung des Filters bedeutet, mit der gleichen, altbekannten Technologie, mit der gleichen Abscheideleistung wie zuvor – möglicherweise ohne Garantie auf die Abscheideleistung -, aber auch wieder mit den alten bekannten Verschleißproblemen.

Die Alternative dazu war der Umbau des Filters auf die Top Rapping Technologie von BHA. Bei einem Umbau des Filters mit dieser Technologie erhält der Betreiber ein neues Elektrofilter auf dem neusten Stand der Technik im alten, vorhandenen Gehäuse. Hiermit verbunden ist eine Garantie wie für eine Neuanlage, mit Ausnahme für das Gehäuse und Staubaustragsorgane.

Da im vorliegenden Fall in das Gehäuse ausreichend Abscheidefläche untergebracht werden konnte – das Filter war hinsichtlich der Abscheidefläche stark überdimensioniert -, war eine Veränderung der horizontalen Abmessungen nicht erforderlich, d.h. die gesamte vorhandene Infrastruktur wie z.B. Staubaustragsorgane, Gaskanäle, Saugzug, Fundamente und Stahlgerüst, konnte unverändert übernommen werden.

Die Aufgabenstellung für BHA lautete somit:

- Installation eines neuen Filters im vorhandenen Gehäuse,
- keine horizontale Erweiterung des Gehäuses,
- keine vertikale Erweiterung des Gehäuses, sprich keine Felderhöhung und
- es ist ein Reingasstaubgehalt von 30 mg/Nm<sup>3</sup> zu garantieren.

Die Vorteile liegen auf der Hand:

- Alle Felder wurden komplett neu mit Elektroden bestückt.
- Als Sprühelektroden kommen sog. RDE (= Rigid-Discharge-Electrodes = Mastelektroden) zum Einsatz. Betriebsstörungen aufgrund verbogener oder gerissener Sprühelektroden, was jedes Mal einen längeren Anlagenstillstand bedeutet, gehören somit endgültig der Vergangenheit an. Ein weiterer Vorteil neben der Robustheit dieses Elektrodentyps sind die großen Freiheitsgrade bei der Konfiguration der Sprühspitzen. Somit ist es problemlos möglich für jeden Anwendungsfall die Elektroden individuell, entsprechend den Erfordernissen des Prozesses, zu konfigurieren. Bevorzugt kommen im ersten Feld sog. *V-Pins* zur Anwendung, in den hinteren Feldern eines Elektrofilters setzt man hingegen sog. *Opposed*

*Pins* oder auch *staggered Pins* ein. Bei besonders kritischen Anwendungsfällen ist auch eine Veränderung/Anpassung der Sprühspitzenkonfiguration über die Länge der Elektroden möglich, um so dem Umstand einer sich über die Feldhöhe verändernden Staubkonzentration zu genügen.

- Die vormals innenliegenden Klopfvorrichtungen wurden durch elektromagnetische Hämmer ersetzt, die alle auf dem Dach, und somit außerhalb des Gasraums montiert sind. Sämtliche Klopfvorrichtungen sind von außerhalb zugänglich und können somit bei Bedarf im laufenden Betrieb gewartet, repariert oder ausgetauscht werden. Betriebsstörungen oder Anlagenstillstände aufgrund von Schäden am Klopfsystem gehören somit endgültig der Vergangenheit an. Ein weiterer Vorteil: Im inneren des Filters befinden sich keine beweglichen Teile mehr, das Innere des Filters ist quasi wartungsfrei.
- Für die Klopfung von Niederschlagselektroden, Sprühelektroden und Gasverteilungswand wird nur ein einziger Typ von Klopfwerkzeug verwendet, die Ersatzteilhaltung reduziert sich drastisch.
- Zur Steuerung dieses Klopfsystems wird die von BHA eigens für diesen Zweck entwickelte Steuerung vom Typ PRC100 eingesetzt. Hiermit können nicht nur, wie das mit einer konventionellen Klopfwerkzeugsteuerung der Fall ist, Klopfwerkzeuge in bestimmten Zeitintervallen ein- und ausgeschaltet werden, vielmehr lassen sich jetzt auch Klopfhäufigkeit und Klopfintensität variieren. Ein weiterer Vorteil dieser Klopfung ist die Möglichkeit für spannungsloses oder spannungsabgesenktes Klopfen, wie es in dem umgebauten Filter bei Schott Rohrglas zur Anwendung kommt. Hierdurch lässt sich eine wesentlich verbesserte Abreinigung der Elektroden erzielen.

