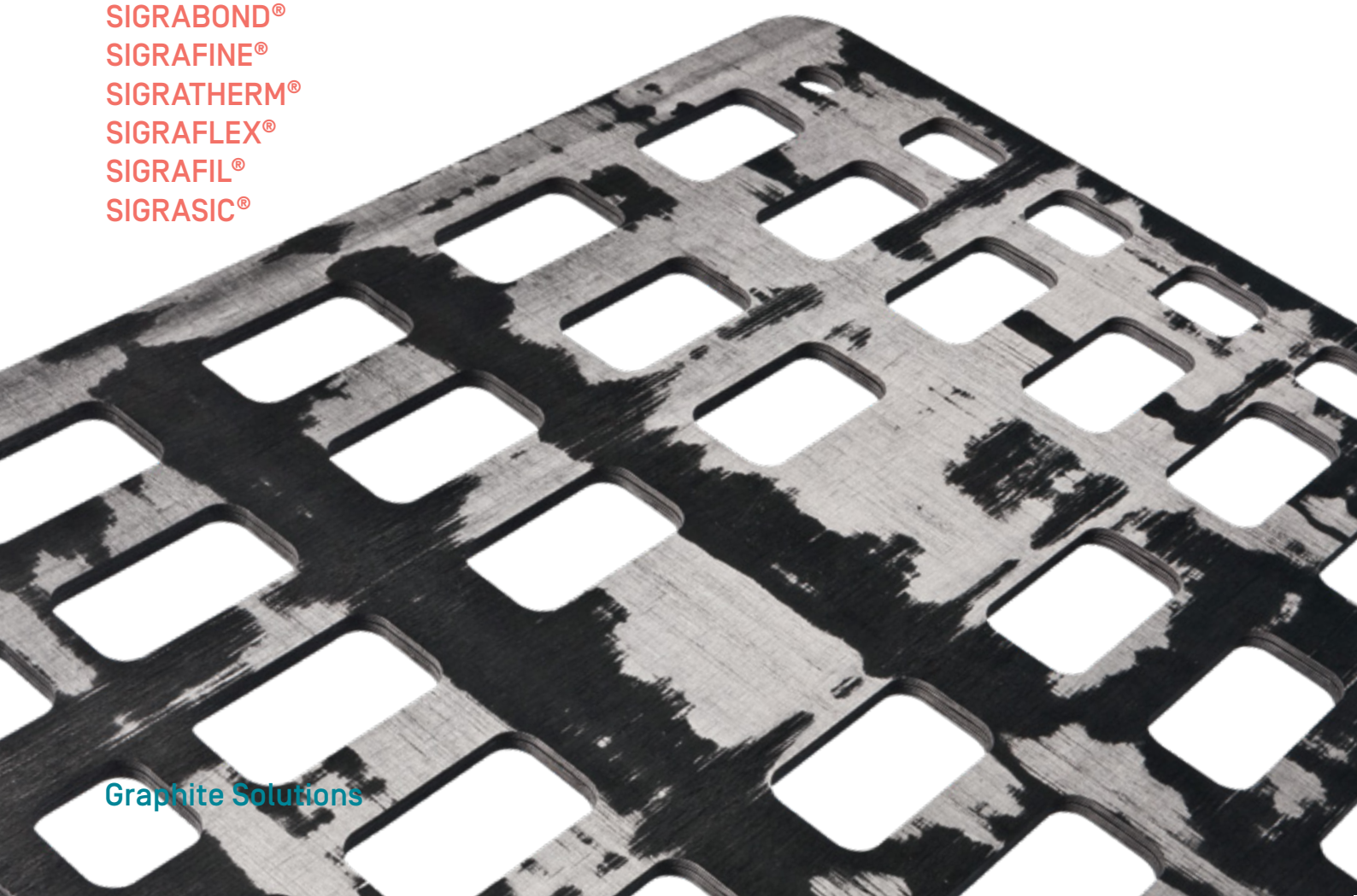
sgl carbon

Die Leistungs-steigerer

Unsere Spezialgraphite für Hochtemperaturöfen

SIGRABOND®
SIGRAFINE®
SIGRATHERM®
SIGRAFLEX®
SIGRAFIL®
SIGRASIC®



Graphite Solutions

300

SIGRATHERM® GFA
Wir können Hitze

Erhöhte Anforderungen an die Eigenschaften von Produkten verändern deren Herstellungsverfahren. In zahlreichen Industriebranchen werden dabei Temperaturen von bis zu 3000 °C benötigt – eine Herausforderung für die Komponenten der eingesetzten Industrieöfen.

Wir haben Graphitweichfilze für die Isolierung entwickelt, die diesen Temperaturen zuverlässig standhalten. Als führender Hersteller von Graphit haben wir die Anlagen und das Know-how für derartige Hochtemperatur-Prozesse. So liefern wir hochqualitative Materialien und Komponenten für höchste Temperaturen und eine erhöhte Leistungsfähigkeit und Qualität der hergestellten Produkte – echte Leistungssteigerer eben.

0°C

Unsere Spezialgraphite für Hochtemperaturöfen

Wir liefern hochwertige Werkstoffe und Komponenten für sämtliche Bereiche der Hochtemperaturtechnik: Heizelemente, Isolationen, Hitzeschilde, Suszeptoren, Muffeln sowie Chargiersysteme und Sinterplatten.

Ihre Vorteile
Gesteigerte Leistungsfähigkeit: Dank herausragender Materialeigenschaften tragen unsere Produkte signifikant zur Optimierung der Ofen-Prozesse für verkürzte Zykluszeiten, reduzierten Energieverbrauch und verzugsfreie Werkstücke bei.

Geprüfte Qualität: Unsere Produkte erfüllen hohe Qualitätsstandards nach ISO 9001 und sie erfüllen damit die Vorgaben von Erstausrüstern (OEM) und Betreibern von Hochtemperaturöfen.

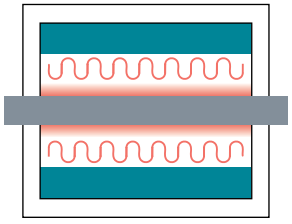
Umfassende Leistungen: Wir begleiten Sie in der Lösungsfindung für Ihre Herausforderung, unter anderem mittels moderner FEM-Simulationsmethoden. Unsere lange Produktionserfahrung mit komplizierten und anspruchsvollen Endbauteilen ermöglichen stabile und leistungsfähige Prozesse in Ihren Anlagen.

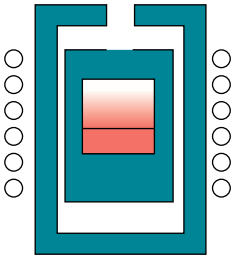
Nehmen Sie unsere anwendungstechnische Kompetenz in Anspruch. Wir beraten Sie gerne bei der Optimierung Ihrer Prozesse und entwickeln mit Ihnen spezifische Lösungen für Ihre Anforderungen.

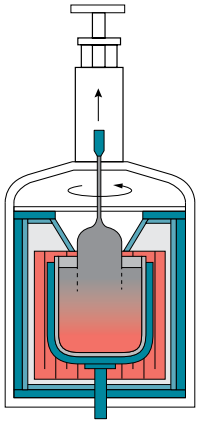
Typische Anwendungen

Produkte der SGL Carbon

Eingesetzte Materialien der SGL Carbon







Öfen mit kontinuierlichem Betrieb

- Carbonfaserherstellung
- Pulverreduktion für die Herstellung von pulvermetallurgischen Bauteilen
- Sinteröfen
- Hartlotöfen
- Wärmebehandlung mit Ölbadabschreckung

- Heizer
- Muffeln
- Auskleidungen
- Isolierungen inklusive Befestigungen (Zylinder und Platten)

- SIGRABOND® carbonfaserverstärkte Kohlenstoffe
- SIGRATHERM® Hart- und Weichfilze
- SIGRAFLEX® expandierte, flexible Graphitfolien
- SIGRAFINE® isostatisch gepresster und extrudierter Graphit

Öfen mit Batchbetrieb

- Wärmebehandlung (Härten, Gas-Aufkohlen, Glühen)
- Löten
- Hochdrucksinteröfen
- CVD-/PVD-Öfen
- Feingussöfen
- Heißisostatische Pressen

- Chargiergestelle
- Sinterplatten
- Heizer
- Muffeln
- Auskleidungen
- Isolierungen inklusive Befestigungen (Zylinder und Platten)
- Hitzeschilde

- SIGRABOND® carbonfaserverstärkte Kohlenstoffe
- SIGRASIC® carbonfaserverstärktes Siliziumkarbid
- SIGRATHERM® Hart- und Weichfilze
- SIGRAFLEX® expandierte, flexible Graphitfolien
- SIGRAFINE® isostatisch gepresster und extrudierter Graphit

Halbleiteröfen

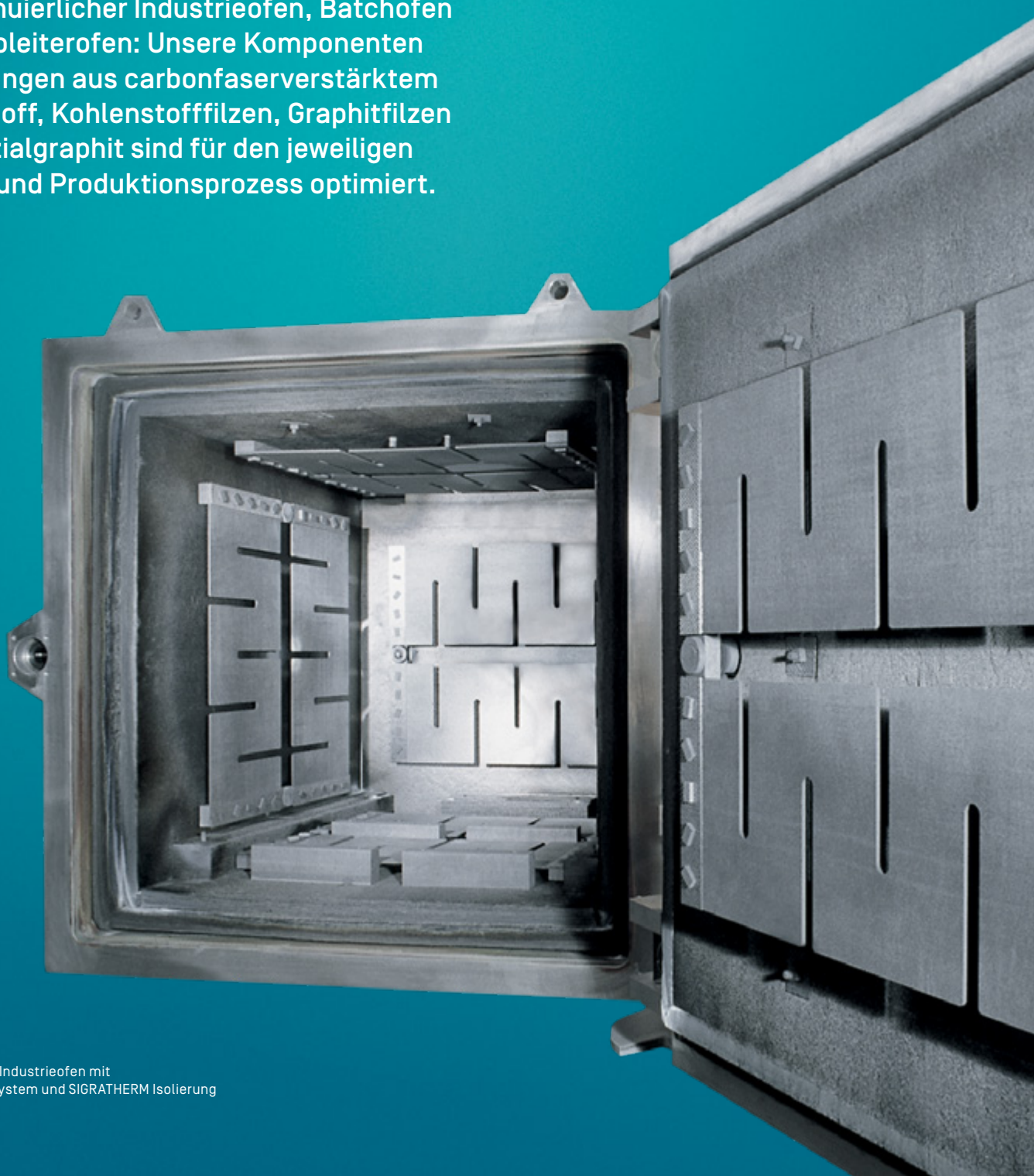
- SiC-Kristallzuchtöfen
- CZ-Öfen für Silizium und Saphir
- Öfen zur Herstellung optischer Glasfasern

