

Eine wirtschaftliche Lösung:

PP-H-Rohre in der Rauchgasreinigung eines Braunkohlekraftwerks

Dr. Boris Gibbesch, SIMONA AG, Kirn

Die RWE Energie AG betreibt in Niederaußem ein Braunkohlekraftwerk. Die Abgase werden in speziellen Reinigungswäschern und Rauchgasentschwefelungsanlagen gereinigt bzw. entschwefelt. Durch die aggressiven Verbrennungsabgase wird die Rauchgasentschwefelungsanlage stark belastet. Gummierete Stahlrohrleitungen besitzen deshalb infolge von Korrosion in der Regel lediglich eine Standzeit von 5 bis 8 Jahren.

Daher suchte man für die Renovierung der Anlage in Niederaußem nach einem Werkstoff, der die bisher eingesetzten gummierten Stahlrohre als Düsenlanzen ersetzen konnte. Der neue Werkstoff sollte sowohl eine höhere Standzeit als auch eine hohe Betriebssicherheit gewährleisten und damit die laufenden Kosten reduzieren.



Rauchgasreinigungsanlagen (REA) reinigen die Verbrennungsabgase des Kraftwerkes von sauren und aggressiven Schadstoffen wie HCl-, SO₂- und HF-Gasen mit einer pH-geregelten Waschflüssigkeit. Die Waschflüssigkeit für die Rauchgasentschwefelungsanlagen besteht aus gelöstem und ungelöstem Kalk, sowie Gipsbestandteilen, die aus der chemischen Absorption des Kalks mit SO₂-Schadstoffen entstehen. Die Waschflüssigkeit besitzt bei Braunkohlekraftwerken eine Temperatur von etwa 70°C und einen pH-Wert zwischen 3 und 4. Auf Grund des Säurepotentials und der feuchten Atmosphäre bei erhöhter Temperatur müssen Stahlteile sehr effektiv vor Korrosion geschützt werden. Durch die Gips-Kalkmilchsuspension werden die Transportleitungen zudem abrasiv belastet.

Bei der Nachrüstung von Braunkohlekraftwerken in den Jahren 1987 bis 1988 mit Rauchgasreinigungsanlagen wurde für die Auskleidung der Waschtürme aus schwarzem Stahl sowie für die suspensionsführenden Rohrleitungen ausschließlich Weichgummi unterschiedlicher Qualität eingesetzt.

Die Gummierungen müssen auf Grund der Belastungen nach 5 bis 8 Jahren erneuert werden. Dies bedeutet einen erheblichen Aufwand und erhöhte Stillstandzeiten. Bei der Suche nach Alternativen lag somit das Hauptaugenmerk auf der Betriebssicherheit und höheren Standzeiten, um die laufenden Kosten zu reduzieren.

Suche nach dem idealen Konstruktionswerkstoff

Nachdem Edelstähle, GFK (glasfaserverstärkter Kunststoff) und modifizierte GFK-Oberflächen sowie PP-H (Polypropy-

Homburger Str. 11-13
D-45545 Niederaußem 3vel
Telefon: 02324/9794-0
Telefax: 02324/9794-23
E-Mail: info@wkt-online.de
www.wkt-online.de



DAS FERTIGUNGSPROGRAMM

- Trinkwasserrohre aus PE
- Gasrohre aus PE
- Abwasserrohre aus PE
- Kurzrohre aus PE
- Druckrohre aus PVC-U
- Lüftungsrohre aus PVC-U
- Kabelschutzrohre aus PE
- Kabelschutzrohre aus PVC-U
- Gasschutzrohre aus PVC-U
- Druckrohre aus PP-H
- Druckrohre aus PVC-C
- Brunnenrohre aus PVC-U
- Schilderpfähle
- Flugsicherungsdächer
- Profile
- Tragrollenrohre
- Displayrohre
- Sonderanfertigungen

Weitere Informationen finden Sie auch im Internet unter:

www.wkt-online.de

len Homopolymerisat) in umfangreichen Tests auf ihre Einsatzfähigkeit in diesem industriellen Bereich untersucht worden waren, kristallisierte sich SIMONA®PP-H 100 AlphaPlus als ein hervorragendes und wirtschaftliches Material mit der gewünschten erhöhten Standzeit heraus. Das Homo-Polypropylen zeichnet sich durch eine ausgezeichnete chemische Widerstandsfähigkeit, eine hohe mechanische Stabilität bis zu 100°C, einen starken Abrasionswiderstand und einen reduzierten Fließwiderstand aus. Im Kurzzeit-Zugversuch wurden hohe E-Modulwerte bis zu einer Temperatur von 100°C gemessen (Bild 1).

