



**GRAPHITE
MATERIALS**

**Heizkammerauskleidungen
aus CFC, Graphit und Isolation**

VORWORT



Die Heizkammer bildet das Herzstück jeder Hochtemperaturanlage. Sie vereint elektrische Energiezufuhr, thermische Effizienz und mechanische Stabilität und bestimmt damit maßgeblich die Leistungsfähigkeit, Prozessstabilität und Wirtschaftlichkeit des gesamten Systems.

Dieses Whitepaper zeigt, wie die Kombination aus Eigenfertigung und Simulation die Auslegung, Qualität und Effizienz moderner Heizkammern signifikant verbessert.

Graphite Materials wird im Folgenden gelegentlich als „GM“ abgekürzt.

Ausgangssituation | Herausforderung

In Hochtemperaturanlagen entscheidet die konstruktive Gestaltung der Heizkammer über Temperaturhomogenität, Energieverbrauch und Lebensdauer. Traditionell werden viele Komponenten zugekauft, was die Anpassungsfähigkeit und Optimierungsmöglichkeiten einschränkt. Steigende Anforderungen an Präzision, Reproduzierbarkeit und Energieeffizienz erfordern jedoch zunehmend flexible, simulationsgestützte Lösungen.

Lösungsansatz | Eigenfertigung und integrierte Optimierung

Die Eigenfertigung der Heizkammerauskleidung ermöglicht eine präzise Anpassung aller thermisch und mechanisch relevanten Komponenten an die spezifischen Prozessanforderungen. Dazu zählen insbesondere Isolationsschichten, Heizleiterführungen, Befestigungselemente als auch ergänzende Bauteile, wie Lüfter und Gasverteilerplatten zur gezielten Temperaturhomogenisierung. Durch diese maßgeschneiderte Auslegung wird eine optimale Abstimmung sämtlicher Komponenten erreicht, was Effizienz, Prozessstabilität und Lebensdauer der Ofensysteme deutlich erhöht.

Heizung | das aktive Zentrum

Ein zentraler Aspekt ist die Optimierung der Heizung. Durch gezielte Auslegung, Anordnung und Führung der Heizleiter kann eine nahezu homogene Temperaturverteilung im gesamten Ofenraum erzielt werden. Das Ergebnis ist eine gleichmäßige und effiziente Heizleistung, die zu stabilen Prozessen und einer verbesserten Energieausnutzung führt.

Thermische Isolierung | Reduktion von Wärmeverlusten

Ebenso trägt die Reduzierung von Wärmebrücken maßgeblich zur Effizienzsteigerung bei. Die Kombination von Molybdänstiften mit GM-Gewindeeinsätzen minimiert Wärmeverluste an Befestigungspunkten der thermischen Isolierung und reduziert die Anzahl der thermischen Übergänge auf ein notwendiges Minimum. Dadurch werden unerwünschte Wärmebrücken vermieden und der Gesamtwirkungsgrad des Systems verbessert.

Optimierung der Strömungsführung | Wärmeübertragung erhöhen

Ein weiterer Entwicklungsschwerpunkt liegt in der Optimierung der Strömungsführung innerhalb der Heizkammer. Hier kommen CFC-Lammelengitter als Gasverteilerplatten und präzise ausgelegte Lüfter zum Einsatz, die eine gezielte Umwälzung der Prozessgase gewährleisten.

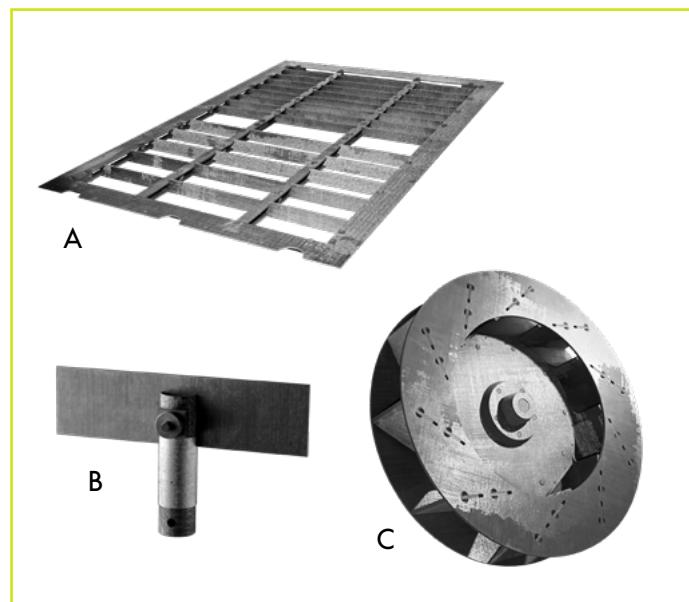


Abb. 1: A Gasverteilerplatte, B Lüfterpaddel und C Lüfterrad zur Strömungsführung

