

Inhalt

Fuse Tech International

Das Unternehmen	2
Services	3

Keramisches Schweißen

Einführung	4
Verfahrensbeschreibung	5

Hotface-Schweißen

Anwendung	7
Zugangsöffnungen	8
Feuerraumendoskop	9
Reparatur Gewölbe	10
Reparatur Doghousebogen	12
Reparatur Gewölbedurchbrenner	13

Coldface-Schweißen

Anwendung	15
Fugenabdichtung	16

Stabilisierung von Feuerfeststrukturen 18

Entfernen von Ablagerungen aus den Abgaskanälen 19

Entfernen der Ablagerungen aus den Regeneratoren 20

Reparatur des Wannenbodens 21

Shotcasting und Shotcreting 22

Wannenaudit 23

Referenzen 24

Fuse Tech International Das Unternehmen

Im Jahr 1993 wurde die Fuse Tech Incorporated in den Vereinigten Staaten gegründet. Das Unternehmen ist auf das keramische Schweißen in verschiedenen Industriezweigen spezialisiert und führt seither erfolgreich Projekte in Nordamerika durch.

Mit der Gründung der Fuse Tech International im Jahr 2008 war es nun möglich, das keramische Schweißen auch auf dem außeramerikanischen Markt anzubieten, wobei die von der Fuse Tech Inc. gewonnenen Erfahrungen bei der Etablierung auf dem Weltmarkt von großem Vorteil waren.

Die Fähigkeiten, Erfahrungen und die Flexibilität des Fuse Tech International-Personals sind Garant für die erfolgreiche Abwicklung aller Projekte.

Fuse Tech International ist eine Tochter der SORG-Gruppe. Der Hauptsitz ist Lohr am Main, Deutschland



Fuse Tech International Services

Fuse Tech International bietet ein weit gefächertes Spektrum an Services zur Verlängerung der Lebensdauer von Feuerfestinstallationen, ohne dass der Ofen abgetempert werden muss.

Die Haupttätigkeit der Fuse Tech International ist das keramische Schweißen, welches in zwei Formen durchgeführt werden kann. Hotface-Schweißen (siehe Seite 7) wird üblicherweise für die Reparatur von beschädigten Feuerfestmaterialien im Innern von Hochtemperaturumgebungen gewählt. Coldface-Schweißen (siehe Seite 15) wird außerhalb der Wanne durchgeführt, beispielsweise zum effektiven Abdichten von Dehnfugen nach dem Aufheizen.

Weitere Spezialleistungen der Fuse Tech sind das Entfernen von festen Ablagerungen im Brennerhals und an den obersten Lagen der Kammergitterung unter Verwendung von Hochdruckwasserlanzen (siehe Seite 20) und die Installation von Metallhalterungen zur Stabilisierung von losen Teilen des Feuerfestmaterials (siehe Seite 18).

Sicherheit hat bei Fuse Tech International oberste Priorität. Die Beschäftigten werden regelmäßig geschult, die Sicherheitsunterweisungen werden dokumentiert und laufend verbessert.

Die Reparaturverfahren der Fuse Tech International ermöglichen die Verlängerung der Ofenlaufzeit sowie die Verbesserung der Energieeffizienz unter Vermeidung von kostenintensiven Produktionsausfällen.

Fuse Tech - Kontaktaufnahme:

Für alle Länder außer USA, Mexiko, Kanada

Fuse Tech International GmbH.
Stoltestrasse 23
97816 Lohr am Main
Deutschland

Tel. +49 (0) 9352 508 100
Fax. +49 (0) 9352 508 120
Email info@fuse-int.com
Web www.fuse-int.com

Für USA, Mexiko, Kanada

Fuse Tech Inc.
546 Main Street
Cadiz OH 43907
United States

Tel. +1 800 301 3873
Fax. +1 740 942 3565
Email sales@fusetech.com
Web www.fusetech.com

Keramisches Schweißen

Einführung

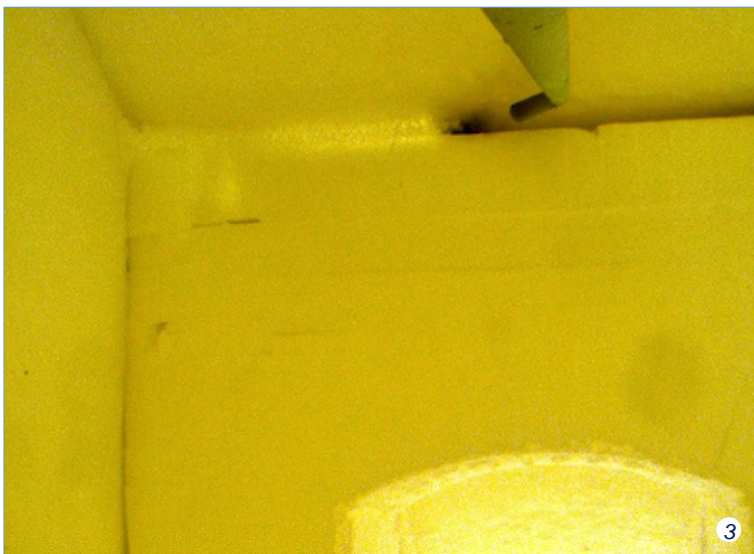
Der Prozess des keramischen Schweißens wurde Ende der 60er Jahre von einem belgischen Glashersteller entwickelt. Diese Technologie hat sich als wirksame Methode für vielfältige Reparaturarbeiten bei laufender Produktion etabliert.