- Hitzeschilde
- Heizer
- Isolierungen inklusive Befestigungen (Zylinder und Platten)
- Tiegel

- SIGRABOND® carbonfaserverstärkte Kohlenstoffe
- SIGRASIC® carbonfaserverstärktes Siliziumkarbid
- SIGRATHERM® Hart- und Weichfilze
- SIGRAFLEX® expandierte, flexible Graphitfolien
- SIGRAFINE® isostatisch gepresster und extrudierter Graphit

Produkte und Leistungen für kontinuierliche Öfen, Batch- und Halbleiteröfen

Ob kontinuierlicher Industrieofen, Batchofen oder Halbleiterofen: Unsere Komponenten und Lösungen aus carbonfaserverstärktem Kohlenstoff, Kohlenstofffilzen, Graphitfilzen und Spezialgraphit sind für den jeweiligen Ofentyp und Produktionsprozess optimiert.



Hochtemperatur-Industrieofen mit
SIGRABOND Heizsystem und SIGRATHERM Isolierung

Schutzgas-Industrieöfen mit kontinuierlichem Betrieb

Umfassende Materialkenntnisse und Fertigungstiefe
Wir sind weltweit der einzige voll integrierte Hersteller für faserverstärkte Spezialgraphite. Die Kombination der eigenen Rohmaterialherstellung mit modernen (state-of-the-art) Formgebungs- und Hochtemperaturprozessen ermöglicht Fertigteile, die zu Ihren Anforderungen passen. Unser optimal ausgestattetes Hochtemperatur-Messlabor liefert uns die wichtigen Messwerte für das Verhalten unserer Materialien bei höchsten Temperaturen.

Optimiert für unterschiedliche Produktionsprozesse
Im Bereich der kontinuierlichen Hochtemperatur-Industrieofenanlagen bieten wir Ihnen Lösungen aus carbonfaserverstärktem Kohlenstoff, Kohlenstofffilzen, Graphitfilzen und Spezialgraphit mit hervorragender Standfestigkeit. Unser Lieferspektrum umfasst Isolierungen, Muffeln, Heiz- und Chargiersysteme.

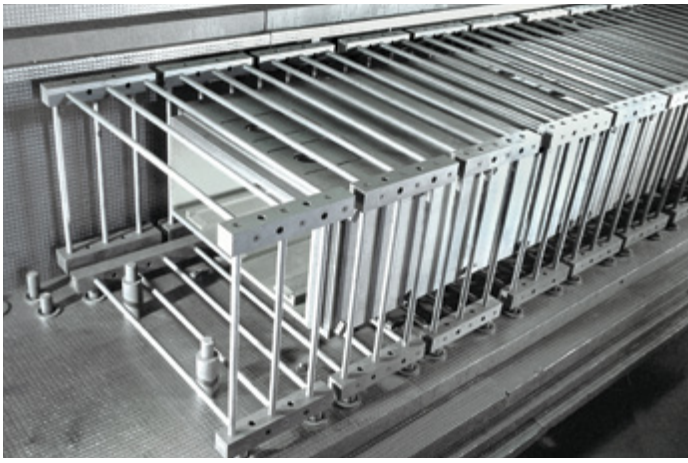
Mehr wissen mit FEM-Simulation
Bei uns erhalten Sie nicht nur die erforderlichen Materialien, sondern auch die Möglichkeit, das Verhalten dieser Materialien in Ihrem Hochtemperaturprozess vorherzusagen.
So nutzen wir FEM-Simulationsmethoden für die
- Optimierung von Gasströmungen (CFD)
- Thermomechanische Modellierung
- Strukturmechanische Modellierung

In unserem optimal ausgestatteten Hochtemperatur-Labor sind wir außerdem in der Lage, die errechneten Ergebnisse real nachzustellen sowie das spezielle Hochtemperaturverhalten unserer Werkstoffe zu überprüfen.

Optimierte Lösungen für den jeweiligen Produktionsprozess wie z. B.

- Carbonfaserproduktion
- Pulverreduktion für Hartmetallherstellung
- Wärmebehandlung inklusive Ölbadabschreckung
- Hartlöten
- Sintern von pulvermetallurgischen Bauteilen

↑ FEM-CFD Simulation des Gasstroms
durch einen kontinuierlichen Hochtemperaturofen

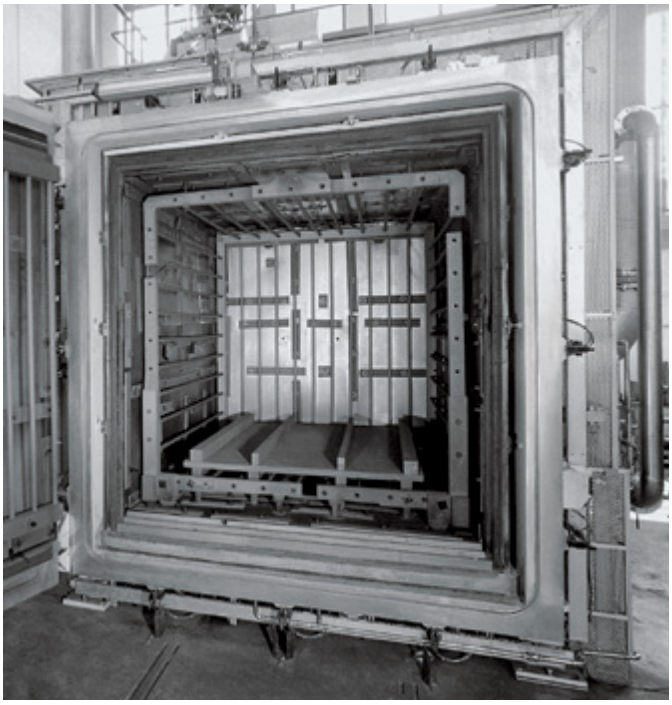


↑ Kontinuierlicher Hochtemperaturofen, konstruiert mit SIGRAFINE Heizer und Muffel sowie Isolierung aus SIGRATHERM Hartfilz

Komponenten für Vakuum- und Schutzgas-Industrieöfen mit Batchbetrieb

Wir sind Ihr Partner für:

- **Kammeröfen**
  Wärmebehandlung
  (Härten, Gas-Aufkohlen, Glühen)
  Löten
  (Hochdruck-) Sintern (bis 200 bar)
  CVD-/PVD-Beschichtung
- **Feingussöfen**
- **Heißpressen** (bis 2000 bar / 2200 °C)
  Mechanische Heißpressen
  Heißisostatisches Pressen



↑ Hochtemperaturofen, isoliert mit SIGRATHERM Hartfilz und ausgestattet mit einem langlebigen SIGRAFINE Graphit-Heizkäfig

Maximieren Sie Ihre Betriebszeit
Bei der Herstellung von bestimmten Materialien und Produkten oder bei einzelnen Produktionsschritten sind Hochtemperaturprozesse essentiell. Dazu zählt z. B. die Herstellung und Veredelung von metallischen und keramischen Werkstücken in Batchöfen.

Hohe Temperaturen stellen hohe Anforderungen an die Anlagen, in denen die Prozesse ablaufen. Neben der Hitzebeständigkeit sind vor allem reibungslose Prozesse, ein geringer Energieverbrauch und niedrige Kosten wichtige Parameter. Um die Gesamtbetriebskosten so gering wie möglich zu halten, geht es darum, die verfügbare Betriebszeit zu maximieren.

Graphit und carbonfaserverstärkte Kohlenstoff- und Graphitfilze sind hierfür als Materialen prädestiniert – schließlich werden sie eigens für den Einsatz bei hohen Temperaturen entwickelt.

Batchöfen mit hoher Lebensdauer
Unsere Produkte aus Spezialgraphit und carbonfaserverstärkten Kohlenstoff- und Graphitfilzen überzeugen in den verschiedensten Anwendungsbereichen für Vakuum- und Schutzgas-Öfen mit Batchbetrieb durch ihre hohe Lebensdauer. Die geschickte Auswahl von Komponenten reduziert die Gesamtbetriebskosten Ihrer Anlage. Wir beraten Sie gerne bei der Materialauswahl.

Komponenten für Halbleiteröfen

Höchste Reinheit unserer Werkstoffe
Moderne Technologien wie die fünfte Mobilfunkgeneration (5G), Elektromobilität und der Ausbau regenerativer Energien beschleunigen die Nachfrage nach besonderen Halbleiterbauelementen.

Das Grundmaterial, aus dem diese Komponenten größtenteils erstellt werden, ist bis heute Silizium höchster Reinheit. Die Einkristallproduktion mittels Czrochalski ist dabei die meistverbreitete Produktionsmethode und erfolgt in Hochtemperaturöfen, bei denen ebensolche Reinheit der eingesetzten Komponenten oberste Priorität hat.

Hier sind unsere Werkstoffe ideal, da wir die Möglichkeit haben, sie von metallischen Verunreinigungen fast gänzlich zu befreien. Auch ihre hohe Homogenität ist eine hervorragende Konstruktionsgrundlage für fertige Komponenten; sie ermöglicht zudem eine zielgerichtete und schlanke Wartung im Ofen.

Auch optimal für die nächste industrielle Stufe
Viele Hochleistungskomponenten werden jedoch nicht mehr auf Basis von Silizium erstellt. Halbleiter wie Saphir (Aluminiumoxid), GaAs, GaN und vor allem Silziumkarbid sind die nächste industrielle Stufe. Diese neuen Materialien verlangen neue Herstellungsverfahren und Ofenkonzepte. Wir haben die richtigen Materialien für alle neuen Konzepte bereits entwickelt und bieten diese gerne optimiert auf Ihr Ofendesign an.

