

## **Schunk – Kohlenstofffaserverstärkter Kohlenstoff CFC**

# Internationaler Technologiekonzern

## Schunk – industrielle Fertigung für höchste Ansprüche

Schunk Materials ist ein Unternehmen der Schunk Group und damit Teil eines globalen Technologiekonzerns mit einem ungewöhnlich breiten Leistungsspektrum, sowohl in der Werkstofftechnologie als auch in der Systemtechnik.

Auf dem Gebiet der Hochtemperaturtechnik stellen wir Werkstoffe und Komponenten für den Einsatz in folgenden Bereichen her:

- Drucksinterung
- Glastechnik
- Medizintechnik
- Solartechnik
- Isolationstechnik
- Kristallzucht
- Wärmebehandlung

Die Schunk Group gliedert sich in diverse Einzelunternehmen, die eigenverantwortlich in verschiedenen Technologiemarkten der Welt operieren. Diese Ausrichtung gewährleistet ein hohes Maß an Flexibilität und Kundennähe.

## Global Player – auf 5 Kontinenten in 28 Länder präsent

Als Global Player ist die Schunk Group in Nord- und Südamerika, in Europa, Asien und Ozeanien in insgesamt 28 Ländern mit mehr als 60 Gesellschaften präsent und verfügt über ein Netzwerk aus strategischen Allianzen und Kooperationen sowie Verbindungen zu führenden Forschungsinstitutionen der Welt.

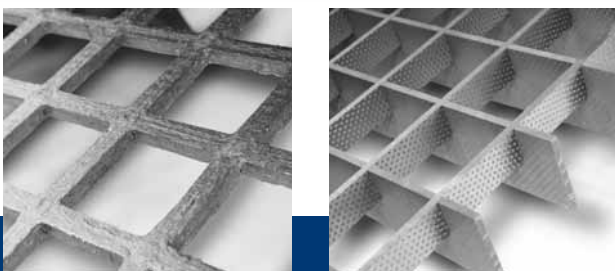
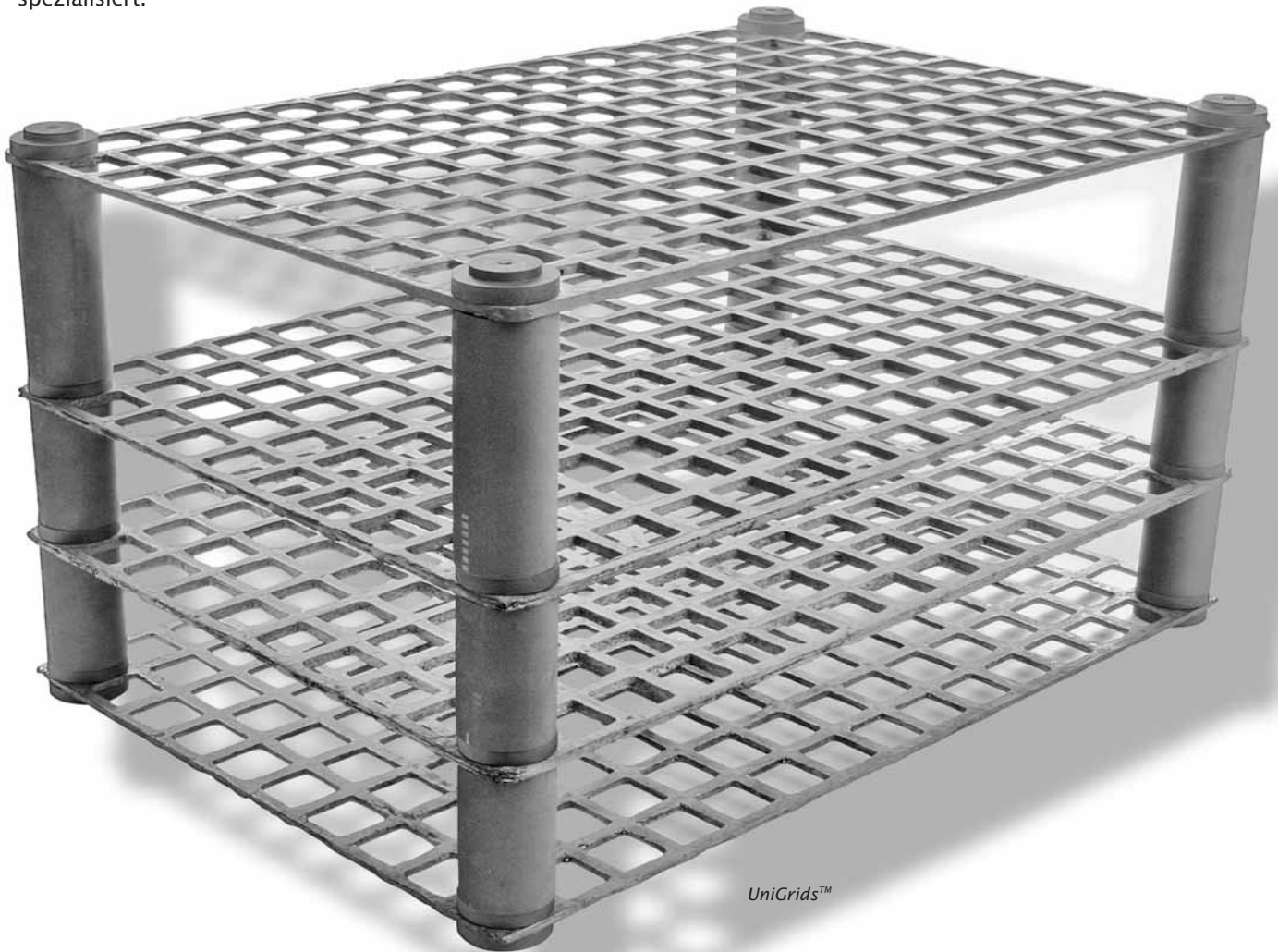
Durch kontinuierliche Innovationen, Entwicklungen und Diversifikationen in zukunftsorientierte Technologiebereiche hat die Schunk Group in den vergangenen Jahren eine bemerkenswerte Expansion erlebt.

## Wir beraten Sie – von der ersten Idee bis zur Serienplanung

Wir begleiten unsere Kunden während des gesamten Planungs- und Entwicklungsablaufs. Viele anwendungs- und kundenspezifische Problemstellungen können so bereits im Vorfeld durch Computersimulationen gelöst werden. Wir unterstützen Sie sowohl bei der Auslegung und Dimensionierung Ihres Bauteils als auch bei der Wahl der wirtschaftlichsten Form der Produktion.

## Innovative Technologie

Die Schunk Kohlenstofftechnik GmbH hat sich auf die Entwicklung von Werkstoffen zur Erzielung hoher Formstabilität und Beständigkeit bei extremen Temperaturbelastungen spezialisiert.



Durch gezielte Variationen der Werkstoffkomponenten ist es in der heutigen Zeit möglich einen Faserverbundkörper mit unterschiedlichen Eigenschaften herzustellen.

Dieses Spektrum ermöglicht kohlenstofffaserverstärkten Kohlenstoff (CFC) dem jeweiligen Anforderungsprofil bzw. den gewünschten Bauteilkonstruktionen anzupassen.