Fuse Tech International bietet zwei Arten keramischen Schweißens an. Hotface-Schweißen wird für die Reparatur von beschädigtem ff-Material innerhalb der Wanne eingesetzt, während Coldface-Schweißen außerhalb des Ofens durchgeführt wird.

Keramisches Schweißen vermeidet kostenintensive konventionelle Ofenreparaturen, wie zum Beispiel den Austausch von beschädigten Feuerfestmaterialien. Das Schweißen kann bei normaler Ofenbetriebs-temperatur durchgeführt werden, und der Hauptvorteil liegt in der Vermeidung oder zumindest deutlichen Reduzierung von Produktionsausfällen. Hersteller von Behälter, Floatglas, Glasfasern, Natriumsilikat und anderer Spezialglasarten profitieren von dieser Technik.

Fuse Tech International besitzt die Kompetenz und die Erfahrung, keramisches Schweißen in allen Sektoren der Glasindustrie sowie in anderen Industriebereichen, z.B. in der Stahl-, Koks-, Aluminium-, Kupfer-, Gießerei- und Zementindustrie, durchzuführen.





Keramisches Schweißen Das Verfahren

Prinzipiell ähnelt das keramische Schweißen dem konventionellen Auftragsschweißen von Metallen. Eine Mischung aus Sauerstoff, metallischen Komponenten und geeigneten Schweißmaterialien wird unter Druck durch eine Schweißlanze auf den betroffenen Bereich aufgetragen.

Die metallischen Komponenten oxidieren während einer hochexothermen Reaktion. Die dabei entstehenden Temperaturen von bis zu 2.000 °C lassen das Feuerfestmaterial mit Schweißpulver verschmelzen und beide Materialien werden miteinander verbunden. Das Verfahren ermöglicht die Verbindung von bestehenden Feuerfestteilen sowie das Verfüllen von Rissen oder Fugen.

Fuse Tech International stehen verschiedene auf AZS-Materialien, Silika und Aluminiumsilikat basierende Schweißmaterialien zur Verfügung. Abhängig von den einzelnen Wannengebieten kann man dadurch das optimale Material auswählen.

Bild 1: Materialpumpe für keramisches Schweißen

Bild 2: Schweißlanze

Bild 3: Keramisches Schweißen an der Seitenwand / Gewölbefuge einer regenerativen Kammer



Hotface-Schweißen Anwendung

Wie der Name schon sagt, findet das Hotface-Schweißen im Ofeninnern bei laufender Betriebstemperatur statt.

Geschädigte Bereiche können miteinander verschweißt, Löcher und Risse verfüllt werden und die mechanische Stabilität von gefährdeten Bereichen kann wieder hergestellt werden.

Hotface-Schweißen kann in allen Feuerfestbereichen oberhalb der Glasbadoberfläche durchgeführt werden. Alle üblicherweise in diesen Bereichen vorhandenen Feuerfestmaterialien können unter Verwendung des Fuse Tech International zur Verfügung stehenden Materials verschweißt werden.

Lanzen verschiedener Ausführungen und Größen stehen zur Verfügung, um auch schwer zugängliche Bereiche, wie z.B. das Gewölbe, die Brennerhülse oder die Brennerbank, zu erreichen. Diese Lanzen werden speziell für den Einsatz konfiguriert und modifiziert.

Eine Überwachung des Arbeitsprozesses wird durch moderne Beobachtungstechnologien, wie z.B. Endoskop, Kameras und Monitoren, gewährleistet.

Bild 1 zeigt einen Schaden am Brennerhals.

Bild 2 zeigt den gleichen Bereich nach erfolgter Reparatur durch Hotface-Schweißen.



Zugangsöffnungen

Die für das Hotface-Schweißen benötigten Öffnungen müssen in der Regel erst geschaffen werden. Fuse Tech International verwendet dafür wassergekühlte Diamantkettensägen. Das Ergebnis sind saubere Zugangsöffnungen an den betroffenen Stellen in den Feuerfestwänden oder im Gewölbe.

Nach Beendigung der Arbeiten werden die Öffnungen entweder verschlossen oder zu einem zusätzlichen Schauloch modifiziert. Entstandene Fugen an den Öffnungen werden durch Coldface-Schweißen versiegelt.