↑ SIGRAFINE Mäander-Heizer für CZ-Anlagen garantieren höchste Reinheit

Effektive Anlagen für Solarzellenherstellung
Weitere Halbleiterbauelemente, die in sehr großer Zahl hergestellt werden, sind Solarzellen. In Einkristallziehanlagen für Monosolarzellen oder in Erstarrungsöfen für multikristalline Solarzellen überzeugen unsere Spezialgraphite und Hochtemperatur-Faserverbundstoffe durch ihre Langlebigkeit.

Sie helfen Ihnen, Ihre Anlagen effektiv zu betreiben. Auch in den nachgeschalteten Prozessschritten, wie der Beschichtung der Wafer, eignen sich Spezialgraphit und faserverstärkter Kohlenstoff für Trägersysteme.

Gleichbleibende Qualität durch stabile Prozesse
Aufgrund ihrer hohen Reinheit und marktangepassten Qualitäten werden unsere Materialien auch in Öfen eingesetzt, die optische Glasfasern herstellen. Durch stabile Herstellungsprozesse sorgen wir für eine gleichbleibende Produktqualität in Ihren anspruchsvollen Ofenanlagen. Homogene Eigenschaften im Heizsystem erzeugen darin das geplante Temperaturprofil. Unsere Isolationswerkstoffe sind darauf optimiert sehr gleichmäßige Wärmeverteilung in Hochtemperaturofen-Systemen zu bewerkstelligen und verbessern damit Ökonomie und Ökologie der Kundenanlagen.

SIGRATHERM® Weichfilze

Unsere Kohlenstoff- und Graphitweichfilze überzeugen durch hervorragende Isolationseigenschaften, flexible Einsatzmöglichkeiten, Homogenität und Effizienz.

SIGRATHERM GFA Weichfilz

Beste Isolierperformance bis 3000 °C bei maximaler Abmessungsbandbreite

Geringe Wärmeleitfähigkeit
Wann immer höchste Anforderungen an Isolierungseigenschaften gestellt werden, sind unsere SIGRATHERM Weichfilze unverzichtbar. Aufgrund spezieller Herstellungsprozesse besitzen unsere Kohlenstoff- und Graphitweichfilze eine sehr geringe Wärmeleitfähigkeit – und das bei Temperaturen bis zu 3000 °C.

Optimale Auswahl für Ihren Ofen
Unser Weichfilzportfolio umfasst SIGRATHERM KFA karbonisierte Weichfilze und SIGRATHERM GFA graphitierte Weichfilze. Sie sind ideal zur Isolierung von widerstands- und induktionsbeheizten Vakuumöfen sowie Öfen mit Schutzgasatmosphäre. Das Graphitieren von Weichfilzen reduziert die spezifische Oberfläche, was die Pumpzeiten in Vakuumöfen reduziert und die Prozesslaufzeiten verkürzt. Dank niedriger Werkstoffdichte hat die Isolationsschicht eine geringe Masse.

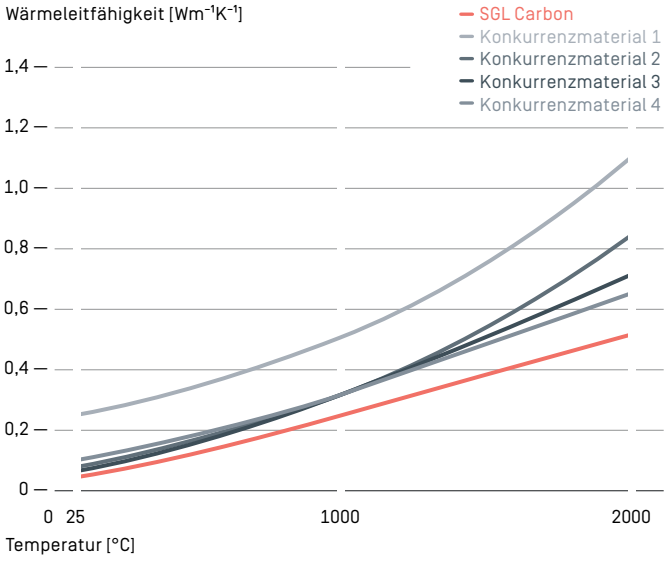
Optimale Materialausnutzung, bestmöglicher Isolationsaufbau
SIGRATHERM Weichfilze liefern wir standardmäßig in den Breiten von 1200 und 1350 mm auf Rollen von 25 bis 30 m. Damit ist die Materialausnutzung bei Zuschnitten optimal. Ein Dickenspektrum von 1,5 bis 15 mm garantiert den bestmöglichen Isolationsaufbau für verschiedenste Anlagen. Bedingt durch die maximale Dicke von 15 mm lassen sich große Isolationspakete sehr effizient vor Ort herstellen.

Fertig konfektionierte Filzisolierungen
Darüber hinaus fertigen wir Weichfilze in bedarfsgerechten Zuschnitten / Konfektionierung nach Ihren spezifischen Anforderungen. Diese Plug-in-Lösungen reduzieren Wechselzeiten und garantieren Ihnen sehr gute Verfügbarkeit in Ihren Anlagen.

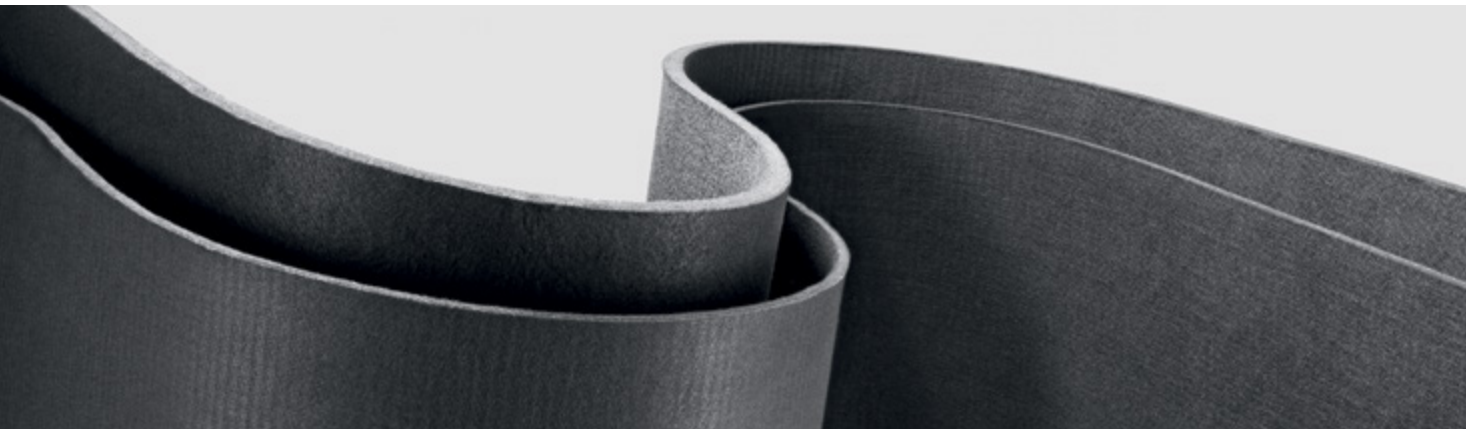
↑ Gewickelter und vernähter SIGRATHERM Weichfilzzylinder für die Kristallzuchtanwendung

Aufgrund ihrer geringeren Wärmeleitfähigkeit isolieren unsere Weichfilze besonders gut

Vergleich der Wärmeleitfähigkeit verschiedener Weichfilze mittels Laserflashmethode, gemessen im SGL Carbon Hochtemperatur-Labor



Optimal für die Isolation von induktiv beheizten Ofenkammern



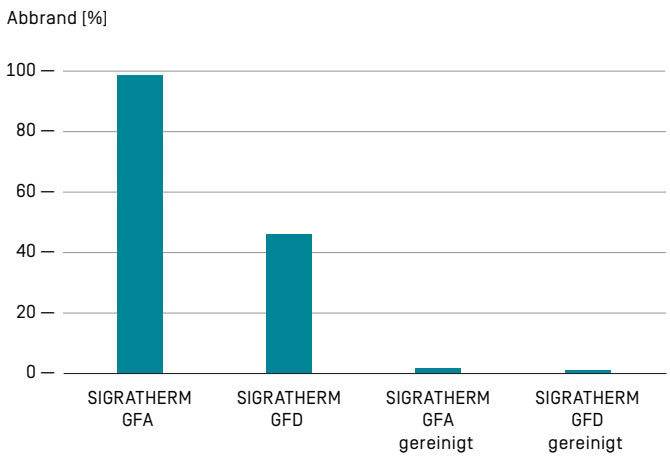
↑ SIGRATHERM GFA Weichfilz zeichnet sich durch niedrige Wärmeleitfähigkeit und homogene Dickenverteilung aus

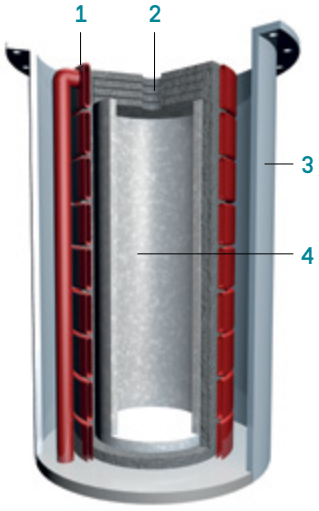
Höherer elektrischer Widerstand
Der spezifische elektrische Widerstand unserer SIGRATHERM Graphitweichfilze ist im Vergleich zu Graphit aufgrund der geringen Dichte weitaus höher. Dadurch eignet sich SIGRATHERM GFA bestens zur Isolation induktiv beheizter Ofenkammern. Es findet keine Kopplung in den Frequenzbereichen statt, die für die induktive Heizung notwendig sind.

Breiteres Anwendungsspektrum
SIGRATHERM Weichfilze können aus verschiedenen Faserrohstoffen hergestellt werden. Diese haben Einfluss auf die Oxidationsbeständigkeit des Filzes. Höhere Oxidationsbeständigkeit ermöglicht ein breiteres Anwendungsspektrum. So können die Filze beispielsweise auch zur Isolation in aggressiven Umgebungen eingesetzt werden, wie beispielsweise in Öfen, die optische Glasfasern herstellen.

Gereinigt sind unsere Weichfilze besonders oxidationsbeständig

Vergleich der Abbrands und Oxidationsbeständigkeit verschiedener Weichfilzqualitäten (bis maximal 600 °C)





1 Induktionsspule
2 SIGRATHERM Weichfilz
3 Stahlmantel
4 Graphit-Suszeptor

↑ Schema eines Induktionsofens mit SIGRATHERM Weichfilzisolation

Hohe Reinheit und gleichbleibende Qualität

Jedes Atom sitzt am richtigen Platz
Vor allem in technisch höchst anspruchsvollen Anwendungen, wie beispielsweise in der Halbleiterindustrie, sind die Anwender bei den eingesetzten Materialien auf gleichbleibend hohe Qualität angewiesen. Bereits kleinste Unterschiede in der Wärmeleitung beeinflussen die sensiblen Hochtemperaturprozesse und haben große Auswirkung auf die Qualität des Endprodukts.