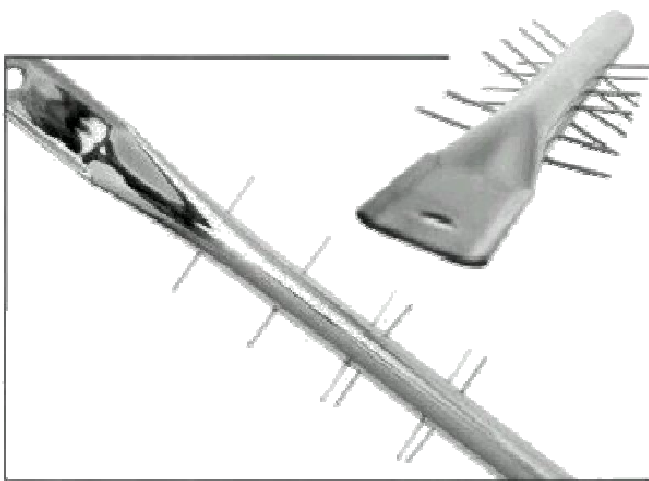


Bild 1: RDE-Mastelektroden

Bild 2: Klopfersystem





Bild 3: Digitaler Hochspannungsregler für die Filtersteuerung.

- Für die beiden elektrischen Felder des Filters wurden zur Steuerung und Regelung der Hochspannung zwei digitale Hochspannungsregler vom Typ SQ-300 unter Wiederverwendung der vorhandenen Hochspannungsaggregate in die vorhandenen alten Schaltschränke eingesetzt. Dieser Hochspannungsregler wurde von BHA speziell für den Einbau in bereits vorhandene Anlagen entwickelt. Eine vorhandene, alte, aber noch voll funktionsfähige Hochspannungsanlage wird somit in kürzester Zeit auf den neusten regelungstechnischen Stand gebracht.
- Zur Steuerung, Fernbedienung und Datenarchivierung wurde weiterhin das übergeordnete Leitsystem WinDAC installiert. WinDAC kann nicht nur zur Datenarchivierung (auch für behördliche Zwecke) eingesetzt werden, sondern bietet dem Kunden auch die Möglichkeit durch Einwahl über ein Modem eine Ferndiagnose vorzunehmen. So wurde im vorliegenden Fall die gesamte Optimierung der Hochspannungssteuerung und die stets langwierige Optimierung der Klopfung nicht vor Ort durchgeführt, sondern durch das Technologiezentrum von BHA in Newport News, USA. Die dort ansässigen Elektrofilterspezialisten wählen sich regelmäßig in Absprache mit dem Betreiber in die Anlage ein, beurteilen den aktuellen Betrieb und nehmen bei Bedarf regelmäßige Optimierungen vor.

Die Betriebsdaten, die der Auslegung des Filters zugrunde gelegt sind, sind in der folgenden Tabelle aufgeführt:

<b>Betriebsdaten</b>		
	<b>Einheit</b>	<b>Wert</b>
Gasvolumenstrom in Normkubikmetern	Nm <sup>3</sup> /h	70 290
Betriebstemperatur	° C	400
Gasvolumenstrom in Betriebskubikmetern	Bm <sup>3</sup> /h	130 000
Gasvolumenstrom	Bm <sup>3</sup> /s	36,1
Unterdruck	mbar	2
Taupunkt	° C	30
Rohgasstaubgehalt	G/Nm <sup>3</sup>	1,25
<b>Reingasstaubgehalt, gefordert und garantiert</b>	<b>Mg/Nm<sup>3</sup></b>	<b>&lt; 30</b>

Das alte, vorhandene Lurgi-Elektrofilter war wie folgt konfiguriert:

<b>Altes LURGI-Filter</b>		
Anzahl Filter		<b>1</b>
Gassenzahl		<b>14</b>
Gassenabstand	mm	<b>300</b>
Feldhöhe	m	<b>7,75</b>
Feldlänge	m	<b>4,5</b>
Anzahl der Felder		<b>2</b>
Gesamtlänge des Gehäuses	mm	<b>11 730</b>
Lichte Weite des Gehäuses	mm	<b>4 400</b>
Gesamt installierte Niederschlagsfläche, projiziert	m <sup>2</sup>	<b>1 953</b>
Eintrittsquerschnitt	m <sup>2</sup>	<b>30</b>

Nach dem Umbau auf BHA Top Rapping Technologie sollte das Filter wie folgt konfiguriert sein, um die geforderten und garantierten Reingasstaubbelastungen zu erreichen:

	Anzahl der Felder	Gassenzahl	Feldhöhe [m]	Feldlänge [m]	Gassenabstand [mm]
	2	<b>14</b>	<b>8,0</b>	<b>4,5</b>	<b>300</b>
Gesamt installierte Niederschlagsfläche	m <sup>2</sup>	<b>2 016, projiziert</b>			
Eintrittsquerschnitt	m <sup>2</sup>	<b>33</b>			
Max. Gasvolumenstrom	Nm <sup>3</sup> /h	<b>70 290</b>			
Gasvolumenstrom	am <sup>3</sup> /s	<b>36,1</b>			
Spez. Niederschlagsfläche	m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> /s	<b>56</b>			
Gasgeschwindigkeit	m/s	<b>1,09</b>			
Verweilzeit im elektr. Feld	s	<b>9,25</b>			
Wanderungsgeschwindigkeit	cm/s	<b>6,6</b>			
Abscheidegrad	%	<b>97,6</b>			
Reingasstaubgehalt	m/Nm <sup>3</sup>	<b>30</b>			

Da im vorliegenden Fall nicht, wie sonst oft erforderlich, die Dimensionen des Filtergehäuses geändert werden mussten – horizontale und vertikale Abmessungen blieben unverändert – haben sich auch Parameter wie Gasgeschwindigkeit und Verweilzeit im elektrischen Feld nicht geändert.

Bemerkenswert ist, dass mit dieser Konfiguration deutlich höhere Filterspannungen und Filterströme gefahren werden, als dies sonst bei diesem Prozess bei einem Gassenabstand von 300 mm der Fall ist. Dies hat seine Ursache vor allem in der Anordnung der Sprühspitzen der Elektroden. Die Sprühspitzen sind bei der BHA-Konstruktion stets parallel zur Gasrichtung angeordnet, und nicht, wie sonst üblich, quer zur Gasrichtung. Auf diese Weise wird der tatsächliche Sprühabstand deutlich erhöht, es bildet sich eine stabilere Corona, Strom und Spannung im Filter können auf einem höheren Niveau gefahren werden. Diese Tatsache hat einen wesentlichen Beitrag zur Erreichung bzw. zur deutlichen Unterschreitung der garantierten Reingasstaubbelastungen geleistet. Die Staubemission im Reingas wurde im Januar 2001 gemessen. Die garantierten Reingasstaubbelastungen von 30 mg/Nm<sup>3</sup> wurden in allen Messungen deutlich unterschritten.

Das gesamte Projekt wurde als Smart Part Job realisiert, BHA war verantwortlich für:

- Engineering (Lieferung aller Zeichnungen, einschließlich Werkstattzeichnungen, Fertigungszeichnungen, Schweißvorschriften und Dokumentation),
- Lieferung aller Spezialteile,
- Überwachung von Fertigung und Montage,
- Durchführung der Inbetriebnahme und
- Schulung des Personals des Anlagenbetreibers.

Die Durchführung von Demontage und Montage sowie die Fertigung der Stahlteile wurden vom Kunden selbst in eigener Verantwortung an lokale Firmen vergeben.

Das Projekt wurde in folgendem Zeitrahmen realisiert:

- Februar 2000: Erster Kundenkontakt
- April 2000: Angebotserstellung
- Juni 2000: Verhandlungen und Auftragsvergabe
- August 2000: Engineering komplett, Lieferung aller Zeichnungen
- September 2000: Lieferung aller Teile
- Oktober/November 2000: Demontage und Montage (vier Wochen)
- November 2000: Inbetriebnahme der neuen Anlage
- Januar 2001: Garantiemessungen

## **Zusammenfassung**

Schott Rohrglas, Mitterteich, betreibt zur Entstaubung seiner Glaswannen ein zweifeldriges Elektrofilter, Lurgi, Baujahr 1981. Bedingt durch altersbedingten Verschleiß wurden im Jahre 2000 umfangreiche Sanierungsarbeiten erforderlich. Hierbei gab es einmal die Option das Filter durch den Einbau von Original-Ersatzteilen in den ursprünglichen, aber neuwertigen Zustand zu versetzen, was nach einer gewissen Betriebszeit wieder die bereits bekannten Verschleißprobleme mit sich gebracht hätte.

Als zweite Option, welche dann auch realisiert wurde, stand der Umbau auf die Top Rapping Technologie von BHA zur Diskussion. Hierbei handelt es sich um ein amerikanisches Elektrofilterdesign mit außen liegenden, elektromagnetischen Klopfern. Im Inneren des Filters befinden sich keinerlei bewegliche Teile mehr, das Filterinnere ist im Prinzip wartungsfrei.

Dieser Artikel beschreibt die Grundlagen der Top Rapping Technologie, erläutert die Auslegungsgrundlagen für das modernisierte Filter und schildert den Projektverlauf.