Simulationsgestützte Entwicklung

Der Einsatz von Finite-Elemente-Analysen (FEM), Strömungssimulationen (CFD) und thermischen Modellen erlaubt eine genaue Bewertung der thermomechanischen Belastungen und eine optimierte Anordnung der Bauteile innerhalb der Heizkammer. Auf diese Weise kann die Auslegung sowohl hinsichtlich Energieeffizienz als auch Lebensdauer verbessert werden. In einem Beispiel soll die Simulation von Lüftern veranschaulicht werden. Abbildung 2 zeigt den Vergleich zweier Lüfterarten - Lüfterring und Lüfterpaddel. Während bei einem Lüfterpaddel eine hohe Drehzahl erforderlich ist um eine hohe Gasverteilung zu erreichen kann durch ein Lüfterring mit angestellten, strömungs-optimierten Lamellen und einer abgestimmten Regelung im deutlich niedriger liegenden Drehzahlbereich eine gleichmäßige Gasströmungsverteilung erreicht werden. Die Temperaturgradienten werden in beiden Fällen minimiert und die Wärmeübertragungseffizienz verbessert.

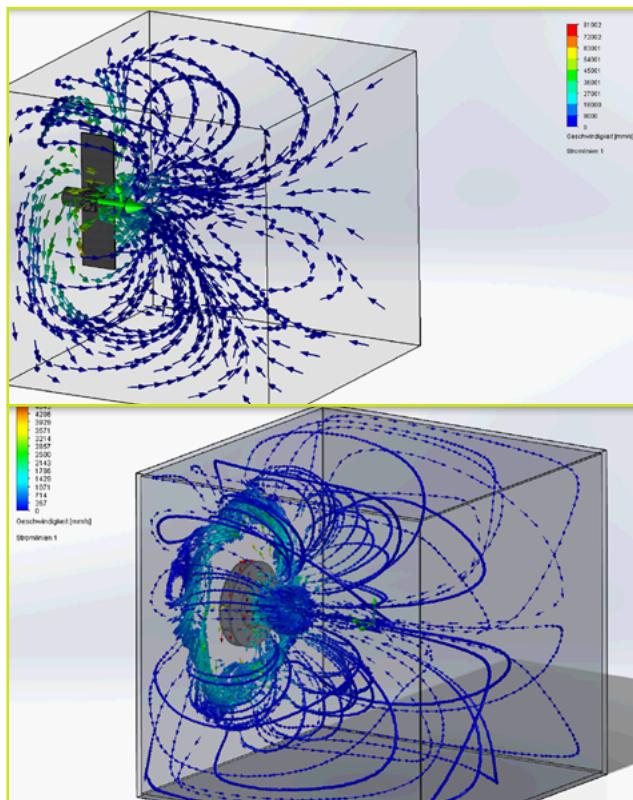


Abb. 2: Gasströmungsverteilung, oben Lüfterpaddel, unten Lüfterring

In nachfolgender Abbildung 3 veranschaulicht ein Simulationsbeispiel, wie Wärmeverluste durch die Optimierung der Befestigungselemente von Ofenisolierungen reduziert werden können. Links abgebildet ist ein Molybdänbolzen simuliert, der aus dem Heizraum bei 1400°C kommend nach außen ragt und die Befestigung mittels eines Splints am Blechmantel der Kammer ermöglicht. Rechts sieht man einen GM-Gewindeguss, der in die Hartfilzplatte eingeschraubt und mit einem Hartfilzstopfen abgeschirmt ist. Der GM-Insert hat ein Innen-gewinde und fungiert als innenliegende Mutter, die genutzt werden kann um Hartfilzplatten von außen durch ein Molybdän-Gewindegussbolzen am Blechmantel zu befestigen. Der Vergleich beider Simulationen verdeutlicht, dass durch den Einsatz von GM-Gewindeguss und den damit nach außen verlagerten und verkürzten Molybdänbolzen, der Wärmeübergang nach außen reduziert werden kann. Vor allem bei verhältnismäßig großen Anlagen mit vielen Verbindungs-punkten kann der Einsatz von Inserts eine große Wirkung auf die Energieeffizienz darstellen.