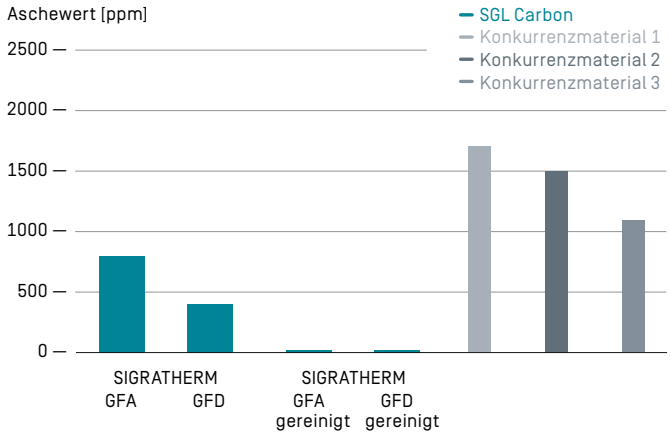
Unsere Weichfilzqualitäten überprüfen wir deshalb genau auf ihre Eigenschaften. Sie können nach dem Erstarren davon ausgehen, dass in Ihrem Kristallziehprozess jedes Atom danach am richtigen Platz im Einkristall sitzt.

Kein ungewollter Abfluss von Energie
Darüber hinaus hat uns die Erfahrung bei vielen Projekten weltweit gelehrt, dass homogene Dickenverteilung des Weichfilzes ein Muss ist, um Anlagen identisch ausstatten zu können. Welligkeit, glatte Oberfläche und zudem sehr geringe Dickenschwankungen ermöglichen dickste Aufbauten für höchste Temperaturen. Ungewollten Abfluss von Energie aufgrund von Spalten oder Schwankungen der Wärmeleitfähigkeit gibt es mit unserem Isolationsfilz nicht.

↑ Aufbau einer CZ-Kristallziehanlage mit SIGRABOND Filwound Tiegel, SIGRAFINE Heizer und SIGRATHERM GFA Isolierung

SIGRATHERM GFA Weichfilz für den Einsatz in Anwendungen mit dem Anspruch höchster Reinheit geeignet

Vergleich der Reinheit verschiedener Weichfilze, bestimmt durch Ascheanalyse



Metall und Halbmetallatome werden entfernt
Nicht nur das Kontrollieren von Wärmeströmen hat großen Einfluss auf die Endqualität des Kristalls. Auch Fremdatome, vor allem Dotierelemente in Kristallen, führen zu Fehlverhalten der Endbauteile.

Um das zu vermeiden, liefern wir alle Weichfilzqualitäten auch in einer gasgereinigten Form. Dadurch entfernen wir Metall und auch Halbmetallatome aus unseren Filzen und liefern Ihnen einen höchst reinen Werkstoff, der Ihren Kristallzieh- oder Kristallwachstumsprozess nicht negativ beeinflusst. Die ausgesprochen niedrige Wärmeleitfähigkeit bleibt dabei natürlich erhalten.

SIGRATHERM® Hartfilze

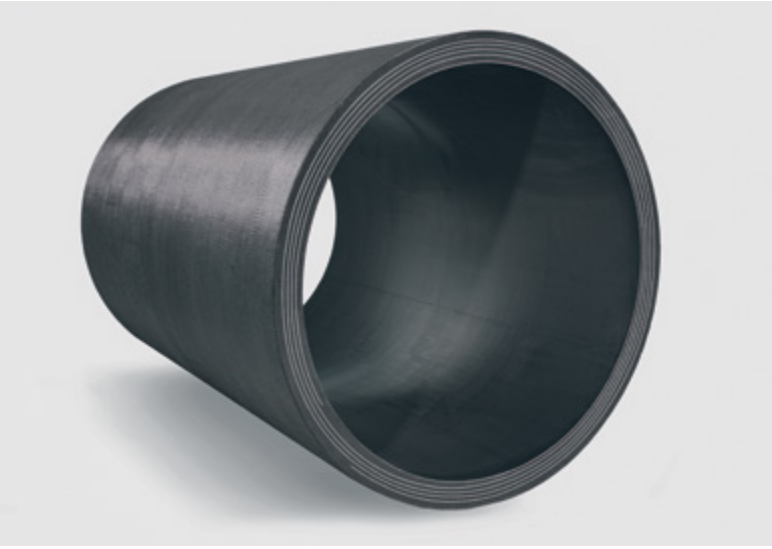
Wir bieten Ihnen Graphithartfilze aus Kurz- und Langfasern. SIGRATHERM MFA aus Kurzfaserfilz ist die erste Wahl bei filigranen Strukturen. SIGRATHERM RFA aus Langfaserfilz verfügt über eine höhere Biegesteifigkeit und ist deshalb bestens geeignet für die Fertigung großer Zylinder.

SIGRATHERM MFA Mehrsegment Hartfilzisolierung

Hartfilze für jeden Bedarf

Gute und formstabile Isolation
Dank hoher Temperaturbeständigkeit sind standardmäßig unsere Hartfilze unter Schutzgas bzw. Vakuum von 10^{-3} bis 10^{-5} mbar bei Temperaturen bis 2000 °C einsetzbar. Kundenbezogen können wird durch Modifikationen im Herstellungsprozess auch Einsatztemperaturen oberhalb 2000 °C garantieren. Dabei erzielen bereits dünne Hartfilzlagen aufgrund der niedrigen Wärmeleitfähigkeit eine gute und formstabile Isolation.

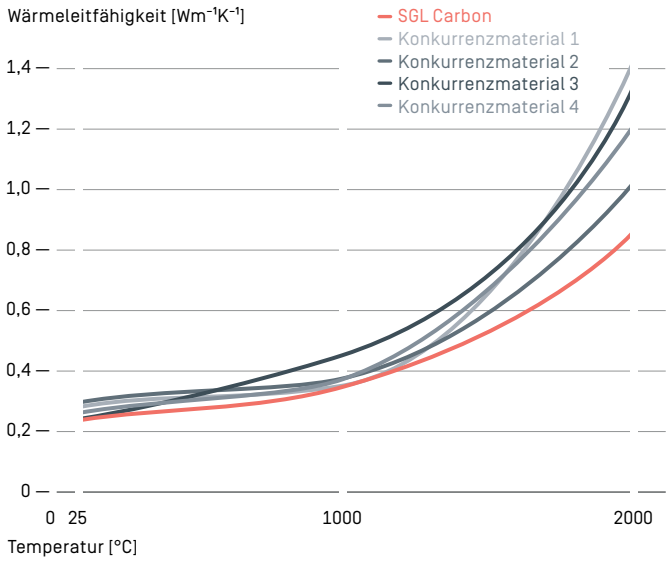
Viel Know-how in der Fertigung
Unsere präzise Bearbeitung schafft Plug-in-Lösungen, die Sie als Kunde nicht eigens anpassen müssen. Die hohe Formstabilität ermöglicht selbsttragende Konstruktionen und gewährleistet gleichbleibend konstante Isoliereigenschaften. Mit Hilfe von Labyrinth- und Nut-Feder-Verbindungen lassen sich SIGRATHERM Platten einfach miteinander verbinden und erlauben dadurch großformatige Strukturen.



↑ Sandwich-Zylinder SIGRATHERM RFA aus Langfaserfilz

Unsere Hartfaserfilze zeichnen sich durch ihre geringere Wärmeleitfähigkeit aus

Vergleich der Wärmeleitfähigkeit verschiedener Hartfilze mittels Laserflashmethode, gemessen im SGL Carbon Hochtemperatur-Labor

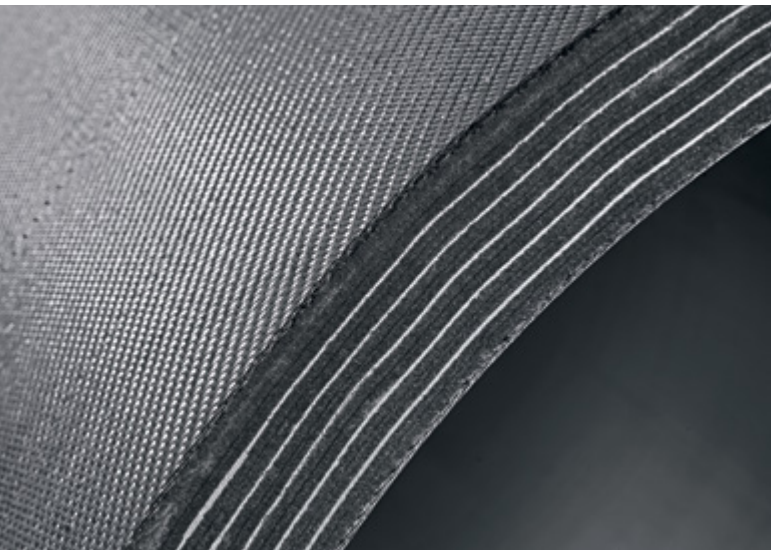


Unser Know-how zeigt sich insbesondere bei einteiligen Isolierzylindern: So sind wir in der Lage, bis 1,5 m Durchmesser und 4 m Länge für Sie zu fertigen. Unabhängig von marktüblichen Größen können wir auch 3D-Bauteile aus Hartfilzblöcken (1524 x 1219 x 440 mm) herstellen.

Optimieren Sie Ihre Produktion
Die Hartfilz-Isolation hat aufgrund niedriger Materialdichte eine geringe Masse und Wärmekapazität. Mit SIGRAFLEX Folien beschichtete SIGRATHERM Produkte kombinieren die guten Isolationseigenschaften des Hartfilzes mit den Reflexionseigenschaften für optimalen Wärmedämmverbund, bestmögliche Temperaturverteilung und Gasdichtigkeit. Mit SIGRATHERM beschleunigen Sie Prozesse, erhöhen die Produktivität und verlängern die Wartungsintervalle.

Schutz vor Beschädigungen
Als zuverlässiger Oberflächenschutz gegen mechanische Beschädigungen kann SIGRATHERM mit einem Gewebe aus carbonfaserverstärktem Kohlenstoff (CFC) beschichtet werden. Es schützt die Isolation vor mechanischen und korrosiven Beschädigungen und erleichtert die Handhabung der Bauteile.

Smarte Isolationslösungen für Hochdrucksinterofen



↑ Unsere Sandwich-Zylinder SIGRATHERM HIP verhindern die Infiltration der Isolierlagen durch Produktausgasungen

↑ Monolithischer SIGRATHERM MFA Hartfilz-Isoliationszylinder

Graphitisolationen und Gasbarrieren kombiniert
Die Isolierzylinder und -scheiben für Industrieöfen, die hochdichte pulvermetallurgische Bauteile herstellen, müssen besondere Eigenschaften aufweisen. Thermisches Entbindern mit anschließendem Hochdrucksintern bis 200 bar erfordert zudem die perfekte Kombination von verschiedenen Graphitfilzschichten und Gasbarrieren. Stabile CFC-verstärkte Oberflächen sorgen hier für Stabilität, gute Handhabungseigenschaften und zuverlässigen Schutz gegen mechanische Beschädigung.