# Ihr Prozesspartner für Faserverbundwerkstoffe

## Faserverbundwerkstoffe und ihre besonderen Eigenschaften

Technologische Fortschritte und Entwicklungen fordern den Menschen ständig dazu auf, unterschiedliche Arten von Werkstoffen zu kombinieren. Die auf diesem Wege entstandenen Verbundwerkstoffe zeichnen sich durch die weitestgehende Beibehaltung der spezifischen Werkstoffeigenschaften aus. Das Prinzip der Verbundkörper ist denkbar einfach, da mindestens zwei unterschiedliche Komponenten mit spezifischen Eigenschaften zu einem neuen Werkstoff verknüpft werden. Das Einsatzgebiet von Faserverbundwerkstoffen beginnt dort, wo herkömmliche Werkstoffe aufgrund der hohen Temperatur- oder den atmosphärischen Belastungen den Anforderungen nicht mehr standhalten. Der

Nachteil monolithischer Werkstoffe wird durch die Fasereinbindung deutlich verbessert.

So entstehen Werkstoffe mit hohen spezifischen Steifigkeiten und Festigkeiten, bei geringen Dichten. Aufgrund der kommerziellen Verfügbarkeit unterschiedlicher Fasertypen ergibt sich ein breiter Anwendungsbereich von faserverstärkten Verbundwerkstoffen.

Der Hochtemperatur- und Hochleistungsbereich von Werkstoffen wird durch kohlenstofffaserverstärkten Kohlenstoff und kohlenstofffaserverstärkte Polymere dominiert.

Die Variation der Herstellungsparameter durch entsprechende

Auswahl der Komponenten und Verarbeitung führt zu einer großen Auswahl an verschiedenen CFC-Werkstoffqualitäten mit unterschiedlichen physikalischen und mechanischen Eigenschaften. Die Vielfalt der Verbundkörperarten entsteht durch Variation:

- der Fasertypen
- des Faservolumengehaltes
- der Faserorientierung
- des Schichtbaus
- der Infiltrationsmedien
- der Verdichtungszyklen
- der Endglühtemperatur
- der Veredelungen

Im internationalen Sprachgebrauch werden kohlenstofffaserverstärkte Kohlenstoffe mit folgenden Kurzbezeichnungen gekennzeichnet:

- **CFC** (deutsch)
- **C/C** (englisch)

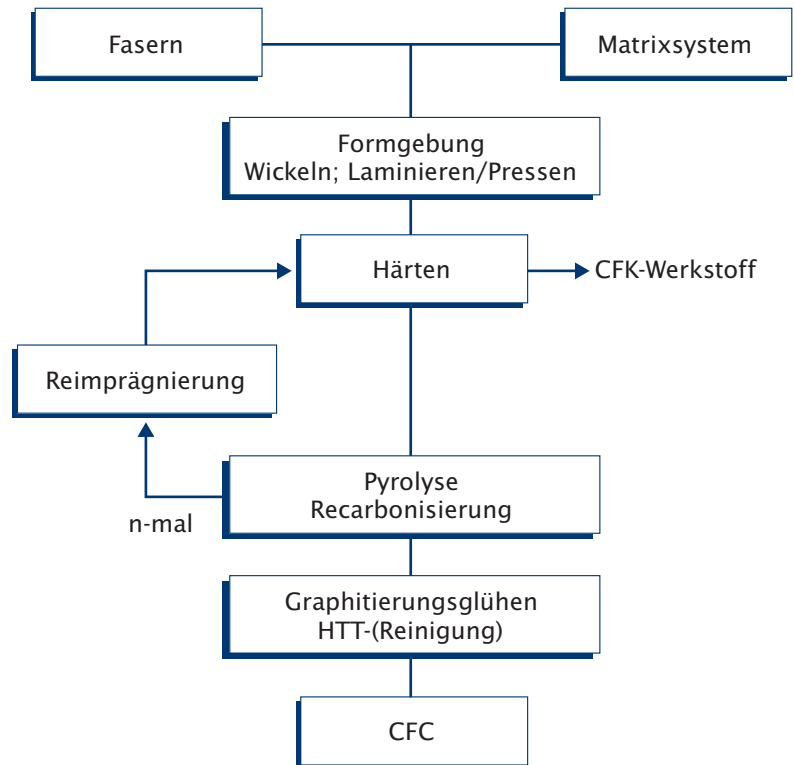


Fixierungselemente

# Herstellungsprozess

## Ausgangsmaterialien

Die heutigen Ausgangsmaterialien für die CFC-Herstellung mögen in vielerlei Hinsicht sehr ähnlich wirken, wobei signifikante Unterschiede durch entsprechende Präparationen und thermische Schritte erzielt werden. Unser fundiertes Know-how und langjährige Erfahrung innerhalb der thermischen Prozesskette gewährleisten unseren Kunden höchste Prozesssicherheit und gleich bleibende Qualität auch bei großen Losgrößen.



Der CFC-Herstellungsprozess der Schunk Kohlenstofftechnik GmbH basiert auf einem mehrstufigen Herstellungsverfahren.

Wir setzen entsprechend des Anforderungsprofils verschiedene Technologien zur Realisierung unserer Kundenwünsche ein.

In der ersten Fertigungsstufe werden die Rohmaterialien zusammengefügt. Entsprechend der Geometrie und Anforderung wird das Formgebungsverfahren realisiert.

Die thermischen Prozesse umfassen die Karbonisierung bei 1.000 °C und das Graphitieren bei 2.000 °C.

Die mechanische Endbearbeitung ermöglicht zeichnungsgetreue Maßgenauigkeit der CFC-Produkte.

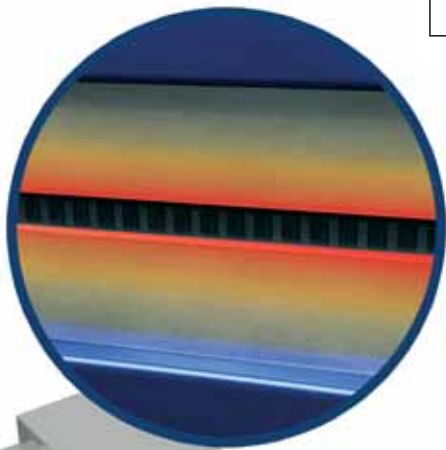
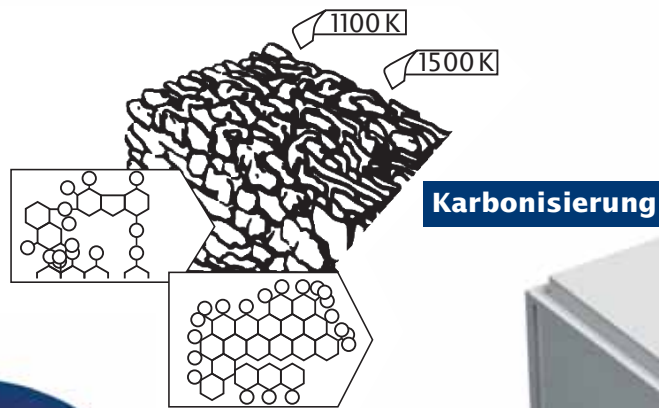
Neben der gesamten Prozesskette verfügen wir über verschiedene Veredelungsverfahren, welche das Einsatzgebiet erweitern und die spezifischen Eigenschaften erhöhen.