Bild 1: Wassergekühlte Steinsäge mit Hydraulik-aggregat

Bild 2: Kettensäge beim Schneiden eines Loches für Hotface-Schweißen



Feuerraum-Endoskop

Aufnahmen mit dem Feuerraum-Endoskop vor dem Schweißen dienen der genauen Schadensbestimmung und bilden die Grundlage für die durchzuführenden Reparaturmaßnahmen, diese in Abstimmung mit dem Kunden.

Endoskope und Monitore werden fallweise auch während Reparaturen an schlecht einsehbaren Stellen eingesetzt. Die Lanzenführung erfolgt dann ausschließlich über Monitore.

Nach abgeschlossener Reparatur kann man mittels des Feuerraum-Endoskops die Qualität der Reparatur überprüfen und dokumentieren.

Regelmäßig durchgeführte Aufnahmen (Bilder, Videos) liefern dem Kunden einen Überblick über die Korrosion seiner Anlage während der gesamten Laufzeit.

Bild 1: Feuerraum-Endoskop mit Service-Einheit

Bild 2: Endoskop im Einsatz zur Inspektion des Wannenoberbaus von innen



Hotface-Schweißen Gewölbe

Bild 1 zeigt einen beträchtlichen Schaden im Gewölbe.

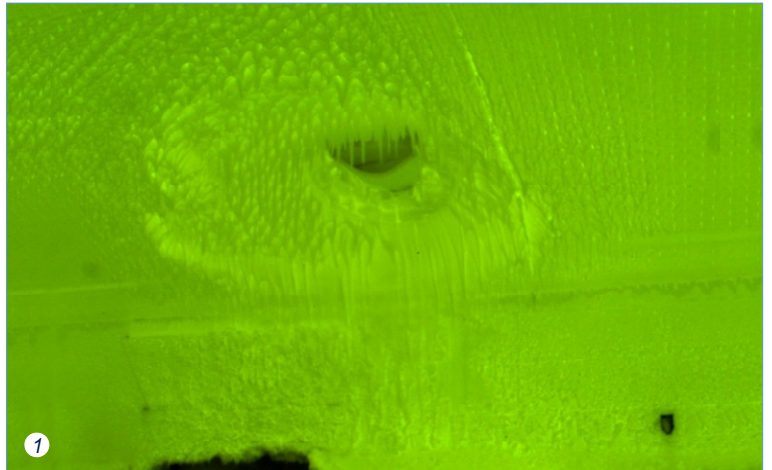


Bild 2: Im ersten Schritt werden Hängesteine von außen in die Löcher eingebracht und abgesichert.

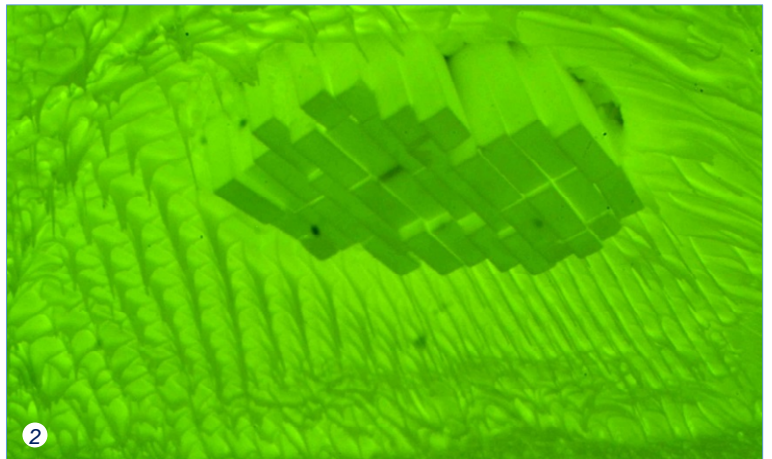


Bild 3: Es sind aber immer noch Öffnungen rund um die Hängesteine vorhanden.





Bild 4: Hotface-Schweißen wird zum Verschließen aller Öffnungen rund um die Hängesteine angewandt. Alle Materialien gehen eine keramische Verbindung miteinander ein.



Bild 5: Ergebnis des Hotface-Schweißens von außen (Vergleiche mit Bild 3 - Aufnahme vor dem Schweißen).