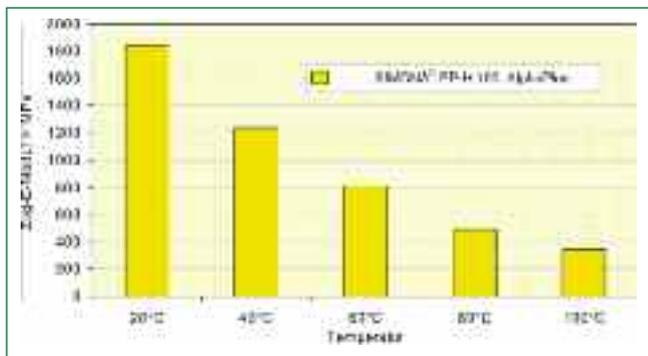


Bild 1: Zug-E-Modul von PP-H 100 AlphaPlus als Funktion der Temperatur; die dargestellten Werte sind an einer gepressten Platte ermittelt

PP-H 100 AlphaPlus besitzt eine sehr gute chemische Widerstandsfähigkeit gegenüber organischen und anorganischen Säuren, Laugen und Lösemitteln bis zu Temperaturen von 100°C. Die in den Absorptionswäschern auftretenden Medien wie Salz- und Schwefelsäure beeinflussen die Einsatzfähigkeit des Werkstoffs über viele Jahre nicht. Deshalb kann aus chemischer Sicht mit langen Standzeiten gerechnet werden. In der chemischen Industrie und in der Heiz- und Regeneriertechnik wird seit vielen Jahrzehnten PP-H erfolgreich eingesetzt. Das Homo-Polypropylen hat in vielen Bereichen metallische Werkstoffe ersetzt, die oftmals sehr geringe Standzeiten auf Grund erhöhter Korrosion aufwiesen. In der SIMCHEM 5.0, dem Simona-spezifischen CD-ROM-Katalog für die chemische Widerstandsfähigkeit, kann die Korrosionsfestigkeit der SIMONA® Produkte nachgeschlagen werden.

Die hohe Abrasionsfestigkeit des Werkstoffs wurde in unterschiedlichen Labortests und Praxisuntersuchungen nachgewiesen. So wurde im Sand-Slurry-Test der Innenverschleiß von Rohren simuliert und ein hoher Verschleißwiderstand im Vergleich zu anderen Werkstoffen nachgewiesen. Zudem wurde in einem Sprühtest, der den Außenverschleiß simuliert, die hohe Verschleißfestigkeit dieses Kunststoffes gegenüber der Erosion durch das Bestrahlen mit einer abrasiven Flüssigkeit gemessen (Bild 2).

Laborergebnisse im Praxistest bestätigt

Suspensionsführende PP-H 100-Linerrohre haben in einem zweijährigen Test in einem Kraftwerk die guten Laborergebnisse bestätigt [2]. Zudem wurde dargelegt, dass Kunststoffrohre im Vergleich zu gummierten Stahlrohren wirtschaftlicher sind. Das Homo-Polypropylen von Simona hat eine sehr

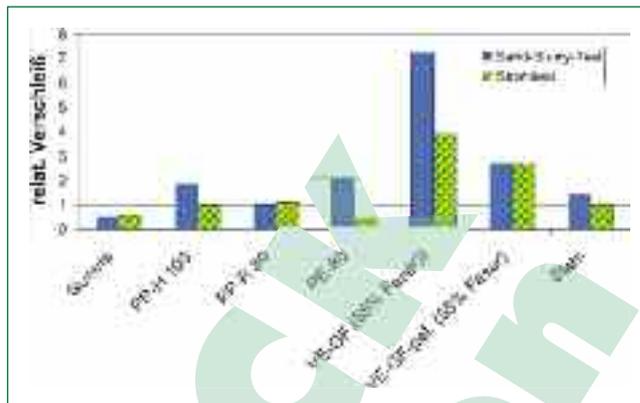


Bild 2: Verschleißuntersuchungen an unterschiedlichen Werkstoffen, die im Bereich der Rauchgasentschwefelungsanlagen eingesetzt wurden; der Außenverschleiß wurde mittels eines Kurzzeit-Strahltests simuliert; der Innenverschleiß (Spülverschleiß) konnte mittels des Sand-Slurry-Tests simuliert werden [1]

niedrige Oberflächenrauigkeit Ra von weniger als 0,4 µm. Dadurch reduziert sich in den Rohrleitungen der Fließwiderstand und somit auch der Druckverlust je nach Fließgeschwindigkeit um bis zu 10 Prozent.