Weichfilz-Isolationsrohr  
verstärkt mit CFC- und Graphitfolie

# Herstellungsrouten für CFC

**Harz-Impr**  
Kapilar- und  
Druckimpr



## Press-Technologie

- Axialpresse
- Autoklav
- Trockenschrank für Aushärtung

## Präparation

Schneiden, Legen,  
Stapeln, Ausrichten

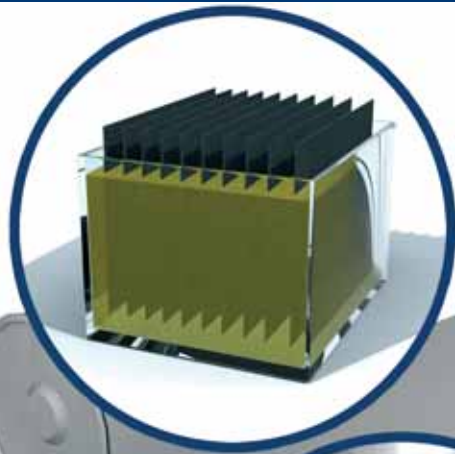
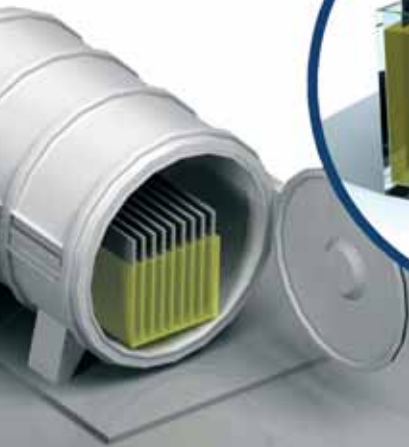


## Wickel-Technologie

- Drehbankwickelanlage
- Kreuzwicklung
- Polarwicklung
- Radialwicklung

## Prägung

und  
Prägung



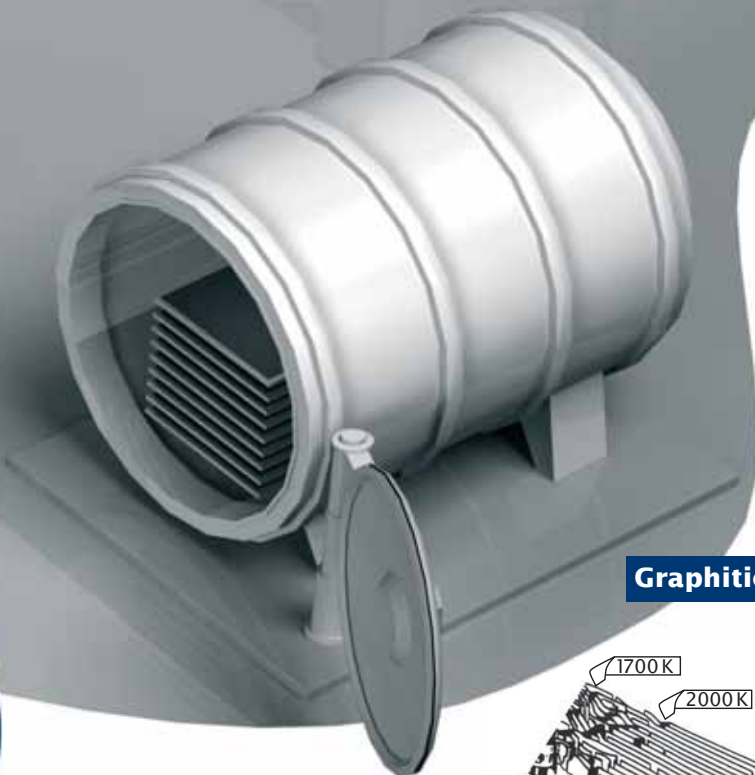
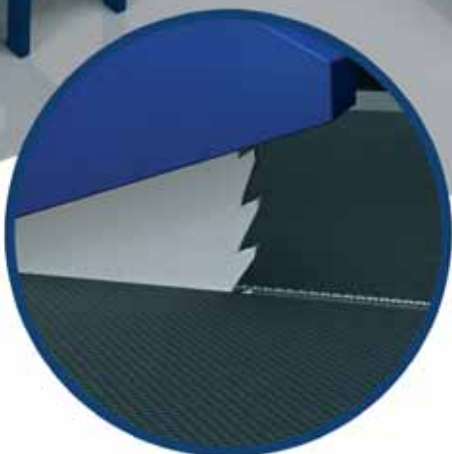
## Veredelung