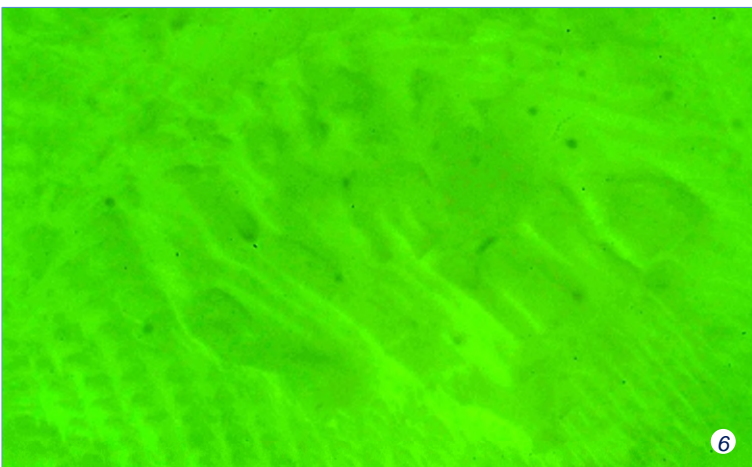


Bild 6: Reparierte Stelle im Gewölbe. Das ursprüngliche Loch ist komplett verschlossen. Die Kombination aus traditioneller Reparatur mit dem Einbau von Feuerfestblöcken und die zusätzliche Versiegelung und Verbindung mittels Hotface-Schweißen garantiert eine lange Lebensdauer.

Hotface-Schweißen Doghousebogen

Bild 1: Erheblicher Schaden auf der linken Seite des Doghousebogens.



Bild 2: Feuerfestdübel werden in den beschädigten Bereich durch Löcher eingeführt, die von außen eingebohrt wurden. Diese Dübel verbessern die Haftung des aufzubringenden Schweißmaterials.



Bild 3: Ergebnis des Hotface-Schweißens. Das fehlende Material wurde ersetzt. Das neue Material hat sich mit dem restlichen Feuerfestmaterial verbunden.



Hotface-Schweißen Gewölbedurchbrenner

Durchbrenner im Wannengewölbe treten besonders häufig an Thermoelementsteinen auf. Bei einer konventionellen Reparatur werden die Löcher mit Stampfmasse von außen verschlossen. Es ist jedoch bekannt, dass solche Reparaturen nur von kurzer Lebensdauer sind und weitere Abdichtungsarbeiten in naher Zukunft erforderlich sein werden.

Fuse Tech International bietet eine Methode zur dauerhaften Lösung dieses Problems. Der betroffene Bereich wird mit genau die Größe eines neuen Thermoelementsteins oder der entsprechenden Anzahl der Gewölbesteine mit wassergekühlten Diamantkettensägen herausgeschnitten. Sobald die neuen Steine positioniert sind, werden die Fugen um die neuen Steine auf der Innenseite des Gewölbes mit Hotface-Schweißen komplett verschlossen. Die Öffnungen auf der Außenseite des Gewölbes werden durch gegossenes Silika-Material verfüllt.

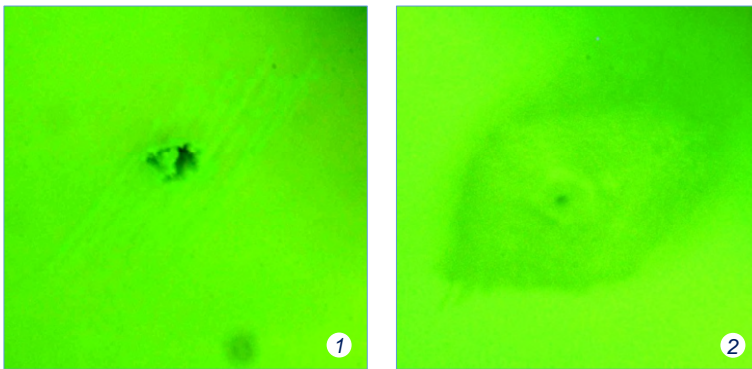
Durch die Gasdichtheit auf der Innenseite wird die Alkali-Kondensation und damit ein erneuter Lochfraß weitestgehend unterbunden.

Bild 1: Schaden um einen Thermoelementstein.

Bild 2: Hotface-Schweißen hat die Öffnungen um den Stein eliminiert.

Bild 3: Gleiche Stelle vor Reparaturbeginn.

Bild 4: Die komplette Problembehebung durch die Reparatur ist noch besser von außen zu sehen.







Coldface-Schweißen Anwendung

Coldface-Schweißen wird außerhalb des Ofens durchgeführt. Generell wird diese Methode gewählt, um Dehnfugen nach Beendigung des Auftemperns der Wanne gasdicht zu versiegeln. Keramisches Schweißen bietet eine optimale Lösung für das Fugenabdichten, da es eine zuverlässige und lang anhaltende Versiegelung ermöglicht.

Zuverlässige gasdichte Versiegelungen sind ein wesentlicher Aspekt bei den Bemühungen, die NO_x -Emissionen von Wannenanlagen zu reduzieren, da dadurch der unkontrollierte Eintritt von Falschluff in den Verbrennungsprozess begrenzt wird. Die Fugen zwischen den Widerlagern und der Seitenwand oder zwischen den Nasensteinen und Palisaden sind typische Bereiche, in denen Coldface-Schweißen als Abdichtungsmaßnahme zum Einsatz kommt.