Ausgangssituation im Braunkohlekraftwerk Niederaußem

Das von der RWE Energie AG in Niederaußem betriebene Braunkohlekraftwerk hat eine Kapazität von 3864 MW. Davon werden 1000 MW in einer im Jahr 2002 in Betrieb gesetzten Anlage (BoA I) mit einem Wirkungsgrad von mehr als 43 % erzeugt. Die alten Anlagen arbeiten mit einem Wirkungsgrad von circa 31 %.

Die Verbrennungsabgase werden in speziellen Reinigungswäschern mit entsprechenden Nassverfahren gereinigt. Die Entschwefelung erfolgt mittels Kalkmilch, die im Gegenstrom zum Abgas in einem feinen Nebel versprüht wird. Kegeldüsen aus Siliziumcarbid (SiC), die an den Abgängen der Sprühanlagen befestigt sind, erzeugen den Sprühnebel. Als Reaktionsprodukt entsteht Gips, der in der hier hergestellten Reinheit ideal für die Bauindustrie ist.

In Niederaußem waren die alten Rauchgasentschwefelungsanlagen auf Grund der hohen Standzeit komplett zu renovieren. Das bedeutet, dass die Stahlwäscher mit einem Durchmesser von etwa 20 m und einer Höhe von circa 40 m innen regummiert wurden und die Düsenrohre aus gummiertem Stahl (St37) komplett durch PP-H-Düsenrohre ersetzt wurden. Dabei wurde die Anzahl der Düsenebenen von fünf auf vier reduziert, da dies verfahrenstechnisch vertretbar war.

Fertigung der Düsenlanzen

Die Düsenlanzen bestehen aus Rohren mit abgestuften Durchmessern. So können die Düsen über die gesamte Länge der Rohre mit einem nahezu konstanten Druck beaufschlagt werden. Der größte Außendurchmesser beträgt 500 mm und der kleinste 110 mm. Die Durchmesserreduktion erfolgt in bis zu vier Stufen.



egeplast

Das Rohr mit integriertem Beschädigungsindikator



Bild 3: Düsenlanzenteile aus PP-H 100 mit Reduzierungen und Düsenanschlussrohren, die unterhalb der Lanze angeordnet sind, damit eine vollständige Entleerung beim Stillstand erfolgt

Die Reduktionen und Düsenanschlussrohre sind unterhalb der Lanze angeordnet, damit eine vollständige Entleerung beim Stillstand erfolgt. Zudem wurden die Reduktionen exzentrisch angeordnet, damit der Fließwiderstand in der Sohle reduziert und Verwirbelungen vermieden werden. Die Kunststoffrohre und Steckmuffen wurden mittels Heizelementstumpfschweißen miteinander verbunden (Bild 4).



Bild 4: Heizelementstumpfschweißen des Homo-Polypropylenrohres mit der speziellen Steckmuffe

Die Verschweißung der Abgänge an das Hauptrohr erfolgte mittels Extrusionsschweißung. Der Festflansch und die Rohrteilstücke wurden wiederum mittels Heizelementstumpfschweißung miteinander verbunden.



Bild 5: Extrusionsschweißnähte der Abgänge für die Düsen; zur Stabilisierung wurden zusätzlich Stabilisierungsstege zwischen zwei sich gegenüberstehende Abgänge geschweißt, damit das große Gewicht der Kegeldüsen abgefangen werden kann



egeplast SLM 2.0 DCT



Durch zwei integrierte spiralförmig gewickelte Leiterbahnen erweitern sich die ohnehin hervorragenden Eigenschaften des egeplast SLM[®] 2.0 Rohres. Das egeplast SLM[®] 2.0 DCT lässt sich nicht nur exakt orten, auch ist ein Nachweis auf Nichtbeschädigung nach der Verlegung als Bauabnahme möglich. Diese Option gibt Auftraggeber und Auftragnehmer auch unter widrigsten Bodenverhältnissen höchste Sicherheit.