- Hochtemperatur-Reinigung
- CVD-Beschichtungen
- CVI-Infiltration

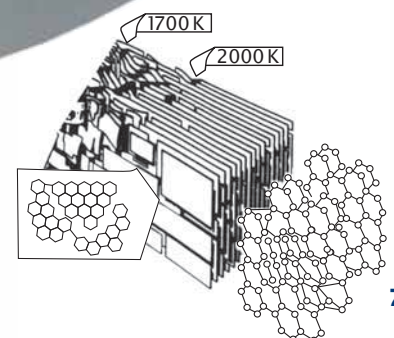


## Konturierung

Nasssäge



## Graphitierung



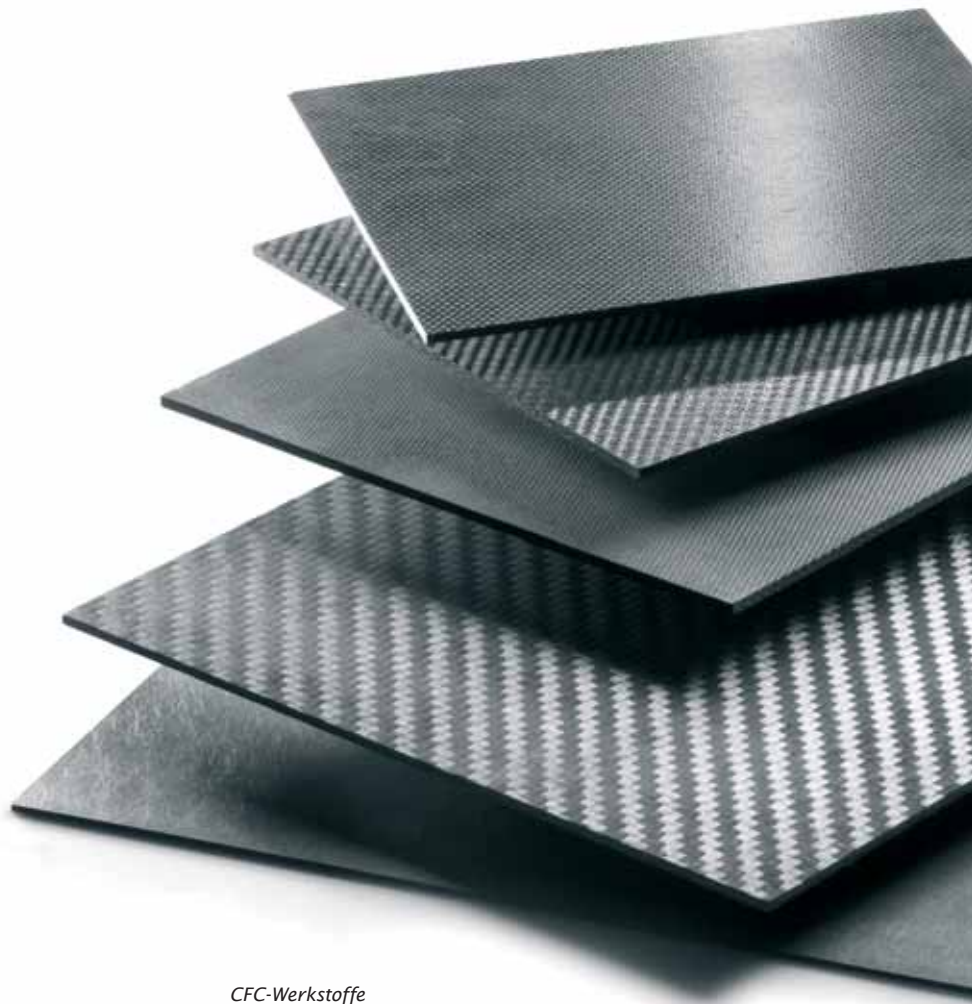
# CFC – Der Hochtemperaturwerkstoff

## Kohlenstofffaserverstärkter Kohlenstoff – CFC

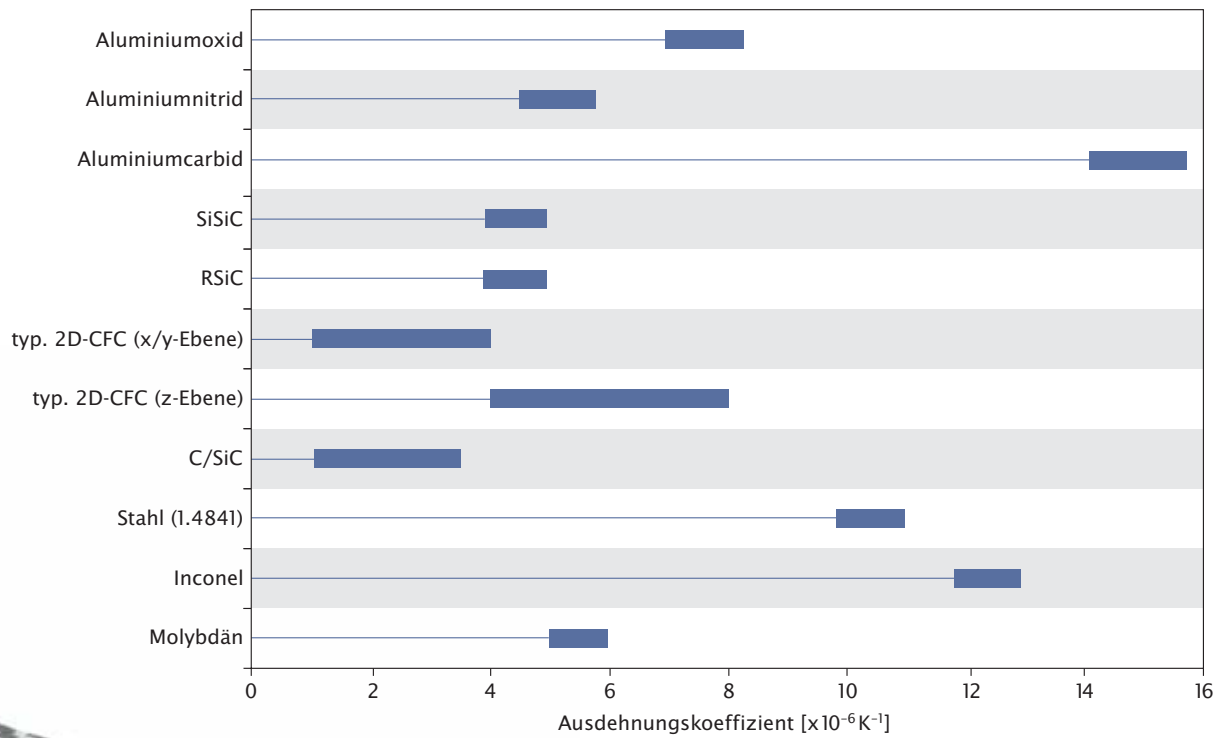
Im Vergleich zu herkömmlichen Hochtemperaturwerkstoffen zeichnen sich CFC-Werkstoffe durch eine Vielzahl von besonderen Eigenschaften aus. Diese Eigenschaften ermöglichen die Realisierung von verschiedenen Lösungen im Hochtemperaturbereich, wo konventionelle Materialien versagen.

### Eigenschaften von CFC

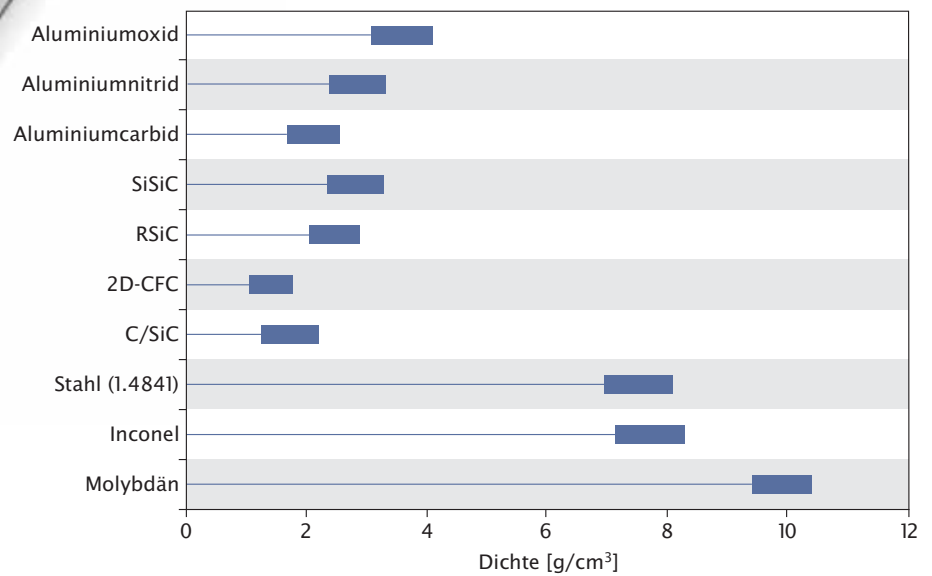
- hohe Schadenstoleranz, pseudoplastisches Bruchverhalten
- geringe Dichte (1,3 – 1,8 g/cm<sup>3</sup>)
- geringer thermischer Ausdehnungskoeffizient in Faserrichtung
- keine Versprödung bei hohen Temperaturen über die gesamte Lebensdauer
- hohe Thermoschockbeständigkeit
- kein Verzug unter thermozyklischer Belastung
- sehr gute Kriechbeständigkeit bei hohen Temperaturen
- gute chemische Beständigkeit
- einstellbare elektrische und thermische Eigenschaften, abhängig von der Faserverstärkung und Wärmebehandlung
- über 350°C Reaktion mit Sauerstoff
- einsetzbar bei Temperaturen bis zu 2.800°C unter Vakuum oder Inertgas
- elektrisch leitend
- anisotrop; Biege- und Zugfestigkeit, elektrische Leitfähigkeit und Wärmeleitfähigkeit haben bei Werkstoffen mit gerichteten C-Fasern in Faserrichtung andere Werte als senkrecht zur Faser bzw. Schichtrichtung
- geringe Wärmeleitfähigkeit senkrecht zur Verstärkungsrichtung



CFC-Werkstoffe



Eigenschaften von kohlenstofffaserverstärkten Werkstoffen im Vergleich zu anderen Konstruktionswerkstoffen.