Gleichbleibende Isolationseigenschaften
Fehlstellenfreier Isolationsaufbau verbunden mit gasdichten Barrieren aus SIGRAFLEX Graphitfolie sorgt für eine homogene Isolation und vermeidet unerwünschte Konvektion.

Der Sandwich-Aufbau aus SIGRATHERM Graphitfilzen und SIGRAFLEX Graphitfolien verhindert zuverlässig die Infiltration der Isolierlagen durch Produktausgasungen. Die Isolationseigenschaften bleiben erhalten und verschlechtern sich nicht. Außerdem sichert Ihnen diese Materialkombination hohe Verfügbarkeit durch die lange Lebensdauer und einen energieeffizienten Betrieb.

Reinster Hartfilz für Halbleiteranwendungen und die Herstellung optischer Glasfasern

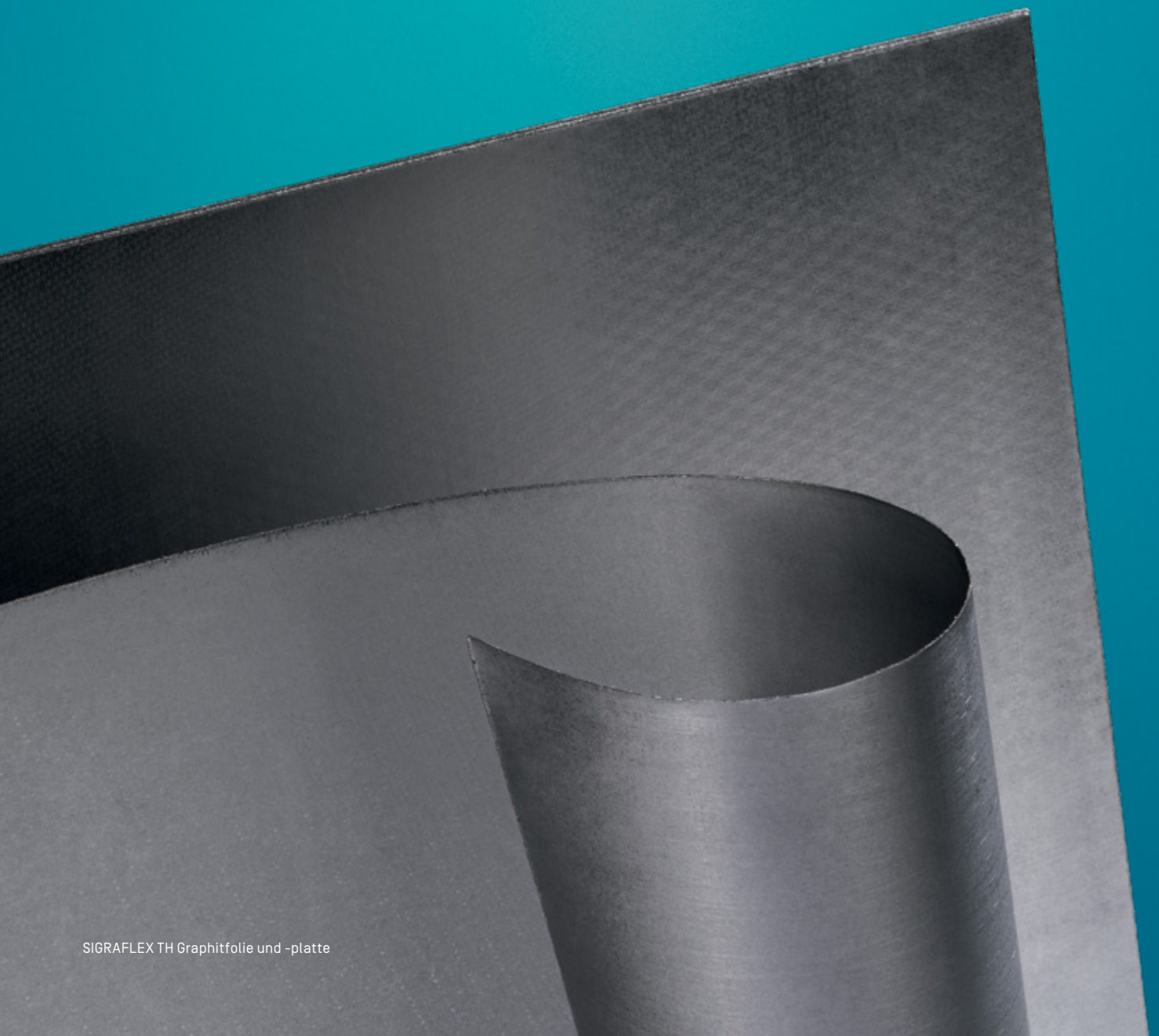
Auf die Ofenumgebung abgestimmte Designs
Hartfilz ist formstabil. Aus ihm lassen sich komplizierte Bauteile und Geometrien fertigen. Seine Formstabilität ist auch eine hervorragende Eigenschaft, um Plug-in-Lösungen für Industrieöfen zu produzieren, die eine einfache Wartung und kosteneffizienten Betrieb ermöglichen. Diese Öfen werden mit Schutzgas betrieben, doch der Einsatz von Glas und der Dampf des geschmolzenen Halbleiters erzeugen eine sehr korrosive Umgebung. Bei hohen Temperaturen sind diese Gase äußerst reaktiv und greifen Ofeninneneinbauten stark an. Um dem entgegenzuwirken, erstellen wir Designs, die auf Ihre Ofenumgebung abgestimmt sind und somit die Isolation optimal schützen. Dies bedeutet eine höhere Produktivität Ihrer Anlage.

Optimale Raumnutzung
Gemeinsam mit Ihnen entwickeln wir Isolationslösungen, durch die Sie den Raum Ihres Ofens besser nutzen können und so die Anlagenkapazitäten steigern. Ein Beispiel ist das Upgrade von Czochralski-Kristallziehanlagen mit 24 Zoll auf bis zu 28 Zoll Größe. Durch eine geschickte Wahl der Werkstoffe aus unserem Portfolio und dem Know-how der richtigen Kombination können wir die Wandstärke von Isolationen minimieren bzw. Ofenkammerkomponenten wie Hitzeschilder in die Isolation integrieren.

↑ SIGRATHERM MFA Isolierung mit Kohlenstoffbeschichtung als Plug-in-Bauteil für Öfen zur Herstellung optischer Glasfasern

SIGRAFLEX® TH Graphit-folien und -platten

SIGRAFLEX Graphitfolien und -platten sind aufgrund ihrer einzigartigen Eigenschaften für den Einsatz in der Hochtemperaturtechnik prädestiniert. Die Folien und Platten erhöhen durch die herausragende thermische Leitfähigkeit die Effizienz des Hochtemperaturprozesses und schützen zudem weitere Isolationsteile vor Ausgasungen.



SIGRAFLEX TH Graphitfolie und -platte

Hochrein, flexibel und diffusionsdicht

Die Herstellung
Unsere SIGRAFLEX Folien und Platten stellen wir aus Naturgraphit her. Dieser wird im ersten Schritt zu einer Graphiteinlagerungsverbindung umgewandelt. Bei der anschließenden thermischen Behandlung entstehen expandierte, voluminöse Graphitflocken, die wir ohne Bindemittelzusatz zu flexiblen Folien walzen oder zu Platten und Formen pressen.

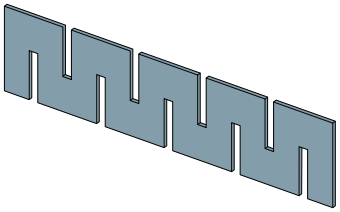
Hohe Gasgeschwindigkeiten beim Kühlen
Bei der Expansion vergrößert sich die Oberfläche des Materials. Dies führt zu einer wesentlichen Verbesserung der Eigenschaften. Somit können die gewünschten Eigenschaften bei der Herstellung gezielt gesteuert werden.

Dadurch ergibt sich ein breites Anwendungsportfolio, in welchem SIGRAFLEX-Produkte als Hitzeschilde, als Heizelemente, als Folienblöcke und Isolations-Komponenten eingesetzt werden können.

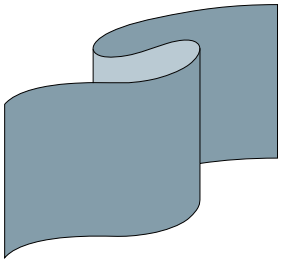
Aufgrund der glatten Werkstoffoberfläche können Ofenanwendungen mit hohen Gasgeschwindigkeiten gekühlt werden, ohne die Isolation zu beschädigen.

SIGRAFLEX Folien und Platten überzeugen durch eine Reihe von Vorteilen:

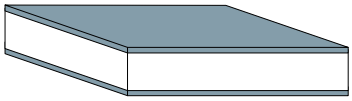
- Weichheit und Flexibilität
- Einfache Bearbeitung durch Schneiden und Stanzen
- Ausgezeichnete thermische und elektrische Leitfähigkeit
- Keine statische Aufladung
- Hohe Reinheit
- Alterungsbeständigkeit
- Keine Benetzung durch Glas-, Keramik- und Metallschmelzen



↑ Heizelement aus Graphit

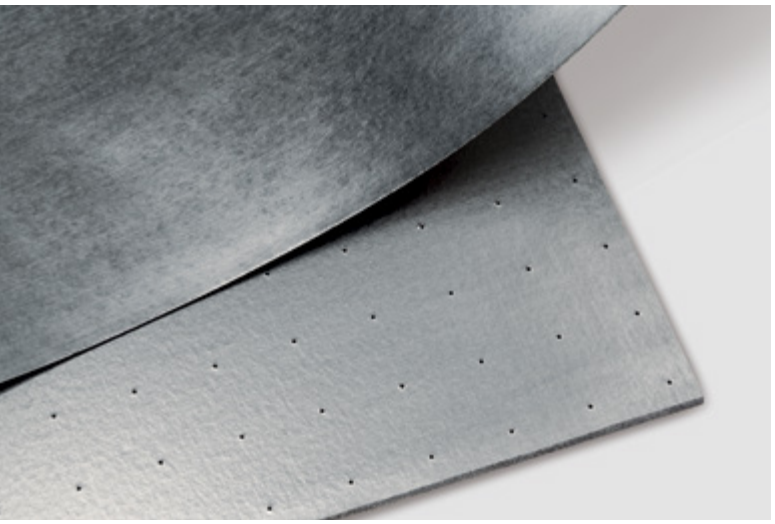


↑ Flexibler Auskleidungswerkstoff

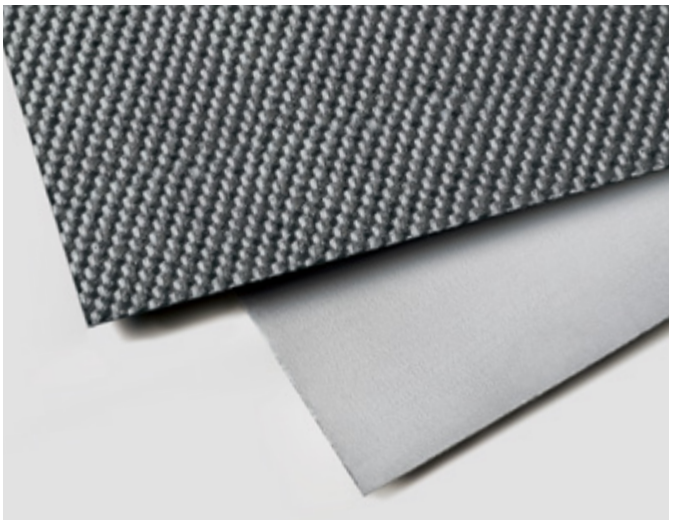


↑ Graphitfolie als Oberflächenschutz

Maximale Performance für Hochtemperaturanwendungen



↑ SIGRAFLEX TH Folie und gelochte Platte aus expandiertem Naturgraphit



↑ Verbundwerkstoff aus CFC und Graphitfolie für Hitzeschilde

Leistungsfähigere Prozesse und Systeme
SIGRAFLEX Produkte aus expandiertem Naturgraphit steigern die Leistungsfähigkeit von Systemen und Prozessen im Hochtemperaturbereich, senken den Energieverbrauch und sorgen für höchste Zuverlässigkeit in der Produktion.