Eine Auswahl an verschiedenen Lanzengrößen und -kombinationen ermöglicht das Erreichen aller Dehnungsfugen, auch an schwer zugänglichen Stellen, wie hinter den Stehankern oder zwischen den Brennerhälsen.

Bilder 1 – 3: *Verschiedene Einsätze des Coldface-Schweißens.*



Coldface-Schweißen Fugenabdichtung zwischen Gewölbe und Seitenwand

Bild 1: Oberbau nach Abdichtung der Fuge zwischen Gewölbe und Seitenwand durch Coldface-Schweißen. Diese Arbeiten fanden im Februar 2011 statt.



Bild 2: Gleicher Bereich im Juli 2011. Ein Beweis für die erfolgreichen Abdichtungsarbeiten.





Bild 3: Im Mai 2016 ist die Fuge immer noch gasdicht.



Bild 4: Gleicher Bereich im November 2016. Nach 5 Jahren Betrieb befindet sich die Fuge immer noch in ausgezeichnetem Zustand.

Stabilisierung von Feuerfeststrukturen

Feuerfeststrukturen können durch Materialrisse oder Verschleiß instabil werden. Zur Verbesserung der Stabilität verwendet Fuse Tech International eine Kombination aus Technologien für den Einbau von Metallhaken.

Mit einer Sauerstoffflanze wird von außen eine Öffnung in das zu stabilisierende Feuerfestmaterial eingebracht und ein hitzebeständiger Stahlhaken eingebaut. Anschließend wird die Öffnung durch keramisches Schweißen wieder verschlossen, und der Metallhaken kann dann an der Stahlverankerung fixiert werden.

Die verschiedenen Schritte des Einbaus der Stabilisierungshaken werden in den Bildern 1 – 4 gezeigt.

Eine Sauerstoffflanze brennt eine Öffnung (Bild 1) in den Bereich, in welchem der hitzebeständige Haken installiert wird (Bild 2).

Das keramische Schweißen fixiert den eingebauten Haken am Feuerfestblock und verschließt die Öffnung (Bild 3).

Bild 4 zeigt das Ergebnis des Verfahrens.

Man kann diese Technologie auch zum Verankern von gerissenen Nasensteinvorderseiten verwenden. Dadurch wird eine Verschiebung des gebrochenen Teils des Steins verhindert. Die Fuge über den Palisaden bleibt geschlossen und zukünftige Plattierungen der Palisaden sind weiterhin möglich (Bild 5).



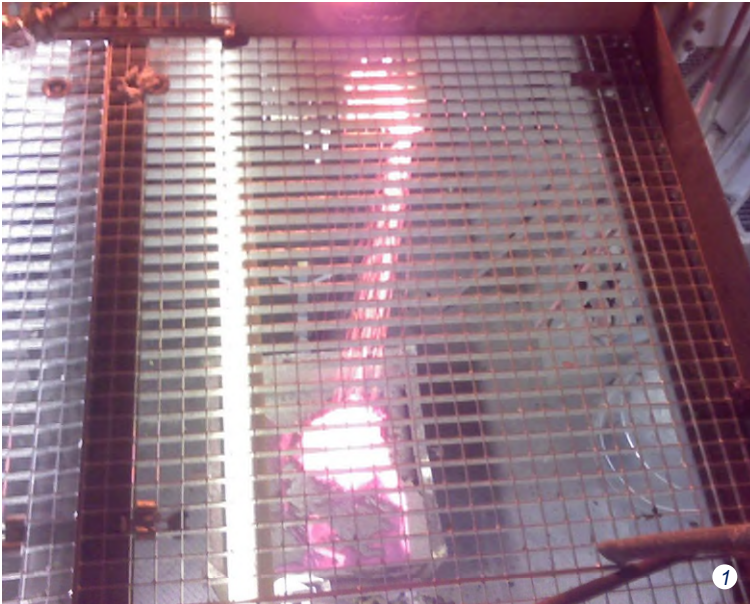
Entfernung von Ablagerungen aus den Abgaskanälen

Ablagerungen in den Abgasschächten können die thermische Effizienz von Beheizungssystemen mit Wärmerückgewinnung reduzieren.

Mit einer Sauerstoffbrennlanze wird Stahl unter Sauerstoffzufuhr auf bis zu 2.500 °C erhitzt und geschmolzen. Fuse Tech International verwendet Sauerstoffbrennlanzen zum Schmelzen von erhärteter Schlacke in den Abgaskanälen, damit diese anschließend abfließen können.

Um dieses Ergebnis effektiv und ökonomisch zu erzielen, müssen die Brennlansen optimale Brenneigenschaften aufweisen. Die Fuse Tech-Lanzen zeichnen sich durch konzentrierte Flammenbündel für geregelte Energieabgabe und hohe Flammenstabilität aus, wodurch eine präzise Positionierung ermöglicht wird.