# Spezialist für Kohlenstoff-Werkstoffe

## Schunk-Konstruktionswerkstoff

Die mechanischen Eigenschaften von CFC-Werkstoffen werden neben eingesetzter Faser, Matrix und Faserarchitektur und durch die Endglühtemperatur bestimmt. Im Gegensatz zu den konventionellen keramischen und metallischen Werkstoffen nehmen die Festigkeiten und Steifigkeiten von Kohlenstoff-Werkstoffen mit steigender Temperatur um ca. 15 % zu.

Bei hohen Temperaturen befinden sich CFC-Bauteile weitgehend im spannungsfreien Zustand.

Die unterschiedlichen Werkstoffqualitäten entsprechen maßgeschneiderten Verbundstrukturen für den Einsatz unter extremen Belastungen.

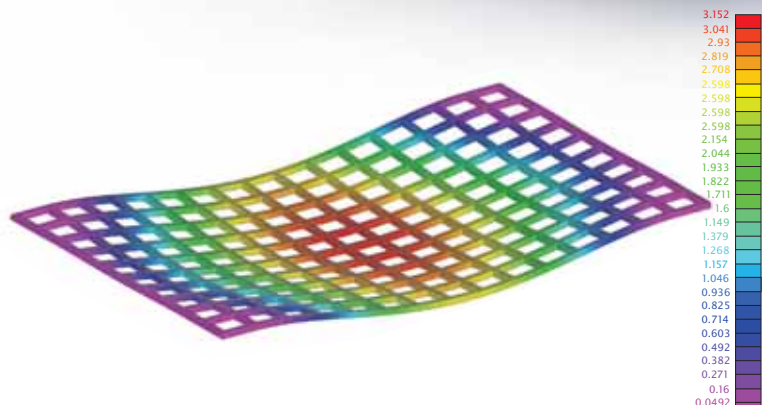
Die Schunk Kohlenstofftechnik GmbH bietet ein breites Spektrum an Materiallösungen.



CFC-Gitterrost

## Werkstoffspezifische Eigenschaften

Die Schunk Kohlenstofftechnik GmbH verfügt über langjährige Erfahrung in der FEM-Analyse. Maßgeschneiderte Anforderungsprofile können entsprechend analysiert und abgebildet werden.



## Schunk – CFC-Werkstoffe

Materialeigenschaften*		CF 222/2	CF 225/2	CF 226/2	CF 227/2	CF 260
Verstärkungsart	Typ	Gewebe	Gewebe	Gewebe	Gewebe	Gewebe
Glühtemperatur	[°C]	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
Faservolumengehalt	[Vol.-%]	60	45	60	60	55
Rohdichte	[g/cm <sup>3</sup> ]	1,35	1,4	1,35	1,4	1,35
Porosität	[%]	24	18	20	25	8
Biegefestigkeit	[MPa]	140	80	100	100	80
E-Modul	[GPa]	65	40	50	55	13
Bruchdehnung	[%]	0,2	0,3	0,18	0,2	0,8
Interlaminare Scherfestigkeit	[MPa]	6	5	6	5	7
Thermischer Ausdehnungskoeffizient	[10 <sup>-6</sup> /K]	l z. Laminebene 0,8 └ z. Laminebene 7	l z. Laminebene 1,1 └ z. Laminebene 6	l z. Laminebene 1,1 └ z. Laminebene 7	l z. Laminebene 1 └ z. Laminebene 7	l z. Laminebene 3,5 └ z. Laminebene 4,5
Spezifischer elektrischer Widerstand	[μΩm]	bei Raumtemperatur 25 bei 2.000 °C 12,5	bei Raumtemperatur 40 bei 2.000 °C 15	bei Raumtemperatur 28 bei 2.000 °C 14	bei Raumtemperatur 28 bei 2.000 °C 15	bei Raumtemperatur 50 bei 2.000 °C 24
Wärmeleitfähigkeit	[W/mK]	l z. Laminebene 20 └ z. Laminebene 4	l z. Laminebene 13 └ z. Laminebene 3	l z. Laminebene 20 └ z. Laminebene 2	l z. Laminebene 20 └ z. Laminebene 2	l z. Laminebene 9 └ z. Laminebene 5
Bruchverhalten	Art	pseudoplastisch	pseudoplastisch	pseudoplastisch	pseudoplastisch	pseudoplastic
Aschegehalt	[ppm]	> 300	> 300	> 300	> 300	> 300

\* Die angegebenen Werte sind keine verbindlichen, sondern typische Werte anhand unserer Erfahrungen. Werkstoff- und produktionsspezifische Streuungen sind zu berücksichtigen.

Wir sind ebenfalls in der Lage unsere Standardwerkstoffe entsprechend unserer Pyrocarbon-Routine zu modifizieren. Falls Sie weitere Informationen diesbezüglich benötigen, stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

## Schunk – CFC-Werkstoffe

Materialeigenschaften*		CF 222	CF 225	CF 226	CF227
Verstärkungsart	Typ	Gewebe	Gewebe	Gewebe	Gewebe
Glühtemperatur	[°C]	2.000	2.000	2.000	2.000
Faservolumengehalt	[Vol.-%]	60	45	60	60
Rohdichte	[g/cm <sup>3</sup> ]	1,55	1,5	1,5	1,55
Porosität	[%]	8	9	8	8
Biegefestigkeit	[MPa]	200	110	120	170
E-Modul	[GPa]	80	50	60	80
Bruchdehnung	[%]	0,25	0,25	0,23	0,3
Interlaminare Scherfestigkeit	[MPa]	8	8	8	9
Thermischer Ausdehnungskoeffizient	[10 <sup>-6</sup> /K]	l z. Lamineb. 0,8 └ z. Lamineb. 7	l z. Lamineb. 1 └ z. Lamineb. 6,5	l z. Lamineb. 0,8 └ z. Lamineb. 7,3	l z. Lamineb. 1,1 └ z. Lamineb. 7,3
Spezifischer elektrischer Widerstand	[μΩm]	bei Raumtemp. 22 bei 2.000 °C 12	bei Raumtemp. 30 bei 2.000 °C 17	bei Raumtemp. 25 bei 2.000 °C 12	bei Raumtemp. 22 bei 2.000 °C 12
Wärmeleitfähigkeit	[W/mK]	l z. Lamineb. 40 └ z. Lamineb. 10	l z. Lamineb. 30 └ z. Lamineb. 10	l z. Lamineb. 40 └ z. Lamineb. 5	l z. Lamineb. 40 └ z. Lamineb. 5
Bruchverhalten	Art	pseudoplastisch	pseudoplastisch	pseudoplastisch	pseudoplastisch
Aschegehalt	[ppm]	> 300	> 300	> 300	> 300

# Schunk – Filament Winding

## Schunk – Filament Winding

Die Schunk Kohlenstofftechnik GmbH ist in der Lage, neben der Herstellung von flächigen Bauteilen, ebenfalls rotationssymmetrische Bauteile herzustellen.

Unsere CFC-Wickelbauteile werden vorwiegend im Bereich der Solar- und Halbleiterindustrie eingesetzt, wo wir uns neben hohen mechanischen Anforderungen ebenfalls den höchsten Reinheitsanforderung erfolgreich stellen.

Nach der mechanischen Endmaßbearbeitung werden unsere CFC-Wickelbauteile weiteren Veredelungsschritten entsprechend der Einsatzumgebung unterzogen.