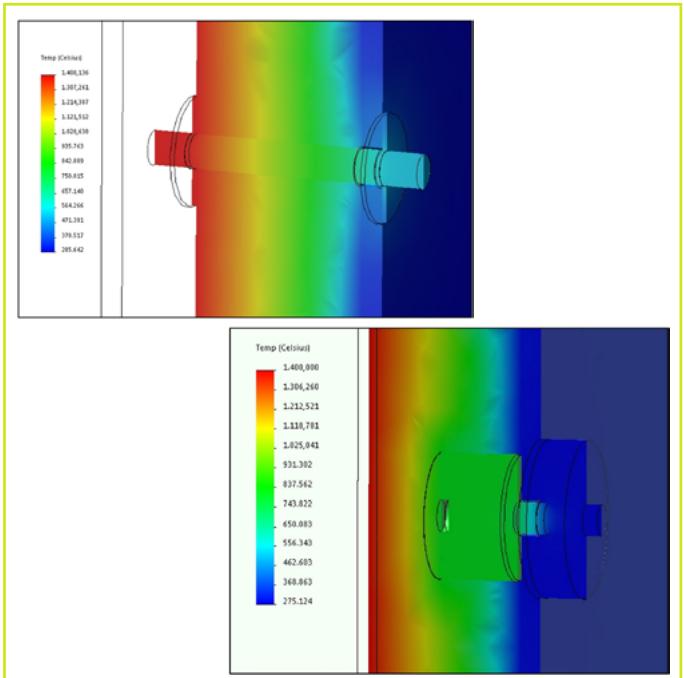


Abb. 3: Die Simulation zeigt GM-Gewindeguss in Hartfilzplatten einer Ofenisolierung zur Reduktion von Wärmeverlusten

Wirtschaftlichkeit | ROI

Die Investition in individuell gefertigte Heizkammerauskleidungen bietet nicht nur einen unmittelbaren Effizienzgewinn, sondern auch langfristige Vorteile für den gesamten Betrieb des Ofensystems. Durch die gezielte Auslegung und Fertigung lassen sich Wärmeverluste deutlich reduzieren und die Heizleistung optimal an den jeweiligen Prozess anpassen. Dies führt zu einer spürbaren Senkung des Energieverbrauchs und

damit zu nachhaltig niedrigeren Betriebskosten. Darüber hinaus wird die Lebensdauer der eingesetzten Komponenten erheblich verlängert. Die optimierte Auskleidung sorgt für eine homogene Temperaturverteilung im gesamten Arbeitsraum, wodurch thermische Spannungen reduziert und Materialbelastungen minimiert werden. Gleichzeitig gewährleistet die präzise Konstruktion eine gleichmäßige Heizleistung sowie eine zuverlässige Abdichtung von Türen und Klappen.

FAZIT

Die Heizkammer als zentrales Element moderner Hochtemperaturanlagen bietet erhebliche Optimierungspotenziale, wenn Konstruktion, Simulation und Fertigung als integrierter Entwicklungsprozess verstanden werden. Das Ergebnis ist eine signifikante Senkung der Betriebskosten bei gleichzeitig verlängerter Standzeit der Komponenten. Zudem erhöhen die optimierten Auskleidungen die Prozessstabilität und sorgen für eine zuverlässige, reproduzierbare Heizleistung. Die vorgestellten Technologien und Konstruktionsansätze verdeutlichen damit das große Potenzial individueller Lösungen für die Weiterentwicklung von Ofensystemen – sowohl im Hinblick auf Energieeffizienz als auch auf langfristige Anlagenverfügbarkeit.



Stand 10.2025

Copyright 2025

Graphite Materials GmbH
Rothenburger Strasse 76 | 90522 Oberasbach | Germany

+49 911 9990103-0
info@graphite-materials.com
graphite-materials.com

Alle Rechte und technische Änderungen vorbehalten.



**GRAPHITE
MATERIALS**

Kontakt



Graphite Materials GmbH
Rothenburger Straße 76
90522 Oberasbach



Tel +49 911 999 01 03-0
info@graphite-materials.com
www.graphite-materials.com



Graphite Materials GmbH
 graphite_materials
 Graphite Materials GmbH