Beide Bilder zeigen Beispiele des Einsatzes von Sauerstoffbrennlanzen beim Schmelzen von Ablagerungen in Abgaskanälen.



Entfernen von Ablagerungen aus Regeneratoren

Energieverbrauch und Emissionen hängen stark vom effektiven Regeneratorbetrieb ab. Ablagerungen auf den obersten Lagen der Kammergitterung können eine Verschlechterung der Verbrennungsluft- oder Abgasverteilung zur Folge haben. Dies wiederum kann die Flammenentwicklung beeinflussen und die CO- oder NO_x-Werte sowie den Energieverbrauch erhöhen.

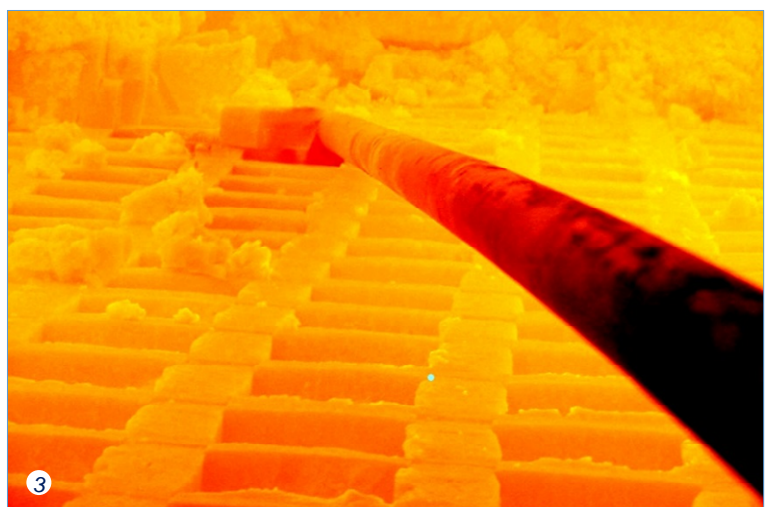
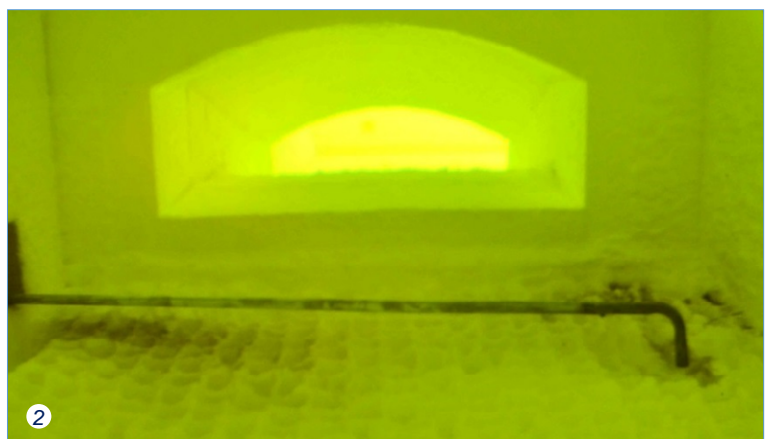
Diese Ablagerungen sollten entfernt werden, sobald diese negative Auswirkungen auf das Verbrennungssystem haben.

Für die Entfernung der Ablagerungen verwendet Fuse Tech International eine spezielle Wasserstrahlausrüstung. Damit werden die Ablagerungen so zerkleinert, dass diese durch die Schächte der Kammergitterung fallen können. Am Kammerboden können diese dann eingesammelt und entfernt werden.

Dieser Prozess verbessert die Effizienz des Verbrennungsluftsystems ohne Beeinflussung des normalen Betriebs.

Bild 1: Wasserstrahllanze beim Entfernen von Ablagerungen im Brennerhals.

Bilder 2 und 3: Gleicher Prozess beim Reinigen der oberen Kammergitterung.



Feuerfestgranulaten zur Reparatur des Wannenbodens

Problemzonen, an denen die Reststärke des Wannenbodens niedrig ist, befinden sich meistens in der Nähe des Boosting- und Bubbling-Systems. Das frühzeitige Auffinden solcher potenzieller Gefahrzonen gestaltet sich immer noch schwierig. Falls jedoch ein derartiges Problem vermutet wird, kann man durch Testbohrungen im Wannenboden die Reststärke des Feuerfestmaterials bestimmen.