Dimension: d_n 25 mm – d_n 1000 mm

SDR: SDR 17 – SDR 7,4

Zulassungen: DVGW, SVGW, ÖVGW, DIN-Gost, IGNG, DWI

Gütezeichen: mit DVGW-Registriernummer für Gas- und Trinkwasser, mit DIN-Certco-Prüfzeichen für Abwasser
Normen: DIN EN 1555-2, DIN EN 12201-2, DIN EN 13244, DIN 8074, DIN 8075, ÖNORM B 5172, ÖNORM B 5192, GW 335 T2

Materialprüfung:

HESSEL Ingenieurtechnik

Lieferform:

Ringbund, Trommel, Stangen palettiert

egeplast

Werner Strumann
GmbH & Co. KG

Tel.: +49.2575.9710-0
Fax: +49.2575.9710-110

Robert-Bosch-Straße 7
48268 Greven, Germany

info@egeplast.de
www.egeplast.de

Um das große Gewicht der Kegeldüsen von etwa 7 kg aufzufangen, wurde eine 20 mm dicke Platte zwischen zwei gegenüberliegende Abgänge geschweißt. Sie gewährleistet, dass die Düsen auch bei der Temperatur von 70°C dauerhaft ihre Position halten. Gute Erfahrungen mit dieser Konstruktionsweise lagen bereits seit mehreren Jahren vor.

Um die Standzeiten hinsichtlich Abrasion zu erhöhen, wurden sämtliche Schweißwulste und Kantensprünge im Inneren der Rohrleitungen entfernt beziehungsweise ausgeglichen. Damit werden Verwirbelungen hinter den Schweißwulsten oder Kanten verhindert, die bei der Fließgeschwindigkeit von 2–3 m/s zu einem erhöhten Abtrag führen könnten.



Bild 6: Düsenlanzen auf dem LKW-Anhänger; besondere Maßnahmen gegen schlagartige Beanspruchungen mussten wegen der moderaten Außentemperatur (größer als 10°C) nicht ergriffen werden

Montage der Düsenlanzen in Niederaußem

Die angelieferten Düsenlanzenteile wurden durch ein Mannloch in Behälterbodennähe in den Behälter gebracht. Die Düsenebenen über 28 m Höhe waren komplett eingeschalt mit Ausnahme einer Öffnung, durch die die Rohrleitungsteile mit einem Flaschenzug in die einzelnen Arbeitsebenen gezogen werden konnten.

Als Auflager der Rohre konnten die vorhandenen Stahlträger, die in einem Abstand von 2 m montiert waren, genutzt werden (Abb. 7). Die Rohre wurden so dimensioniert, dass die Durchbiegung der Rohre bei einer Temperatur von 70°C und vollständiger Befüllung mit der Kalkmilch-Gipssuspension unbedeutend ist. Die Kunststoffrohre mit dem Durchmesser von 500 mm wurden daher mit einer Wanddicke von mehr als 45 mm ausgelegt. Dort, wo die Durchbiegung größere Werte erwarten ließ, wurden zusätzlich Axialverstärkungen vorgesehen.

Die Düsenlanzen wurden durch Flanschverbindungen mit den Versorgungsleitungen fest verbunden. Sie liegen auf den Stahlträgern und können sich axial frei bewegen.

Bild 8 zeigt eine Düsenebene, in die weitere Düsenrohre eingebaut werden. Die einzelnen Teilrohre wurden so bemessen, dass sie mit etwa 4 Personen montiert werden können.

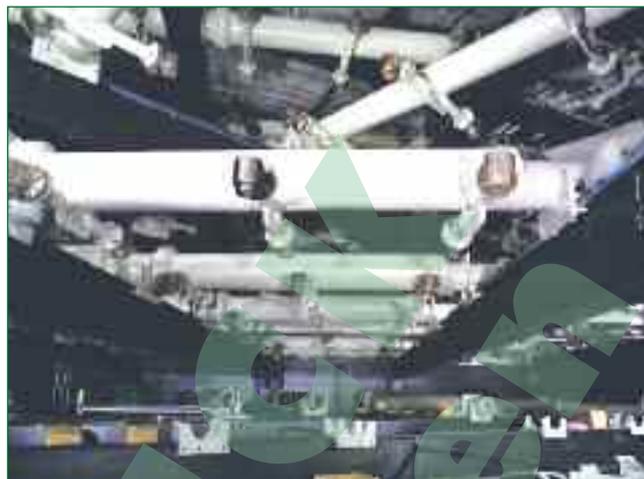


Bild 7: Montierte Düsenebene; die Düsenlanzen liegen auf den Stahlträgern und können sich axial frei bewegen



Bild 8: Montage der Rohre in einer Ebene

Zur Lagerung der Rohre wurden spezielle U-Profile aus PP-Platten gebaut, die an den Doppel-T-Trägern mit PP-Bolzen befestigt wurden (Bild 9). Sie gewährleisteten die axiale Bewegung der Rohre. Diese Bewegung wird in erster Linie durch die thermische Dehnung hervorgerufen, die etwa den zwölffachen Wert von Stahl besitzt.