*CFC-Tiegel*



## Qualitative Beurteilung unserer gängigen Verarbeitungsverfahren

	Prepregtechnik	Wickeltechnik
Geometrie	komplex	rotationsähnlich
Löcher/Inserts	möglich	möglich
Versteifungen	möglich	schwierig
Hinterschneidungen	möglich	nicht möglich
Oberfläche	gut	gut
Faserarchitektur	beliebig	beliebig
Typisches Faservolumengehalt	65 %	60 %
Mechanische Eigenschaften	sehr gut	sehr gut
Qualität	sehr gut	sehr gut
Reproduzierbarkeit	sehr gut	sehr gut

Unsere Philosophie der Bauteilherstellung und Veredelung spiegelt sich in deren Performance wider. Wir haben auf allen Ebenen der Werkstoffentwicklung langjährige Erfahrung und würden uns freuen, diese mit Ihnen zu teilen.



# CFC – Bruchverhalten



*CFC-Heizer*

## Versagensverhalten

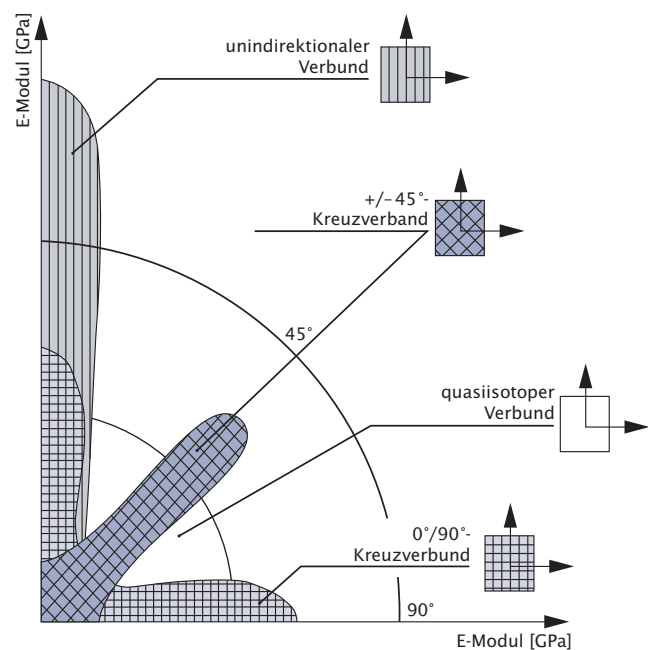
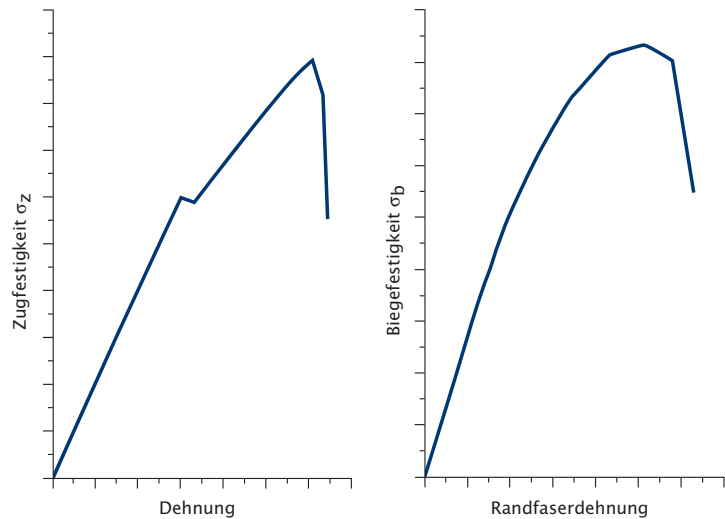
Die CFC-Verbundkörperstruktur bietet gegenüber konventionellen keramischen Werkstoffen den Vorteil, dass sie bei einer Beanspruchung der Körper kein plötzliches Totalversagen zeigt, sondern ein quasi-duktiles oder pseudo-plastisches.

Dieses Bruchverhalten entspricht nicht den plastischen Verformungen, wie sie bei metallischen Werkstoffen beobachtet werden, es ermöglicht trotzdem eine Belastung über die Dehngrenze hinaus, ohne dass das Bauteil komplett versagt.

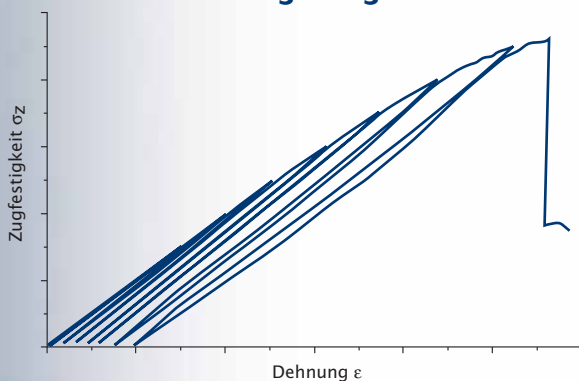
Unter der einwirkenden Last reißen zunächst einige Faserstränge, so dass es zum Faser-Pull-Out-Effekt kommt, welcher auf erste Versagensmerkmale hinweist. Das Bauteilversagen tritt erst bei wiederholter zyklischer Belastung auf, wobei der Verbundkörper eine hohe Restfestigkeit aufweist.

Die Verbundkörperstruktur eines CFC-Bauteils weist bei einer Überbeanspruchung keinen Trennbruch auf, daher ist es möglich, diese Art von Werkstoff zu nageln. Dies wird zum einen durch die Pseudoplastizität und zum anderen durch die offene Porosität ermöglicht.

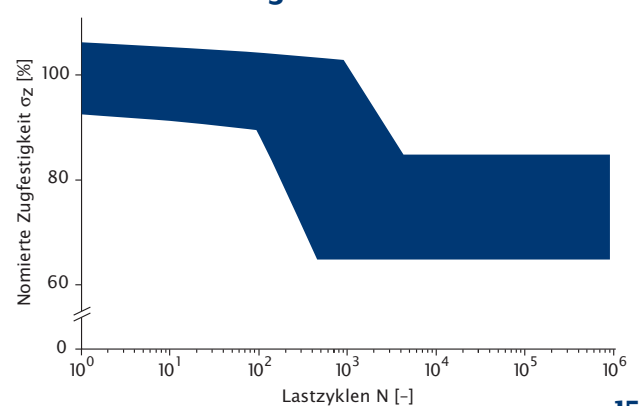
## Schematische Darstellung der Bruchkurve bei Zug- und Biegebelastung



## Schematische Darstellung der Hysterese beim Laststeigerungsversuch



## Schematische Darstellung der Dauerfestigkeit von CFC



# CFC – Physikalische Eigenschaften

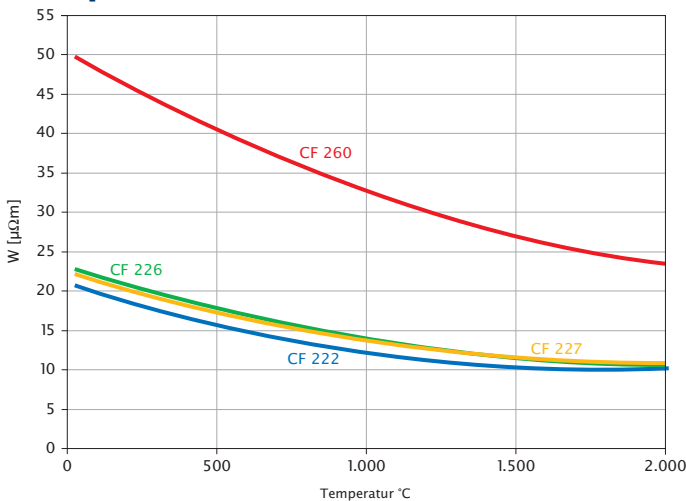
## Temperaturwechselfestigkeit

Die überlegene Temperaturwechselfestigkeit gegenüber konventionellen keramischen und metallischen Werkstoffen macht CFC zu einem