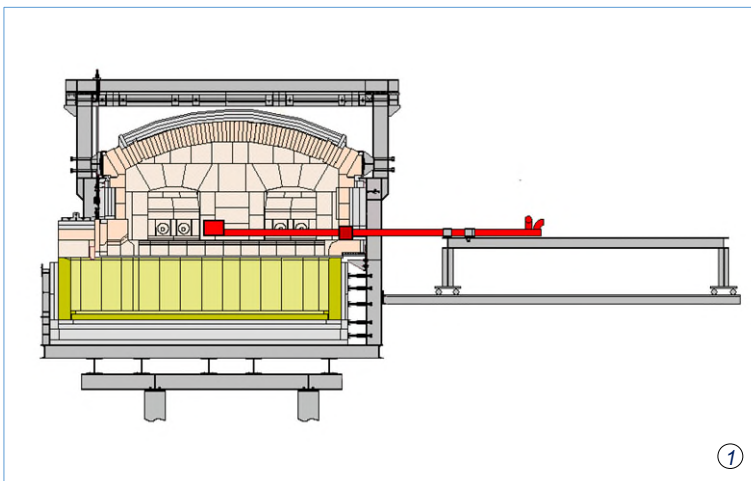
Zum Einbringen von Feuerfestgranulaten in den Wanneninnenraum und deren Platzierung über den Schwachstellen im Boden wird eine spezielle wassergekühlte Vorrichtung eingesetzt. Da die Wanne hierfür nicht abgelassen werden muss, werden Produktionsausfälle vermieden.

Abhängig von der Wanne und der Glasart handelt es sich bei den Granulaten um schmelzgegossenes oder chromhaltiges Material. Fuse Tech International hat die Erfahrung, die Bedarfsmenge und spezifische Verteilung der Granulate in den Schadstellen einzuschätzen.

Diese Reparaturmethode stellt eine weitere attraktive Möglichkeit dar, die Wannenaufzeit zu relativ geringen Kosten zu verlängern.

Bild 1: Wassergekühlte Vorrichtung für diesen Prozess.

Bild 2: Feuerfestgranulate



Shotcasting und Shotcreting für Oberbaureparaturen

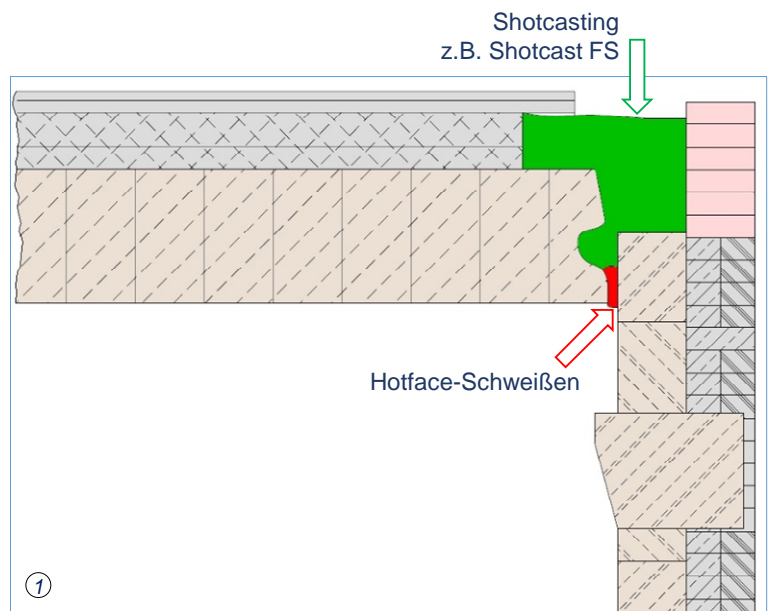
Kleinflächige Schadstellen am Wannengewölbe werden normalerweise durch Hotface-Schweißen von innen und durch Shotcasting (Stampfen) von außen repariert. Es ist jedoch schwer oder fast unmöglich, großflächige Gewölbebeschädigungen auf diese Art zu reparieren.

Der Shotcreting-Prozess findet Anwendung bei der Reparatur von großflächigen Gewölbeschadstellen oder beim Gewölbeaustausch, bei dem ein komplett neues Gewölbe auf das Originalgewölbe gesetzt wird. Dieses neue Gewölbe besteht aus verschiedenen dünnen Schichten von Material, welches mit einer Pumpe in Position gespritzt wird. Nach Beendigung hat das neue Gewölbe eine Stärke von 150 – 200 mm, ist selbsttragend und unabhängig von der Originalstruktur.

Das dafür verwendete Material ist fast reines Silika und verursacht daher keine Glasfehler, sollte es ins Glasbad gelangen. Außerdem verfügt es über eine sehr gute Isolierfähigkeit, welche dazu dient, die Hotface-Temperatur zu erhöhen und den Angriff durch Alkalikondensate zu verringern.

Bild 1: Prinzip des keramischen Hotface-Schweißens (von innen) und Shotcastings (von außen), womit eine langlebige Reparatur erreicht wird.

Bild 2: Hotface-Schweißen während einer solchen Reparatur.