SIGRAFLEX Produkte kommen bei vielen namhaften Kunden z. B. in folgenden Anwendungen zum Einsatz:
- Heizelemente
- Auskleidung von Schmelztiegeln
- Gussformen
- Außenverkleidung von Heißpressformen
- Schutzstreifen für Schweiß-, Löt- und Sinterarbeiten
- Trägermaterial zum Abscheiden dünner Metallfilme aus der Dampfphase
- Schutzmaterial gegen Laserstrahlen
- Oberflächenbeschichtung von Isolationsfilzen
- Gasdiffusionssperrschicht in Sandwich-Isolationen

Hitzeschilde zum Schutz der Isolation
SIGRAFLEX Folien und Platten können auch zu Hitzeschilden weiterverarbeitet werden. Die Hitzeschilde, die aus einem Verbund aus CFC und Graphitfolie bestehen, überzeugen zum einen durch eine höhere mechanische Stabilität und schützen so die Isolierung. Zum anderen verringern sie die Feuchtigkeitsaufnahme der Isolation und erhöhen die Reflexion.

Carbonisierte Folienblöcke
SIGRAFLEX Folien verarbeiten wir auch zu carbonisierten Folienblöcken. Diese können für weite Anwendungsfelder im Hochtemperaturofenbau eingesetzt werden, z. B. als Hitzeschilder oder als Alternative zu Chargierplatten.

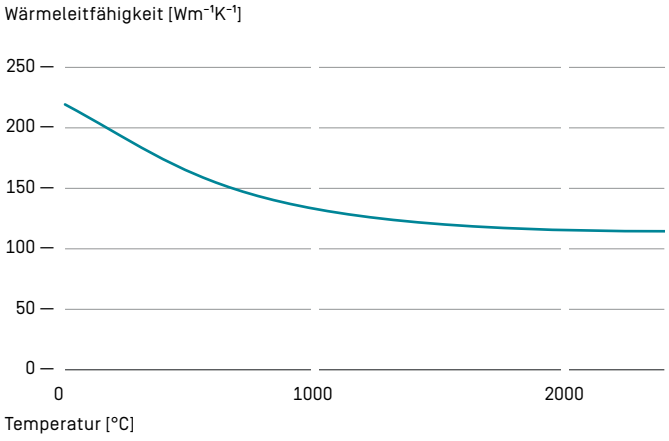
Materialdaten für SIGRAFLEX® TH mit einer Rohdichte von 1,0 g/cm³

Typische Eigenschaften		Einheiten	Werte
Sublimationstemperatur		°C	> 3000
Temperaturbeständigkeit	in Luft bei Inertgas und Vakuum	°C	ca. 400 ca. 3000
Spezifischer elektrischer Widerstand (20 °C)	parallel zur Schicht senkrecht zur Schicht	µΩm	11 700
Wärmeleitfähigkeit (20 °C)	parallel zur Schicht senkrecht zur Schicht	$Wm^{-1}K^{-1}$	220 5
Spezifische Wärmekapazität (20 °C)		$kJkg^{-1}K^{-1}$	0,7
Wärmeausdehnungskoeffizient (20 – 1000 °C)	parallel zur Schicht senkrecht zur Schicht	$10^{-6}K^{-1}$	ca. 1 ca. 50
Härte nach Shore (D)			30
Reißdehnung		%	≥ 1
Zugfestigkeit		N/mm²	≥ 4
Permeabilitätskoeffizient	senkrecht zur Schicht	cm²/s	2×10^{-5}
Emissionskoeffizient (1500 °C)			0,65
Aschegehalt		%	ca. 0,1

Andere Werte und Abmessungen auf Anfrage

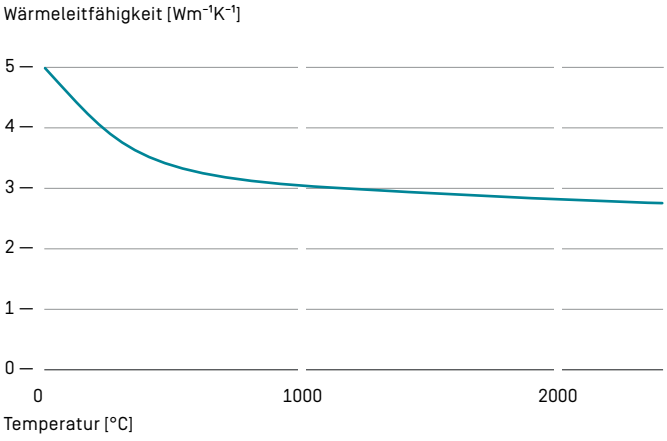
Die Wärmeleitfähigkeit sinkt mit dem Temperaturanstieg

Wärmeleitfähigkeit von SIGRAFLEX mit Dichte 1,0 g/cm³ parallel zur Schicht als Funktion der Temperatur



Auch senkrecht zur Schicht sinkt die Wärmeleitfähigkeit bei höheren Temperaturen

Wärmeleitfähigkeit von SIGRAFLEX mit Dichte 1,0 g/cm³ senkrecht zur Schicht als Funktion der Temperatur



SIGRABOND® Carbonfaserverstärkter Kohlenstoff

Höchste Steifigkeit und Festigkeit bei Temperaturen bis über 2000 °C: SIGRABOND CFC ermöglicht schlanke Konstruktionen und hält Ihr Produkt in Form. Unser Design-Team arbeitet mit modernsten CAD-Methoden inklusive FEM-Simulation, um die effizienteste Lösung für Ihre Hochtemperaturanwendung zu entwickeln.

SIGRABOND Performance Chargiersystem

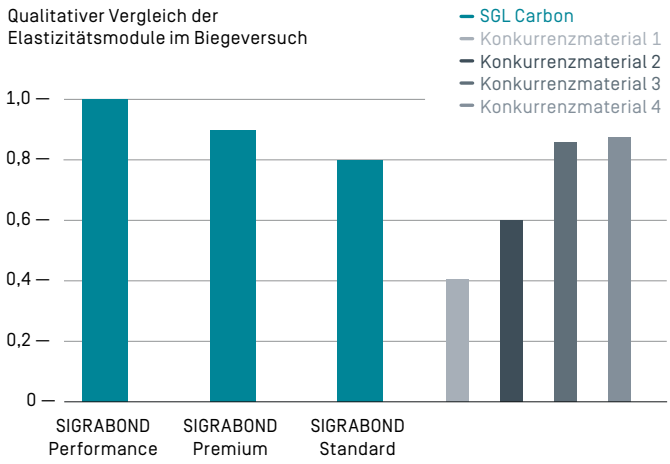
Entwicklung, Design und Fertigung von Komponenten

Vollintegrierte Herstellung
Als einziger Hersteller von Faserverbundstoffen decken wir sämtliche Herstellungsprozesse ab – von der Faser bis zum fertigen Bauteil. Durch diese im Markt einmalige Expertise können wir Ihnen herausragende Systemlösungen bieten. Wir entwickeln, konstruieren und fertigen für Sie leistungsfähige Komponenten aus carbonfaserverstärktem Kohlenstoff (CFC), die auf Ihre konkreten Anforderungen zugeschnitten sind.

Die höchste Biegesteifigkeit im Markt
SIGRABOND Performance ist das CFC-Material mit der höchsten Biegesteifigkeit im Markt. Somit sind sehr dünnwandige Konstruktionen möglich, die Ihre Ofenkapazitäten bestmöglich ausnutzen. Auch Ihre Mitarbeiter profitieren: Das deutlich geringere Gewicht – verglichen mit Lösungen aus metallischen Werkstoffen – hat eine stark verbesserte Ergonomie zur Folge.

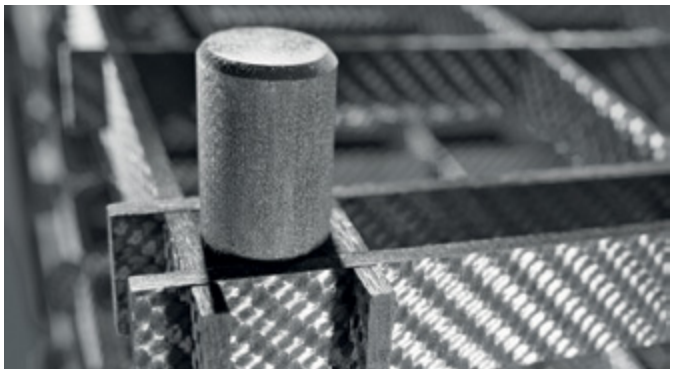
↑ SIGRABOND Rundheizer – hergestellt mittels Wickeltechnologie

SIGRABOND Performance hat die höchste Biegesteifigkeit

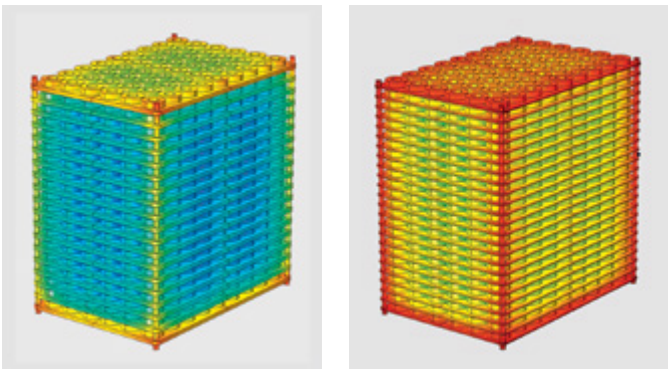


CFC-Platten für Bauteile und Systemlösungen
Unser Portfolio umfasst auch CFC-Platten basierend auf Carbonfasergewebe oder unidirektionalen Carbonfasergelegen. Wir produzieren in Stärken von 0,8 bis 30 mm Dicke bis zu einer Größe von 2450 mm x 1220 mm. Die großformatigen Platten sind bestens geeignet, um kostenoptimierte Bauteile und Systemlösungen herzustellen. Darüber hinaus fertigen wir auch Profile und Befestigungselemente für die Ausrüstung von Ofenkammern.