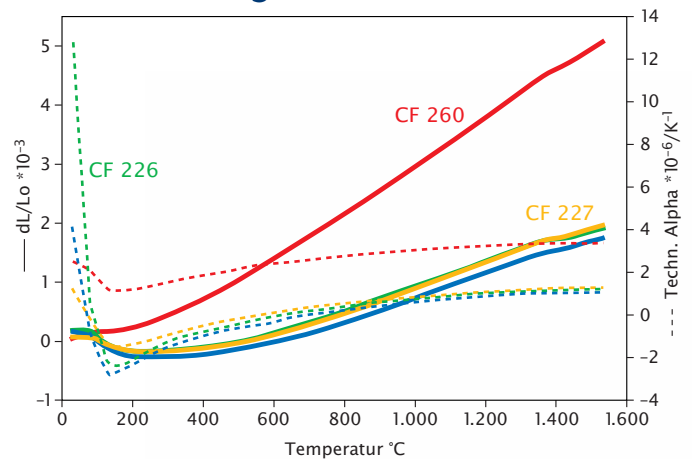
einzigartigen Hochtemperaturwerkstoff. Aufgrund der Gefügestruktur werden Wärmespannungen abgebaut. CFC-Verbundkörper weisen

demzufolge eine hohe Thermochockbeständigkeit auf.

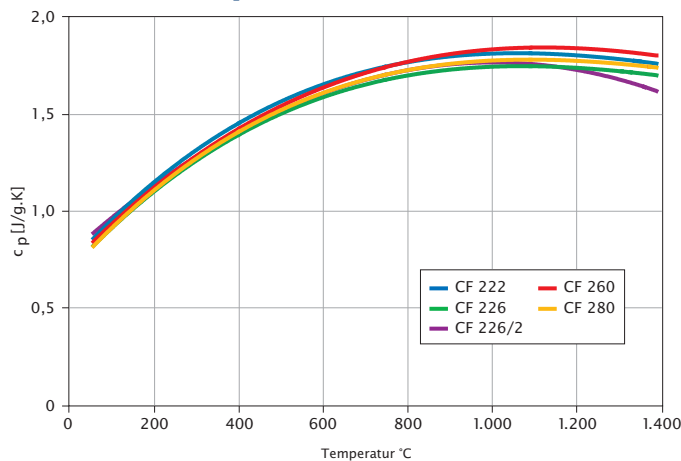
### Spezifischer elektrischer Widerstand



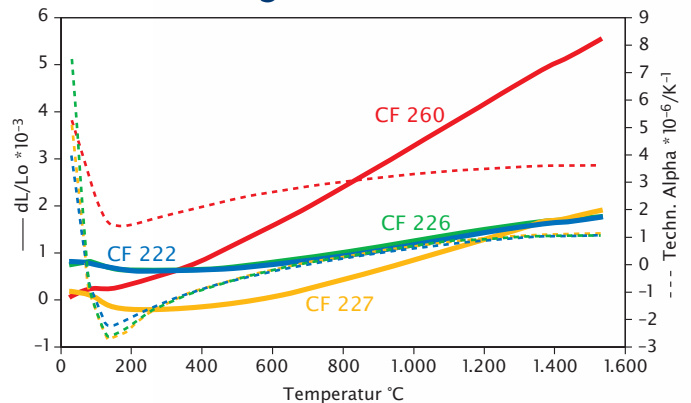
### Ausdehnungskoeffizient X-Achse



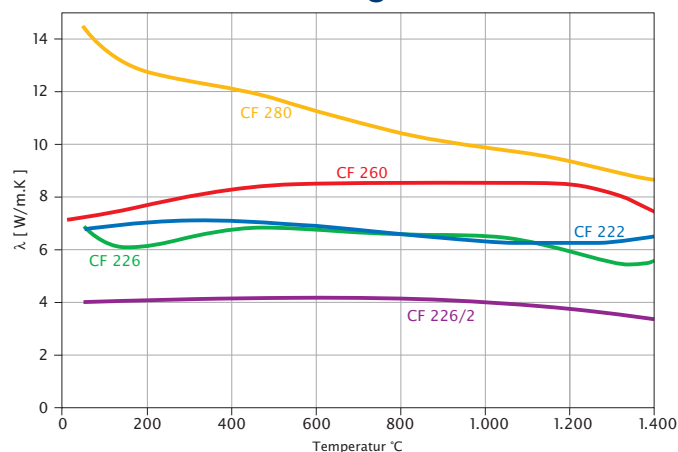
### Spezifische Wärme



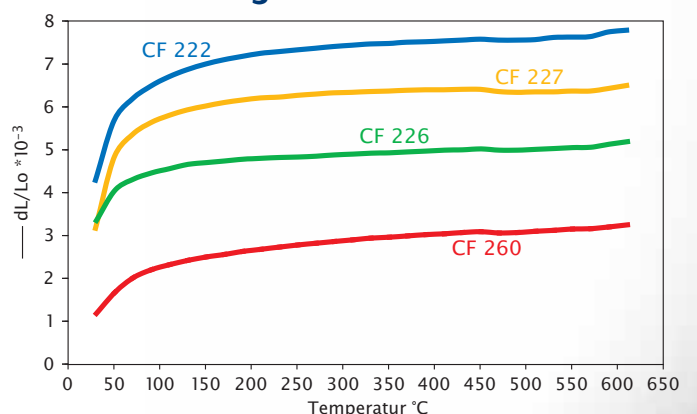
### Ausdehnungskoeffizient Y-Achse



### Wärmeleitfähigkeit Z-Achse



### Ausdehnungskoeffizient Z-Achse





## Schunk – Trägersysteme

Die CFC-Trägersysteme der Schunk Kohlenstofftechnik GmbH werden in den heute gängigen Hochtemperaturanlagen der Solarindustrie, Halbleitertechnologie und Härtereitechnologie erfolgreich eingesetzt.

Unser technologischer Vorsprung und die permanente Weiterentwicklung auf allen Ebenen der CFC-Herstellung ermöglichen uns den technologischen Anforderungen von morgen schon heute gerecht zu werden. Unser einzigartiges Herstellungsverfahren ermöglicht höchste Effizienz bei der Herstellung, Weiterentwicklung und Qualitätssicherung unserer Bauteile.

Die Schunk Kohlenstofftechnik GmbH ist in der Lage flächige Bauteile bis zu einer Größe von 6 m<sup>2</sup> herzustellen.

*CFC-Carrier*

# CFC – Chemische Beständigkeit



*Isolationsrohr verstärkt mit CFC-Zylinder und Graphitefolie*

## Oxidationsverhalten

In sauerstoffhaltiger Atmosphäre werden CFC-Verbundkörper in vergleichbarer Weise zu anderen Kohlenstoffarten oxidativ angegriffen. Daher kommt es oberhalb von 350 °C zur Oxidation, welche eine mechanische Schwächung des CFC-Werkstoffes hervorruft.