Das Fuse Tech International Wannenaudit

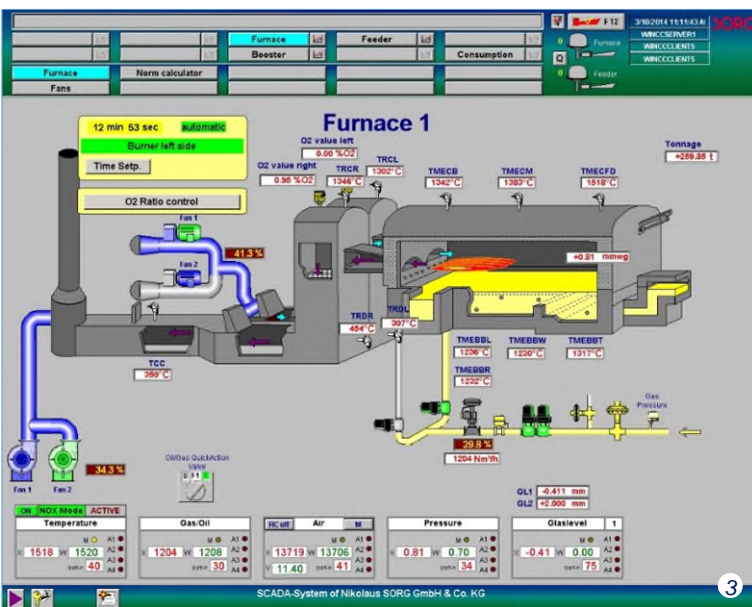
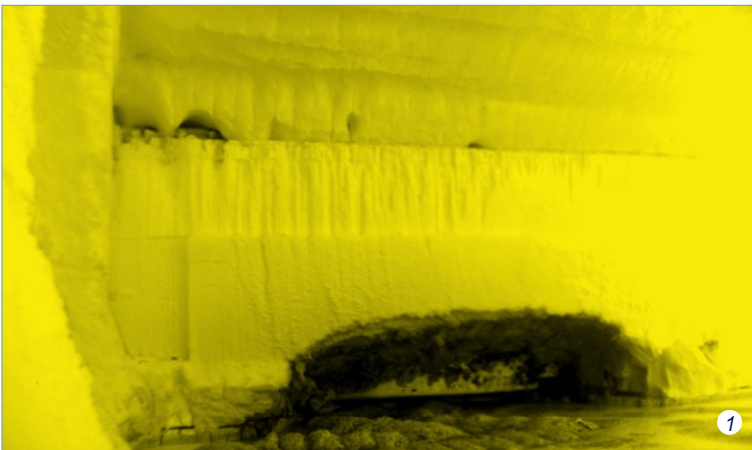
Mit dem Fuse Tech International Wannenaudit erhält der Kunde einen Zustandsbericht über die Wanne und die dazugehörigen Teile, wie z.B. Regeneratoren. Hier werden die durchzuführenden Wartungs- und Reparaturarbeiten zur Wannenoptimierung aufgezeigt. Die aus verschiedenen Quellen gesammelten Informationen bilden die Grundlage für das Audit. Allerdings ist in den meisten Fällen die korrekte Interpretation genau dieser Informationen der ausschlaggebende Faktor, dem Kunden bzw. Glashersteller den aktuellen Wannenzustand sowie die optimalen Reparaturvorschläge aufzuzeigen.

Als Mitglied der Sorg-Gruppe hat Fuse Tech International Zugang zu langjährigen und umfangreichen Erfahrungen und Kenntnissen betreffend Wanneningenieur, Materialtechnologie sowie Wannenföhrung.

Das Fuse Tech International Wannenaudit liefert dem Kunden einen Ist-Zustand der Wannenanlage einschließlich aller nötigen Reparaturempfehlungen.

Ein umfassendes Fuse Tech International Wannenaudit kann u.a. folgendes beinhalten:

- Aufnahmen über Feuerfestschadstellen im Ofeninnenraum (**Bild 1**).
- Informationen über äußerliche Wannenschäden (**Bild 2**).
- Hinweise bezüglich Wannenföhrungsproblemen, wie aus dem SCADA-Systembild ersichtlich (**Bild 3**).



Referenzen

Seit der Gründung 2007 bietet Fuse Tech International keramische Schweißtechnologie und andere spezielle Serviceleistungen an Kunden weltweit an.

Die aktuelle Kundenliste ist zu lang um hier aufgeführt zu werden. Aber die untenstehenden Details können einen Eindruck über die Bandbreite unserer Kundenbasis vermitteln.

Fuse Tech International Kunden sind beheimatet in:

- 16 europäischen Ländern
- 15 Ländern in Afrika und Asien

Besonders zu erwähnen sind die folgenden namhaften Firmen der Glasindustrie:

EUROPA

- Encirc / Vidrala
- Noelle + von Campe
- Owens-Illinois (O-I)
- Saint Gobain
- Wiegand Glas

AFRIKA

- Consol Glass
- SEVAM
- Middle East Glass
- Nampak
- Vidrul

ASIEN

- Al Tajir Glass
- BGC / BGF
- Fulltech
- O-I BJC
- TGI / TMG