Runde Bauteile mit zielgerichteten Eigenschaften
Außer Plattenstrukturen produzieren wir mittels Wickeltechnologie zylindrische Bauteile mit zielgerichteten Eigenschaften. Über Wickelverfahren lassen sich zudem hohe Wandstärken effizient erzeugen. Gewebebasierte Rohre fertigen wir im Lamivierverfahren. Ihre besondere Eigenschaft ist die sehr gute Bearbeitbarkeit – und das auch bei komplizierten Strukturen, wie sie oft bei Heizsystemen gefordert sind.



↑ Eckverbinder in einer Kombination aus CFC und Graphit im modularen Baukastensystem



↑ SIGRABOND Sinter Platten ermöglichen optimierte Beladungsdichte im Vergleich zu Graphit

SIGRABOND CFC-Chargiergestelle

Formstabil auch im Dauerbetrieb
Unsere SIGRABOND Chargiergestelle zeigen weder Materialermüdung noch Verzug – auch nach Hunderten von Ofenfahrten. Dadurch lassen sich die Werkstückträger über Jahre problemlos maschinell be- und entladen. Aufwändige und teure manuelle Richtarbeiten entfallen, die Ausschusskosten sinken, Produktivität und Wirtschaftlichkeit steigen.

Weitere Vorteile von SIGRABOND CFC-Chargiergestellen:
- Kürzere Prozesszeiten und geringerer Energieverbrauch
- Höhere Beladung der Gestelle möglich
- Kein Richten der Gestelle nötig
- Lange Lebensdauer
- Einfaches Handling durch reduziertes Gewicht
- Automatisierte Be- und Entladung möglich

Mehr Kapazität mit SIGRABOND Performance
Mit SIGRABOND Performance haben wir ein CFC-Material entwickelt, das für die Anforderungen an Chargiergestelle optimiert wurde. Ein hohes Biegemodul und eine hohe Biegefestigkeit ermöglichen schlankere Gestellkonstruktionen und steigern die Beladungskapazität.

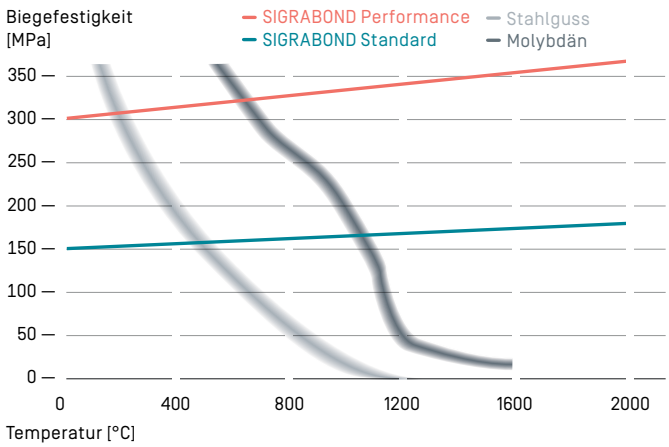
SIGRABOND Sinter

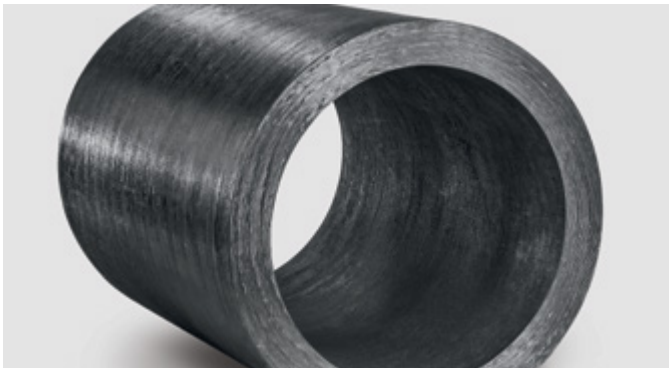
Der kosteneffiziente CFC-Werkstoff
Um das Chargenvolumen in existierenden Sinteranlagen zu verbessern, wurde SIGRABOND Sinter entwickelt. Mit dieser kostenoptimierten CFC-Marke bieten wir unseren Kunden das beste Kosten-/Nutzenverhältnis für Sinterchargenträger.

Die Produktionskapazität steigern
Damit nutzen Sie Ihre Sinteranlagen bestmöglich und können die Produktionskapazität bei vorhandenen Anlagen um mehr als 25 % steigern. Die geringere thermische Masse kombiniert mit der größeren Beladungskapazität sorgt dabei für eine homogenere Temperaturverteilung und garantiert eine gleichmäßige Produktqualität.

Bei steigenden Temperaturen erhöht sich die Biegefestigkeit sogar noch

Typische Heißbiegefestigkeit verschiedener Hochtemperaturwerkstoffe





↑ SIGRABOND Filwound Heißpressmatrize zur Herstellung technischer Keramiken und Hartmetalle

↑ SIGRABOND Filwound Suszeptor für 32 Zoll CZ-Kristallziehanlage

SIGRABOND Filwound

Hochbelastbar in mechanischen Hochdrucksinteranlagen
Für den effizienten Betrieb von Hochdrucksinteranlagen bis über 2000 °C sind CFC-Heißpressmatrizen unverzichtbar. Steigende Anforderung ans Produkt erfordern zudem immer höhere Pressdrücke. Graphit scheidet daher als Pressmatrizenmaterial aus. Für den sicheren Betrieb sind endlosgewickelte Strukturen aus Carbonfasern erforderlich, da sie die notwendige Berstfestigkeit aufweisen.

Hohe Qualität und Sicherheit
SGL Carbon ist Pionier in der Herstellung dieser Strukturen. Aufgrund unserer jahrzehntelangen Produktionserfahrung können wir Ihnen eine gleichbleibende Qualität bei hoher Sicherheit garantieren.

SIGRABOND CFC-Heizer und CFC-Tiegel

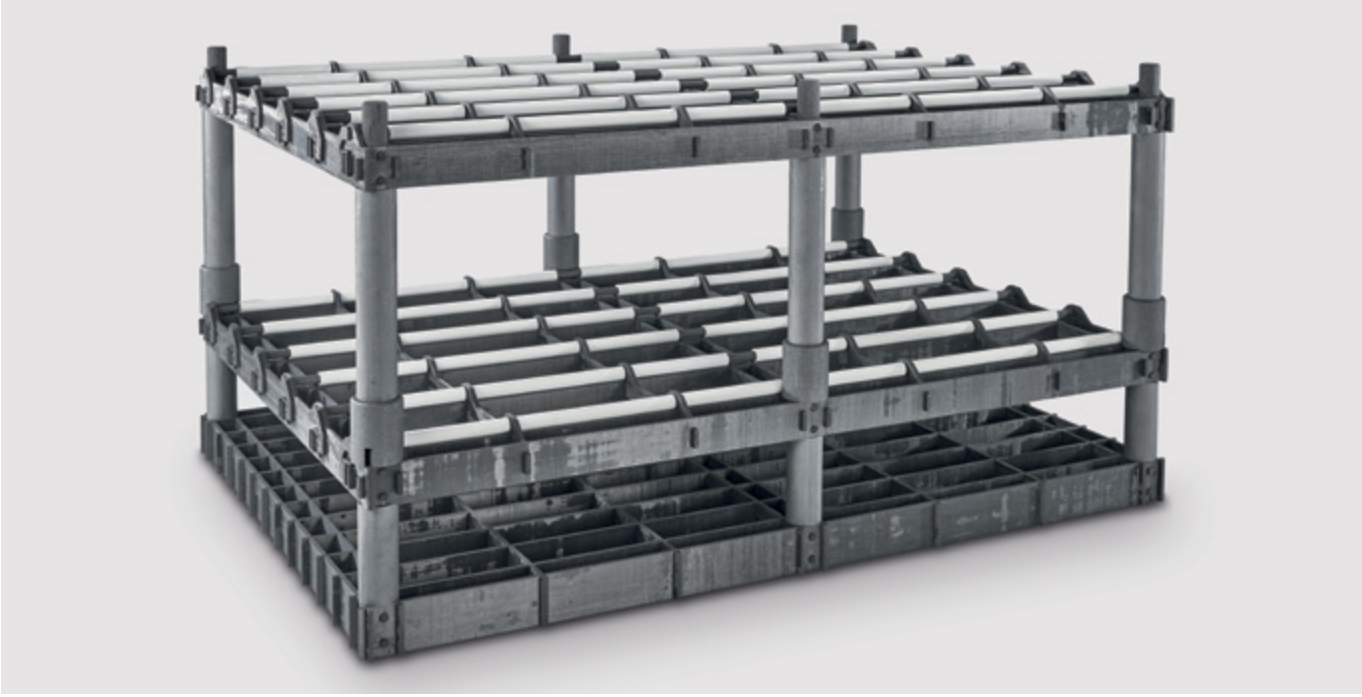
Varianten für verschiedenste Widerstandsbereiche
Bestimmte Gegebenheiten können den Einsatz von Heizelementen aus Graphit in Industrieöfen kompliziert gestalten. Genau hierfür produzieren wir Heizelemente aus carbonfaserverstärktem Kohlenstoff (CFC). Dabei stellen wir laminierte und gewickelte Varianten her und decken somit verschiedenste notwendige Widerstandsbereiche ab.

Stabil und elektrisch belastbar
Entscheidende Vorteile von Heizelementen aus CFC sind das nicht spröde Bruchverhalten sowie die hohe elektrische Belastbarkeit. Das Material ist zudem absolut thermoschockbeständig und meistert deshalb auch steilste Temperaturgradienten.

Das Ofenvolumen optimal ausnutzen
CFC-Heizer sind in der Regel schlank und helfen dabei, das Ofenvolumen optimal auszunutzen. Kombiniert mit unseren bestens isolierenden Hart- und Weichfilzlösungen sind bestehende Anlagen modifizierbar, um das Netto-Ofenvolumen zu erhöhen.

Unterstützung bei der Produktion reinster Halbleiter
Besonders effektiv ist der Umbau von Kristallziehanlagen. Wir produzieren hierfür nicht nur dünne Isolationen und raumoptimierte Hitzeschilde, sondern auch Stütztiegel aus carbonfaserverstärktem Kohlenstoff. Trotz dünner Wandstärken können damit große Menge Schmelze gehandhabt werden. So tragen sie zur Leistungssteigerung Ihrer Anlage bei. Für Ihre Anwendung in der Halbleitertechnik werden die Tiegel von metallischen Fremdatomen befreit, ebenso wie die Hart- und Weichfilzisoliersysteme. Damit unterstützen wir Sie bei der Produktion von reinsten Halbleitern für die Halbleiterbauelemente von morgen.