Die Kohlenstoffmatrix wird hierbei bevorzugt geschädigt. Demzufolge kann der Werkstoff nur in sauerstoffhaltiger Atmosphäre eingesetzt werden, wenn entsprechende Schutzmaßnahmen realisiert werden.

Die Abbrandgeschwindigkeit wird dadurch erheblich reduziert, so dass die Lebensdauer deutlich verlängert wird.

## Typische Verunreinigungen

Weitere Reaktionen, die unter bestimmten Voraussetzungen eintreten können sind Methanisierung und Carbiddbildungen.

Elementkonzentration*	ungereinigt	gereinigt
Cu	0,2	< 0,04
Cr	0,6	< 0,04
Mn	0,3	< 0,02
Zr	0,5	< 0,04
Co	0,2	< 0,02
Ni	0,6	< 0,04
V	0,4	< 0,04
Mo	0,5	< 0,04
Mg	0,7	< 0,04
Ti	7	< 0,04
W	1	< 0,04
Al	3	< 0,05
Fe	15	< 0,07
Ca	10	< 0,07
Aschegehalt	> 300 ppm	< 10 ppm

*\* Die angegebenen Werte sind keine verbindlichen, sondern typische Werte anhand unserer Erfahrungen. Werkstoff- und produktionsspezifische Streuungen sind zu berücksichtigen.*

## Chemische Beständigkeit

Atmosphäre	Reaktionsbeginn bei	Reaktion
Luft	350°C	Oxidation
Wasserdampf	700 – 750°C	Oxidation
CO <sub>2</sub>	800 – 900°C	Oxidation
H <sub>2</sub>	1.000 – 1.200°C	Methanisierung
N <sub>2</sub>	2.000 – 2.500°C	Cyanid-Bildung
Cl <sub>2</sub>	2.500°C	Verdampfung
Ar	3.000°C	Verdampfung
Vacuum	2.200°C	Verdampfung

## Chemische Reinheit

Die Verbundkörperstruktur von CFC-Werkstoffen weist im Prinzip nur das Element Kohlenstoff auf.

Trotzdem entstehen eine Reihe von Verunreinigungen durch die angewendeten Produktions- und Herstellungsstufen.

Diese liegen im Bereich von 300 ppm. Generell lässt sich formulieren, dass je höher die Temperaturbehandlung ausfällt, desto weniger Verunreinigungen vorliegen. Daher können durch spezielle Hochtemperaturreinigungen die Verunreinigungen auf <10 ppm gesenkt werden.

- Schunk Kohlenstofftechnik GmbH  
Deutschland/Heuchelheim  
Telefon: +49 (641) 60 80
- Schunk Bahn- und Industrietechnik GmbH  
Deutschland/Wettenberg  
Telefon: +49 (641) 80 30
- Schunk Bahn- und Industrietechnik GmbH  
Österreich/Bergheim  
Telefon: +43 (662) 45 92 00
- Schunk Ingenieurkeramik GmbH  
Deutschland/Willich  
Telefon: +49 (2154) 49 70
- Gerhard Präzisionspresstechnik GmbH  
Deutschland/Obernzenz  
Telefon: +49 (9844) 9 71 10
- Schunk Nordiska AB  
Schweden/Lenhovda  
Telefon: +46 (474) 2 95 00
- Schunk UK Ltd.  
Großbritannien/Pudsey  
Telefon: +44 (113) 2 56 72 38
- Schunk Benelux B.V.  
Niederlande/Rotterdam  
Telefon: +31 (10) 4 14 47 66
- XYCARB Ceramics B.V.  
Niederlande/Helmond  
Telefon: +31 (492) 57 87 87
- Xycarb Ceramics Inc.  
USA/Georgetown  
Telefon: +1 (512) 8 63 00 33
- XYCARB Ceramics (Singapore) Pte. Ltd.  
Singapur/Singapore  
Telefon: +65 (636) 06 72
- Schunk Electrographite S.A.S.  
Frankreich/Nanterre Cedex  
Telefon: +33 (141) 19 52 52
- Schunk AG  
Schweiz/Adliswil  
Telefon: +41 (44) 7 16 46 46
- Schunk Wien Gesellschaft m.b.H.  
Österreich/Wien  
Telefon: +43 (1) 61 66 80 70
- Hoffmann & Co. Elektrokohle AG  
Österreich/Bad Goisern  
Telefon: +43 (6135) 40 00
- Schunk Italia S.r.l.  
Italien/Magenta  
Telefon: +39 (02) 9 72 19 01
- Schunk Ibérica S.A.  
Spanien/Pinto  
Telefon: +34 (91) 6 91 25 11
- Schunk Portugal Lda.  
Portugal/Marinha Grande  
Telefon: +351 (244) 57 24 80
- SIRMA Elektrik Kömürleri SAN TIC AS  
Türkei/Istanbul  
Telefon: +90 (212) 2 70 35 65
- Schunk Praha s.r.o.  
Tschechien/Pilsen  
Telefon: +420 (377) 45 41 21
- Schunk Carbon Technology SRL  
Rumänien/Bucharest  
Telefon: +40 (21) 3 37 28 59
- Hoffmann Carbon Kft.  
Ungarn/Csesztreg  
Telefon: +36 (92) 50 09 00
- Schunk Bahntechnik Polska Sp.z.o.o.  
Polen/Warszawa  
Telefon: +48 (22) 8 24 04 11
- OOO NPP „Soyuzkarbon“  
Russland/Krasnodar  
Telefon: +7 (861) 2 00 62 36
- Schunk Graphite Technology LLC  
USA/Menomonee Falls  
Telefon: +1 (262) 2 53 87 20
- Schunk Electro Carbón, S. A. de C.V.  
Mexiko/Ocoyoacac  
Telefon: +52 (728) 2 82 78 90
- Schunk (Aust) Pty. Ltd.  
Australien/Rowville  
Telefon: +61 (3) 97 53 35 88
- Schunk do Brasil Ltda.  
Brasilien/São Paulo  
Telefon: +55 (11) 46 13 32 02
- Schunk Metal & Carbon (I) Pvt.Ltd.  
Indien/Bangalore  
Telefon: +91 (80) 28 51 85 07
- Pichit Industrial Works Co., Ltd.  
Thailand/Bangkok  
Telefon: +66 (56) 63 34 27
- Schunk General Carbon  
(Guangzhou) Co., Ltd.  
China/Panyu  
Telefon: +86 (20) 34 63 48 88
- Schunk General Carbon Ltd.  
China/Hong Kong  
Telefon: +852 (2) 4 08 66 88
- Jiangsu Seung Lim Electric Co. Ltd.  
China/Jiangsu  
Telefon: +86 (511) 8 42 08 97
- Seung Lim Carbon Metal Co., Ltd.  
Süd-Korea/Ansan-City  
Telefon: +82 (31) 4 91 27 22

## Schunk Kohlenstofftechnik GmbH

Rodheimer Straße 59  
35452 Heuchelheim  
Deutschland

Telefon: +49 (0) 641 608-0  
Telefax: +49 (0) 641 608-1223

infobox@schunk-group.com  
www.schunk-group.com