Bild 9: U-Profilträger aus PP-H wurden speziell für die Aufnahme der Rohre gefertigt, um die axiale Beweglichkeit der Rohre zu gewährleisten

Die in der Werkstatt vorgefertigten Einzelrohre wurden mittels spezieller Steckmuffen miteinander verbunden. Damit die Muffenverbindungen auch bei Zugbelastungen dicht bleiben

und sich auch bei Vibrationen nicht lösen, wurden sie mit Sicherheitsbolzen gegen Axialkräfte gesichert (Bild 9).

Am Ende der Düsenrohre sind Schiebelager eingefügt, die verhindern, dass durch die thermische Dehnung der Rohre Spannungen aufgebaut werden.



Bild 10: Schiebelager am Ende der Düsenlanze zur Aufnahme der thermischen Dehnung

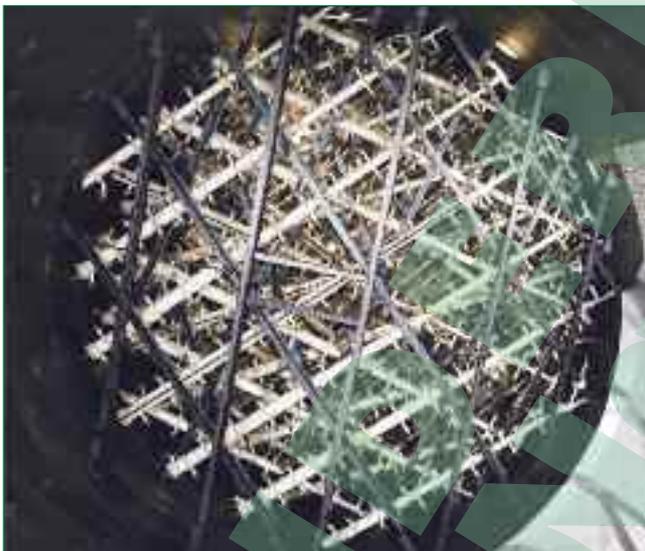


Bild 11: Blick von unten in die Düsenebene



Bild 12: Abgaskamin der gereinigten Abluft; die roten Kanäle besitzen einen Durchmesser von 7 m und leiten das Reingas in den Kamin

Nach einer Montagedauer von etwa zwei Wochen konnte das gesamte Gerüst entfernt werden. Danach wurden die Tropfenabscheider aus SIMONA® PP-DWU Platten oberhalb der Düsenebenen montiert.

Anschließend wurde der Wäscher wieder in Betrieb genommen, so dass nach nur drei Wochen die gereinigten Abgase wieder den Kamin verlassen konnten. ■

Literatur

- [1] Boris Gibbesch: Betriebserfahrungen mit Kunststoffrohrleitungen in Rauchgasreinigungsanlagen; Fachtagung „Korrosionsschutz in Rauchgasreinigungsanlagen“, Essen 1997
- [2] B. Gibbesch, M. Schütz, St. Müller: Einsatz von PP/GFK-Verbundkonstruktionen in suspensionsführenden Rohrleitungen einer Rauchgasreinigungsanlage, VGB Kraftwerkstechnik 6/98, S. 103-111

Karl Schöningen KG

Kunststoff-Rohrsysteme

Wirtschaftlich erneuern in geschlossener Bauweise mit Schöningen-Vortriebsrohren als Abwasserrohre aus Polypropylen-HM* mit:

- neuer stoffschlüssiger Multi-Raster-Schweißverbindung (MRS)
 - keine Abkühl-/Stillstandzeiten
 - keine Schweißwüste entfernen
 - enorm hohe Zug- und Druckkräfte
- zugfester Multi-Rasterverbindung (MRV)
- innen und außen glatte Schöningen-Steckverbindung (MV)

* nach EN 1052-1/A1



• Bestülzung



• Reining



• TIG-Verfahren



• Sub-Press-Verfahren

Wir sprechen nicht von Sanierung, sondern von Erneuerung !!!



Karl-Scharfenberg-Straße 1
 38229 Salzgitter (Engerode)
 Tel.: 05341 / 799-0
 Fax: 05341 / 799-199
 e-mail: info@schoenigen.de
 http:// www.schoeningen.de