Industrie 4.0 – Automatisierung von Wärmebehandlungsprozessen mit SIGRABOND®



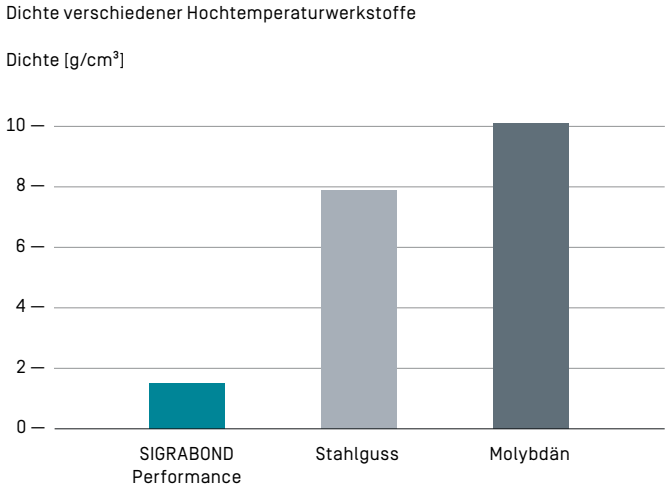
↑ SIGRABOND Performance CFC-Hybrid-Chargierträger mit Faserkeramik als Aufkohlungsschutz

Formstabil auch bei starken Temperaturwechseln
SIGRABOND Performance ist im Gegensatz zu Stahl ausgesprochen formstabil. Und das dank hoher Warmfestigkeit und Thermoschockbeständigkeit selbst bei starken Temperaturwechseln, die sich durch Aufheizen und Abschrecken ergeben.

Weil die Form des Chargierträgers auch nach vielen solchen Zyklen erhalten bleibt, können Roboter beim Be- und Entladen zuverlässig die Bauteilposition ansteuern.

Positiver Nebeneffekt: das reduzierte Gewicht der Chargenträger. Die Netto-Ofenbeladung kann somit erhöht werden.

SIGRABOND Performance verfügt über eine deutlich geringere Dichte

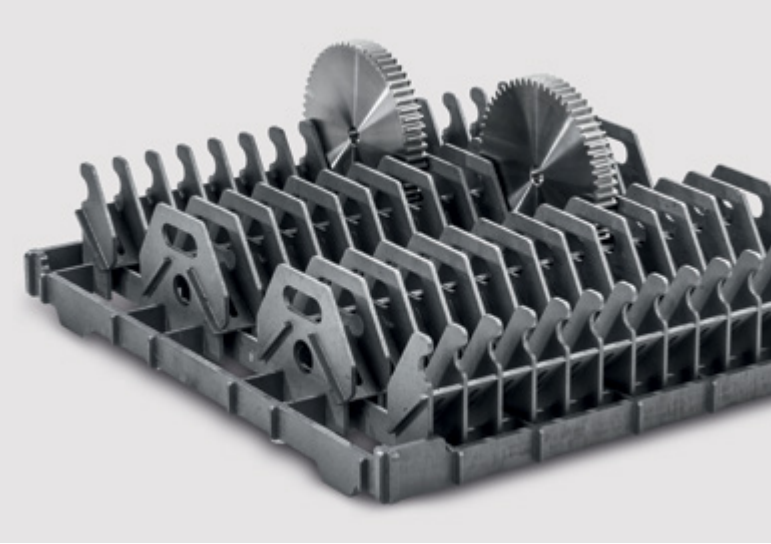


Automatisierung von Wärmebehandlungs-prozessen mit SIGRASIC®

SIGRASIC – erste Wahl bei automatisierten Ölbadhärteprozessen
Bei Härteprozessen mit Ölbadabschreckung und anschließendem Waschvorgang stoßen herkömmliche CFC-Materialien an ihre Grenzen. Grund dafür ist die offene Porosität, in der sich Öl und Waschmedien ansammeln können. In den folgenden Aufheizphasen verdampfen diese und kontaminieren die Ofenatmosphäre.

SIGRASIC ist unsere Lösung für dieses Problem, da das Material nicht porös wird. Zusätzlich hat es nur ein geringes Gewicht, ist langzeitstabil und verformt sich nicht.

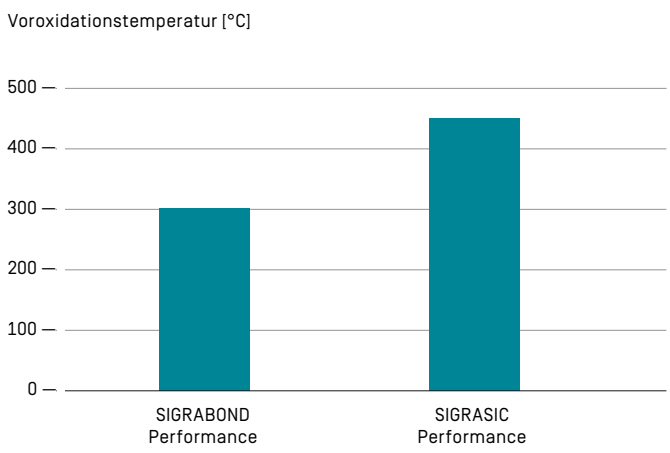
Die bei Ölbadhärteprozessen häufig zum Einsatz kommende Voroxidation der Charge erfordert die Oxidationsbeständigkeit des Chargierträgers bis zu einer Temperatur von ca. 500 °C – auch diese Voraussetzung wird durch SIGRASIC erfüllt.



↑ Chargiergestell aus SIGRASIC Performance für die Wärmebehandlung mit Voroxidation und Ölbadabschreckung

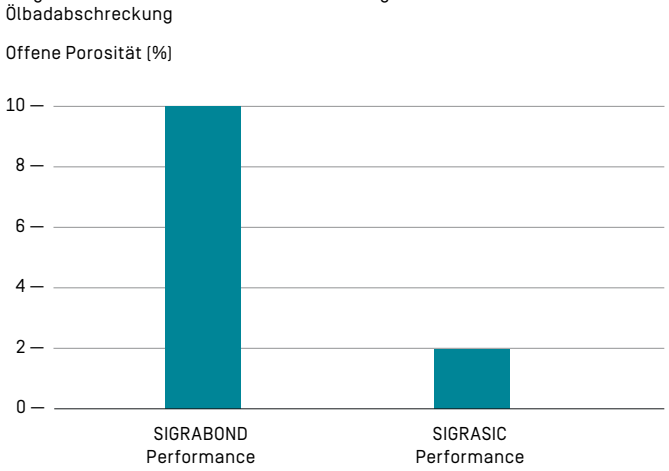
SIGRASIC ermöglicht Nutzung des Chargiergestells auch in der Voroxidation

Maximale Voroxidationstemperatur im Härteprozess



SIGRASIC Performance zeichnet sich durch seine geringe offene Porosität aus

Vergleich der offenen Porosität zur Bewertung des Einsatzes des Werkstoff für Ölbadabschreckung



Gemeinsam zum Erfolg

Wir stellen nicht einfach Produkte her, sondern bieten intelligente Lösungen mit nachhaltigem Nutzen für unsere Kunden an.

Aus der engen Zusammenarbeit mit unseren Kunden und dem Verständnis der spezifischen Anforderungen entwickeln wir sowohl neue fortschrittliche Lösungen als auch Antworten auf konkreten Bedarf.

Auf diese Weise entstehen die meisten unserer Innovationen – wie zum Beispiel der Hartfilz-Isolationszylinder SIGRATHERM HIP.

200 bar – mit uns machbar

Ein führender Hersteller von Hochdruck-Sinteröfen hat im Zuge der Erweiterung seines Portfolios Hochdruckanlagen entwickelt, die bei Drücken von bis zu 200 bar arbeiten.

Um diese neue Ofen-Generation technisch umsetzbar zu machen, mussten neue Lösungen für die Isolation gefunden werden. Durch die Kombination mehrerer Materialien aus unserem Portfolio konnte ein Lagenaufbau erzeugt werden, der die Druckverteilung im Ofen erhält und damit einen prozessstabilen Ablauf des Sintervorgangs bei höchsten Drücken ermöglicht.

In enger Zusammenarbeit mit unserem Kunden entwickelten wir den Hartfilz-Isolationszylinder

SIGRATHERM® HIP

Dank unserer umfangreichen Materialkompetenz und unserem Know-how im Hochtemperaturbereich sowie durch die vertrauensvolle Kooperation konnten wir die Eigenschaften unseres Produkts so spezifizieren, dass es die anspruchsvollen Anforderungen der avancierten Sinteranlage erfüllt.

Smart Solutions

Ob Materialien, Bauteile oder Fertigungsverfahren, wir stellen unsere Kunden in den Mittelpunkt unseres Denkens und Handelns und haben das große Ganze im Blick. Unsere Lösungen tragen die Zukunft bereits heute in sich.

Die folgenden Beispiele zeigen einen Ausschnitt unseres einzigartigen Leistungsspektrums.

Mobilität

- Leichtbaukomponenten und Strukturbauteile aus Faserverbundwerkstoffen für Automobil- und Flugzeugbau
- Graphitanodenmaterial für Lithium-Ionen-Batterien in Elektrofahrzeugen
- Carbon-Keramik-Bremsscheiben für Sportautos und Limousinen

Energie

- Hochtemperatur-Lösungen aus Spezialgraphiten und Fasermaterialien für die Photovoltaikindustrie
- Carbonfaser-Materialien für Rotorblätter
- Gasdiffusionslagen für Brennstoffzellen
- Systeme für effizienteren Wärmeaustausch und Wärmerückgewinnung
- Carbonfasern für Gasdruckbehälter

Digitalisierung

- Kohlenstoff-, Graphit-, CFC-Bauteile für Polysilizium und Einkristallziehen in der Halbleiterindustrie
- Hochpräzise, beschichtete Graphitträger zur Herstellung von Halbleiterchips und LEDs

→ State of the Art-Grünfertigung mit der weltweit größten isostatischen Presse

SGL Carbon

Wir sind ein führendes Unternehmen für die Entwicklung und Herstellung von Produkten aus Kohlenstoff, Graphit, Carbonfasern und Faserverbundwerkstoffen. Als Partner unserer Kunden entwickeln wir gemeinsam mit diesen intelligente, richtungsweisende und nachhaltige Lösungen mit einem klaren und weitreichenden Nutzen.

Mit unserer tiefgreifenden Material-, Engineering- und Anwendungs-Kompetenz leisten wir einen wesentlichen Beitrag für die großen Zukunftsthemen unserer Zeit wie Mobilität, Energie und Digitalisierung.

Kontakt

Europa / Naher Osten / Afrika
SGL CARBON GmbH
Werner-von-Siemens-Straße 18
86405 Meitingen/Germany
gs-europe@sglcarbon.com

Amerika
SGL CARBON LLC
900 Theresia Street
PA 15857 St. Marys / USA
gs-americas@sglcarbon.com

Asien / Pazifik
SGL CARBON Far East Ltd.
151 Huan Chen Dong Lu
Shanghai Fengpu Industrial Development Zone
201401 Fengxian/China
gs-asia@sglcarbon.com

® eingetragene Marken der SGL Carbon SE

Die Angaben in dieser Druckschrift entsprechen dem heutigen Stand unserer Kenntnisse und sollen über unsere Produkte und deren Anwendungsmöglichkeiten informieren. Sie haben somit nicht die Bedeutung, bestimmte Eigenschaften für einen konkreten Einsatzzweck zuzusichern. Etwaige bestehende gewerbliche Schutzrechte sind zu berücksichtigen. Eine einwandfreie Qualität gewährleisten wir im Rahmen unserer „Allgemeinen Verkaufsbedingungen".

05 2025 / 0 4NÄ Printed in Germany

Graphite Solutions
SGL CARBON GmbH
Söhnleinstraße 8
65201 Wiesbaden / Germany
www.sglcarbon.com/company